

Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais

Marcos Vinicius Winckler Caldeira^{1*}, Robertino Domingues da Silva¹, Sustanis Horn Kunz¹,
João Paulo Fernandes Zorzanelli¹, Kallil Chaves Castro¹, Tiago de Oliveira Godinho²

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Linhares, ES, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: mwwcaldeira@gmail.com

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a biomassa e os nutrientes da serapilheira acumulada em uma Unidade de Conservação localizada no município de Alegre, ES. O estudo foi realizado em três diferentes coberturas florestais inseridas na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Laerth Paiva Gama, sendo uma Mata Nativa (MN), um Reflorestamento de Eucalipto e Acácia (REA) e um Reflorestamento de Espécies Diversas (RED). A serapilheira acumulada foi avaliada pela quantidade de biomassa, pelos teores e acúmulo de nutrientes em duas épocas de coleta, sendo a primeira no final da estação seca e a segunda no final da estação chuvosa. Em todas as coberturas, a quantidade de biomassa foi maior na estação seca e os valores seguiram a ordem decrescente na quantidade de biomassa em ambas as coberturas florestais: REA > RED > MN. Os teores de potássio, magnésio e boro presentes na serapilheira, foram mais elevados na estação seca, entretanto os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco, e o teor de carbono orgânico não diferenciaram entre os períodos de coleta, sendo discrepantes apenas entre as coberturas florestais, não apresentando variação sazonal. O tipo de cobertura florestal exerceu pouca influência nos teores dos nutrientes e na estação seca o acúmulo de serapilheira, potássio, magnésio e boro também foram indiferentes para essa variável.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Indicadores, Restauração florestal

Biomass and nutrients of accumulated litter in different forest covers

Abstract

This study aimed to assess biomass and nutrients from the litter in a conservation area in the municipality of Alegre, ES. The study was conducted in three different forest covers included in the Area of Ecological Interest (ARIE) Laerth Paiva Gama, being a Native Forest (MN), a Reforestation of *Eucalyptus* and *Acacia* (REA) and Reforestation of several species (RED). The litter layer was measured by the amount of biomass, the content and accumulation of nutrients in both harvests, the first in the late dry season and the second end of the rainy season. In all the coatings, the quantity of biomass was greater in the dry and followed values decreasing the amount of biomass in both forest cover: REA > RED > MN. The levels of potassium, magnesium and boron, present in the litter were higher in the dry season, however the levels of nitrogen, phosphorus, calcium, sulfur, copper, iron, manganese and zinc, and organic carbon content did not differ between periods of collection, only being discrepant between forest cover, no seasonal variation. The type of forest cover has little influence on the levels of nutrients and in the dry season the accumulation of litter, potassium, magnesium and boron were also indifferent to this variable.

Keywords: Forest Atlantic, Indicators, Restoration Forestry.

Recebido: 16 Agosto 2012
Aceito: 20 Maio 2013

Introdução

A manutenção da produtividade das florestas naturais está intimamente relacionada com a eficiência nos processos de ciclagem de nutrientes (Cabianchi, 2010). Como parte da ciclagem de nutrientes, a deposição de serapilheira e a transferência de nutrientes são de crucial importância para manutenção desses ciclos, principalmente em solos altamente intemperizados onde a reserva de nutrientes é a própria floresta (Schumacher et al., 2004).

A serapilheira pode ser considerada como o material de origem vegetal como folhas, caules, ramos, frutos, flores e outras partes das plantas, e de origem animal como carcaças e fezes, em diferentes estados de decomposição que se acumula sobre o solo, servindo como fonte de energia e nutrientes para seres decompositores e para a vegetação (Brun et al., 2001). A biomassa de serapilheira contribui, juntamente com os demais compartimentos florestais, na interceptação da água da chuva, favorecendo seu armazenamento no solo e aumento das taxas de infiltração (Olson, 1963).

Fernandes et al. (2006) em estudo com três florestas secundárias, originadas de formações florestais e posterior regeneração natural, sendo um plantio de *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá) e plantio de *Capara guianensis* (andiroba), e uma floresta secundária espontânea afirma que, o maior aporte de serapilheira para os plantios está relacionada à presença de maior quantidade de espécies pioneiras, enquanto a floresta de sucessão secundária tem maior biomassa acumulada nos indivíduos florestais, produzindo menos material decíduo.

