

**CRISTIANO RODRIGUES REIS**

**INCREMENTO EM CARBONO NO SOLO VIA SERAPILHEIRA EM UM  
FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, FARIA LEMOS,  
MG.**

Trabalho apresentado para obtenção do título de especialista em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Crédito de Carbono no curso de Pós-Graduação em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Crédito de Carbono do departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ana Paula Dalla Corte.

**CURITIBA  
2012**

# **INCREMENTO EM CARBONO NO SOLO VIA SERAPILHEIRA, EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, FARIA LEMOS, MG.**

Cristiano Rodrigues Reis, Ana Paula Dalla Corte

## **RESUMO**

Os objetivos deste estudo foram quantificar a serapilheira depositada no fragmento florestal, verificar o efeito da sazonalidade climática sobre a sua produção e estimar o incremento em carbono no solo decorrente de sua deposição. Para a coleta de serapilheira foram utilizados trinta coletores de madeira, distribuídos em três transectos. O processamento do material interceptado consistiu em secagem, triagem e pesagem das amostras. As equações utilizadas foram:  $EC=B*0,45$  para conversão da biomassa seca em carbono e  $tCO_2=EC*3,67$  para conversão do estoque de carbono em sequestro de carbono. A devolução de serapilheira no fragmento estudado foi de  $8.135,8 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . A deposição média anual foi mais expressiva na fração folha, correspondendo a 69,8% do total. O carbono devolvido ao solo foi estimado em  $3,7 \text{ tC.ha}^{-1}$ . Estimou-se ainda que,  $0,92 \text{ tC.ha}^{-1}$  devem permanecer no solo na forma de substâncias húmicas. Os valores de deposição de serapilheira ficaram entre os encontrados para as florestas estacionais semidecíduais, com contribuição mais expressiva na fração folha. A produção de serapilheira alcançou um valor máximo de biomassa no fim do período seco confirmando a ação sazonal do clima nos padrões de deposição. O compartimento serapilheira deve ser considerado em projetos que pretendem estimar o estoque de carbono pelas florestas já que o mesmo contribui para fixação desse composto no solo.

Palavras-chave: Biomassa, Matéria orgânica, Ciclo do carbono, Solos florestais.

## **ABSTRACT**

The aims were to quantify litterfall deposited in the forestry fragment, verify the effect of climatic seasonality on its production and estimate the increment of carbon in soil due to its deposition. To collect litter, thirty wood collectors were distributed in three transects. The processing intercepted material consisted of drying, screening and weighing of the samples. The equations used were:  $EC=B*0,45$  for conversion of dry

biomass in carbon and  $tCO_2 = EC * 3,67$  for conversion to the stock of carbon in carbon sequestration. The return of litter in the fragment studied was  $8.135,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ . The annual average deposition was more marked in the leaf fraction, corresponding to 69,8%. The carbon returned to the soil was estimated at  $3,7 \text{ tC} \cdot \text{ha}^{-1}$ . It was estimated that  $0.92 \text{ tC} \cdot \text{ha}^{-1}$  must remain on the soil as humic substances. The values of litterfall were among those found to semideciduous forests, with most significant contribution in the leaf fraction. Litter production reached a maximum value of biomass at the end of the dry season, confirming the seasonal action on climate in the patterns of deposition. The litter compartment should be considered in projects that aim to estimate the carbon stock of forests since it contributes in fixing this compound in soil.

Keywords: Biomass, Organic matter, Carbon cycle, Forest soils.

## INTRODUÇÃO

Existem argumentos científicos de que a Terra passa por mudanças climáticas periódicas desde a sua origem, com ou sem a interferência do homem. Assim, o clima da terra passou por extremos de temperaturas, com grandes períodos de resfriamento sucedidos por períodos quentes mais curtos, semelhantes ao que se encontra atualmente (PEIXOTO et al., 2001).

O efeito estufa natural promove a manutenção da temperatura global, e é essencial para a permanência da vida na Terra. No entanto, ações do homem vêm ocasionando aumento na concentração dos gases de efeito estufa que estão associados ao aquecimento global (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

A maior emissão desses gases é decorrente, principalmente, da queima de combustíveis fósseis pelas indústrias, meios de transporte, máquinas, uso da terra com fins agrícolas e pelas mudanças no uso da terra, como desmatamento e queima de biomassa vegetal.

Conforme reportado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC (2007), os principais gases que causam o efeito estufa são o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), os clorofluorcarbonos (CFCs), o metano ( $CH_4$ ) e o óxido nitroso ( $N_2O$ ).

