

A SERRAPILHEIRA COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL EM FRAGMENTOS DE *EUCALYPTUS*

Winkler José Pinto¹
André Batista de Negreiros²

175

Resumo: Transformações nas paisagens naturais do planeta, tornam-se cada vez mais impactantes ao ambiente. Dentre estas transformações, a monocultura age como um fator de redução da biodiversidade na região onde ocorre. Desta forma, este estudo busca compreender a influência da silvicultura do eucalipto sobre o ambiente no qual está inserido. Para tal, foram realizadas análises sobre a serrapilheira, como um bioindicador de qualidade ambiental, onde foram mensuradas as suas taxas de decomposição e capacidade de retenção hídrica. O estudo foi realizado em três áreas amostrais: Área 1, com população de *Eucalyptus urophylla*, que apresentou perda de massa da serrapilheira foliar de 16,67%; a Área 2, composta por *Eucalyptus citriodora*, e perda de 19,33%; e Área 3, parcela de vegetação espontânea com predomínio da espécie *Calophyllum brasiliense*, apresentou perda de 18,67%. A área onde a fração foliar demonstrou maior capacidade de retenção hídrica foi de *E. citriodora* (173%), seguido pela *E. urophylla* (119%) e *C. brasiliense* (73%). Conclui-se que as áreas de eucaliptais avaliadas nesta pesquisa, não apontaram grandes diferenças nos valores encontrados em relação a área de vegetação natural.

Palavras-chave: Decomposição da Serrapilheira; Retenção Hídrica da Serrapilheira; Silvicultura de Eucalipto; Indicadores de Qualidade Ambiental; Hidrologia Florestal.

THE LITTER AS A BIOINDICATOR OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN FRAGMENTS OF *EUCALYPTUS*

Abstract: Transformations in the natural landscapes of the planet become increasingly impacting the environment. Among the

¹ Universidade Federal de São João Del Rei.

² Professor Adjunto - Universidade Federal de São João Del-Rei.

transformations, monoculture acts as a factor to reduce biodiversity in the region where it occurs. In this way, this study seeks to understand the influence of eucalyptus silviculture on the environment in which it is inserted. For this, analyses were performed on the litter, as a bioindicator of environmental quality, where its rates of decomposition and water retention capacity were measured. The study was carried out in three sample areas: Area 1, with a population of *Eucalyptus urophylla*, which showed a loss of leaf litter mass of 16.67%; Area 2, composed of *Eucalyptus citriodora*, and loss of 19.33%; and Area 3, a portion of spontaneous vegetation with a predominance of the species *Calophyllum brasiliense*, presented a loss of 18.67%. The area where the leaf fraction showed the highest water retention capacity was *E. citriodora* (173%), followed by *E. urophylla* (119%) and *C. brasiliense*. It is concluded that the eucalyptus areas evaluated in this research did not show large differences in the values found in relation to the area of natural vegetation.

Keywords: Decrease of Litter; Water Retention of Litter; Eucalyptus Forestry; Environmental Quality Indicators; Forestry Hydrology.

LA SERRAPILHEIRA COMO BIOINDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL EN FRAGMENTOS DE *EUCALYPTUS*

Resumen: Las transformaciones en los paisajes naturales del planeta, se vuelven cada vez más impactantes al ambiente. Entre las transformaciones, el monocultivo actúa como un factor de reducción de la biodiversidad en la región donde ocurre. De esta forma, este estudio busca comprender la influencia de la silvicultura del eucalipto sobre el ambiente en el cual está inserto. Para ello, ha realizado análisis sobre la serrapilheira como un bioindicador de calidad ambiental, donde se midieron sus tasas de descomposición y capacidad de retención hídrica. El estudio fue realizado en tres áreas muestrales: Área 1, con población de *Eucalyptus urophylla*, que presentó pérdida de masa de la serrapilera foliar del 16,67%; el Área 2, compuesta por *Eucalyptus citriodora*, y pérdida del 19,33%; y Área 3, parcela de vegetación espontánea con predominio de la especie *Calophyllum brasiliense*, presentó pérdida del 18,67%. El área donde la fracción foliar demostró mayor capacidad de retención hídrica fue de *E. citriodora* (173%), seguido por *E. urophylla* (119%) y *C. Brasiliense*. Se concluye que las áreas de eucaliptales evaluadas en esta investigación, no apuntaron grandes diferencias en los valores encontrados en relación al área de vegetación natural.

