

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E PROFISSIONAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

**JOÃO PAULO APARECIDO ALVES PINHEIRO; JORGE ANUNCIATO MARIA
FILHO; JULIANA PIMENTA ALVES**

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO DA SERAPILHEIRA EM
ÁREA DE REBROTA DE eucalipto urograndis NO INSTITUTO FEDERAL
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG
NOVEMBRO 2013**

**JOÃO PAULO APARECIDO ALVES PINHEIRO; JORGE ANUNCIATO MARIA
FILHO; JULIANA PIMENTA ALVES**

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO DA SERAPILHEIRA EM
ÁREA DE REBROTA DE eucalipto urograndis NO INSTITUTO FEDERAL
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)***

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Silvicultura, do IFMG-SJE,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto de Paula
Coorientador: Prof. MSc. Bruno O. Lafetá

**SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG
NOVEMBRO 2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Serviço Técnico da Biblioteca do
Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista

P654q PINHEIRO, João Paulo Aparecido Alves, 1991-

Quantificação de carbono e nitrogênio da serapilheira em área de rebrota de eucalipto urograndis no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista (IFMG-SJE)./ João Paulo Aparecido Alves Pinheiro; Jorge Anunciato Maria Filho; Juliana Pimenta Alves. São João Evangelista, MG: IFMG - Campus São João Evangelista, 2013.

33 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação)
Apresentado ao Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista – IFMG, Curso de Tecnologia em Silvicultura , 2013.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto de Paula

Coorientador: Prof. Me. Bruno Oliveira Lafetá

1. Manejo florestal. 2. Solos. 3. Eucalipto. 4. Cultivo. I. Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso de Tecnologia em Silvicultura . II. Título.

CDD 631.41

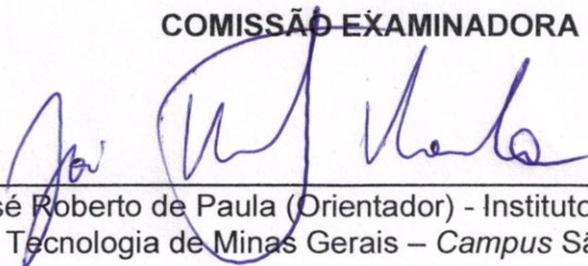
JOÃO PAULO APARECIDO ALVES PINHEIRO; JORGE ANUNCIATO MARIA
FILHO; JULIANA PIMENTA ALVES

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO DA SERAPILHEIRA EM
ÁREA DE REBROTA DE eucalypto urograndis NO INSTITUTO FEDERAL
DE MINAS GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)**

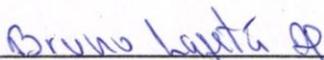
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Silvicultura, do IFMG-SJE,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Aprovado em: 29 / 11 / 2013

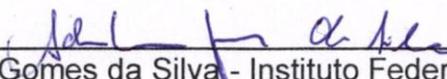
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Roberto de Paula (Orientador) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista



Prof. Msc. Bruno Oliveira Lafetá (Coorientador) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista



Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista

“À Deus, por todas as
graças alcançadas
em nossas vidas”.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus São João Evangelista*, pela oportunidade oferecida e contribuição em nossa formação profissional.

Agradecemos primeiramente a Deus, por iluminar nossos passos e por mais uma vitória.

Aos nossos pais, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Ao professor Dr. José Roberto de Paula, pela orientação, conhecimento proporcionado, amizade, paciência e dedicação.

Ao professor MSc. Bruno Oliveira Lafetá, pela cooperação e ajuda na realização deste trabalho.

À Patrícia Lage e ao Valdevino Silva, pelo apoio nos laboratórios de água e solos.

Aos amigos, pela força e pelo apoio em todos os momentos de dificuldades.

Aos nossos familiares, pelo incentivo, apoio nas horas difíceis e por sempre torcerem por nossa conquista.

Ao grupo, pelo empenho frente aos obstáculos, pelo esforço e dedicação para elaboração deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a aprovação deste Trabalho de Conclusão de Curso, o nosso muito obrigado!

PINHEIRO, J. P. A. A; ANUNCIATO, J. M. F; ALVES, J. P. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, novembro de 2013. **Quantificação de carbono e nitrogênio da serapilheira em área de rebrota de eucalipto urograndis no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista (IFMG-SJE)**, 33p. Orientador: José Roberto de Paula. Coorientador: Bruno Oliveira Lafetá.

RESUMO

A produção de serapilheira, para qualquer tipo de floresta, representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal através da queda de serapilheira. O objetivo desse estudo foi quantificar o conteúdo de carbono orgânico total e de nitrogênio total da serapilheira acumulada em área de rebrota de eucalipto urograndis do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus São João Evangelista*. A coleta da serapilheira foi realizada com a ajuda de um gabarito quadrado de aço carbono com dimensões de 48 cm de lado interno. Em seguida a serapilheira foi levada para laboratório para análise química. O carbono orgânico foi determinado por meio de oxidação com dicromato de potássio em meio ácido, enquanto que o teor de nitrogênio total foi obtido após digestão da amostra com ácido sulfúrico. Maiores conteúdos de carbono orgânico total da serapilheira foram encontrados na borda do talhão. Os conteúdos de nitrogênio total da serapilheira da borda e do interior do talhão não diferiram. A relação C/N média da serapilheira do interior do talhão foi maior que a relação C/N média encontrada para os pontos de coleta da borda do talhão. Maior relação C/N do interior do talhão contribuiu para um maior acúmulo de matéria orgânica do solo deste local.

Palavras-chave: relação C/N, matéria orgânica, ciclagem de nutrientes.

PINHEIRO, J. P. A. A; ANUNCIATO, J. M. F; ALVES, J. P. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, november of 2013. **Quantification of carbon and nitrogen in the litter on an eucalypts regrowth area at the Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE)**, 33p. Advisor: José Roberto de Paula. Co-Avisor: Bruno Oliveira Lafetá.

ABSTRACT

Litter production, for any type of forest, is the first stage of transferring nutrients and energy from vegetation to the soil, as most of the nutrients absorbed by plants returns to the forest floor by litterfall and leaf rinse. The aim of this study was to quantify the content of total organic carbon and total nitrogen on an eucalypts regrowth area of Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista. The litter was collected with a steel square template with dimensions of 48 cm inner side. The organic carbon was determined by oxidation with potassium dichromate in an acid medium, while the total nitrogen content was obtained after digestion of the sample with sulfuric acid. Higher content of total organic carbon from leaf litter were found on the edge of the field. The total nitrogen contents of litter edge and inside the stand did not differ. The C/N ratio of the average litter inside the stand was higher than the C/N ratio in average collection points for the edge of the field. Higher C/N of the interior of the field contributed to a greater accumulation of soil organic matter of this site.