Dentre os gases de efeito estufa destaca-se o gás carbônico, por sua efetividade em retenção de ondas longas e por estar diretamente associado à dinâmica biológica do planeta (OMETTO e MARTINELLI, 2009).

Pôde-se observar nos últimos anos um maior interesse em relação ao seqüestro de carbono (C) pelas florestas, que se enquadram no conceito de sumidouro natural de C, em função de sua capacidade de remover CO<sub>2</sub> da atmosfera pela atividade fotossintética.

O aumento ou redução significativa do dióxido de carbono atmosférico altera o clima. Por isso, a expansão da cobertura florestal apresenta-se como uma oportunidade ambiental sadia de acréscimo ao estoque de carbono terrestre, desacelerando o aumento na concentração do gás carbônico (ROCHADELLI, 2001, p.3; OSHIRO, 2010, p. 12).

No que se refere ao setor florestal, o Brasil encontra-se em uma posição privilegiada, uma vez que, o país possui condições climáticas, hídricas, edáficas e tecnológicas favoráveis para realização de projetos que tem por objetivos a manutenção e expansão da cobertura vegetal.

Os compostos de C constituem a maior parte da biomassa de uma floresta. Para entender melhor o sequestro e o armazenamento de carbono pelas florestas, os seus diversos compartimentos, que estocam carbono e servem de reservatórios, devem ser mais bem estudados (COTTA & TONELLO, 2006; BOINA, 2008).

Uma parte considerável do carbono encontra-se na forma de matéria orgânica do solo (MOS), oriunda do sequestro do CO<sub>2</sub> atmosférico e fixação na biomassa viva com posterior deposição e decomposição no solo (BOINA, 2008; CARVALHO, 2010).

Projetos que tenham por objetivo estimar o C de ambientes florestais devem relacionar, também, outras fontes de acúmulo ou dispersão, como a dinâmica da serapilheira e do carbono do solo (OSHIRO, 2010, p. 65).

Em áreas florestais a maior quantidade de C do solo encontra-se em áreas superficiais (BLUM, 2010). Uma vez que a serapilheira é considerada como a principal via de transferência de carbono orgânico para o solo, torna-se importante sua quantificação (CALDEIRA et al., 2008).

Faceli e Pickett (1991) definem a serapilheira como uma mistura composta por materiais vegetais depositados na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis, além disso, sua deposição introduz heterogeneidade temporal e espacial ao ambiente, podendo afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade vegetal.

A rápida conversão das florestas tropicais brasileiras para outros usos tornou-se uma questão preocupante, pois, na maior parte dos casos causa danos ambientais irreversíveis e perda de uma diversidade biológica única (AYRES et al., 2005). Segundo Cerri et al. (1991), o desmatamento é um fator que altera o ciclo do carbono, pelo decréscimo da fitomassa em desenvolvimento e da diminuição dos resíduos em decomposição acima do solo e, conseqüentemente, diminui a quantidade de carbono total do solo.

Portanto, alterações no solo podem contribuir para o agravamento do efeito estufa, atuando como fonte de carbono para atmosfera (COUTINHO, 2009, p. 24). Assim, em meio ao contexto das mudanças climáticas, torna-se importante conhecer a relação entre a deposição de serapilheira e o potencial de incremento em carbono no solo.

O presente estudo teve como objetivos quantificar a deposição de serapilheira total e frações; verificar o efeito da sazonalidade climática sobre a produção de serapilheira e, estimar o incremento em carbono no solo decorrente de sua deposição no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Rita, município de Faria Lemos, Minas Gerais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A Fazenda Santa Rita possui um remanescente bastante significativo de Mata Atlântica e está situado na Zona da Mata, leste de Minas Gerais, na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no município de Faria Lemos (20° 46' S e 42° 02' W).

A fazenda abrange uma área de 677,9 ha, com 219,46 ha cobertos por Floresta Atlântica de Encosta, drenada por córrego que, em determinada área, apresenta uma pequena formação lacustre (ROCHA et al., 2009, p. 2).

De acordo com classificação de Köppen, o clima predominante é o Aw (Tropical), caracterizado por temperaturas elevadas e maiores precipitações de outubro a abril e uma estação seca de maio a setembro. A temperatura média anual é de 24,5°C. A precipitação média anual é de 1.200 mm (ROCHA et al., 2009, p. 2).