Palabras clave: Descomposición de la Serrapilheira; Retención Hídrica de la Serrapilheira ; Silvicultura de Eucalipto; Indicadores de Calidad Ambiental; Hidrología Forestal.

Introdução

O modo de uso da terra desenvolvido pelos humanos, que modificam as paisagens naturais de acordo com suas necessidades e interesses próprios, por exemplo, trocam áreas de vegetação natural heterogênea por monoculturas, estão sendo cada vez mais impactantes ao ambiente. Mesmo que o uso do solo seja diferente ao redor do planeta, as consequências são similares em todas as localidades, com o efeito de degradação e fragmentação dos ecossistemas (FOLEY *et al.*, 2005). O processo de fragmentação do ambiente existe naturalmente, mas tem sido intensificado pela ação humana, resultando em grande número de problemas ambientais. (ALMEIDA, 2008).

Atualmente, identificar esses efeitos da fragmentação dos habitats sobre a biodiversidade brasileira e propor linhas de ação para mitigar seus impactos, tem sido um grande desafio enfrentado por cientistas, políticos e outros agentes sociais responsáveis pela conservação da natureza. Tal desafio torna-se complexo pela grande extensão e heterogeneidade do território e pela alta velocidade de destruição das suas paisagens naturais (MMA, 2003; FOLEY *et al.*, 2005).

Desta forma, para uma melhor gestão de manejo ambiental, é de suma importância que a paisagem seja analisada de forma integrada e interdisciplinar, com a interação entre diferentes áreas do conhecimento. A partir desta abordagem, constrói-se o campo da Geoecologia, que conecta conceitos e conhecimentos geográficos e ecológicos, trazendo como resultado, a melhor contribuição de cada área para o conhecimento e gestão do meio ambiente (NUCCI, 2007).

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

A perda da biodiversidade na Terra tem consequências diretas e indiretas na qualidade de vida no planeta. Quanto menor a quantidade de florestas nativas, menos recursos e condições existirão naquela região e, assim, menos espécies sobreviverão naquele local. Quanto mais combinações existirem entre os recursos e as condições de um ambiente, maior será a sua biodiversidade e heterogeneidade da paisagem, implicando em uma maior quantidade de características ambientais e maior diversidade de espécies (PÁDUA e CHIARAVALLOTI, 2012).

Assim, para o estudo da biodiversidade, é necessário levar em consideração as partes e processos de uma área e suas integrações ao longo do tempo e espaço, além das trocas desse sistema com o ambiente externo, entre outros fatores (MESSIER e PUEITTMANN, 2011).

Sob a ótica da ecologia, ao ocorrer o desmatamento da região para a introdução de uma monocultura, tal como a silvicultura, ou até mesmo pasto para a criação de gado, essas novas espécies irão servir inicialmente como abrigo e alimento para algumas, porém a heterogeneidade deste novo plantio é menor do que a encontrada na vegetação nativa. Desta forma, a substituição de uma paisagem complexa natural por uma homogênea, diminuirá a biodiversidade dessa região (PÁDUA e CHIARAVALLOTI, 2012).

Existente no Brasil desde o final do século XIX, a silvicultura tem sido apontada como indutor de desertificação em associação ao ressecamento do solo, e desestabilizadora da ciclagem de nutrientes (LIMA, 1996). O Eucalipto consome uma alta quantidade de água do solo, e suas raízes atingem altos níveis de profundidade, fazendo com que ocorra um déficit no balanço hídrico, sendo desta forma prejudicial ao lençol freático podendo ocasionar o rebaixamento de seu nível (CANNELL, 1999; VIANA, M. B. 2004).

Em culturas de Eucaliptais, são encontradas baixas taxas de decomposição da serrapilheira, gerando o acúmulo deste material na superfície do solo, consequentemente, aumentando a quantidade de nutrientes na interação entre

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

serrapilheira e solo, acarretando desta forma, na produção de uma serrapilheira com a qualidade nutricional baixa (ADAMS e ATTIWIL, 1986; LOUZADA *et al.*, 1997; GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002).

