

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS  
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA  
EDUARDO SOUZA COELHO**

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO  
NO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA  
2018**

**EDUARDO SOUZA COELHO**

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO  
EM MONOCULTIVO DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista, como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto de Paula

**SÃO JOÃO EVANGELISTA**

**2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

C672p Coelho, Eduardo Souza  
2018

Produção de Serapilheira e características químicas do solo em monocultivo de Eucalipto sob diferentes espaçamentos. / Eduardo Souza Coelho. – 2018. 26f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia em Silvicultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2018.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto de Paula

1.Serapilheira. 2.Ciclagem de Nutrientes. 3.Espaçamento. I. Coelho, Eduardo Souza II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 634.97342

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais  
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

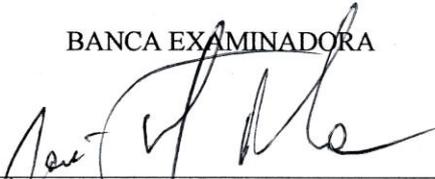
**EDUARDO SOUZA COELHO**

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO  
NO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

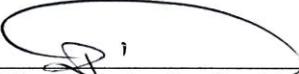
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Aprovado em 13 / 07 / 2018

**BANCA EXAMINADORA**

  
Orientador Prof. Dr. José Roberto de Paula  
Instituição: IFMG – SJE

  
Me. Ari Medeiros Braga Neto  
Instituição: IFMG – SJE

  
Me. Valdevino Pereira da Silva  
Instituição: IFMG – SJE

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me possibilitou a chegar a esse momento.

Aos meus pais Eloy e Goretti, que nos momentos de dificuldades permaneceram ao meu lado, com apoio, carinho, compreensão e amor.

À minha namorada Jéssica pelo incentivo e apoio durante a realização do trabalho.

Aos novos amigos e colegas do IFMG Campus São João Evangelista. Em especial ao Thiago, Jonas, Diogo e Junio pela ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao Professor José Roberto de Paula que não mediu esforços para orientação, apoio, ideias trocadas e estímulo.

Aos professores do curso de Tecnologia em Silvicultura, pelos ensinamentos importantes transmitidos.

Ao IFMG, Campus São João Evangelista, pela oportunidade da realização do curso de graduação.

Aos funcionários do setor de viveiros e dos laboratórios de solos e energia do IFMG, pela ajuda na execução do projeto em especial Valdevino pelo aprendizado e apoio. E, ainda ao laboratório de sementes florestais da UFVJM, que auxiliou no processamento da serapilheira, em especial a pessoa de Bruno Oliveira Lafetá.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

**Muito obrigado!**

## RESUMO

A serapilheira é a biomassa que permite o retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal, via processo de ciclagem de nutrientes minerais. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de serapilheira e os atributos químicos do solo em povoamento de híbrido de *Eucalyptus urograndis*, em diferentes espaçamentos (3 x 5 m, 3 x 1 m, 3 x 1,5 m, 3 x 2 m). O delineamento foi em blocos casualizados, com amostra aleatoriamente em cada espaçamento, na entrelinha (EL) e entre plantas (EP), de duas fileiras centrais da área, excluídas as bordas do plantio. A área de coleta das amostras de serapilheira (galhos, resíduo de mato competição e folhas secas), e de solo, nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm, foi delimitada com gabarito de metal (50 x 50 cm), e acondicionadas em saco de papel. As características químicas das amostras de solo e serapilheira foram submetidas pelo teste de Tukey à 5% de significância. A massa úmida e massa seca de serapilheira, nos tratamentos na entrelinha e entre plantas, foram estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os macronutrientes presentes no solo foram estatisticamente iguais nas profundidades 0-20 cm e de 20-40 cm, apenas diferente o pH (0-20 cm) e teores de Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (20-40 cm). A quantidade de serapilheira acumulada por espaçamento foi inversamente proporcional ao tamanho do espaçamento. Não houve diferença entre a massa seca coletada nas entrelinhas e entre plantas. O cálcio sendo o principal componente da parede celular, e de liberação mais lenta pela serapilheira, apresentou-se diferença estatisticamente.

**Palavras-chave:** Serapilheira, Ciclagem de Nutrientes, Espaçamento

## ABSTRACT

The litter is the biomass that allows the return of organic matter and nutrients to the forest soil, through a process of cycling of mineral nutrients. The objective of this study was to evaluate the litter production in hybrid *Eucalyptus urograndis* stands at different spacings (3 x 5 m, 3 x 1 m, 3 x 1,5 m, 3 x 2 m). The design was randomized blocks, with random sample at each spacing, between row (EL) and between plants (EP), of two central rows of the area, excluding the edges of the planting. The area of the litter (twigs, competing bush residue and dry leaves), and soil, at depths of 0-20 cm and 20-40 cm, was delimited with metal jig (50 x 50 cm), and packaged in a paper bag. The chemical characteristics of the soil and litter were submitted to the Tukey test at 5% of significance. The macronutrients present in the soil were statistically equal in depths 0-20 cm and 20-40 cm, only different pH (0-20 cm) and levels of Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (20-40 cm). The amount of litter accumulated was inversely proportional to the spacing size. There was no difference between the dry mass collected between the lines and between plants. Calcium being the main component of the cell wall, and slower release by the litter, presented a statistically significant difference.