Rocha et al. (2009, p. 2) demarcaram uma área de aproximadamente 54 ha de floresta na qual foram estabelecidos três transectos com parcelas permanentes para o estudo da florística e estrutura da comunidade arbórea, contemplando diferentes trechos.

No centro das parcelas, alocadas previamente, foram instalados os coletores de serapilheira. Para a coleta de serapilheira foram utilizados 30 coletores de madeira (Figura 1), com dimensões de 50x50x9 cm, pés de 0,30 m de altura e fundo preenchido com tela de polipropileno com malha de 1 mm<sup>2</sup>.

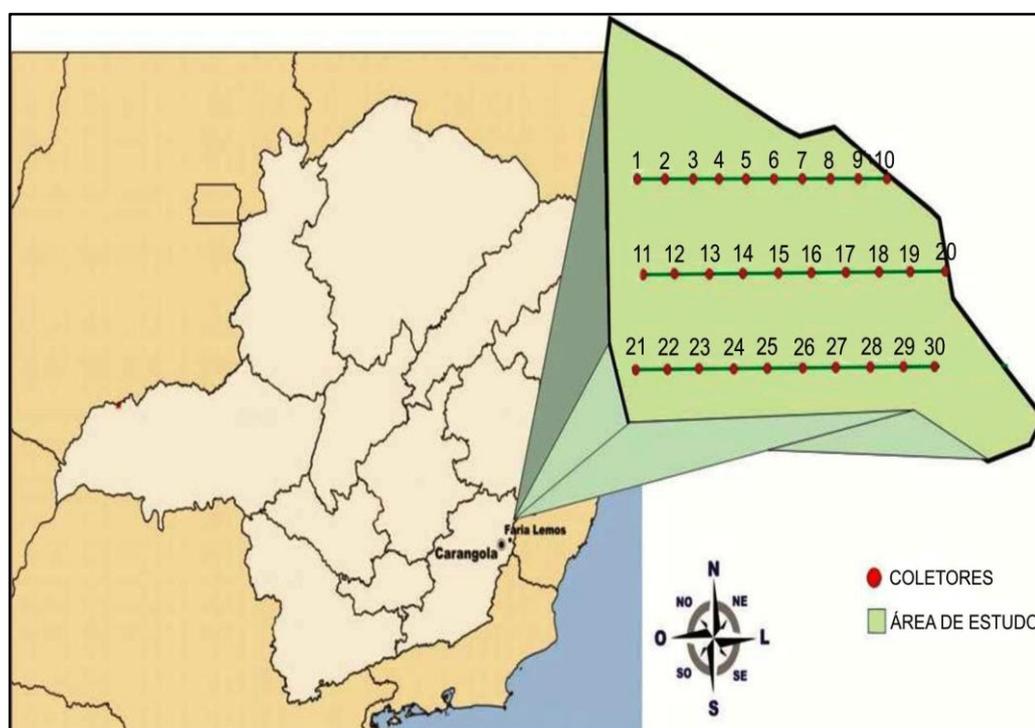


Figura 1: Localização da Fazenda Santa Rita, Município de Faria Lemos e, delimitação da área de estudo com a distribuição dos coletores de serapilheira nos três transectos.

As coletas foram realizadas entre os meses de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. O material interceptado pelos coletores foi recolhido em intervalos de 30 dias, em sacos plásticos, e conduzidos ao Laboratório do Centro de Estudos em Biologia, do Centro Universitário de Caratinga-UNEC para secagem, triagem e pesagem das amostras.

A secagem do material foi realizada em duas etapas. Na primeira, foi realizada a transferência do material para sacos de papel e colocados em estufa, a 70°C, por um período de 12 horas. Esse procedimento evita que o material tenha contaminação de qualquer tipo, por causa do excesso de umidade. Após as 12 horas na estufa, foi realizado o desdobramento das frações: folha, material reprodutivo, galho, com até 2 cm de diâmetro, e miscelânea (Figura 2). Na segunda etapa as respectivas frações foram levadas à estufa a 70°C por 72 horas para o material atingir o peso constante. Após esse intervalo as amostras foram pesadas em uma balança analítica com precisão de duas casas decimais.



Figura 2: Metodologia utilizada no trabalho demonstrando os procedimentos adotados, desde a interceptação do material em campo até o desdobramento das frações. A – Coletor de serapilheira. B – Estufa e sacos de papel utilizados para secagem do material. C – Fração galho. D – Fração Material reprodutivo. E – Fração Miscelânea. F – Fração Folha.