A formação da camada de serapilheira que se acumula sobre o solo depende basicamente da diferença entre a quantidade de resíduos orgânicos depositados e a parte que foi decomposta destes materiais (Vitousek & Sanford 1986). A taxa de decomposição, ou a quantidade de serapilheira acumulada, pode variar em função da procedência, da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local. Também dependem do clima, precipitação, temperatura, relevo, luminosidade, etc. Esse acúmulo de serapilheira desempenha

um papel essencial no crescimento das plantas, pois influencia nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (Caldeira et al., 2007).

Grande quantidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao solo através da deposição do material senescente (Neto et al. 2001; Caldeira et al., 2007; Caldeira et al., 2008, Godinho, 2011). À medida que os materiais presentes na serapilheira começam a sofrer o processo de mineralização, os nutrientes vão aos poucos sendo incorporados ao solo e, conseqüentemente, ocorre à disponibilização para as plantas. Fernandes et al. (2006), observa que plantios de *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá) e *Capara guianensis* (andiroba) com posterior regeneração, aportam mais nitrogênio e fósforo, que uma floresta secundária de regeneração espontânea.

Jordan (1985) afirma que as perdas reais de nutrientes em florestas tropicais não perturbadas geralmente são baixas, pois a vegetação nativa foi adaptada para o elevado potencial de lixiviação através de uma variedade de mecanismos de conservação de nutrientes, i.e., ciclagem interna ou bioquímica, e manta de raízes absorventes no solo. Um ponto importante é que esses mecanismos são realmente eficazes apenas enquanto a floresta nativa está intacta.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a biomassa e os nutrientes da serapilheira acumulada em três tipos diferentes de cobertura florestal em uma Unidade de Conservação localizada no município de Alegre, ES.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Laerth Paiva Gama, inserida na bacia do Rio Alegre, município de Alegre, ES. A ARIE encontra-se em uma área de Mata Atlântica e sua formação florestal é classificada como Floresta Estacional Semidecídua, localizada entre as coordenadas geográficas 20°46'12" latitude Sul e 41°32'59" longitude Oeste.

O solo predominante na ARIE é o Latossolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2006), possuindo 83,17% de suas áreas com declividade entre 30 e 100% (Espírito Santo, 1994). O clima é

classificado de acordo com Köppen, como do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e o verão chuvoso.

As parcelas foram alocadas sistematicamente nas três coberturas florestais estudadas, sendo Mata Nativa (MN), Reflorestamento de Eucalipto e Acácia (REA) e Reflorestamento de Espécies Diversas (RED). Para efeito de estudo, foi delimitada uma área para amostragem em cada cobertura, apresentando formato retangular de 30 x 50 m, com maior comprimento no sentido da maior declividade e sempre no interior do fragmento, evitando-se o efeito de borda, trilhas e pirambeiras, consideradas representativas de cada cobertura. Em cada área selecionada para amostragem da serapilheira, foram alocadas quatro parcelas de 10 x 20 m.

Para a coleta da serapilheira acumulada sobre o solo, utilizou-se um coletor com formato quadrado (25 cm x 25 cm). Em cada parcela de 10 x 20 m foram coletadas 10 amostras ao acaso. Foram realizadas duas coletas, a primeira em setembro de 2010, ao final da estação seca e a segunda em março de 2011, ao final estação chuvosa.

As amostras de serapilheira foram colocadas em sacos de papel para secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 65 °C, até alcançar massa constante, sendo em seguida pesadas em balança de precisão (0,01g) individualmente, resultando assim na biomassa (em gramas) presente em 0,0625 cm², que foi então, estimada em megagrama por hectare (Mg ha⁻¹). O acúmulo de nutrientes (kg ha⁻¹) na serapilheira acumulada sobre o solo foi obtido a partir da biomassa seca encontrada (Mg ha⁻¹) e dos teores dos nutrientes (g kg⁻¹ e mg kg⁻¹) presentes na serapilheira. Para a análise química, o material foi triturado em moinho do tipo Wiley, passados em peneira de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenado em frasco de vidro (Tedesco et al., 1995; Miyazawa et al., 1999).

Em seguida foram analisados os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, B) e carbono orgânico C_{org}, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (2009), no Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Instituto Capixaba de

Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizado no município de Domingos Martins, ES.

As análises estatísticas foram realizadas considerando que a área delimitada para amostragem é representativa de cada cobertura florestal ou tratamento estudado na área. O experimento foi disposto num esquema fatorial 2 x 3, sendo: duas épocas de coleta (estação seca e estação chuvosa) e os três tipos de cobertura florestal (MN, REA, RED), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Software SISVAR (Ferreira, 2000) As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Biomassa acumulada

A biomassa de serapilheira acumulada diferiu estatisticamente entre as coberturas florestais e entre as épocas de coleta (Figura 1).