**Keywords:** Litter, Nutrient Cycling, Spacings

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Coleta de serapilheira e de solo na entrelinha e entre planta de um povoamento de híbrido de *Eucalyptus urograndis* ..... 13
- Figura 2** - Croqui do experimento com a distribuição das áreas de coleta de serapilheira e solo entre plantas e entrelinhas ..... 14
- Figura 3** - Processamento das amostras de serapilheira ..... 14
- Figura 4** - Quantidade de serapilheira acumulada ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), conforme a massa seca sobre o solo, em diferentes espaçamentos de um povoamento de híbrido de *Eucalyptus urograndis* com seis anos ..... 19

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Massa úmida e massa seca entre linhas e entre plantas, média, desvio padrão (DP), erro padrão (EP), teste de média da serapilheira ..... 15
- Tabela 2** - pH e Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ( $\text{cmolc/dm}^3$ ) entre plantas (EP), média, desvio padrão (DP), erro padrão (EP), teste de média..... 17

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	IV
RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
SUMÁRIO .....	IX
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>10</b>
2.1 EUCALIPTO .....	10
2.2 INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO .....	10
2.3 SERAPILHEIRA .....	11
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	13
3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	13
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, nativo do continente australiano, devido à sua boa adaptação às condições climáticas brasileiras em diferentes habitats, possui plantio em larga escala (GARLET et al., 2013). Sua área plantada ocupa cerca de 5,6 milhões de hectares, tendo maior expressão em Minas Gerais (> 1,4 milhões de hectares), e sua matéria-prima abastece as indústrias de ferro-gusa e metalúrgicas, na forma de carvão vegetal, responsável por 84% do total consumido no país (IBÁ, 2016).

Nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,8% a.a (IBÁ, 2016). Nas regiões mineiras dos Vales do Jequitinhonha, Rio Doce e Norte de Minas, o cultivo da essência é uma alternativa econômica importante na geração de renda em pequenas e médias cidades, com menos acesso às alternativas de emprego para a população.

As florestas plantadas de eucalipto possuem alto potencial de sequestro de carbono acima e abaixo no solo (OLIVEIRA et al., 2016). Parte do carbono alocado é exportado na madeira quando colhida, e a biomassa (galhos, ponteiros e folhas) é depositada no piso da floresta formando a serapilheira (*litter*), que reduz as perdas de solo por erosão. Vital et al. (2004), aponta que através da serapilheira se dá parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal, sendo considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação ao solo. Esse processo é conhecido como ciclagem de nutrientes minerais.

Sendo importante o entendimento desse processo e deposição de serapilheira em povoamentos florestais, objetiva-se, por meio deste estudo, quantificar a produção de serapilheira e os atributos químicos do solo em um plantio de híbrido de *Eucalyptus urograndis*, em diferentes espaçamentos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EUCALIPTO

O gênero *Eucalyptus*, da família Myrtaceae, possui centro de origem na Austrália (1788) e, à Nova Zelândia, Tasmânia e a ilhas vizinhas, sendo disseminado no século XVIII, e no Brasil no século XX (VENTURIN et al., 2013). No Brasil, tem no início registro como planta ornamental (1825) e, para fins comerciais, como fonte energética às locomotivas a vapor da Companhia Paulista de Estrada de Ferro, por Navarro de Andrade (1900-1910). Na década de 50, torna importante matéria-prima na produção de celulose e papel (HASSE, 2006). Hoje, metade dessas florestas plantadas no Brasil, ocupam cerca de sete milhões de hectares - mais de 100 espécies – destaca-se *Eucalyptus grandis* (55 %), *E. saligna* (17 %) e *E. urophylla* (9 %) (IBÁ, 2016).

Esse cenário no país, foi alcançado com o domínio das técnicas de manejo dos povoamentos florestais de eucalipto, com diminuição da exploração de madeiras de florestas nativas, protegidas por lei, e o mercado suprido com produtos de madeira de origem de florestas, e.g., dormente, mourão, lenha (briquete, carvão vegetal, cavaco, pellet), celulose e produtos nobres (madeira laminada e serrada). Essa diversidade de produtos, têm permitido atrair investimentos com capital de magnitude menor (produtores descapitalizados) e/ou maior (empresas florestais).

Os investimentos em florestas de *Eucalyptus* apresentam-se atrativos, graças as taxas de crescimento, mesmo sob condições de solos pobres nutricionalmente, advindas da eficiência de utilização de nutrientes dessa espécie (REIS et al., 1989), o que otimiza o uso dos recursos naturais. Esses desempenhos, por vezes, resultados das técnicas de melhoramento florestal, permitem prescrições de híbridos ou clones comerciais para as condições edafoclimáticas das regiões de mais de 16 estados brasileiros.

### 2.2 INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO

O espaçamento de plantio é a prática silvicultural que permite, no estabelecimento de espécies florestais, dispor adequado espaço útil às plantas, através de seus arranjos espaciais (entrelinha x linha). A disponibilidade de espaço, permite menor competição inter e intraespecífico entre as plantas, que por vez, auxiliará na eficiência do uso dos recursos de

crescimento naturais (água, nutrientes do solo e exposição à luz), relacionados a alta produtividade das florestas (CAMPOS, 1970; TONELLO, 2010).

Assim, os espaçamentos podem fornecer melhor condições de desenvolvimento, tanto no crescimento (MARCOLINO, 2010), na produção de volume das árvores, no manejo e redução dos custos no plantio (MAGALHÃES et al., 2006). Ainda, altera a disponibilidade de umidade e nutrientes do sítio florestal, a competição por luz, clima, competição com plantas daninhas, o grau de melhoramento, a idade do corte, a disponibilidade de investimentos (CHAPMAN; ALLAN, 1978), e no uso final da madeira, em sua dimensão dos nós, ajustamento do tronco, conicidade e densidade básica (SCOLFORO, 1997).

Desde o início da exploração da cultura de eucalipto no país, os arranjos espaciais têm sido diversos, com espaçamentos adensados (monocultivo) e amplos (sistemas agroflorestais).

O adensamento implica em maior produtividade e estagnação do crescimento no ápice do estado juvenil, comparado à equidade do material genético e as condições dos plantios expostos (SILVA, 2005; LAFETÁ, 2012). A produção de volume total em menor tempo é alta, com rápido retorno financeiro proveniente dos desbastes (BERGER, 2000). No entanto, é possível ocorrer mortalidade, devido competição entre as plantas (SILVA, 1990).