Para conversão da biomassa seca em carbono, utilizou-se a equação;  $EC=B*0,45$ ; onde, EC= estoque de carbono ( $tC.ha^{-1}$ ), B= Biomassa seca ( $tB.ha^{-1}$ ) e, 0,45 é o teor de carbono contido na biomassa.

O valor do teor de carbono seguiu o apresentado por Waltzlawick et al. (2003, p. 67). Os autores discutem que existem muitas variações em termos de biomassa na literatura brasileira, em diferentes plantios sujeitos a diferentes condições de desenvolvimento. Porém, os teores de carbono, apesar de apresentarem algumas variações, são bem mais estáveis, oscilando entre 40 a 50%, com média em torno de 45% da biomassa seca.

Para estimar a dinâmica do carbono da matéria orgânica no solo, pela atividade microbiana, utilizou-se como referência Anderson e Domosch (1990).

O fator de conversão de estoque de carbono em sequestro de carbono ( $tCO_2$ ) foi obtido pela equação;  $tCO_2=EC*3,67$ ; onde, 3,67 é a razão entre a massa molecular do dióxido de carbono e a massa atômica do carbono (IPCC, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A devolução de serapilheira no fragmento estudado foi de  $8.135,8 Kg.ha^{-1}.ano^{-1}$  (média mensal de  $678,0 Kg.ha^{-1}$  e desvio padrão de  $271,6 Kg.ha^{-1}$ ) (Tabela 1).

Esse estudo corroborou o esperado para Florestas Estacionais Semidecíduais, onde há uma maior amplitude nas quantidades de serapilheira depositada, variando entre 2,2 a  $11,7 t.ha^{-1}.ano^{-1}$  (DICKOW et al., 2012, p. 82).

Em estudo realizado por Godinho (2011) em uma área de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo, o valor de deposição de serapilheira encontrado foi de  $9.288,54 Kg.ha^{-1}$ .

Para a Floresta Estacional Semidecidual, localizada no Município de Viçosa-MG, foram encontrados resultados diferentes para a deposição de serapilheira nos distintos estádios sucessionais da floresta, onde, a queda anual de serapilheira foi de  $6.310 kg.ha^{-1}$  no trecho de floresta em estágio inicial, e de  $8.819 kg.ha^{-1}$  no de floresta madura (PINTO et. al., 2009).

Santos (2010) publicou que a devolução de serapilheira foi de  $9,05 \text{ t.ha}^{-1}$  para uma área de Floresta Estacional Semidecidual, no Parque Municipal das Mangabeira, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

TABELA 1. DEPOSIÇÃO ANUAL DE SERAPILHEIRA EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, MUNICÍPIO DE FÁRIA LEMOS, MG.

Fevereiro/2010 a Janeiro/2011 ( $\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ )					
	Folha	Galho	Material Reprodutivo	Miscelânea	Serapilheira
Total	5.677,0	1.344,2	639,2	475,4	8.135,8
Média mensal	473,1	112,0	53,3	39,6	678,0
Desvio Padrão	240,1	57,9	46,8	20,0	271,6
CV (%)	50,7	51,7	87,9	50,6	40,1

A maior deposição de serapilheira ocorreu no mês de setembro ( $1.345,0 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ), mês que marca o final da estação seca na região. O mês em que se observou a menor deposição de serapilheira foi o de abril ( $300,4 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ), que representa o final da estação chuvosa e mês inicial da estação seca. A variação mensal na deposição de serapilheira, no decorrer do experimento, pode ser observada na Figura 3.