Os valores seguiram a mesma ordem decrescente da biomassa em ambas as estações, ou seja, REA > RED > MN, sendo que, na estação seca a média de biomassa acumulada (Mg ha⁻¹) foi, respectivamente, 14,5 > 11,1 > 9,4, enquanto que na estação chuvosa os valores foram 9,5 > 8,4 > 7,0. Os valores de biomassa obtidos na estação chuvosa foram proporcionalmente menores para as três coberturas florestais, podendo ser resultado de fatores pertinentes às espécies presentes, da taxa de decomposição e principalmente por influência da temperatura e precipitação (Caldeira et al., 2008).

Santana et al. (2009) encontraram resultados semelhantes para mata nativa, no entanto, observou aumento na biomassa para plantios homogêneos de espécies florestais na época chuvosa. Borém & Ramos (2002), estudando fragmento de Mata Atlântica no Rio de Janeiro encontraram resultados que se equiparam aos do presente estudo, registrando 9,3 Mg ha⁻¹ para o fim do período seco e 6,1 Mg ha⁻¹ para o fim do período chuvoso.

O acúmulo de serapilheira na MN que apresenta espécies decíduais é bem próximo

ao encontrado Arato et al. (2003) em um sistema agroflorestal também com presença de espécies semidecíduais, cujo acúmulo anual observado entre setembro de 2000 e agosto de 2001, foi de 8,7Mg ha⁻¹, indicando que a diversidade de espécies tem influência nas taxas

decomposição da serapilheira. Entretanto os valores encontrados estão superiores às médias anuais obtidas por Vital et al. (2004) em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Botucatu, SP, cujo valor médio de serapilheira acumulada foi de 6,2 Mg ha⁻¹.