Para definição do espaçamento adequado de um povoamento é necessário observar a finalidade do plantio, espaçamento ótimo capaz de produzir o maior volume de madeira, em tamanho, dimensão, densidade e qualidade desejável (VITAL; DELLA LUCIA, 1987), o local, os hábitos de crescimento da espécie, a sobrevivência esperada, os tratamentos silviculturais e o modelo de equipamento a ser empregado na implantação e colheita do povoamento (COUTO et al., 1977).

### 2.3 SERAPILHEIRA

A serapilheira (*litter*) é a biomassa (galhos, ponteiros, folhas, cascas, frutos e outros) depositada no piso da floresta, em função da tipologia vegetal e da condição climática. Este material, através do processo de ciclagem de nutrientes minerais, resultará em matéria orgânica e nutrientes aos solos florestais (VITAL et al., 2004; MAMAN et al., 2007). Esse conhecimento permite compreender o processo de ciclagem e a manutenção da capacidade produtiva florestal (CARVALHO et al., 2015), i.e., como atingir o máximo desenvolvimento fisiológico de uma planta (VIERA et al., 2012).

A ciclagem de nutrientes é o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação ao solo (VITAL et al., 2004), sendo a biomassa da serapilheira a mais expressiva (WERNECK et al., 2001). Sua decomposição e liberação de nutrientes terá influência pelo tipo de ecossistema, condições edafoclimáticas (físico-químicas), características nutricionais - que determina a degradabilidade da matéria orgânica -, e a natureza dos macros e microrganismos decompositores (CARNEIRO et al., 2014); constituindo um indicativo da capacidade produtiva do sítio (MOMOLLI et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2016).

Os fatores que afetam a produção de serapilheira são abióticos e bióticos, a saber: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003). E ainda, existem particularidades intrínsecas de cada espécie, quanto a deposição e produção da serapilheira (CARVALHO et al., 2014). A deposição tende a ser maior no período de maior atividade fisiológica dos indivíduos, com intensificação de troca da folhagem e liberação do material senescente (CUNHA et al., 2005).

Já a quantidade de nutriente presente na serapilheira depende da espécie, da capacidade de redistribuição de nutrientes antes da senescência, do solo e da proporção de folhas em relação aos demais componentes (SCHUMACHER, 1992).

### 3 METODOLOGIA

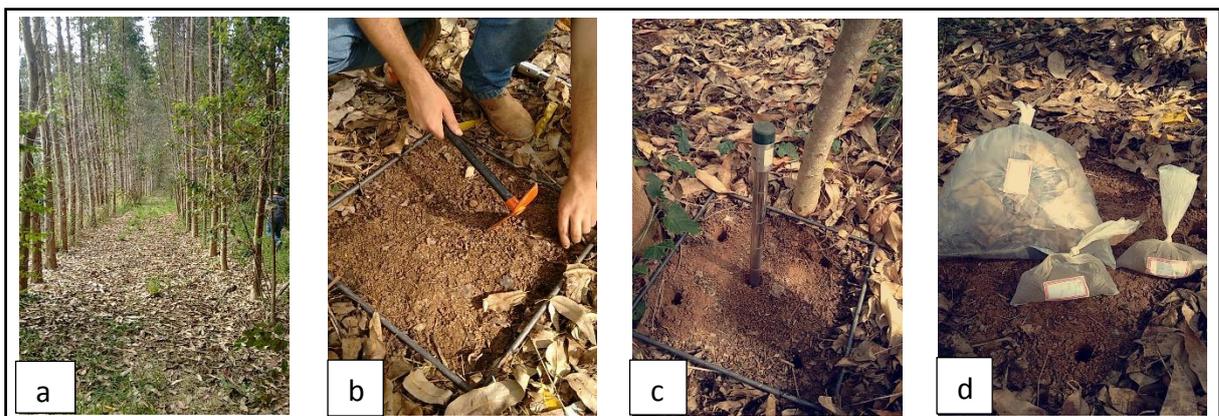
#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento ocorreu no IFMG – *Campus São João Evangelista*, localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub-bacia do Suaçuí Grande e micro bacia São Nicolau), com latitude 18° 32' 23" S e longitude 42° 45' 37" W. a 690 metros acima do nível do mar (GEOGRAFOS). O clima desta região é do tipo Cwa (verões chuvosos e quentes e inverno seco) segundo classificação de Köppen. A temperatura mínima média anual de 15° C e 26° C, para temperatura máxima. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.180 mm/ano (RIBEIRO et al., 2011).

#### 3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento foi em blocos casualizados, com amostra aleatoriamente em cada espaçamento (3 x 0,5 m, 3 x 1 m, 3 x 1,5 m, 3 x 2 m) de um povoamento com híbrido de *Eucalyptus urograndis*, com seis anos de idade, na entrelinha(EL) e entre plantas (EP), de duas fileiras centrais da área, excluídas as bordas do plantio. A coleta da serapilheira (galhos, resíduo de mato competição e folhas secas) e das amostras de solo, nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, foram realizadas com um gabarito de metal (50 x 50 cm) para delimitação da área de coleta e acondicionadas em sacos plásticos (Figura 1 e Figura 2).