Keywords: C/N ratio, organic matter, nutrient cycling.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO GERAL	12
2.1	Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1	Massa úmida e seca da serapilheira	22
5.2	Carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N_T) e relação carbono e nitrogênio (C/N) da serapilheira	25
5.3	Relação da serapilheira com a fertilidade do solo	29
6	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é uma espécie da família Myrtaceae e a maioria de suas espécies é natural da Austrália, existindo apenas um pequeno número de espécies próprias dos territórios vizinhos da Nova Guiné e Indonésia, e mais uma espécie (a mais setentrional) no sul das Filipinas. As espécies utilizadas comercialmente são de rápido crescimento e alto valor comercial. No Brasil as plantações de eucalipto existem desde o final do século XIX e as questões a respeito dos efeitos ambientais dessa cultura ainda estão bastante indefinidas.

Dentre as muitas espécies conhecidas de eucalipto estão o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e o *Eucalyptus urophylla* S. T Blake, cujo aproveitamento de suas características genéticas positivas deu origem ao híbrido urograndis, que é um resultado do cruzamento dessas duas espécies, reunindo as principais características de cada um, tais como, rápido crescimento (*E. grandis*), fácil adaptação a várias regiões diferentes e resistência a muitas pragas e doenças (*E. urophylla*).

Para o melhor entendimento dos plantios de eucalipto, se tornam importantes os estudos sobre estoque de serapilheira, uma vez que a mesma é extremamente importante na ciclagem de nutrientes proporcionando assim melhoria na fertilidade do solo e facilitando a absorção de nutrientes pelas raízes, além de servir como proteção contra erosão causada pelas gotas de água da chuva.

A deposição de serapilheira é um processo pelo qual as árvores realizam parte da ciclagem biológica de nutrientes nos povoamentos florestais. Existe uma relação direta entre as quantidades de serapilheira depositada e a produtividade dos povoamentos florestais. Há também uma tendência de maior velocidade de decomposição dessa serapilheira quando em sítios de maior produtividade (REISSMANN e WISNIEWSKI, 2000; FERREIRA et al., 1996).

A produção de serapilheira é muito importante para boa conservação do solo e da sua fertilidade, pois, além de atuar na superfície do solo com um dispositivo de proteção, influencia ainda, na entrada e saída de nutrientes, através da decomposição da vegetação com suprimento de nutrientes e matéria orgânica às raízes.

A serapilheira também exerce funções de isolante térmico, ou seja, melhora as condições térmicas dos horizontes mais profundos e possui alta capacidade de retenção de água colaborando para a redução de erosões do solo.

O acúmulo de serapilheira varia em função da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local (CALDEIRA et al., 2008).

Além dos fatores citados acima, outros, como condições edafoclimáticas e regime hídrico, sítio, sub-bosque, manejo silvicultural, proporção de copa, bem como taxa de decomposição e distúrbios naturais como fogo e ataque de insetos ou artificiais como remoção da serapilheira e cultivos, ocorridos na floresta ou no povoamento, também influenciam no acúmulo de serapilheira (CALDEIRA et al., 2007).

Carpanezzi (1997), afirma que a quantidade de nutrientes que chega ao piso florestal, presente na serapilheira, depende de dois grandes fatores: o primeiro refere-se à produção de folhas, e o segundo são os teores dos nutrientes presentes nas folhas, também sujeitos a muitas influências.

As folhas da serapilheira são responsáveis pelo retorno da maior quantidade de nutrientes ao solo. Essa contribuição deve-se muito mais às quantidades de folhas depositadas do que aos teores dos elementos.

Para avaliar a sustentabilidade da produtividade dos povoamentos florestais, há necessidade de quantificar o fluxo de nutrientes, como o nitrogênio e o carbono orgânico, que são nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, e envolvidos em outros processos, como na ciclagem de nutrientes.

Assim, este estudo teve como objetivo quantificar o conteúdo de carbono orgânico total e de nitrogênio total da serapilheira acumulada em área de rebrota de eucalipto *urograndis* do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista (IFMG – SJE).

2 OBJETIVO GERAL

Quantificar o conteúdo de carbono orgânico total e de nitrogênio total da serapilheira acumulada em área de rebrota de eucalipto *urograndis* do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João (IFMG – SJE).

2.1 Objetivos específicos

- Quantificar a serapilheira da área de rebrota;
- Quantificar o conteúdo de carbono orgânico total;
- Quantificar o conteúdo de nitrogênio total;
- Calcular a relação C/N;
- Relacionar as características da serapilheira com a fertilidade do solo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ciclagem de nutrientes em sistemas florestais refere-se ao ciclo de absorção e retorno de nutrientes pelas plantas, que se torna essencial para a sua sobrevivência. Dentre os mecanismos envolvidos neste ciclo, encontra-se a queda de resíduos senescentes da parte aérea das plantas, que formam uma camada denominada serapilheira na superfície dos solos florestais, que desempenha papel fundamental para a sustentabilidade desses ecossistemas.

A serapilheira é definida como a camada de resíduos que já senesceram (folhas, galhos, estruturas reprodutivas, cascas, entre outros) da parte aérea das plantas que vem a acumular-se sobre os solos florestais (ANDRADE, 1997).

Em todos os tipos de floresta sabe-se que a produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal por meio da queda de serapilheira ou lavagem foliar (CARPENAZZI, 1997).

Dada a importância da serapilheira na sustentabilidade dos ecossistemas florestais, alguns pesquisadores como, Vieira (2009); Costa et al. (2005), têm conduzido trabalhos sobre a produção e decomposição de serapilheira bem como sobre o retorno de nutrientes ao solo.

A importância da serapilheira para a ciclagem dos nutrientes em povoamentos florestais nativos ou implantados já foi reconhecida desde o século XIX, onde se observou uma diminuição gradual da produtividade de florestas de coníferas, que tiveram sua serapilheira frequentemente removida para uso como cama de animais, prática comum naquele século (PRITCHETT, 1979).

A serapilheira é a principal via de transferência de nutrientes, independente de ser acumulada numa floresta natural ou em povoamentos, conforme mostram os trabalhos de Baggio e Carpanezi (1997) com *Mimosa scabrella* Bentham; Rodrigues Jiménez (1988) com Bosque Pluvial de Terras Baixas; Drumond et al., (1997) com diferentes coberturas florestais; Clevelario Júnior (1996) em uma Floresta Tropical Úmida Baixo Montanta; Froufe et al., (1998) com *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* K. Dugand cultivados em sistemas puros e consorciados e Pagano e Durigan (2000) com mata ciliar.