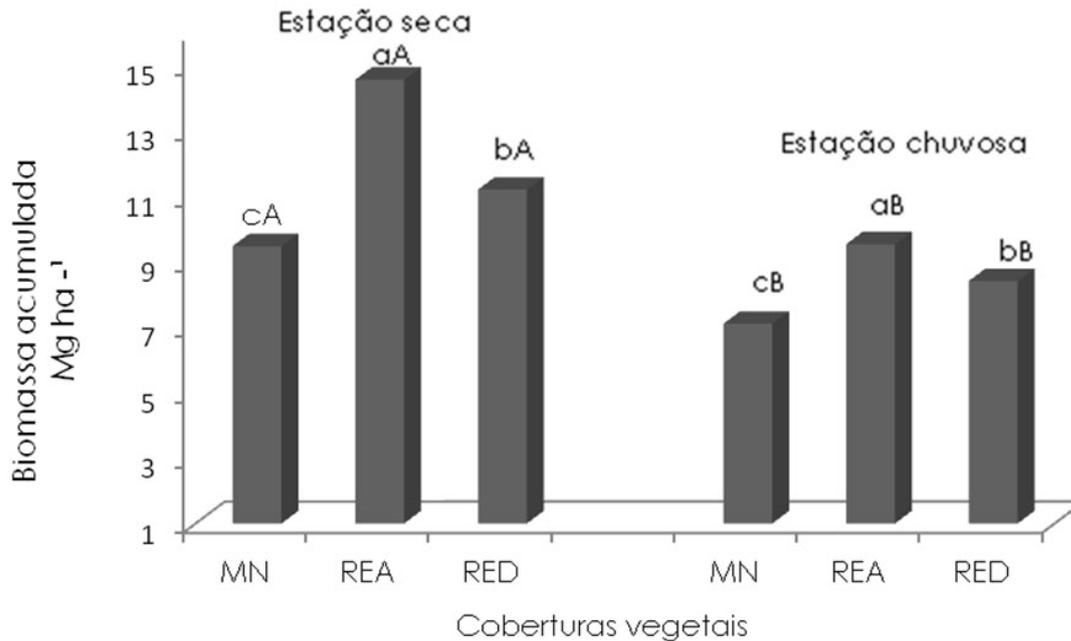


Figura 1. Biomassa de serapilheira acumulada, em duas épocas de coletas, na ARIE Laerth Paiva Gama, Alegre – ES. MN (mata nativa); REA (reflorestamento de Eucalipto e Acácia); RED (Reflorestamento com espécies diversas). Colunas seguidas por uma mesma letra minúscula para cada cobertura e maiúscula para cada época de coleta, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Valente et al. (2005) trabalhando em 3 formações florestais com diferentes composições de espécies afirmaram que, a diversidade de espécies proporcionou a produção de serapilheira de qualidade superior à obtida em sítios menos diversos, acarretando baixa atratividade da fauna pelo material precipitado e conseqüentemente um maior acúmulo. Myers et al. (1994) e Cobo et al. (2002) afirmaram que a qualidade da serapilheira está intimamente ligada ao teor nutricional, e a relação C/N. Esses autores comentam ainda que, materiais com baixos teores nutricionais e com relação C/N maiores que 25 e que apresentam altos teores de lignina e polifenóis, sofrem decomposição mais lenta

Um fato relevante a ser observado é a elevada taxa de precipitação apresentada

para os meses de novembro, dezembro, fevereiro e março (Figura 2), que pode ter ocasionado o carreamento da serapilheira que estava acumulada sobre o solo, podendo também explicar a relativa proporcionalidade na diminuição da biomassa entre as épocas (Borém & Ramos, 2002; Caldeira et al., 2007; Caldeira et al., 2008).

A sazonalidade na quantidade de biomassa acumulada foi semelhante à observada por Godinho (2011) na Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, no sul do Espírito Santo, apresentando os maiores valores no final da estação seca, bem como pelo resultado de correlação negativa com a precipitação.

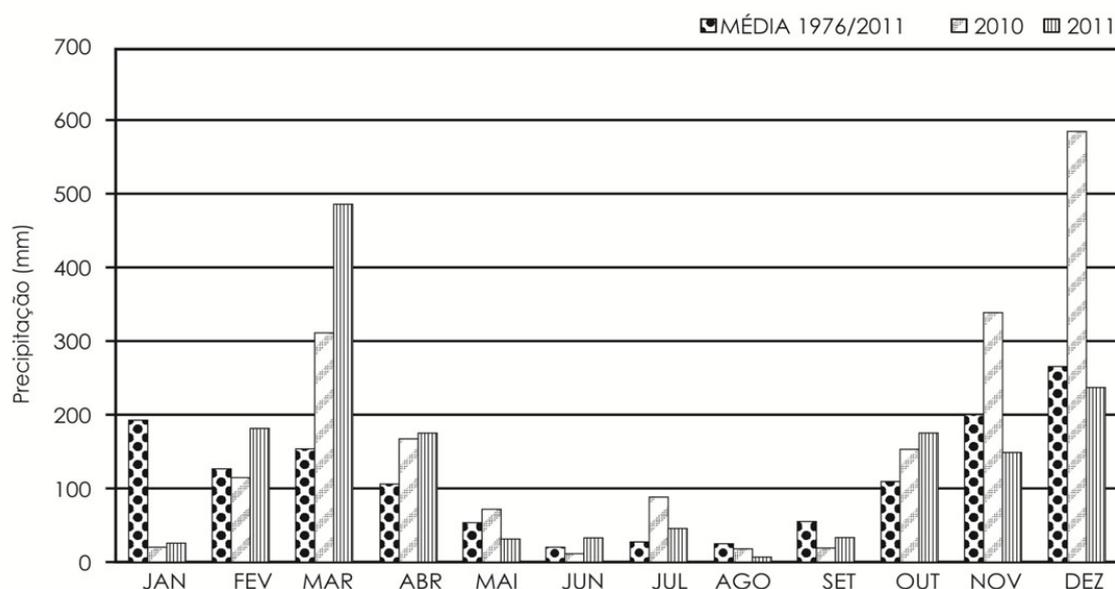


Figura 2. Precipitação histórica média mensal (1976 – 2011), média mensal em ano 2010 e média mensal em 2011. Adaptado: Incaper (2011).

Teores de nutrientes

Analisando os teores de nutrientes somente na estação seca, e comparação entre

as formações florestais, observa-se não haver significância ($p < 0,05$) para nitrogênio, fósforo e manganês (Tabela 1; Tabela 2).