Em alguns casos podem ocorrer efeitos alelopáticos em espécies arbóreas nativas e introduzidas. A alelopatia é amplamente considerada uma das maiores causas da redução da biodiversidade em plantações de *Eucalyptus* (CHAOJUN *et al.*, 2014). O contínuo uso da terra para a monocultura do Eucalipto pode fazer com que haja o acúmulo de fitotoxinas no solo, empobrecendo e comprometendo assim, a sua capacidade de fertilização (ZHANG e FU, 2009).

Por outro lado, pesquisas apontam diferentes efeitos sobre a cultura de Eucalipto, o que gera uma grande aversão a sua utilização na silvicultura. Estudos comprovam que as espécies plantadas no Brasil possuem resposta estomática à disponibilidade de água (LIMA *et al.*, 2003) e que em áreas eucaliptais a evapotranspiração anual e o uso de água do solo são comparáveis com as áreas de Mata Atlântica (ALMEIDA e SOARES, 2003).

Devido a capacidade de apontar níveis de degradação ou recuperação de um ambiente, são utilizados para supervisionar as alterações nos ecossistemas, os chamados bioindicadores de qualidade ambiental (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000; KLUMPP, 2001). Estes bioindicadores permitem o levantamento de informações referentes aos agentes responsáveis pela perturbação do ambiente, e possibilitam a partir dos dados obtidos, o monitoramento dos efeitos e consequências das perturbações sobre os organismos vivos (EEA, 2000; KLUMPP, 2001).

A serrapilheira, que é responsável por incontáveis funções no equilíbrio e dinâmica do ambiente, corresponde a camada mais à superfície do solo, que é composta pela fração folha, galhos, restos de organismos vivos, detritos, solo, entre outros (COSTA *et al.*, 2010). Associada à atividade biogênica no topo do solo, propicia altas taxas de infiltração e estocagem das águas pluviais nos solos, permitindo a alimentação perene das

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

descargas fluviais básicas (COELHO NETTO, 2005). Além disso, a sua produção controla a ciclagem de nutrientes que voltam para o solo, e seu acúmulo está relacionado à atividade dos agentes decompositores e ao grau de perturbação dos ecossistemas (BRUN *et al.*, 2001; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003). De forma que a serrapilheira se torna um importante agente no controle da ciclagem de nutrientes do solo (BARNES *et al.*, 1997).

A ação da serrapilheira está relacionada também a retenção e armazenamento de parcelas de água que ultrapassam o dossel florestal (VALEJJO, 1982). Estudos disponibilizam uma gama de valores relacionados a retenção de umidade obtidos em diferentes partes do planeta, e são visualizados principalmente, informações qualitativas que se relacionam ao tipo de material aferido (LOWDERMILK, 1930; STERNBERG, 1949; BLOW, 1955).

Os resíduos da serrapilheira em plantações de Eucalipto representam uma proporção significativa de matéria orgânica e nutrientes do local. O seu manejo pode influenciar a produtividade de plantio a longo prazo por meio de mudanças na matéria orgânica do solo e no suprimento de nutrientes (D.S. MENDHAM *et al.*, 2002).

A serrapilheira aponta alterações em seu processo de decomposição e acúmulo quando há perturbação no ecossistema. A sua estrutura funcional demonstra ser eficiente quanto ao entendimento dos distúrbios ambientais, funcionando assim como um bom indicador de qualidade do ambiente (TADAKI, 1977; KLUMPP, 2001; MACHADO *et al.*, 2008).