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nestes ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para o estabelecimento de práticas de manejo florestal e assim, obter mais informações sobre os nutrientes presentes na serapilheira para melhor explicar qual sua importância para o desenvolvimento da planta.

Em relação à nutrição vegetal, o processo de ciclagem da serapilheira na superfície do solo, acontece de forma bioquímica, que é a movimentação dos nutrientes dentro da planta, e biogeoquímica, que abrange a ciclagem de nutrientes entre a fitomassa e o solo (Figura 1).

Ao absorver os nutrientes, estes são translocados na parte interna, distribuindo-se ao longo da planta, e, conseqüentemente, com a queda de folhas e galhos, um novo ciclo se inicia. Vários fatores afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas que irão formar a serapilheira, dentre estes destacam-se, o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade do povoamento florestal e a densidade de plantas (GONZALEZ e GALLARDO, 1982). Através desses processos, ocorre a formação da serapilheira, que forma uma camada superficial de matéria orgânica sobre a superfície do solo, que após mineralizada, fornecerá nutrientes para as raízes das plantas.

A capacidade de produção de resíduos da parte aérea de cada espécie é outro fator importante. A deposição de resíduos da parte aérea modifica-se, ainda, de acordo com a fase de desenvolvimento da planta ou do ecossistema florestal. Supõe-se que ocorram aumentos na produção desse material em função de aumentos da idade da floresta, até que atinja a maturidade ou o clímax (GONZALEZ e GALLARDO, 1982).

Estudos sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais quer esses sejam naturais ou exóticos, possibilitam a previsão de situações que poderiam ser críticas a médio e longo prazos, tanto em relação à produtividade da serapilheira, como em relação às características do solo e sua sustentabilidade. É relevante ressaltar a necessidade de estudos quanto ao acúmulo e quantificação de nutrientes presentes na serapilheira, pois os mesmos realizam boa parte do suprimento de nutrientes para as raízes, garantindo a continuidade e o equilíbrio do ciclo.

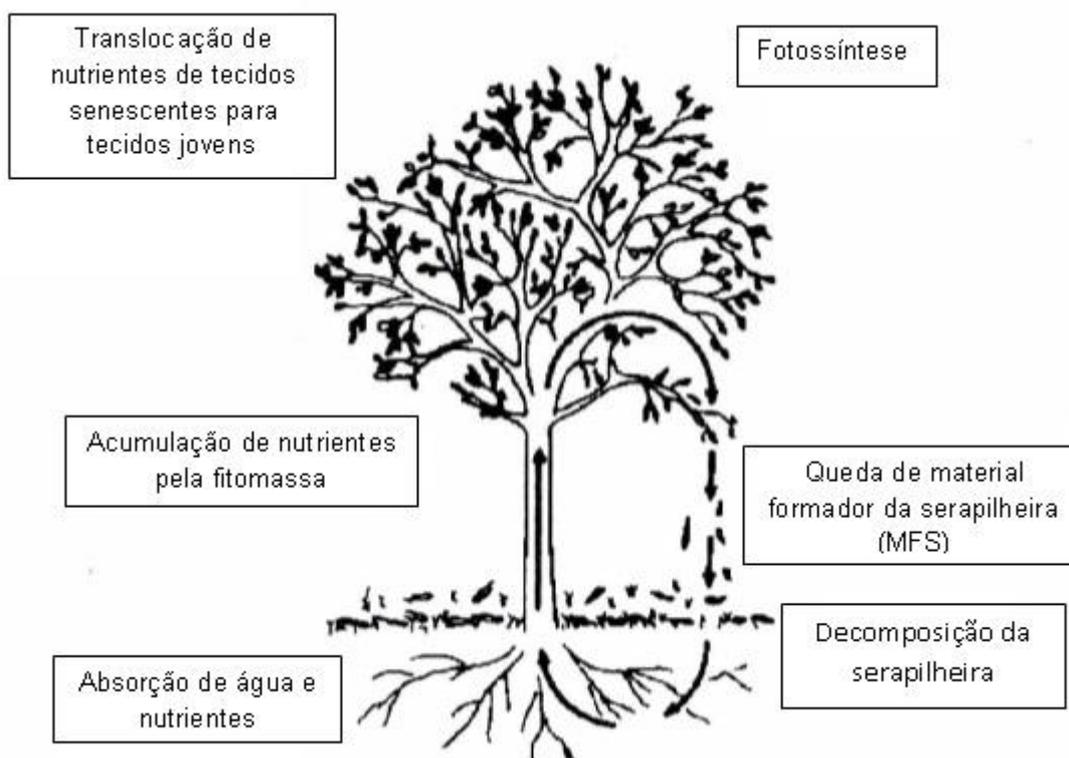


Figura 1: Mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes via serapilheira
 Fonte: Pritchett (1979)

Nos resíduos florestais denominados serapilheira encontram-se múltiplos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, dentre eles destacam-se o nitrogênio e o carbono orgânico.

Gilmour et al¹., (1998) *apud* Embrapa (2010), em um estudo sobre decomposição de serapilheira concluíram que a decomposição de resíduos de plantas ocorre em função das relações entre carbono e nitrogênio, principalmente nas duas primeiras semanas de decomposição e após esse período ela permanece constante.

Wieder e Lang (1982), por sua vez, afirmaram que a decomposição dos resíduos é alta no início, quando os materiais são de mais fácil decomposição e baixas ao final, quando a proporção de material recalcitrante é maior. No entanto, as taxas de decomposição são constantes.

O nitrogênio (N) é essencial, pois é o nutriente responsável para o crescimento das plantas, para a produção de novas células e tecidos. O nitrogênio

² GILMOUR, J.T; MAUROMOUSTAKOS, A; GALE, P.M; NORMAN, R.J. Kinetics of crop residue decomposition: variability among crops and years. **Soil Science Society of America Journal**, v. 62, p. 750-755, 1998.

promove a formação de clorofila, que é um pigmento verde encontrado nas folhas e que captura a energia do sol (GISMONTI, 2010).

Os teores de nitrogênio e carbono contidos no material em decomposição são de grande importância para as plantas existentes no local tanto no aspecto nutricional quanto na ciclagem de seus nutrientes.