Tabela 1. Teores médios de macronutrientes e carbono orgânico da serapilheira acumulada, em duas épocas de coletas, na ARIE Laerth Paiva Gama, Alegre-ES

Cobertura Florestal	N	P	K	Ca	Mg	S	C _{Org} %
	g kg ⁻¹						
Estação Seca							
MN ¹	17,50 aA	0,45 aA	2,65 aA	16,75 aA	1,93 aA	1,55 aA	52,25 aA
REA ²	16,75 aA	0,40 aA	1,32 bA	11,37 bA	1,12 bA	0,80 bA	53,00 aA
RED ³	15,50 aA	0,50 aA	1,50 bA	13,37 abA	1,87 aA	0,95 bA	48,00 bA
Estação Chuvosa							
MN	18,00 aA	0,50 aA	0,82 abB	13,87 aA	1,03 bB	1,82 aA	52,00 aA
REA	14,75 bA	0,45 aA	0,52 bB	10,50 aA	1,00 bB	0,77 bA	52,5 aA
RED	15,50 abA	0,40 aA	1,00 aB	13,75 aA	2,12 aB	1,00 bA	50,75 aA

¹MN (Mata Nativa); ²REA (Reflorestamento de Eucalipto e Acácia); ³RED (Reflorestamento com Espécies Diversas). Colunas seguidas por uma mesma letra minúscula para cada cobertura e maiúscula para cada época de coleta, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Teores médios de micronutrientes da serapilheira acumulada, em duas épocas de coletas, na ARIE Laerth Paiva Gama, Alegre-ES

Cobertura Florestal	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
Estação Seca					
MN ¹	47,75aA	12,00aA	2190,62bA	539,00aA	27,75bA
REA ²	25,25bA	8,25bA	3628,12bA	409,75aA	19,00bA
RED ³	27,00bA	12,25aA	7823,12aA	526,50aA	37,75aA
Estação Chuvosa					
MN	30,00aB	12,75aA	4096,87aA	500,00aA	25,75bA
REA	23,00aB	8,50bA	4093,75aA	435,75aA	20,00bA
RED	24,75aB	12,00aA	5565,62aA	441,50aA	38,50aA

¹MN (Mata Nativa); ²REA (Reflorestamento de Eucalipto e Acácia); ³RED (Reflorestamento com Espécies Diversas). Colunas seguidas por uma mesma letra minúscula para cada cobertura e maiúscula para cada época de coleta, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A fisionomia de Mata Nativa foi significativamente superior para os teores de enxofre e boro, enquanto no Reflorestamento com espécies diversas os teores de ferro e zinco foram significativos em relação às outras formações florestais ($p < 0,05$).

A estação chuvosa demonstra um maior equilíbrio dos teores dos nutrientes entre as formações florestais, não havendo significância para fósforo, cálcio, carbono orgânico, boro, ferro, e manganês. A formação florestal MN, foi superior para os teores de nitrogênio e enxofre, enquanto a Formação Florestal RED, foi superior para potássio, magnésio e zinco.

Entre a estação seca e chuvosa observou-se que os teores dos nutrientes foram significativos para magnésio, potássio e boro, sendo superiores para a estação seca, verificou-se também, que houve efeito significativo ($p < 0,05$) para a interação dupla entre os fatores cobertura florestal e épocas de coleta, sendo que os teores encontrados foram mais altos na Estação Seca e na cobertura MN para potássio e boro.

A formação florestal REA não demonstrou ser superior para nenhum dos elementos analisados em ambas as estações, indicando uma maior presença desse elemento na serapilheira das formações com maior diversidade de espécies, corroborando com a afirmação de Valente et al. (2005).

Os teores de K encontrados neste trabalho foram estatisticamente menores na estação chuvosa, estes resultados corroboram com Espig et al. (2009) observaram uma correlação altamente negativa entre a precipitação e K em uma Floresta Ombrófila Densa de Encosta. Marschner (1997) afirma que a variabilidade dos teores de K encontrados em serapilheira se dá em função da época de avaliação, uma vez que o potássio possui relação com a precipitação pluviométrica. Segundo Pagano & Durigan (2000) o potássio ocorre sob a forma solúvel, o que o torna altamente susceptível a lixiviação, corroborando com esta afirmação.

Os resultados encontrados (Tabela 1; Tabela 2) estão de acordo com resultados encontrados por Domingos et al. (1997) em uma Floresta Pluvial, e com os encontrados por

Longhi et al. (2011) em três diferentes grupos florísticos pertencentes a uma fisionomia Florestal Ombrófila Mista, em ambos os estudos a variação dos teores de nutrientes não foram significativo ao ponto de indicar uma sazonalidade. Já Espig et al. (2009) não encontraram correlação entre a precipitação e os teores de Mg, Ca e P. A variação no teor de nutrientes da serapilheira esta relacionada com a mobilidade na planta, ou seja sua ciclagem bioquímica, e com a sua participação como composto estrutural, ou de moléculas orgânica (Caldeira et al., 2008).