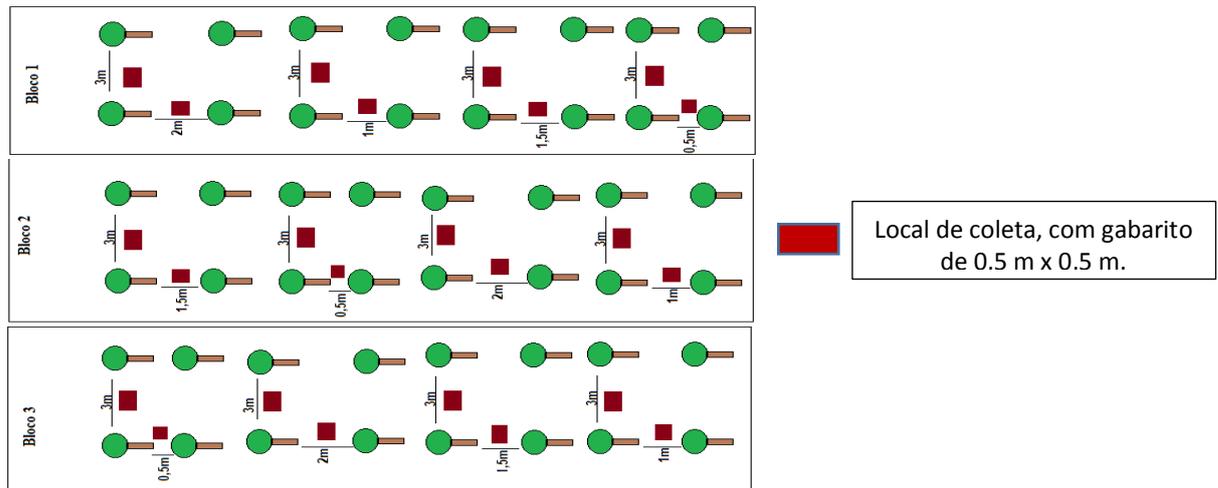
**Figura 1** - Coleta de serapilheira e de solo na entrelinha e entre planta de um povoamento de híbrido de *Eucalyptus urograndis*.



**a)** Detalhe da área de plantio na entrelinha do experimento; **b)** e **c)** coleta de amostras de serapilheira e de solo, com auxílio do gabarito e; seu devido **d)** acondicionamentos das amostras.

**Fonte:** Autor.

**Figura 2** - Croqui do experimento com a distribuição das áreas de coleta de serapilheira e solo entre plantas e entrelinhas



As amostras foram encaminhadas para os laboratórios no IFMG-SJE, competentes em análise química da fertilidade de solo; e de energia, para pesagem de massa úmida da serapilheira e secas em estufa a temperatura de 70°C, até peso constante de massa seca. Essas foram trituradas no laboratório de sementes florestais da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) (

Figura 3). A quantidade de serapilheira acumulada - SA (Mg ha<sup>-1</sup>) foi estimada, com base na massa seca sobre o solo (Eq. 1). A análise estatística foi realizada no software R Studio, com uso do pacote ExpDes.pt (R Team, 2017).

$$SA = \frac{\sum SAM * 10}{AM * N} \quad (\text{eq. 1})$$

Em que: **SAM**= Serapilheira acumulada coletada em cada moldura (Kg); **AM**= Área de coleta da moldura (m<sup>2</sup>); **N**= Número de repetições (SCHUMACHER; VIERA, 2016).



**Figura 3** - Processamento das amostras de serapilheira

a) Processo de trituração de serapilheira; b) identificação das amostras, e c) titulação para análise química.  
Fonte: Autor.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de serapilheira não diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância entre os tratamentos, tanto na condição de massa seca ou massa úmida para as avaliações na entrelinha e entre plantas (Tabela 1).

Independente dos espaçamentos utilizados, a deposição de serapilheira se mostrou estatisticamente igual. Um dos fatores que podem ter ocasionado é fato de que o plantio de seis anos, ter paralisado o crescimento, podendo as plantas estarem entrando em competição entre si. Normalmente se encontram na literatura casos em que plantios mais adensados, pelo fato de entrarem em competição mais cedo tendem a contribuir mais com a quantidade de serapilheira no solo que plantios menos adensados. Entretanto, Viera et al., (2013) obteve resultados semelhantes quando estudava o comportamento de deposição de matéria orgânica em plantio de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*.

**Tabela 1** – Massa úmida e massa seca entre linhas e entre plantas, média, desvio padrão (DP), erro padrão (EP), teste de média da serapilheira

Espaçamento	Coleta	Média	DP	EP	Teste	Média
<b>3 x 0,5</b>	MU-EL	0,536166667	0,109601931	0,036533977	ns	0,54 ± 0,11 ns
	MS-EL	0,322866667	0,049889912	0,016629971	ns	0,32 ± 0,05 ns
	MU-EP	0,442666667	0,018009257	0,006003086	ns	0,44 ± 0,02 ns
	MS-EP	0,289566667	0,067800098	0,022600033	ns	0,29 ± 0,07 ns
<b>3 x 1,0</b>	MU-EL	0,395666667	0,090068492	0,030022831	ns	0,40 ± 0,09 ns
	MS-EL	0,2511	0,094877395	0,311625798	ns	0,25 ± 0,09 ns
	MU-EP	0,480333333	0,183088321	0,06102944	ns	0,48 ± 0,18 ns
	MS-EP	0,2984	0,089121883	0,029707294	ns	0,30 ± 0,09 ns
<b>3 x 1,5</b>	MU-EL	0,389666667	0,154182792	0,051394264	ns	0,39 ± 0,15 ns
	MS-EL	0,242033333	0,052579876	0,017526625	ns	0,24 ± 0,05 ns
	MU-EP	0,405333333	0,103365049	0,034455016	ns	0,41 ± 0,15 ns
	MS-EP	0,264233333	0,073364864	0,024454955	ns	0,26 ± 0,07 ns
<b>3 x 2,0</b>	MU-EL	0,297666667	0,07011657	0,02337219	ns	0,30 ± 0,07 ns
	MS-EL	0,193223333	0,044487511	0,01482917	ns	0,19 ± 0,04 ns
	MU-EP	0,468333333	0,087202829	0,02906761	ns	0,47 ± 0,09 ns
	MS-EP	0,29955	0,076781948	0,025593983	ns	0,30 ± 0,08 ns

ns - não significativo a 5% de significância. Massa úmida: (MU-EL) entrelinha e (MU-EP) entre plantas; Massa seca: (MS-EL) entrelinha e (MS-EP) entre plantas.