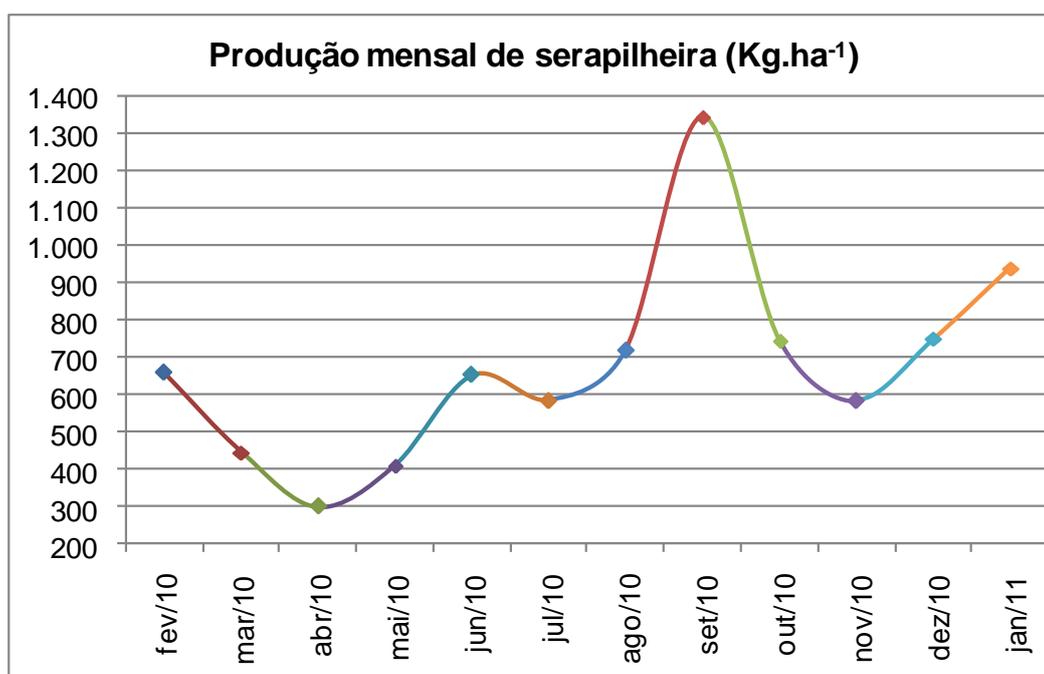


Figura 3 – Variação mensal na produção de serapilheira total durante o período de coleta.

Esse resultado corrobora os valores de produção de serapilheira encontrados por Santos (2010) e Godinho (2011), os quais são inversamente proporcionais ao período chuvoso.

A variação na deposição de serapilheira ao longo do ano é uma característica sazonal que está associada ao déficit hídrico durante a estação seca, o que estimula a abscisão foliar, principalmente no final da estação (BORCHET, 1980; REICH e BORCHET, 1984; BORÉM e Ramos, 2002; ALVES et al., 2006).

Godinho (2011, p. 41) realizou uma revisão sobre os padrões de deposição de serapilheira em florestas tropicais e observou que existem tendências de maior produção de serapilheira ao final ou durante os períodos secos, porém, essa característica é mais restrita às formações Florestais Semidecíduais ou Deciduais.

Quanto às frações, a deposição média anual foi mais expressiva na fração folha, com 69,8%, seguida das frações galho (16,5%), material reprodutivo (7,9%) e miscelânea (5,8%) (Figura 4).

A maior contribuição da fração folha na produção de serapilheira, no presente estudo é, também, comumente encontrada em trabalhos que quantificam a queda de serapilheira, com pequenas variações na porcentagem. Em geral, a contribuição das folhas na serapilheira normalmente situa-se acima de 60-70% para florestas tropicais (DICKOW et al., 2012, p. 79).

Nesse contexto, é importante ressaltar que as folhas correspondem à fração que mais contribui para o retorno de nutrientes ao solo, pois, apresentam maiores teores da maioria dos nutrientes, por ser um tecido fisiologicamente mais ativo, e apresenta uma taxa de decomposição mais acelerada por apresentar uma alta superfície específica (GODINHO, 2011, p. 46).

A fração que corresponde ao material reprodutivo, apesar da baixa contribuição à serapilheira (7,9%), obteve o maior coeficiente de variação (87,9%).

Este fato pode estar associado ao período de floração de algumas espécies, como relatado por Voguel et al. (2007), onde perceberam que em alguns meses de coleta houve grande incidência de flores e sementes aumentando a

quantidade da fração de material reprodutivo nesses meses, e, conseqüentemente, o respectivo coeficiente de variação.