A concentração de nitrogênio total no solo pode variar de 0,06 a 0,56 dag kg⁻¹ na camada superficial, em solos cultivados dependendo da cultura pode ser menor que 0,02 dag kg⁻¹ no subsolo. Em resíduos orgânicos e em turfas, os valores podem ser maiores que 2,5 dag kg⁻¹ (MATOS, 2012).

O carbono (C) é um nutriente natural do solo, cuja função é garantir a ciclagem dos componentes físicos, químicos e biológicos que servem de alimento às plantas durante todo o desenvolvimento vegetativo. A conservação do carbono no solo garante uma menor demanda por insumos, maior retenção da água e menor compactação (REDE DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 2004).

O cultivo de florestas, principalmente nas regiões tropicais, tem sido apontado como meio eficiente no sequestro de C em razão da acumulação deste na madeira e aumento do estoque no solo. No Brasil, a maior área de florestas plantadas é constituída pelo eucalipto, que além do suprimento de madeira, contribui para o sequestro de CO₂ da atmosfera.

O carbono orgânico presente nos seres vivos corresponde a menos de 4% do Carbono Orgânico Total (COT) do solo. O carbono da matéria orgânica viva (CMOV) se divide em fração: micro-organismos (60-80%); macro-organismos (15-30%) - compreendendo minhocas, ácaros e térmitas terrestres; e raízes (5-10%). O carbono de matéria orgânica morta (CMOM) se divide nas frações: matéria macro-orgânica - resíduos vegetais recém adicionados ao solo (80-90%) e substâncias húmicas representadas pelos ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas Theng (1987); Machado (2005)² *apud* Ruthner e Sevegnani (2010).

O carbono pode ser usado pelas plantas de forma direta e indireta, em dois caminhos diferentes: pela respiração, em que ele é devolvido na forma de CO₂ e pela morte e decomposição de resíduos orgânicos via nutrição.

² Theng, B. K. G. Soil Structure and Aggregate Stability. In: Rengasamy, P., (Ed.). Seminar Proceedings. **Institute of Irrigation and Salinity Research**: Tatura, Australia, 1987.

Machado, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005.

Os valores carbono orgânico presente no solo e na serapilheira podem ser elevados ou diminuídos através de processos pedosféricos. Machado (2005) ressalta três processos responsáveis pela fixação de carbono nos solos: a humificação, a agregação e a sedimentação, sendo a agregação o mais importante. Os processos responsáveis pela diminuição dos teores no solo são a erosão, decomposição e lixiviação (Figura 2).

A quantificação de nitrogênio e carbono estocados na serapilheira é um aspecto importante para saber os reais valores desses nutrientes que a planta está absorvendo através da serapilheira acumulada. Com os reais valores obtidos destes nutrientes podemos calcular a relação carbono e nitrogênio (C/N) que servirá de parâmetro para conhecer o tempo de decomposição e a quantidade de nutrientes presentes no material orgânico.

A relação carbono-nitrogênio (C/N) traduz o equilíbrio em termos de nutrientes e energia disponível na mistura para os microrganismos decompositores. Quando a relação C/N é menor que 30/1 a decomposição inicial é rápida e tende a perdas de N na forma de NH_3 (amônia). A relação C/N ideal fica na faixa entre 30 e 40/1 (EMBRAPA, 2013). Quando a relação C/N é maior que 40/1 o material em decomposição tende a levar mais tempo para completar a fase de maturação.

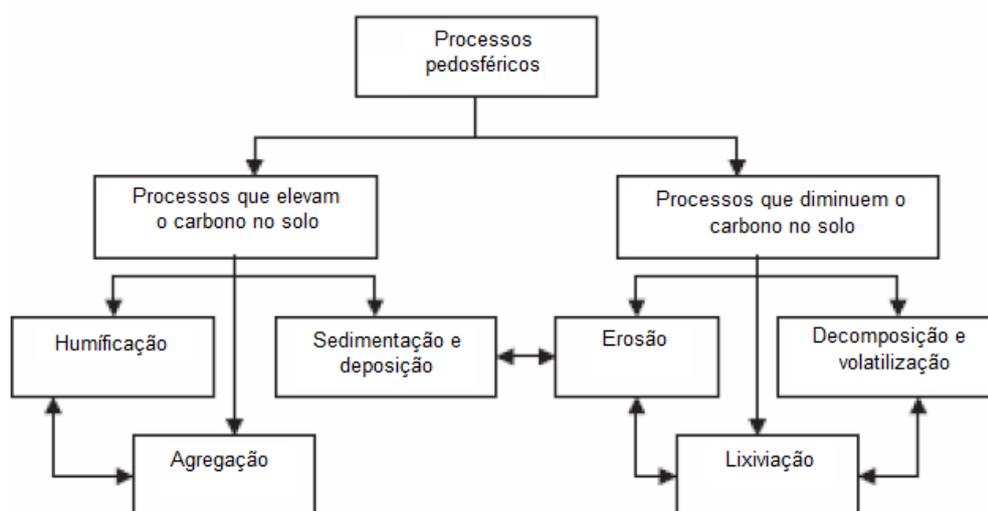


Figura 2: Principais processos existentes no solo que influenciam no conteúdo de carbono no solo. Adaptado de Lal et al., (1997)
Fonte: Ruthner e Sevegnani, (2010)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus São João Evangelista* (IFMG-SJE) situado na região Centro Leste de Minas Gerais, situado a 18° 32' 55" de latitude sul, 42° 45' 82" de longitude oeste e 680 m de altitude, localizado no vale do Rio Doce. O clima é tropical com chuvas de verão, precipitação média anual de 1081 mm e temperatura média anual de 22°C. A classificação climática é do tipo Cwa pelo sistema de Köppen. (PORTALSJEVANGELISTA, 2013)

A área experimental, dentro do IFMG-SJE, é formada por um povoamento de rebrota de eucalipto *urograndis* de 2,93 hectares, com 3 anos de idade e espaçamento 3 x 2 m. A declividade da área é de 23,25° de inclinação na parte mais íngreme, o que caracteriza um relevo forte ondulado (Figura 3).

A coleta da serapilheira foi realizada em duas áreas distintas dentro da área experimental. A primeira área, denominada de bordadura do talhão, é constituída pelas quatro fileiras externas em torno da área experimental. A segunda área, denominada interior do talhão, é constituída pelas demais fileiras de eucalipto, localizadas na parte central do talhão.