Diante dos fatos apresentados e dos diferentes estudos que evidenciam os efeitos do plantio de Eucalipto na biodiversidade dos ecossistemas (PÁDUA e CHIARAVALLI, 2012). O seguinte artigo tem como objetivo apresentar análises que foram realizadas sobre a qualidade ambiental em áreas de monocultura de *Eucalyptus*, a fim de discutir possíveis impactos causados por estas espécies no ambiente.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

Tal pesquisa foi desenvolvida através de análises sobre bioindicadores de qualidade ambiental, como, a decomposição e capacidade de retenção hídrica da fração foliar da serrapilheira em fragmentos de eucaliptais que foram selecionados neste estudo como áreas experimentais. Partindo das hipóteses, que o material coletado nas áreas amostrais onde é realizada a cultura de *Eucalyptus*, os valores referentes as taxas de decomposição da serrapilheira foliar serão menores quando comparados com os números observados na área de vegetação natural, enquanto os valores relacionados a capacidade de retenção hídrica as parcelas de eucaliptais indicaram taxas superiores as da área de vegetação natural.

Materiais e Métodos

Os procedimentos desenvolvidos neste estudo foram realizados na bacia do Córrego do Lenheiro, que está inserida nos limites do município de São João Del-Rei, município localizado à aproximadamente 175 km de distância ao sul da capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, situada na mesorregião do Campos das Vertentes, região centro-sul do estado. Segundo a classificação de Köppen o clima é o Cwa, temperado e úmido, com duas estações bem definidas, verão quente e úmido, e inverno frio e seco (DA MOTTA *et al.*, 2006). A temperatura média anual do município é de 19,2°C, com precipitação média de 1456,3 mm por ano (INMET).

O limite total da bacia do Córrego do Lenheiro ocupa uma área estimada em 2.715,72 ha., sua formação data próximo de 1,6 bilhões de anos, com altitude máxima atingindo 1.262 m. Geologicamente falando, é um conjunto no qual se insere também a Serra de São José, que são separadas pelo vale do Rio das Mortes (TAVARES, 2011). Considerado um anticlinal falhado, a Serra do Lenheiro, conta com pacote basal de quartzitos na sequência superior, e conglomerados situados na passagem dos quartzitos para os

filitos, supondo ser um ambiente de deposição fluvial. (VALERIANO, 1985). A vegetação natural predominante na região é caracterizada como campo cerrado e cerrado (CETEC, 1989).

Para as análises foram escolhidas três parcelas amostrais de fragmentos de matas inseridas nos limites da bacia do Córrego do Lenheiro (Figura 1). Sendo duas dessas áreas eucaliptais, e uma terceira constituída por vegetação arbóreo-arbustivo, para servir de área controle afim de comparação entre os dados coletados.