Gomes et al. (2011) estudando acúmulo de serapilheira em diferentes espaçamentos de eucalipto, observa maior acúmulo em menores espaçamentos em detrimento dos maiores. O

que é explicado pela densidade de plantas presentes naqueles do que nesses, o que implica maior deposição de biomassa no solo.

A presença da serapilheira pode variar também conforme as condições desfavoráveis para a decomposição, como déficit de água no solo e na serapilheira, pH alto ou baixo, baixa densidade da população de organismos decompositores, além da época de coleta, estação do ano, etc. (CALDEIRA et. al., 2007).

Segundo Cortines et al. (2005) pelo fato do eucalipto apresentar folhas e galhos com grandes concentrações de lignina e celulose, a tendência é fornecer uma cobertura estável do solo durante todo o ano, devido a sua resistência aos processos de degradação.

A baixa taxa de decomposição da serapilheira de *Eucalyptus spp.* pode ser benéfica pois, o acúmulo de serapilheira sobre a superfície do solo estoca nutrientes para futuras mineralizações e ciclagem (Cunha et al., 2013). Essa dinâmica mantém a fertilidade e auxilia na manutenção do ecossistema para as plantas a longo prazo (MATEUS et al., 2013).

Figueiredo Filho et al. (2003) em seus estudos é possível afirmar que 60 a 80% da serapilheira é composta pela fração de folhas. Do ponto de vista de ciclagem, as folhas representam a via mais rápida de retorno e mais rica em nutrientes, o que configura uma estratégia das árvores na utilização de nutrientes para seu crescimento (PINTO; MARQUES, 2003).

Em solos de baixa fertilidade, a quantidade de deposição e a velocidade de decomposição da serapilheira podem representar um aumento significativo na produção florestal (BELLOTE, A.F.J, et. al 2008).

Segundo o resultado das análises de solo apenas para pH e teores de  $\text{Ca}^{2+}$  observou-se diferença estatística a 5% de significância entre si (Tabela 2). Na profundidade de 0-20 cm os valores de pH foram semelhantes para os espaçamentos maiores (3x2 m e 3x1,5 m), que diferiram estatisticamente dos valores de pH para os espaçamentos menores (3x0,5 m e 3x1 m), que por sua vez, apresentaram valores semelhantes entre si.

A diferença entre os espaçamentos menores e maiores, se deve a maior absorção de nutrientes, decorrente do maior arranque inicial promovido pela menor área útil por planta. Nas análises de 20-40 cm de profundidade houve somente um elemento que foi significativamente diferente pelo teste de Tukey a 5 %, neste caso foi o Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). O Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) foi o único elemento que apresentou valores com diferença significativa na profundidade de 20-40 cm (Tabela 2).

**Tabela 2** - pH e Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) entre plantas (EP), média, desvio padrão (DP), erro padrão (EP), teste de média

Espaçamento	Coleta	Característica	Média	DP	EP	Teste Média
<b>3 x 0,5</b>	EP	pH (0-20 cm)	4,82	0,06	0,02	b 4,82 ± 0,06
		$\text{Ca}^{2+}$ (20-40 cm)	0,76	0,10	0,03	b 0,77 ± 0,11
<b>3 x 1,0</b>	EP	pH (0-20 cm)	4,85	0,11	0,03	b 4,85 ± 0,12
		$\text{Ca}^{2+}$ (20-40 cm)	1,03	0,49	0,16	ab 1,03 ± 0,49
<b>3 x 1,5</b>	EP	pH (0-20 cm)	5,02	0,05	0,01	<b>a</b> 5,03 ± 0,06
		$\text{Ca}^{2+}$ (20-40 cm)	1,46	0,15	0,05	ab 1,47 ± 0,15
<b>3 x 2,0</b>	EP	pH (0-20 cm)	5,09	0,06	0,02	<b>a</b> 5,09 ± 0,06
		$\text{Ca}^{2+}$ (20-40 cm)	1,70	0,26	0,08	<b>a</b> 1,70 ± 0,26

Médias seguidas de mesma letra significativo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

A liberação de nutrientes pela serapilheira é determinada entre outras coisas pela mobilidade do elemento na planta. Assim os elementos que formam componente estrutural das células do tecido vegetal, tendem a ser os últimos a serem liberados via decomposição de serapilheira como é o caso do cálcio, que participa ativamente da formação da parede celular (GODINHO et al., 2014).

Os diferentes teores de macronutrientes podem estar relacionados com a mobilidade dos bioelementos na planta, tornando a ciclagem bioquímica mais expressiva para os elementos que apresentam maior mobilidade na planta (GODINHO et al., 2014).

TEIXEIRA et al. (2016) avaliaram a deposição e o retorno de nutrientes via serapilheira em duas fisionomias do bioma Cerrado, cerrado sensu stricto e mata ciliar, assim os referidos autores afirmaram que o elemento K (potássio) é encontrado nos vegetais na forma iônica, ou seja, o potássio é altamente susceptível ao processo de lavagem pelas águas da chuva. De acordo com (GODINHO et al., 2014) afirmam que a alta variabilidade de potássio encontrada na serapilheira está relacionada com a variação da precipitação, o que favorece a lavagem do potássio nas folhas, devido ao fato deste elemento não participar de compostos orgânicos e ocorrer de forma solúvel ou adsorvido no sulco celular.