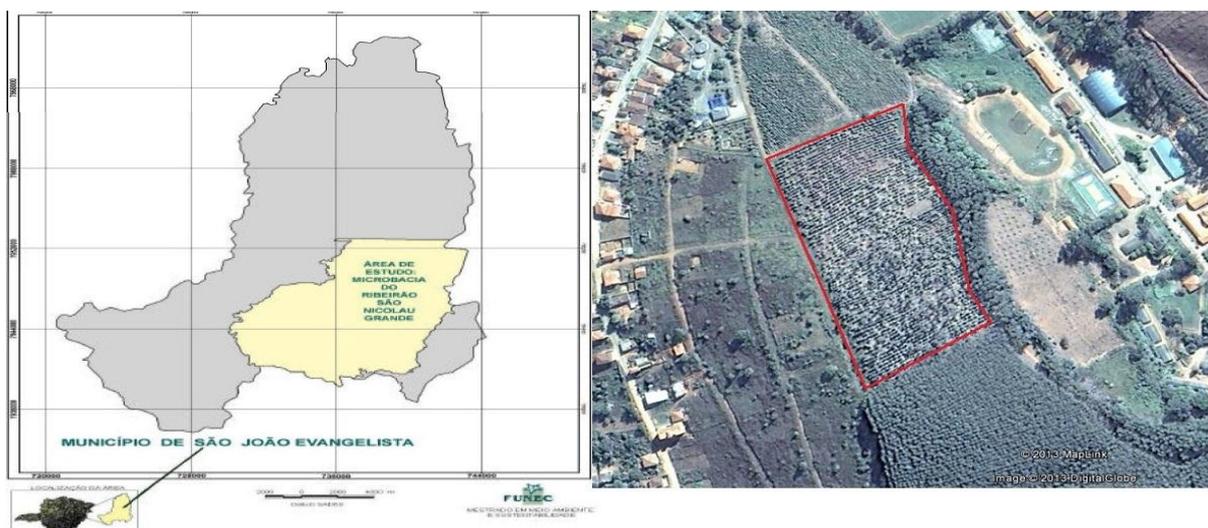


Figura 3: Mapa de localização do município de São João Evangelista, dentro da Microbacia do Ribeirão São Nicolau Grande e localização da área experimental dentro do IFMG-SJE
Fonte: Vieira (2009) e Google Earth (2013)

Os pontos de coleta da serapilheira foram demarcados de trinta em trinta metros dentro de cada área, totalizando vinte e um na bordadura e trinta e um no

interior do talhão. Na borda, eles foram demarcados e percorridos em forma de contorno e no interior do talhão, em forma de zig-zag (Figura 4).

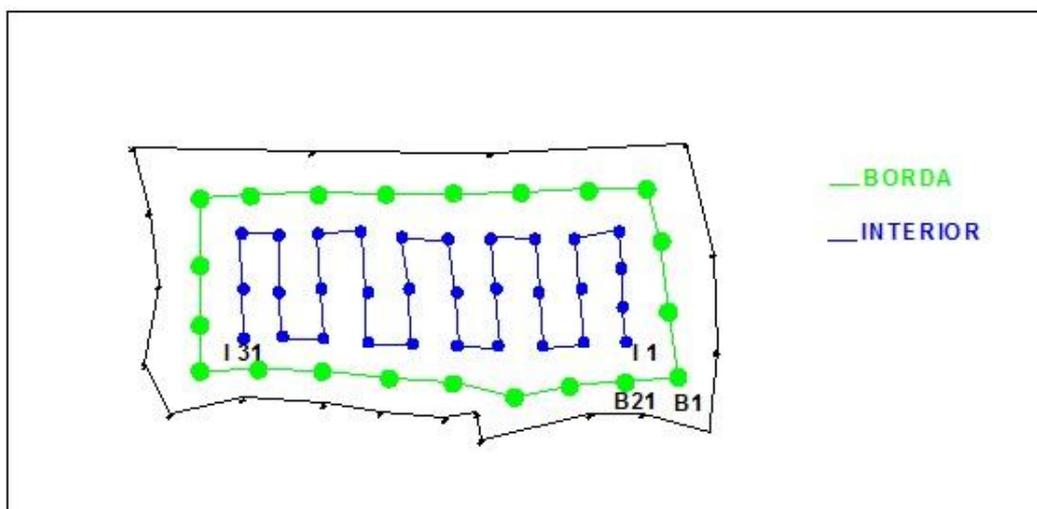


Figura 4: Croqui da área experimental mostrando o método de coleta
Fonte: Os autores

A quantidade de serapilheira coletada foi aquela contida no interior de um gabarito quadrado de aço carbono, com 48 cm de lado interno (Figura 5), que foi lançado sobre cada ponto demarcado. A serapilheira coletada em cada ponto foi acondicionada em sacos plásticos e pesada em balança de precisão. Em seguida, a serapilheira foi colocada em papel kraft e levada à estufa de circulação de ar a 65°C, onde permaneceram e foram pesadas diariamente em balança de precisão até alcançar massa seca constante, e em seguida triturada em moinho manual de café, passadas em peneiras (ABNT 45) com 0,35 mm de abertura das malhas e armazenadas em sacos plásticos para subsequente análise química de carbono orgânico total e nitrogênio total.



Figura 5: Gabarito usado na coleta de serapilheira, antes (A) e depois (B) da coleta
Fonte: Os autores

A massa úmida e massa seca da serapilheira coletada em cada ponto foram transformadas em kg ha^{-1} através das Equações 1 e 2:

$$(10.000/0,48^2) \times \text{MU} \quad \text{Eq. 1}$$

$$(10.000/0,48^2) \times \text{MS} \quad \text{Eq. 2}$$

em que,

10.000 = área superficial equivalente a um (1) hectare (m^2);

0,48 = comprimento, em centímetros, do lado interno do gabarito usado para coleta de serapilheira;

MU = massa úmida de cada ponto (kg);

MS = massa seca de cada ponto (kg).

A caracterização da serapilheira envolveu a quantificação das concentrações de carbono orgânico facilmente oxidável (CO_{fo}) e de N total (N_{T}). O CO_{fo} foi determinado por meio de oxidação com dicromato de potássio em meio ácido, enquanto que o teor de N_{T} foi obtido após digestão da amostra com ácido sulfúrico, ambos seguindo-se a metodologia descrita em Matos (2012). Segundo este autor, o conteúdo de CO_{fo} determinado pelo método de oxidação, utilizado neste trabalho, representa cerca de 77% do carbono orgânico total. Apesar desse fator de correção ser variável entre os diferentes solos e serapilheira, adotou-se esse fator para transformar o CO_{fo} em carbono orgânico total através da utilização da Equação 2.

$$\text{COT} = \text{CO}_{\text{fo}} / 0,77$$

em que:

COT = carbono orgânico total (dag kg^{-1});

CO_{fo} = carbono orgânico facilmente oxidável (dag kg^{-1}).