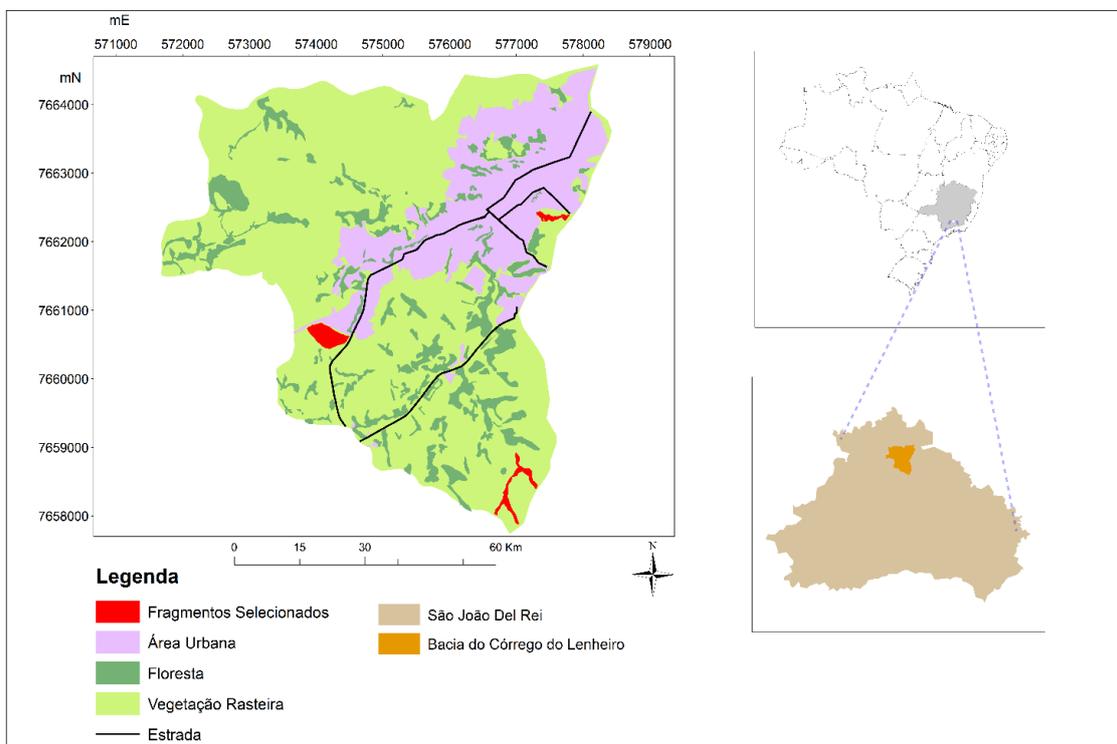


Figura 2: Mapa de Localização da Bacia do Córrego do Lenheiro no Município de São João Del Rei - MG.

A Área 1 (21 09' 14"S, 44 17' 08"W), localizada próxima ao Residencial Tijuco, é composta por *Eucalyptus urophylla*, uma clássica área de silvicultura voltada para a produção de madeira para fins comerciais, caracterizada pelo espaçamento uniforme entre suas árvores. A Área 2 (21 08' 18"S, 44 15' 14"W), situada no 11º Batalhão de Infantaria de PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de *Eucalyptus*

Montanha, composta pelos *Eucalyptus citriodora*, que diferente da denominada Área 1, os *Eucalyptus* inseridos nesta não foram plantados com a finalidade de produção comercial. Na Área 3 (21 10' 17"S, 44 15' 29"W), constituiu a coleta de dados da espécie *Calophyllum brasiliense*, popularmente conhecida na região como Cedro-do-Mangue, espécie característica da vegetação natural local. O Mapa a seguir (Figura 2), ilustra a localização das três áreas amostrais citadas na Bacia do Córrego do Lenheiro.

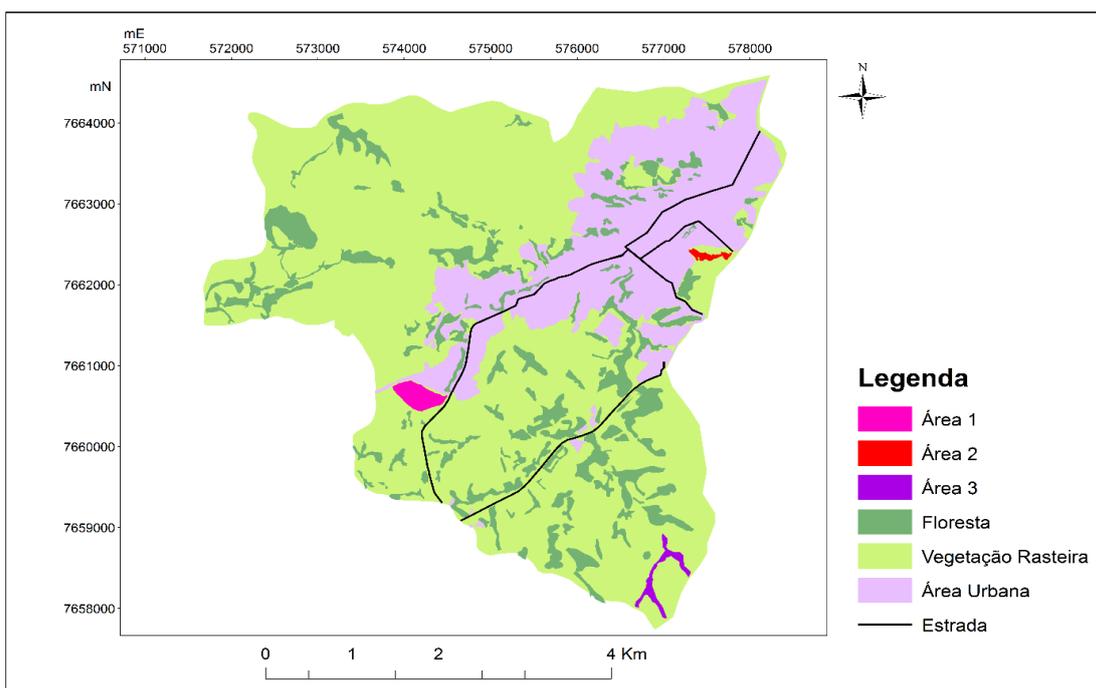


Figura 3: Mapa de Localização e Identificação dos Fragmentos Seleccionados Para Análise.