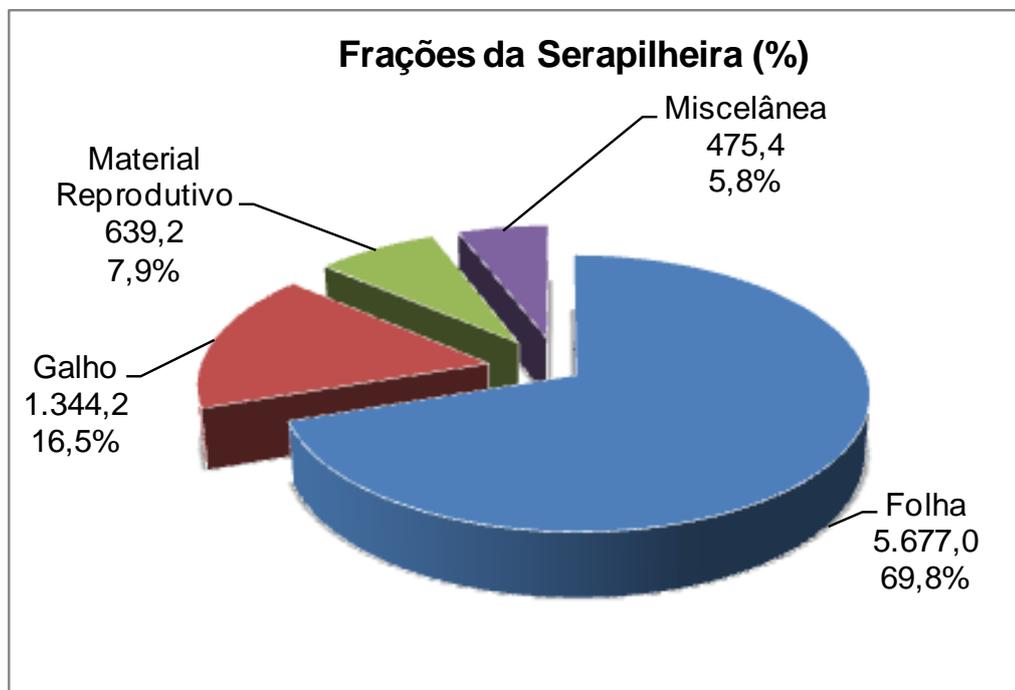


Figura 4: Contribuição de cada fração na produção total de serapilheira.

Rocha et al. (2009), constataram que o transecto 3 é caracterizado pelo maior número de indivíduos de grande porte, assim como pela presença de espécies típicas de estágios avançados de sucessão. Já o transecto 1 apresentou maior densidade de indivíduos arbóreos e povoamento adensado do sub-bosque por espécies herbáceas e arbustivas.

De uma forma geral, o remanescente estudado possui bom grau de conservação, respeitando a seguinte ordem: transecto 3 > transecto 2 > transecto 1. Quando analisada a deposição de serapilheira em cada transecto, observou-se uma pequena variação entre eles. A Figura 5 apresenta a contribuição de cada transecto na produção de serapilheira total podendo-se observar que, o transecto 3 e o transecto 1 foram responsáveis, cada um, por 35% da deposição de serapilheira e o transecto 2 por 30%.

Dickow et al. (2012, p. 79), ao avaliar a produção de serapilheira em florestas secundárias sob diferentes fases sucessionais afirmou que, a condição climática local, semelhante nas três áreas, decorrente da proximidade entre si, pode

ter sido um dos fatores responsáveis pela deposição não ter diferido significativamente entre as mesmas. De acordo com os autores, estudos que avaliam diferentes fases sucessionais podem ter a produção de serapilheira equivalente em todas elas. A diferença entre essas fases ocorre em termos quantitativos e qualitativos.

A produção de serapilheira em fases iniciais de sucessão fica restrita a um número menor de espécies, entretanto, qualitativamente fases avançadas de sucessão possuem uma estrutura florestal com dossel mais desenvolvido e maior diversidade vegetal (WERNECK et al., 2001).