Foram coletadas amostras de solo das camadas de 0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m das áreas correspondentes à bordadura do talhão e ao interior da talhão.

As análises para caracterização do solo da área experimental foram realizadas no Laboratório de Solos do IFMG – SJE de acordo com o preconizado em Ribeiro et al., (1999).

Adotaram-se as estatísticas do teste de Kolmogorov-Sminorv e o teste de Cochran para verificar a existência de normalidade e homogeneidade dos dados médios de MU e de MS (kg ha^{-1}) e de COT e N_T (dag kg^{-1}) obtidos na borda e no interior do talhão. Para comparar e discutir os resultados adotou-se a estatística do teste T não pareado a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Massa úmida e massa seca da serapilheira

A quantificação da serapilheira acumulada foi realizada através da massa úmida e da massa seca, em kg ha^{-1} , na borda (Tabela 1) e no interior do talhão (Tabela 2). Observando-se cada ponto de coleta, verificou-se que na borda do talhão, a MU variou de 10156 a 70530 kg ha^{-1} , enquanto que a MS variou de 8464 a 30859 kg ha^{-1} . No interior do talhão, a MU variou de 4774 a 74609 kg ha^{-1} e a MS de 4036 a 58941 kg ha^{-1} .

Tabela 1: Massa úmida (MU) e massa seca (MS) (kg ha^{-1}) de serapilheira dos pontos de coleta da borda do talhão

Ponto de coleta	Massa úmida (kg ha^{-1})	Massa seca (kg ha^{-1})
1	32292	20009
2	10156	8464
3	21050	17665
4	38194	28819
5	18880	15755
6	21528	17708
7	11502	8854
8	10981	8724
9	26649	21441
10	23481	17448
11	17665	14627
12	30686	23351
13	21788	20920
14	36979	29818
15	15234	12413
16	70530	30859
17	36632	22830
18	26910	16667
19	32986	23438
20	35590	22005
21	36936	22700
Média	27459	19263
Desvio padrão	13481,62	6493,07

Tabela 2: Massa úmida (MU) e massa seca (MS) (kg ha^{-1}) de serapilheira dos pontos de coleta do interior do talhão

Ponto de coleta	Massa úmida (kg ha^{-1})	Massa seca (kg ha^{-1})
1	29340	25130
2	43012	34071
3	18229	14627
4	27648	23828
5	23177	20356
6	36285	28342
7	11415	10156
8	26476	23307
9	25825	22309
10	15451	13498
11	17969	15104
12	50608	39453
13	28993	24957
14	50477	39714
15	74609	58941
16	16406	13325
17	14193	12674
18	4774	4036
19	49957	38889
20	31988	26649
21	12109	10851
22	18186	16580
23	11415	10330
24	19575	17231
25	28342	15885
26	13151	12153
27	20486	10330
28	19531	18012
29	29557	24175
30	12413	11328
31	18186	16580
Média	25799	21059
Desvio padrão	14991,51	11577,58

Não houve diferença significativa entre as médias de MU da borda e do interior do talhão, ao passo que a MS acumulada de serapilheira do interior do talhão foi superior à MS acumulada da borda do talhão, pelo teste T para amostras independentes (Tabela 3).

Tabela 3: Médias da massa úmida (MU) e da massa seca (MS) da serapilheira acumulada do interior e da borda do talhão e valor de probabilidade de significância para médias pelo teste T para dados não pareados.

Áreas	MU	MS
	----- kg ha ⁻¹ -----	
Borda	27460 a*	19263 b
Interior	25799 a	21059 a
Probabilidade	0,6288	0,0090

* - Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste T para dados não pareados ao nível de 5% de significância.

A quantidade de MS acumulada nos pontos de 1 a 11 da borda do talhão (Figura 4), 179514 kg ha⁻¹, equivale a 44,4% do total acumulado. Esses pontos fazem divisa com áreas relativamente mais abertas, portanto mais desprotegidas que as outras do talhão. Os pontos de B5 a B11 (Figura 3), localizados na parte superior do talhão, mais desprotegidos e em função da alta declividade do terreno, podem ter tido parte da serapilheira carregada, com o decorrer do tempo, para o interior do talhão. Levando-se em consideração a média de serapilheira acumulada para cada ponto da borda, de 19263 kg ha⁻¹ (Tabela 3), teoricamente para esses onze pontos considerados, o acúmulo de MS de serapilheira deveria ser de 21888 kg ha⁻¹.

Vogel et al., (2013) ao analisar o efeito de borda no estoque de serapilheira e nutrientes em um fragmento de floresta nativa no Bioma Pampa-RS, constataram que os maiores valores de MS de serapilheira acumulada foram encontrados no interior da área em estudo, corroborando com os dados mostrados neste trabalho.

Vários fatores podem interferir na quantidade de serapilheira acumulada, como o tipo de povoamento, a espécie, idade e espaçamento utilizado. Segundo Caldeira et al., (2008) além desses fatores, outros como: condições edafoclimáticas e regime hídrico, condições climáticas, sítio, sub-bosque, manejo silvicultural, proporção de copa, bem como taxa de decomposição e distúrbios naturais como fogo e ataque de insetos ou artificiais como remoção da serapilheira e cultivos, ocorridos na floresta ou no povoamento.

5.2 Carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N_T) e relação carbono/nitrogênio (C/N) da serapilheira

Nos pontos de coleta da borda do talão os valores de COT variaram de 24,26 a 45,61 dag Kg⁻¹ e os de N_T de variaram de 1,04 a 2,92 dag Kg⁻¹. A relação C/N variou de 11,62 a 34,67 (Tabela 4). Nos pontos de coleta do interior do talhão essa variação foi de 7,55 a 49,28 dag Kg⁻¹, 0 a 1,69 dag Kg⁻¹, respectivamente para COT e N_T, tendo a relação C/N variado de 0 a 59,99 dag Kg⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 4: Carbono orgânico total (COT), Nitrogênio total (N_T) e relação C/N de serapilheira dos pontos de coleta da borda do talhão