O presente estudo consistiu em uma análise da decomposição da serrapilheira, através da mensuração em escala temporal da sua perda de massa, e na realização de estudos referentes a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira amostrada. Estas análises foram realizadas em áreas de plantações de Eucalipto, e da mesma forma em áreas compostas por vegetação natural, para efeito de comparação entre os resultados obtidos nos dois tipos de manejo do solo.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

A decomposição da serrapilheira foliar foi avaliada através da metodologia dos *litter bags*, que consiste no uso de pequenas sacolas de decomposição, que permitem a mensuração em escala temporal da perda de massa do material aferido (SCORIZA *et al.*, 2012). Este método foi desenvolvido por Bockock e Gilbert (1957). Foram utilizadas para o preenchimento dos *litter bags* neste estudo, a fração foliar recém depositada sobre a superfície do solo, o denominado horizonte O₁ da serrapilheira (VALLEJO, 1982).

No início do mês de março de 2017 foi realizada a coleta inicial do material a ser amostrado, com o auxílio de sacolas plásticas para o armazenamento e transporte dos materiais até o laboratório de Geologia e Pedologia da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ). Em laboratório, as amostras foram postas em uma estufa a 75°C, até que o material atingisse peso constante. Após este processo, a fração foliar foi inserida dentro das sacolas de nylon, os *litter bags*, com malha de 1 mm de espessura, e com dimensões de 15 cm x 10 cm (Figura 3).



Figura 4: 1 - Imagem de um *litter bag* que foi utilizado no estudo. 2 - Atuação dos *litter bags* em campo.

Em cada um destes recipientes, foram acondicionadas 3 g de folhas. De maneira que no dia 24 de março de 2017, foram depositados de forma aleatória, oito *litter bags* dentro de cada área amostral, totalizando no uso de 32 *litter bags* para a realização das análises referentes a decomposição da serrapilheira, seguindo metodologia semelhante à utilizada em Anderson e Igram, (1996); Guo e Sims (1999); Costa *et al.* (2005); Scoriza *et al.* (2012); Silva-Junior *et al.* (2014) e Vieira *et al.* (2014). O recolhimento deste material amostral ocorreu quinzenalmente, sendo recolhido um *litter bag* por vez em cada parcela. Resultando na duração total de 120 dias deste processo realizado em campo, sendo finalizadas as coletas no dia 22 de julho de 2017.

As coletas de dados em campo foram realizadas cuidadosamente para que não houvesse a perda de massa de material durante a coleta e transporte do mesmo. Os *litter bags* coletados foram transportados para o laboratório dentro de pequenos sacos plásticos bem vedados. Após esta etapa, com o auxílio de pincel e pinça foi realizado o processo de triagem deste material, separando a fração foliar, objeto de estudo desta pesquisa, das demais partes, tal como, raízes, espécies de sub-bosque, insetos, partículas de solo, dentre outros. Posteriormente a triagem, a fração foliar era levada para secagem em uma estufa a 75°C, onde era mantida até obter peso constante para pesagem final (Figura 4), segundo metodologia proposta por Guo e Sims (1999); Scoriza *et al.* (2012); Silva-Junior *et al.* (2014) e Vieira *et al.* (2014).



Figura 5: Processos realizados em laboratório, para mensuração da perda de massa da serrapilheira foliar das amostras: 1- Triagem do Material; 2 - Secagem em Estufa; 3 - Pesagem do material.

Para calcular o percentual do peso seco da fração foliar restante nos *litter bags*, utilizou-se a equação proposta por Guo e Sims (1999) (Equação 1):

$$W_{\%} = \frac{W_t}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

Onde: **W%** é igual ao percentual de folhas restantes no *litter bag*; **W_t** corresponde ao peso seco, em g, das folhas remanescentes no *litter bag* no tempo t (t = 15, 30, 45, ..., 105 e 120 dias); e o **W₀** equivale ao peso seco inicial, em g, das folhas no *litter bag*.