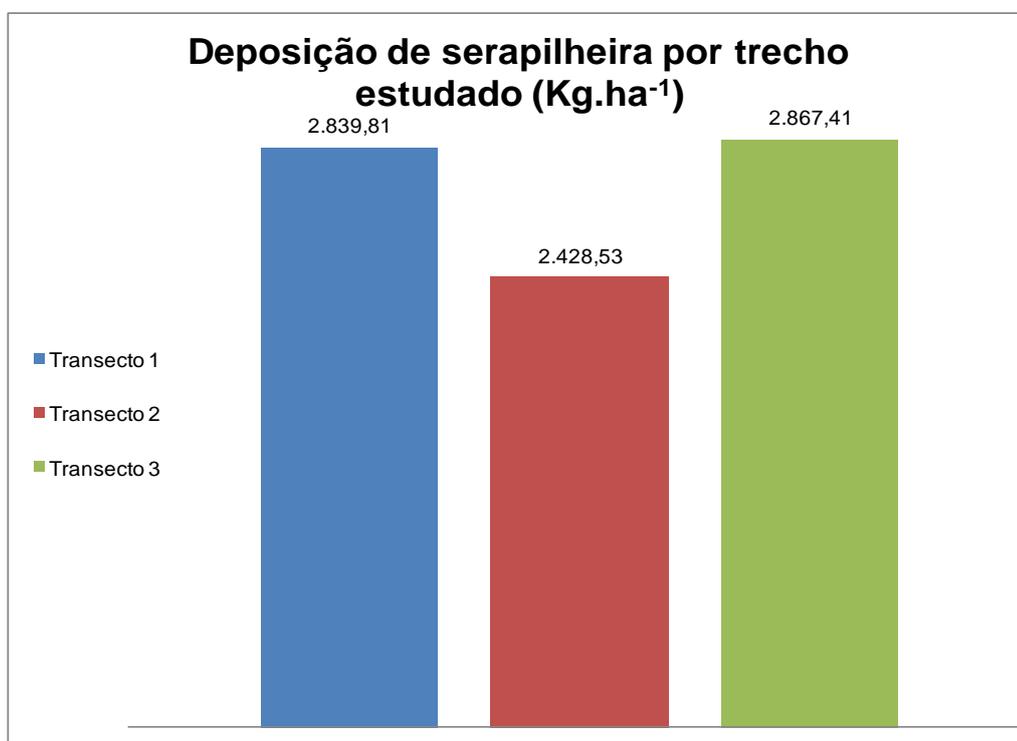


Figura 5 – Serapilheira total produzida por transecto.

No presente estudo o carbono devolvido ao solo, via serapilheira, foi estimado em 3,7 tC.ha<sup>-1</sup>. Esse valor corresponde a uma transferência de, aproximadamente, 13,4 tCO<sub>2</sub> da atmosfera para compartimento serapilheira.

Em Floresta Estacional Semidecidual no estado do Espírito Santo, o conteúdo de carbono orgânico encontrado por Godinho (2011) na fração folha/miscelânea foi de 4.388,36 KgC.ha<sup>-1</sup>.

O estoque de carbono na manta orgânica, em região de Mata Atlântica, no trabalho realizado por Coutinho (2009) foi de 4,11 MgC.ha<sup>-1</sup>. O autor estudou a

substituição de pastagem pelas coberturas florestais e constatou um aumento aproximando de 30 vezes na quantidade de carbono estocado na manta orgânica da área florestada.

Santos (2010) em uma área de Mata Atlântica estudada encontrou para serapilheira o valor de 4,17 tC.ha<sup>-1</sup>. Para o autor, além das maiores emissões de gases de efeito estufa, as mudanças na cobertura do solo e desmatamento, implicarão na redução da capacidade de absorção fotossintética do carbono devido à diminuição da vegetação.

Rocha et al. (2009), ao estudarem as características do solo nos mesmos trechos avaliados por esse estudo, encontraram valores superiores de matéria orgânica para as amostras de solo superficiais (0,0-0,2 m) em relação às subsuperficiais (0,2-0,4 m). A diferença entre a quantidade de matéria orgânica obtida nas duas profundidades ocorre devido à contribuição da serapilheira, que está em contato direto com a camada superficial do solo.

Em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a MOS tem grande importância para o fornecimento de nutrientes às espécies florestais, a retenção de cátions, a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes. Garante também estabilidade da estrutura, a infiltração e retenção de água, a aeração, e a atividade de biomassa microbiana, constituindo-se, assim, um componente fundamental da sua capacidade produtiva (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

A fixação de C no solo é um processo natural que envolve a transferência de C atmosférico para o solo, via humificação da biomassa morta (COUTINHO, 2009).

No solo, o carbono orgânico total (COT) é encontrado nas frações carbono orgânico disponível e carbono orgânico recalcitrante. Anderson e Domosch (1990) relataram que a fração de carbono orgânico recalcitrante, constituído por compostos fenólicos e compostos parcialmente lignificados que dará origem às substâncias húmicas, corresponde em média a 25% do COT e, os 75% restantes correspondem ao carbono orgânico disponível, que é a fração prontamente disponível para a microbiota do solo. No processo de degradação, o carbono orgânico disponível é consumido pelos microorganismos transformando-se em CO<sub>2</sub> e

água.

Para a área estudada, estima-se que permaneça no solo em média 0,92 tC.ha<sup>-1</sup> na forma de substâncias húmicas. Sendo assim, do total de CO<sub>2</sub> removido da atmosfera para esse compartimento, 10,1 tCO<sub>2</sub> retornam para atmosfera, completando a última fase do ciclo do carbono.