Caldeira et al. (2007) afirma que a ciclagem do K na relação solo-planta é mais rápida do que a de outros nutrientes, por se tratar de um cátion monovalente. No entanto, macronutrientes como Ca, Mg e S, embora considerados como moderadamente laváveis, mostram amplitudes de variação dos teores bem menores (PAGANO; DURIGAN 2000).

A ciclagem biogeoquímica, de modo geral, é a via pela qual os nutrientes de baixa mobilidade na planta são ciclados, uma vez que para esses nutrientes a ciclagem bioquímica torna-se pouca expressiva, contrariamente ao que ocorre para nutrientes de alta mobilidade na planta.

De forma geral, pode-se dizer que o conjunto de nutrientes disponíveis na serapilheira acumulada, bem como no solo, representa o total dos nutrientes que serão acessíveis para a vegetação do ecossistema. Nesse contexto, esses reservatórios representam uma porção de nutrientes que circulam no ecossistema e sobre a qual a vegetação exerce uma participação direta, pois os componentes não se encontram fixados na biomassa viva (Caldeira et al., 2007).

A deposição de galhos finos, miscelânea e galho grosso são irregulares durante o ano, já na fração folhas ocorrem dois períodos distintos com maior produção, um próximo ao final da primavera e início do verão (principalmente em novembro) e outro no outono (geralmente em maio). O aumento da temperatura do ar, aliado a uma baixa intensidade pluviométrica, poderia ocasionar elevação da deposição como estratégia de sobrevivência das plantas, evitando, assim, a perda de água através da alta intensidade transpiratória causada pelo calor (VIERA; SCHUMACHER, 2010). Em leguminosas arbóreas, as maiores taxas de deposição mensal ocorreram no período de fevereiro a junho, onde há diminuição da pluviosidade e da temperatura, o que poderia estimular as plantas a aumentarem a queda de material senescente (ANDRADE et al., 2000).

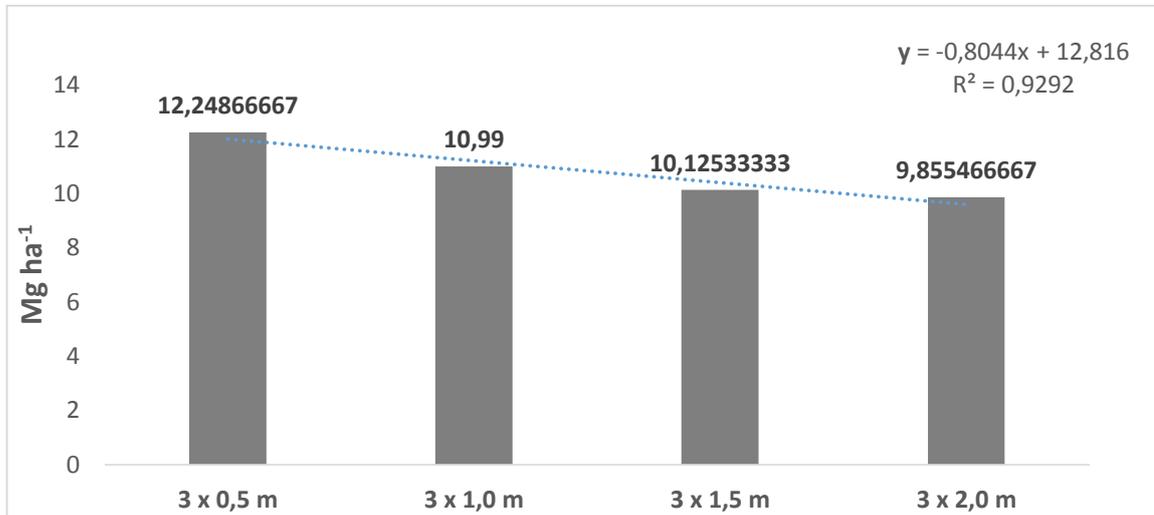
A temperatura influencia de maneira mais marcante a deposição, de forma que as maiores quedas de serapilheira ocorrem nos meses de temperatura elevada (BRUN et al. 2001). Dias et al. (2002) confirma que a maior produção de serapilheira nos meses mais frios e secos do ano seria uma característica típica de florestas tropicais estacionais e, ao contrário, a maior deposição na transição entre estação seca e chuvosa seria típica de regiões tropicais e subtropicais.

Segundo Dias et al. (2002) o estresse hídrico desencadeia uma série de eventos fisiológicos na planta, acarretando, no final, a abscisão das folhas.

Avaliando a deposição de serapilheira de *E. urophylla* x *E. globulus maidenii* as suas diferentes frações formadoras apresentou variação ao longo dos meses e dentro de um mesmo mês a deposição foi diferente para cada fração. A fração folhas apresentou a maior deposição em todos os meses variando desde 35 % até 89 %, com uma média de 60 % (SCHUMACHER et al., 2013).

A distribuição da massa seca de serapilheira demonstrou uma tendência linear em relação a área utilizada pelas plantas, quanto menor área por planta maior a quantidade de material presente no local (Figura 4).

**Figura 4** - Quantidade de serapilheira acumulada ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), conforme a massa seca sobre o solo, em diferentes espaçamentos de um povoamento de híbrido de *Eucalyptus urograndis* com seis anos



A maior quantidade de serapilheira nos menores espaçamentos deve-se a competição por luz intensa que aquelas encontradas em espaçamentos maiores, com o tocar de copas, as folhas que não estão recebendo luz, deixam de fazer fotossíntese e entram em processo de senescência.

Santos et al, (2017), estudando o estoque médio de serapilheira de diferentes clones de *Eucalyptus* sp., com três anos, obteve uma média de  $4,96 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Santos et. al. (2014) quando estuda a serapilheira acumulada sobre o solo sob um plantio de *E. saligna*, com quatro e cinco anos, entre 2011 e 2012 encontra de  $12,76$  e  $12,00 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Em povoamentos de *Eucalyptus saligna*, *E. camaldulensis* e *E. pellita*, com 22 a 30 anos, o acúmulo médio foi de  $11,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e variou de  $9,7$  a  $12,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (DEMESSIE et al., 2012). Ambos autores observaram acúmulo de serapilheira sobre o solo, maior na primavera durante o período de estudo em relação às demais estações.