Segundo Schumacher (2004), a variação dos dos teores de nutrientes pode ocorrer entre uma mesma espécie, entre sítios, das características do próprio elemento, sendo difícil a comparação entre povoamentos diferentes.

Segundo Campos et al. (2007) 95% do nitrogênio esta ligada à formas orgânicas, visto que a decomposição deste material, é o responsável pela liberação do nitrogênio prontamente disponível para as plantas.

Na coleta de serapilheira acumulada ao final da estação seca, os teores de nitrogênio encontrados nas áreas MN, REA e RED não diferiram estatisticamente entre si. Na estação chuvosa, as coberturas MN e RED não apresentaram diferença significativa para os teores de nitrogênio, sendo que a REA e RED, que foram semelhantes estatisticamente, apresentaram menores médias comparando com a MN. Isso demonstra que ambas as formações florestais nos diferentes períodos do ano estão comportando-se da mesma forma em relação ao aporte de nitrogênio para o piso florestal.

Dentre os teores de cálcio e cobre avaliados na estação seca, as maiores médias obtidas foram encontradas nas coberturas MN e RED, enquanto o enxofre foi maior na MN. Porém, para os nutrientes ferro e zinco, os maiores teores foram encontrados na cobertura RED e o carbono orgânico foi menor na RED durante a estação seca. Segundo Luizão (1982), a presença de restos da microfauna decompositora, e outros compostos de origem animal, podem aumentar os teores de Nitrogênio e de Enxofre na material coletado.

A análise de fósforo e de manganês

da serapilheira acumulada, não mostrou efeito significativo ($p < 0,05$) tanto para cobertura florestal quanto para a estação do ano. Na estação chuvosa, os teores de cálcio, carbono orgânico, boro e ferro não diferiram estatisticamente entre si sob nenhuma cobertura ($p < 0,05$). Os teores de enxofre obtiveram maior média na cobertura MN; o zinco na RED e o cobre em ambos (MN e RED, respectivamente).

De acordo com Caldeira et al. (2007) a serapilheira acumulada é a principal via de transferência de N, K e Ca e carbono orgânico para o solo em regiões de floresta. Cuevas & Medina (1986), relatam que a quantidade e a qualidade do material depositado sobre o

solo está diretamente relacionada à fisionomia florestal presente, sendo variável, as vegetações nativas são mais eficientes no uso de nutrientes por serem mais adaptadas às características do sítio.

Acúmulo de nutrientes

Observou-se interação significativa entre as coberturas e épocas de coleta para o conteúdo de nitrogênio, potássio, magnésio, boro, ferro, zinco e enxofre na biomassa acumulada (Tabela 3; Tabela 4). Sendo que os conteúdos encontrados foram maiores na coleta da estação seca.

Tabela 3. Acúmulo médio de macronutrientes e da serapilheira acumulada, em duas épocas de coletas, na ARIE Laerth Paiva Gama, Alegre-ES

Cobertura Florestal	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
Estação Seca						
MN ¹	165,686bA	4,260aA	24,852aA	158,585aA	18,343abA	14,675aA
REA ²	243,749aA	5,820aA	19,281bA	165,531aA	16,371bA	11,641bA
RED ³	173,547bA	5,598aA	16,794bA	149,754aA	20,993aA	10,636bA
Estação Chuvosa						
MN	127,774aB	3,194aB	5,856aB	98,493aB	7,329bB	12,954aB
REA	140,509aB	3,810aB	5,001aB	100,024bB	9,526bB	7,382aB
RED	130,246aB	4,621aB	8,403aB	115,541aB	17,853aB	8,403bB

¹MN (Mata Nativa); ²REA (Reflorestamento de Eucalipto e Acácia); ³RED (Reflorestamento com Espécies Diversas). Colunas seguidas por uma mesma letra minúscula para cada cobertura e maiúscula para cada época de coleta, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Acúmulo médio de micronutrientes e da serapilheira acumulada, em duas épocas de coletas, na ARIE Laerth Paiva Gama, Alegre-ES