O ciclo do carbono no solo pode ser dividido em três fases: fase de imobilização de CO<sub>2</sub>, realizado principalmente pelos vegetais fotossintetizantes; fase de liberação dos produtos fotosintetizados e de sua acumulação e estabilização no solo; e a fase de mineralização dos substratos orgânicos e de transferência de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (CERRI et al., 1992).

O equilíbrio entre a imobilização e mineralização do carbono, via serapilheira, auxilia na manutenção dos teores adequados de carbono na atmosfera e do equilíbrio entre o sistema solo-planta.

## **CONCLUSÕES**

No fragmento florestal da Fazenda Santa Rita, os valores obtidos de produção de serapilheira total e frações ficaram entre os encontrados em florestas estacionais semidecíduais, com contribuição mais expressiva na fração folha.

A devolução de serapilheira alcançou um valor máximo de produção de biomassa no fim do período seco, confirmando que a sazonalidade climática atua nos padrões de deposição de serapilheira.

O compartimento serapilheira deve ser considerado em projetos que pretendem estimar o estoque de carbono pelas florestas, já que o mesmo contribui para fixação desse composto no solo.

Portanto, são necessários maiores esforços para conservação e manejo adequado da vegetação e do solo, tendo em vista evitar ou reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes desses compartimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. R., SOUTO, J. S., SOUTO, P. C., HOLANDA, A. C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de biologia e ciências da Terra**, v.6, n.2, p.194-203, 2006.

ANDERSON, J. P. E.; DOMOSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biological Biochemistry**, v.10, p.215-221, 1990.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P. S.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, PA, 256p, 2005.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.331-339, 1999.

BLUM, H. **Ácidos húmicos de solos em diferentes formações florestais na Floresta Nacional de Irati, PR**. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO , Irati-PR, 2010.

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em floresta estacional semidecidual, Vale do Rio Doce, MG**. 2008. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG, 2008.

BORCHET, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana*. **Ecology**, v.61, p.65-74, 1980.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, v.8, n.2, p.42-59, 2002.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Ciências Agrárias**. v.29, n.1, p.53-68, 2008.

CARVALHO, J. L. N. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.277-289, 2010.

CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; ANDEAUX, F. Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. **Forest Ecology and Management**, v.38, p.247-257, 1991.

CERRI, C. C.; ANDREAUX, F.; EDUARDO, B. P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E. I. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. Microbiologia do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.73-90, 1992.

COTTA, M. K., TONELLO, K. C. **Os projetos florestais no contexto das mudanças climáticas**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2006, Campinas, SP. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022006000200020&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200020&lng=en&nrm=abn)>. Acessado em: 24/06/2012.

COUTINHO, R. P. **Estoques de carbono e emissão de N<sub>2</sub>O no sistema solo-planta em região de Mata Atlântica**. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica – RJ, 2009.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B.; HOFER, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, v.18, n.1, p.75-86, 2012.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, Lancaster, v.57, p.1-32, 1991.

GODINHO, T. O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES**. 114 f. Dissertação (Ciências Florestais), Universidade Federal de Espírito Santo – UFES, Jerônimo Monteiro – ES, 2011.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan, 2006.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. “Summary for Policymakers”. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (eds). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A. **Ciclos biogeoquímicos**. In: Marcos Buckeridge (ed), *Biologia e mudanças climáticas no Brasil*. Rima Editora, 2009.

OSHIRO, C. R. **Processo de medição de carbono de biomassa aérea não agressivo ao ecossistema – Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Benth.** 2010. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR, 2010.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, E. A problemática ambiental do efeito estufa. **Ação Ambiental**, n. 21, p. 11-13, 2001.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de Floresta Estacional Semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**, Londrina, Midiograf, 2001.

REICH, P.; BORCHET, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Botany**, v.73, p.164-174, 1984.

ROCHA, M. J. R.; MARTINS, C. A. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. **Caracterização físico-hídrica do solo de um fragmento florestal, na fazenda Santa Rita, Faria Lemos, MG**. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-graduação, Universidade do Vale do Paraíba, São Bernardo dos Campos, São Paulo, 2009.

ROCHADELLI, R. **A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamento** (Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Bentham, bracatinga). 2001. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR, 2001.

SANTOS, A. O. **Estimativa indireta das emissões de gases de efeito estufa em uma área de mata atlântica e cerrado sob influências antrópicas em Minas Gerais**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora – MG, 2010.

VOGUEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P.; VUADEN, E. Avaliação da devolução de serapilheira em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v.17, n.3, p.187-196, 2007.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; BALBINOT, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KUNTZE NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v.1, n.2, p.63-68, 2003.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.195-198, 2001.