Silveira et al. (2014), encontram correlação no crescimento e deposição de serapilheira de *E. dunnii*, sob espaçamentos 3x3 m; 3x2 m; 2x2 m; 1,5x1,5 m, e quantidade de serapilheira (23,13; 24,47; 29,88; 35,18 respectivamente). O adensamento das plantas (1,5x1,5 m), produziu maior serapilheira que nos demais, devido maior número de árvores por hectare,

gerando maior número de folhas. Há um aumento na biomassa das plantas em espaçamentos mais reduzidos, havendo uma maior deposição de serapilheira pelas mesmas, e há também uma relação entre o acúmulo de serapilheira, maiores valores para espaçamentos menores, decrescendo o acúmulo a medida que o espaçamento aumenta. Isso acontece devido ao fato de que em espaçamentos menores há uma maior deposição de materiais arbóreos como, folhas, galhos e cascas da árvore sobre o solo (OLIVEIRA, 2005; GOMES et al., 2011).

## 5 CONCLUSÕES

A quantidade de serapilheira acumulada por espaçamento apresentou comportamento decrescente de acordo com o aumento do espaçamento.

Os elementos Cálcio e o pH foram únicos com concentrações significativamente diferente.

Não houve diferença entre a massa seca coletada de serapilheira, nas entrelinhas e entre plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.G.; COSTA, G.S.; FARIA, S.M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangum* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.777-785, 2000.
- BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. 2000.126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2000.
- BELLOTE, A.F.J, DEDECEK, R.A, SILVA, H.D. Nutrientes minerais e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.56, p.31-41.2008.
- BRUN, E.J. et al. 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**, Santa Maria, v.9, n.2, p.277-285, 2001.
- CALDEIRA M.V.W.; MARQUES, R; SOARES, R.V; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**. v.5, p.101-116, 2007.
- CAMPOS, J.C.C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. **Revista Floresta**. v.2, n.3, p.45-52, 1970. Disponível em:<<https://bit.ly/2KBQgHn>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- CARNEIRO, D.N.M.; CARNEIRO, L.F.; SALOMÃO, G.B.; PADOVAN, M.P.; MOTTA, I.S. Decomposição de massa seca e liberação de N, P e K em adubos verdes perenes consorciados com a bananeira em um sistema sob transição agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v.9, n.4, 2014.
- CARVALHO, R.R.; GUIMARÃES, C.C.; SILVA, J.C.M; MOMOLLI, D.R. Estoque de biomassa e de nutrientes em um povoamento do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* no Bioma Pampa – RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.3, n.3, p.71-81, 2015.
- CARVALHO, R.R.; SCHUMACHER, M.V.; DUTRA, M.V.S. Devolução de nutrientes pela serapilheira acumulada de *Eucalyptus urograndis* estabelecido no bioma Pampa. In: **VII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação Em Ciências Florestais**, 2014. Recife. Anais. Recife: Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2014.
- CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. **Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales**. Roma: FAO, 1978. 213p
- CORTINES, E.; MAGALHÃES, M.A.F.; MELO, A.L.; VALCARCEL, R. Monitoramento da regeneração como forma de avaliar a auto-sustentabilidade da recuperação de ecossistemas perturbados e com exíguos atributos ambientais de Nova Iguaçu, RJ. In: **Anais do VI Simpósio Nacional sobre áreas degradadas, Anais do II Congresso Latino Americano de recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: UFPR; p.345-354. 2005.
- COUTO, L.; BRANDI, R.M.; CONDÉ, A.R.; PAULA NETO, F. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.1, n.2, p.57-71, 1977.

- CUNHA NETO, F.V.; LELES, P.S.S.; PEREIRA, M.G.; BELLUMATH, V.G.H.; ALONSON, J.M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.379-387, 2013.
- CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.353-363, 2005.
- DEMESSIE, A.; SINGH, B.R.; LAL, R.; STRAND, L.T. Leaf litter fall and litter decomposition under *Eucalyptus* and coniferous plantation in Gambo District, southern Ethiopia. **Acta Agricultura e Scandinavica Section B: Soil and Plant Science**. v.62, p.467-476, 2012.
- DIAS, H.C.T. et al. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Lavras, Minas Gerais – Brasil. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.1-16, 2002.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p.11-18, 2003.
- GARLET, J.; COSTA, E.C.; BOSCARDIN, J.; DEPONTI, G.; SHWENGBER, C.R.; MACHADO, L.M. Leptocybe invasora em *Eucalyptus sp.* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2175-2177, 2013.
- GEOGRAFOS. Posicionamento geográfica. Disponível em: <<https://goo.gl/e7bvRp>>. Acesso em: 09 ago. 2018>.
- GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; ROCHA, J.H.T.; CALIMAN, J.P.; TRAZZI, P.A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne**, Lavras, v.20, n.1, p.11-20, 2014.
- GOMES, M.V.; BUMBIERIS, I.M.; MATOS, F.A.; CREMON, T.; YOSHIY, M.L.; DANIEL, O.; CARVALHO, R.P. Produção de serapilheira e teor de magnésio no solo de um sistema silvipastoril sob diferentes espaçamentos de eucalipto. **Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão/UFMG**, Resumos expandidos e trabalhos completos, Dourados, Editora UFGD, p.1-5. 2011.
- HASSE, G. Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal. Porto Alegre: Já Editores, 2006.127 p.
- IBÁ. **Relatório IBÁ 2016**. Disponível em <<https://goo.gl/LhVAxR>>. Acesso em: 16/11/2017.
- LAFETÁ, B.O. **Eficiência nutricional, área foliar e produtividade de plantações de eucalipto em diferentes espaçamentos estimados com redes neurais artificiais**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina-MG, 2012.
- MAGALHÃES, W.M.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIUM, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Desempenho silvicultural de espécies de **Eucalyptus spp.** em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Revista Floresta e Ambiente**, v.12, n.2, p.01-07, 2006.
- MAMAN, A. P. de; SILVA, C. J. da; SGUAREZI, E. de M.; BLEICH, M. E. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerradão no sudoeste de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.5, n.1, p.71-84, 2007.