Cobertura Florestal	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹				
Estação Seca					
MN ¹	0,452aA	0,113aA	20,740cA	5,103aA	0,262bA
REA ²	0,367bA	0,120aA	52,797bA	5,962aA	0,276bA
RED ³	0,302bA	0,137aA	87,592aA	5,895aA	0,422aA
Estação Chuvosa					
MN	0,212aB	0,090aB	29,082bB	4,260aB	0,182 bB
REA	0,210aB	0,080aB	38,997bB	4,151aB	0,190bB
RED	0,207aB	0,100aB	46,767aB	3,709aB	0,323aB

¹MN (Mata Nativa); ²REA (Reflorestamento de Eucalipto e Acácia); ³RED (Reflorestamento com Espécies Diversas). Colunas seguidas por uma mesma letra minúscula para cada cobertura e maiúscula para cada época de coleta, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Vital et al. (2004) o acúmulo de nutrientes mostra a tendência do teor presente na serapilheira e a sua maior deposição, proporcionando maior retorno de nutrientes ao solo.

Vital et al. (2004), encontraram resultados semelhantes para acúmulo de nutrientes, onde a maioria dos nutrientes apresentaram maior acúmulo durante a estação seca, sendo o seu

decréscimo com o início das chuvas, a única exceção foi o P que obteve maior acúmulo com o início das primeiras chuvas, entretanto P não seguiu esta tendência, reagindo como os demais nutrientes sendo mais expressiva sua presença no período seco.

O baixo retorno de P através da serapilheira demonstra a baixa fertilidade do solo, e a necessidade da planta de redistribuí-lo,

para uma maior ciclagem do nutriente ainda na floresta viva (Neves et al., 2001).

Quanto à cobertura florestal observou-se que para o fósforo, cálcio e manganês não houve diferença entre os tipos de coberturas (MN, REA e RED); para enxofre e boro as maiores médias obtidas foram na MN; para a estação seca e nitrogênio na REA.

A ordem decrescente de macronutrientes acumulados para a coleta realizada na estação seca foi na MN e REA: $N > Ca > K > Mg > S > P$ e na RED: $N > Ca > Mg > K > S > P$. Na estação chuvosa a ordem decrescente foi $N > Ca > S > Mg > K > P$ para a MN, bem como $N > Ca > Mg > S > K > P$ para REA e por fim, $N > Ca > Mg > S = K > P$ para a RED. Klippel (2011), em floresta de tabuleiros no norte do ES e Godinho (2011) em uma floresta nativa no sul do ES encontraram valores menores para N em relação ao Ca, diferindo de todos os resultados deste estudo. No entanto, os resultados foram iguais aos encontrados por Caldeira et al. (2008) em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, Blumenau (SC).

A ordem decrescente de micronutrientes acumulados para a estação seca e chuvosa para as coberturas MN e REA foi $Fe > Mn > B > Zn > Cu$. Enquanto, na RED também para as duas estações, os micronutrientes apresentaram a mesma ordem, que foi $Fe > Mn > Zn > B > Cu$. Klippel (2011), para os micronutrientes encontrou ordem semelhante, excetuando-se apenas na RED, que nesse estudo apresentou maior conteúdo de B em relação ao Cu. Godinho (2011), também no sul do ES, encontrou ordem semelhante à encontrada na MN e REA.

Conclusões

Durante a estação seca ocorre mais acúmulo de biomassa de serapilheira, bem como de potássio, magnésio e boro, independentemente do tipo de cobertura florestal.

O tipo de cobertura florestal exerce pouca influência nos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, enxofre, cobre, ferro, manganês, zinco e carbono orgânico da serapilheira acumulada.

Referências

Arato, G.D., Martins, S.V., Ferrari, S.H. de S. 2003. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. *Revista Árvore* 27: 715-721.

Borém, R.A.T., Ramos, D.P. 2002. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. *Cerne* 8:42-59.

Brun, E.J., Schumacher, M.V., Vaccaro, S., Spathelf, P. 2001. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 9: 277-285.

Cabianchi, G.M. 2010. Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá. 101f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

Caldeira, M.V.W., Marques, R., Soares, R.V., Balbinot, R. 2007. Quantificação de serapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais* 5: 101-116.

Caldeira, M.V.W., Vitorino, M.D., Schaad, S.S., Moraes, E., Balbinot, R. 2008. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Semina: Ciências Agrárias* 29: 53-68.

Campos, M.L., Marchi, G., Lima, D.M.; Silva, C.A. 2007. Ciclagem de nutrientes em floretas e pastagens. *Boletim Agropecuário* 65: 1-61.

Cobo, J.G., Barrios, E., Kass, D.C.L., Thomas, R.J. 2002. Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure on a tropical volcanic-ash soil. *Biology Fertility of Soils* 36: 87-92.