Ponto de coleta	COT (dag kg ⁻¹)	N _T (dag kg ⁻¹)	C/N
1	33,88	2,92	11,62
2	36,67	1,49	24,57
3	35,91	1,6	22,43
4	34,87	2,02	17,26
5	34,15	1,76	19,44
6	45,61	2,05	22,29
7	37,75	1,93	19,53
8	39,27	1,13	34,67
9	35,7	1,38	25,89
10	33,61	1,73	19,43
11	36,96	1,25	29,52
12	39,72	1,93	20,54
13	42,45	2,42	17,51
14	43,79	2,59	16,89
15	36,13	1,9	19,03
16	24,26	1,18	20,59
17	28,69	1,12	25,56
18	29,49	1,5	19,65
19	29,03	1,04	28,01
20	39,42	1,44	27,43
21	27,5	1,48	18,64
Média	35,47	1,71	21,93
Desvio padrão	5,47	0,50	5,21

Tabela 5: Carbono orgânico total (COT), Nitrogênio total (N_T) e relação C/N de serapilheira dos pontos de coleta no interior do talhão

Ponto de coleta	COT (dag kg ⁻¹)	N_T (dag kg ⁻¹)	C/N
1	21,81	1,66	13,11
2	36,96	1,26	29,43
3	34,73	1,69	20,54
4	49,28	1,25	39,49
5	27,94	0,82	34,03
6	38,05	0,63	59,99
7	17,14	0	-
8	33,09	1,23	26,87
9	36,1	1,26	28,65
10	24,74	1,05	23,56
11	40,17	0,83	48,61
12	29,45	0	-
13	32,09	1,03	31,26
14	18,05	1,27	14,23
15	37,61	1,27	29,65
16	10,57	0,41	25,75
17	15,46	0,82	18,83
18	25,71	1,65	15,61
19	18,41	0,63	29,02
20	33,24	1,46	22,83
21	27,83	1,03	27,12
22	28,58	1,04	27,49
23	33,22	1,48	22,45
24	33,51	0,84	39,88
25	30,56	1,27	24,09
26	30,39	1,26	24,2
27	36,1	0,84	42,97
28	7,55	1,05	7,17
29	31,04	1,06	29,17
30	31,95	1,67	19,08
31	39,26	1,45	27,15
Média	29,37	1,07	27,66
Desvio padrão	9,18	0,43	35,81

De acordo com as análises realizadas, segundo o teste de Kolmogorov-Sminov e o teste de Cochran, os dados de COT, de N_T e da relação C/N apresentaram normalidade e homogeneidade. As médias dos conteúdos de COT, de N_T e da relação C/N da serapilheira acumulada (Tabela 6) indicam que houve efeito significativo (Teste T não pareado; $p < 0,05$) para as variáveis COT e relação C/N.

Para a variável N_T não foi observada diferença significativa entre os conteúdos médios da borda e do interior do talhão.

Tabela 6: Médias dos conteúdos de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N_T) e relação C/N de serapilheira dos pontos de coleta da borda e do interior do talhão

Áreas	COT	N_T	C/N
	----- dag Kg ⁻¹ -----		
Borda	35,47 a	1,71 a	21,93 b
Interior	29,37 b	1,07 a	27,66 a
Probabilidade	0,0185	0,4351	<0,01

O maior conteúdo de COT na borda do talhão (35,47 dag kg⁻¹), associado a conteúdos de N_T obtido (1,71 dag kg⁻¹) resultaram em uma relação C/N de 21,93, mais baixa que a relação C/N obtida para o interior do talhão de 27,66 (Tabela 6).

Relação C/N mais baixa da serapilheira da borda do talhão proporcionaram maiores taxas de decomposição da mesma, o que pode ser evidenciado pelo menor acúmulo de massa seca (MS) na borda do talhão (Tabela 3). Apesar da não existência de diferença significativa entre os conteúdos de N_T da borda e do interior do talhão, pode-se inferir que esse comportamento pode ser justificado pelo fato dos pontos de coleta, de 1 a 11 (Figura 4), localizados na borda do talhão, por estarem mais desprotegidos e permitirem uma maior incidência de luz solar, favoreceram o maior desenvolvimento das árvores, com a produção de mais folhas e galhos um pouco mais ricos em nitrogênio, com conteúdo médio de 1,71 dag kg⁻¹ de N_T (Tabela 6).

Costa et al., (2005), ao analisar a decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *E. grandis*, em três áreas diferentes, encontraram valores para C de 47,9; 47,3 e 49,0 dag Kg⁻¹ e para N de 1,25; 0,99 e 1,00 dag Kg⁻¹, respectivamente, para área de plantio com 8 anos de idade; área de rebrota com 2 anos e área de rebrota com 5 anos de idade. Comparando os dados médios encontrados por estes autores, tanto no plantio com 8 anos como nas áreas de rebrota, verificou-se que eles são bem próximos dos valores encontrados neste trabalho.

Comparando-se as médias de COT e N_T com os valores encontrados por Pulrolnik et al., (2009), em um povoamento de *E. urophylla*, de 3,62 t ha⁻¹ de C e 0,04 t ha⁻¹ de N, equivalentes a 50 dag kg⁻¹ de COT, 0,55 dag kg⁻¹ de N_T e consequentemente relação C/N de 90,9, percebe-se que o conteúdo de C foi mais

elevado enquanto que o de N foi inferior aos encontrados neste trabalho. Segundo estes autores, a baixa taxa de mineralização da serapilheira do *E. urophylla* está relacionada com a pobreza de nutrientes da mesma, principalmente, de fósforo e potássio.

Caldeira et al., (2007), ao quantificarem a serapilheira e os nutrientes presentes em uma floresta ombrófila mista montana encontrou 37,92 dag kg⁻¹ de COT, valor muito próximo à média do conteúdo de COT obtido dos pontos de coleta da borda do talhão.

Neste trabalho, o conteúdo médio de N_T na borda foi semelhante ao do interior do talhão (Tabela 6). Vogel et al. (2013), analisando o efeito de borda no estoque de serapilheira e nutrientes em um fragmento de floresta nativa relatam que os teores de N apresentaram um aumento da borda em direção ao interior do fragmento.

As relações C/N da borda e do interior do talhão de 21,93/1 e 25,88/1, respectivamente, são consideradas baixas quando comparadas com os parâmetros considerados ideais para relação C/N de serapilheira, de 30 a 40/1 (EMBRAPA, 2013). As baixas relações C/N tanto da borda quanto do interior do talhão sugerem a ocorrência de alta velocidade de decomposição da serapilheira e conseqüentemente, de boa ciclagem de nutrientes nessa área.

As relações C/N obtidas neste trabalho foram semelhantes às encontradas por Caldeira et al. (2007), que ao quantificarem a serapilheira e nutrientes em uma floresta ombrófila mista, obtiveram uma relação C/N média de 27.