- MARCOLINO, L. **Crescimento de clones de eucalipto em quatro espaçamentos de plantio no interior de São Paulo**. 2010. 36 p. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-Rio De Janeiro-RJ, 2010.
- MATEUS, F.A.; MIRANDA, C.C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P.H.A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.336-343, 2013.
- MOMOLLI, D.R.; SCHUMACHER, M.V.; DICK, G.; GUIMARÃES, C.C.; SOUZA, H.P. Produção de serapilheira em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden estabelecido em solo sujeito a arenização no sul do Brasil. In: **III Congresso Brasileiro de Eucalipto**, 2015. Vitória. Anais. Vitória: Centro de Desenvolvimento do Agronegócio, 2015.
- OLIVEIRA, E.B.; OLIVEIRA, Y.M.M.; SCHAITZA, E.G. **Plantações florestais comerciais e a biodiversidade**. In: OLIVEIRA, Y.M.M.; FRITZSONS, E.; QUEIROZ, E.C. Plantações florestais: Geração de benefícios com baixo impacto ambiental. Embrapa florestas, 2016. 100 p.
- OLIVEIRA, T.K. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de cerrado. 2005. 150p. Tese (**Doutorado em Florestas de Produção**) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- 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. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p.109-123.
- PINTO, C.B.; MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da floresta Atlântica. **Revista Floresta**, v.33, n.3, p.257-264, 2003.
- REIS, G.G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob 34 diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.1, p.1-18, jan./mar. 1989.
- SANTOS, A.F.A; CARNEIRO, A.C.P; MARTINEZ, D.T, CALDEIRA, S.F. Capacidade de Retenção Hídrica do Estoque de Serapilheira de Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v.24, 2017.
- SANTOS, J.C; SCHUMACHER, M.S; WITSCHORECK, R; ARAÚJO, E.F; LOPES, V.G. Nutrientes na serapilheira acumulada em um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith em São Gabriel, RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.2, n.1, p.1-8, 2014.
- SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. Lavras, 433 p.,1997.
- SCHUMACHER, M.V; CORRÊA, R.S; VIERA, M.; ARAÚJO, E.F. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus maidenii*. **Cerne**, Lavras, v.19, n.3, p.501-508, 2013.
- SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus torelliana F. Muell**. 1992. 104p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.
- SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M. Ciclagem de nutrientes em plantações de eucalipto. In: VIERA, Márcio; SCHUMACHER, Mauro Valdir (Org.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2016. Cap. 9. p. 271-306.

SILVEIRA E.R.; REINER, D.A; SMANIOTTO, J.R. Efeito do espaçamento de plantio na produção de madeira e serapilheira de *Eucalyptus dunnii* na região sudoeste do paraná.

**Revista Técnico-Científica do CREA-PR.** 2. Ed. 2014.

TEIXEIRA, P.R.; FERREIRA, R.Q.S.; CAMARGO, M.O.; SILVA, R.R.; SOUZA, P.B. Produção de serapilheira de duas fisionomias do domínio Cerrado, Gurupi, Tocantins.

**Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.11, n.5, p.45-50, 2016.

TEIXEIRA, P.R.; FERREIRA, R.Q.S.; CAMARGO, M.O.; SOUZA, P.B.; TAVARES, R.C. Variação temporal de nutrientes NPK na serapilheira de duas fisionomias do domínio cerrado, Gurupi - TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.11, n.3, p.39-46, 2016.

TONELLO, K.C. **Comportamento ecofisiológico de clones de *Eucalyptus***. 2010. 149 p. Tese (Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2010.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, E.F.; NASCIMENTO, P.; SILVA, A.G.; SANTOS, G.A.; GOMES JÚNIOR, D. Efeito de Atividades Antrópicas Sobre a Mata do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Minas Gerais – Campus São João Evangelista (IFMG-SJE). **Revista Agroambiental**. Agosto, 2011.

SILVA, C. R. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2005. 51p. Dissertação Mestrado – ESALQ, Piracicaba, 2005.

SILVA, J.F. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamentos**. 1990. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 1990.

VENTURIN, N.; JÚNIOR, E.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, R.P. Histórico. In: VALE, A.B.; MACHADO, C.C.; PIRES, J.M.M.; VILAR, M.B.; COSTA, C.B.; NACIF, A.P. **Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2013. 551p.

VIERA, M.; BONACINA, D.M.; SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. Biomassa e nutrientes em povoamento de *Eucalyptus urograndis* na Serra do Sudeste-RS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, sup.1, p.2481-2490, 2012.

VIERA, M. Crescimento inicial e produtividade em plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acácia mearnsii* em sistema agrossilvicultural. 2010. 140p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

VIERA, M. Dinâmica nutricional em um povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* em Eldorado do Sul-RS, Brasil. 2012. 119 p.

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

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V; CALDEIRA, M.V.W. Dinâmica de decomposição e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* no Sul do Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.351-360, 2013.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V. Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.2, p.225-233, 2010.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

VITAL, B.R., DELLA LUCIA, R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, v.11, n.2, p.132-145, 1987.

WERNECK, M.S.; PEDRALLI, G.P.; 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 Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.195-198, 2001.