Cuevas, E., Medina, E. 1986. Nutrient dynamics within Amazonian forest ecosystems. In: nutrient flux in finelitter fall and efficiency of nutrient utilization. *Decologia* 68: 446-472.

Domingos, M., Moraes, R.M., Struffaldi-de Vuono, Y., Anselmo, C.E. 1997. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 91-96.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa, Brasília, Brasil. 627p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. *Sistema Brasileiro de*

- Classificação de Solos. 2.ed. Embrapa, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.
- Espig, A.S., Freire, F.J., Marangon, L.C., Ferreira, R.L.C., Freire, M.B.G., Espig, D.B. 2009. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de mata atlântica. *Revista Árvore* 33: 949-956.
- Espírito Santo. 1994. *Informações municipais do Estado do Espírito Santo*. Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. Departamento Estadual de Estatística. Vitória, Brasil, 803 p.
- Fernandes, M.M., Pereira, M.G., Magalhães, L.M.S., Cruz, A.R., Giácomo, R.G. 2006. 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. *Revista Ciência Florestal* 16: 163-175.
- Ferreira, D.F. 2000. *Sistema de análises de variância para dados balanceados*. UFLA, Lavras, Brasil. Pacote computacional.
- Godinho, T.O. 2011. *Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, Cachoieiro de Itapemirim*. 114f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Brasil.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. 2011. <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>. <Acesso em 03 Mai. 2012>
- Jordan, C.F. 1985. *Nutrient cycling in tropical Forest ecosystems*. John Wiley & Sons, New York, USA. 190p.
- Klippel, V.H. 2011. *Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata Atlântica de Tabuleiros*. 84f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Brasil.
- Longhi, R.V., Longhi, S.J., Chami, L.B., Watzlawick, L.F., Ebling, A.A. 2011. Produção de serrapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma Floresta Ombrófila Mista, RS. *Ciência Florestal* 21: 701-712.
- Luizão, F.J. 1982. *Produção e decomposição da liteira de terra firme da Amazônia Central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira*. 109f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Brasil.
- Marschner, H. 1997. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, England. 889p.
- Miyazawa, M., Pavan, M.A., Muraoka, T., Carmo, C.A.F.S., Mello, W.J. 1999. Análises químicas de tecido vegetal. In: Silva, F.C. (ed). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos, Brasília, Brasil. p. 171-223.
- Myers, R.J.K., Palm, C.A., Cuevas, E., Guanatilleke, I.U.N., Brossard, M. 1994. The synchronisation of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: Woomer, P.L., Swift, M.J. (ed.). *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*, TSBF. John Wiley & Sons, New York, USA. p.81-116.
- Neves, E.J.M., Martins, E.G., Reissmann, C.B. 2001. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. *Boletim de Pesquisa Florestal* 43: 47-60.
- Neto, T.A.C., Pereira, M.G., Correa, M.E.F., Anjos, L.H.C. dos. 2001. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e Floresta secundária. *Floresta e Ambiente* 8: 70-75.
- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-330.
- Pagano, S.N., Durigan, G. 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: Rodrigues, R.R., Leitão Filho, H.F. (ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brasil. p.109-123.
- Santana, J.A.S., Vilar, F.C.R., Souto, P.C., Andrade, L.A. 2009. Acúmulo de serapilheira em plantios puros e em fragmentos de Mata Atlântica na Floresta Nacional de Nísia Floresta – RN. *Revista Caatinga* 22: 59-66.
- Schumacher, M.V., Hernandez, J.J., König, F.G. 2004. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucária angustifolia* (Bert.) Kuntze no município de Pinhal Grande, RS. *Revista Árvore* 28: 29-37.
- Tedesco, M.J., Gianello, C., Bissani, C.A., Bohnen, H., Volkweiss, S.J. 1995. *Análises de solos, plantas e outros materiais*. (Boletim Técnico, 5). UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- Vital, A.R.T., Guerrini, I.A., Franken, W.K., Fonseca, R.C.B. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore* 28: 793-800.
- Vitousek, P.M., Sanford, R.L. 1986. Nutrient cycling in Moist Tropical Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 137-167.
- Valente, F.D.W., Neves, L.G., Tienne, L., Marques, O., Cortines, E., Valcarcel, R. 2005. Produção e decomposição de serapilheira em medidas biológicas de reabilitação de áreas de empréstimo na Mata Atlântica. *Revista Universidade Rural* 25: 18-25.