A relação C/N é considerada como o principal parâmetro para se avaliar o nível de ciclagem dos nutrientes, de forma que menores relações C/N, estão associadas a maiores taxas de decomposição de serapilheira. Segundo Siqueira e Franco (1988), quando a serapilheira apresenta relação C/N superior a 30/1, o nitrogênio fica imobilizado, e como consequência há redução da disponibilidade de N-NH₄⁺ (amônio) e N-NO₃⁻ (nitrato) no solo.

Quando a relação C/N fica entre 20-30/1, os processos de imobilização e mineralização se igualam e abaixo de 20/1, ocorre a mineralização com a maior com a maior disponibilidade de compostos nitrogenados (FREIRE et al., 2010).

5.3 Relação da serapilheira com a fertilidade do solo

Os resultados deste trabalho fornecem subsídios importantes para melhor compreender a ciclagem de nutrientes. Nas coletas de serapilheira, percebeu-se através de análise visual, uma maior quantidade de folhas em relação aos galhos e cascas. De acordo com Freitas et al. (2004), em estudos da biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização, constatou que dos nutrientes analisados nos componentes da biomassa acima do solo das árvores de *E. grandis*, os maiores teores de N e K estão nas folhas. Este fato faz com que estes nutrientes também sejam disponibilizados no solo em maior quantidade, principalmente nas camadas de 0 a 20 cm do solo (Tabela 7).

Tabela 7: Características químicas e físico-químicas do solo da área experimental

Profundidade (cm)	pH H ₂ O	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	SB	T	T	m	V	M.O.	P-rem
0 a 20 Bordadura	3,95	2,1	40	0,40	0,00	1,85	16,95	0,50	2,35	17,45	78,72	2,9	3,41	8,5
20 a 40 Bordadura	4,10	1,3	20	0,50	0,00	1,45	18,94	0,55	2,00	19,49	72,50	2,8	2,32	3,3
0 a 20 Interior	4,03	2,0	30	0,70	0,10	1,75	17,92	0,88	2,63	18,80	66,54	4,7	4,07	5,6
20 a 40 Interior	4,23	1,5	20	0,20	0,00	1,25	15,00	0,25	1,50	15,25	83,33	1,6	2,95	4,0

Os maiores teores de K apresentados nas amostras de solo (Tabela 7), nas camadas de 0 a 20 cm tanto na borda como no interior do talhão, justifica-se pela provável liberação deste nutriente através da decomposição, principalmente de folhas da serapilheira. Este fato pode ser explicado em função das baixas relações C/N, tanto na borda quanto no interior do talhão.

O solo apresentou maiores teores de matéria orgânica (MO) nas camadas de 0 a 20 cm (Tabela 7), com maior valor para interior do povoamento. O maior acúmulo de MO no interior do talhão pode ser explicado pela maior relação C/N da serapilheira do interior do talhão, que proporciona menores taxas de decomposição de serapilheira nesses pontos de coleta quando comparada às taxas de decomposição da serapilheira da borda, que possui menor relação C/N.

6 CONCLUSÕES

- A massa seca de serapilheira acumulada foi maior no interior do talhão.
- O conteúdo médio de carbono orgânico total da serapilheira acumulada foi maior na borda do talhão.
- Maior relação C/N do interior do talhão contribuiu para um maior acúmulo de matéria orgânica do solo deste local.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas.** 1997. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1997.
- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracatingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 17-29, 1997.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – floresta ombrófila mista montana – Paraná. **Rev. Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.
- CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na região metropolitana de Curitiba-PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1997.
- COSTA, G.S. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.
- CLEVELARIO JÚNIOR, J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montana.** 1996. 135 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1996.
- DRUMOND, M. A. et al. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do médio Rio Doce-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 21, n. 2, p. 187-199, 1997.
- EMBRAPA. **Fertilidade e nutrição.** Disponível em: <<https://argissolo.cnps.embrapa.br/sac/index.php?acao=2&ids=18&idp=130>> Acesso em 20/10/2013.
- FERREIRA, C.A. et al. Efeito da aplicação de resíduo de celulose de caldeira na deposição de nutrientes em talhões de *Eucalyptus grandis*. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos.** Manaus, AM: Ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p. 304-305.

FREIRE, J.L. et. al. Decomposição de serrapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p.1659-1665, 2010.

FREITAS, et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização, no município de Alegrete-RS. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p. 93-104, 2004.

FROUFE, L. C. M. et al. Reciclagem de nutrientes via folhas – serrapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* cultivados em sistemas puros e consorciados. In: **FERTBIO 98: interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: consolidando um paradigma**, 1998, Caxambu. **Resumos...** Caxambu-MG: UFLA, p. 559.

GISMONTI. **Assuntos sobre Agronomia**. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-funcoes-do-nitrogenio-para-as.html>>. 20 de abril de 2010. Acesso em: 16/09/2013.

GONZALEZ, M. I. M.; GALLARDO, J. F. El efecto hojarasca: una revisión. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, v. 41, n. 5/6, p. 1129-1157, 1982.

MATOS, A.T. **Qualidade do meio físico ambiental: Práticas de laboratório**. 1. ed. Viçosa, UFV, 2012. 150p.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. USP/Fapesp, São Paulo, 2000. p 109-123.

PORTALSJEVANGELISTA. 2013. Disponível em: <<http://www.portalsjevangelista.com.br/historia.asp#>>. Acesso em: 12/07/2013.

PULROLNIK. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1125-1136, 2009.

PRITCHETT, W.L. **Properties and management of forest soils**. New York, J. Wiley, 1979. 500 p.

REDE DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/san/sojac.htm>>. Acesso em 25/07/2013.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais em plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes para o estado de Minas Gerais: 5ª aproximação**.

Viçosa, MG: **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 1999. 359 p.

RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, L. V. A. **Consideraciones sobre la biomasa, composición química y dinámica del bosque pluvial tropical de colinas bajas. Bajo Calima Buenaventura, Colombia.** Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, Bogotá: 1988. 36 f. (Serie Documentación, n.16).

RUTHNER, R. R.; SEVEGNANI, L. **Estimativa carbono armazenado em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana do Vale do Itajaí, SC.** 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual de Blumenau, Blumenau, SC, 2010.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do solo.** MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, Brasília, 1988. 236 p.

VIEIRA, J. A. G. **A pesquisa científica no processo de ensino-aprendizagem: uma abordagem a partir do estudo da ciclagem de nutrientes na cultura do eucalipto.** 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

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-RS, v. 1, n. 1, p. 46-54, 2013.

WIEDER, R. K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v. 63, n. 6, 1636-1642, 1982.