Foi realizada a caracterização da estrutura da vegetação dentro de um raio de 10 m² nas localidades em que estavam instalados os *litter bags*. Nestas áreas foi mensurada com o auxílio de uma trena, a circunferência à altura do peito (CAP) das árvores selecionadas, para posteriormente, serem alcançados os valores referentes ao diâmetro à altura do

peito (DAP), através da divisão do CAP por π ($\text{Pi} = 3,1416$), como sugere a equação proposta por MacDicken (1991) (Equação 2):

$$\text{DAP} = \text{CAP} / \pi \quad (2)$$

Da mesma maneira, foi estimado com o auxílio de uma escala graduada, a altura média das árvores nos determinados quadrantes.

Para a obtenção de valores referentes às taxas de capacidade de retenção hídrica da serrapilheira amostrada, foi utilizada a metodologia proposta por Blow (1955). Assim, em laboratório, as amostras de serrapilheira coletadas, ficaram imersas em água por um período de 90 minutos, onde logo após foram levadas para pesagem e colocadas para secagem em uma estufa a 100°C até atingir peso seco constante final (Figura 5).



Figura 6: Processos realizados em laboratório para mensuração da capacidade de retenção hídrica do material amostrado: 1 - Material imerso na água; 2 - Pesagem do material úmido; 3 - Secagem em estufa, para posterior pesagem do material seco.

A capacidade de retenção hídrica foi calculada em função do peso seco final do material amostrado, como mostra a equação 3:

$$\frac{(PI - PF) \times 100}{PF} = \text{Teor de umidade armazenado} \quad (3)$$

Onde: **PI** = Peso úmido inicial; e **PF** = Peso Seco Final.

Resultados e Discussões

Referente à caracterização vegetal que foi realizada nas áreas amostrais, as árvores inseridas na parcela amostral da referida Área 1, *Eucalyptus urophylla*, apresentaram DAP médio de 31,10 cm e altura média estimada em 20 m. Nas árvores avaliadas na Área 2, de *Eucalyptus citriodora*, foram encontrados valores referentes ao DAP médio de 30,02 cm e Altura média estimada em 18 m. Na Área 3, a de vegetação natural com predominância da espécie *Calophyllum brasiliense*, os valores encontrados referentes ao DAP médio foi de 14,71 cm e no que diz respeito à altura média 10 m.

Na tabela a seguir (Tabela 1) é possível a observação desses dados obtidos na caracterização da estrutura da vegetação das áreas amostradas, incluindo também os valores médios do CAP destas árvores.

Área Amostral	Média do CAP (cm)	Média do DAP (cm)	Altura Média Estimada (m)
Área 1	97,70	31,10	20
Área 2	94,30	30,02	18
Área 3	46,20	14,71	10

Tabela 1: Caracterização da estrutura vegetal: Valor médio do CAP, DAP e altura média estimada.

O fato a ser destacado a partir dos dados citados referentes a caracterização da estrutura vegetal é a discrepância no porte das árvores encontradas nas áreas de eucaliptais, quando comparadas com as árvores da região de predominância da espécie *C. brasiliense*. Os valores médios referentes ao DAP e Altura Estimada das espécies de

Eucalyptus vistos aqui, chegam a praticamente o dobro das dimensões em relação à espécie *C. brasiliense*.

Em relação aos dados correspondentes as taxas de decomposição da serrapilheira foliar, os resultados foram o seguinte. Na Área 1, a decomposição da massa foliar foi de 16,67%, remanescendo 83,33% do seu peso inicial durante o período de 120 dias (Figura 6). Na Área 2, esta perda foi de 19,33%, remanescendo 80,67% de sua massa inicial no fim dos estudos (Figura 7). Enquanto na Área 3, parcela amostral com a predominância da espécie *C. brasiliense*, a decomposição da serrapilheira aferida foi de 18,67%, restando 81,33% de sua massa foliar inicial (Figura 8).

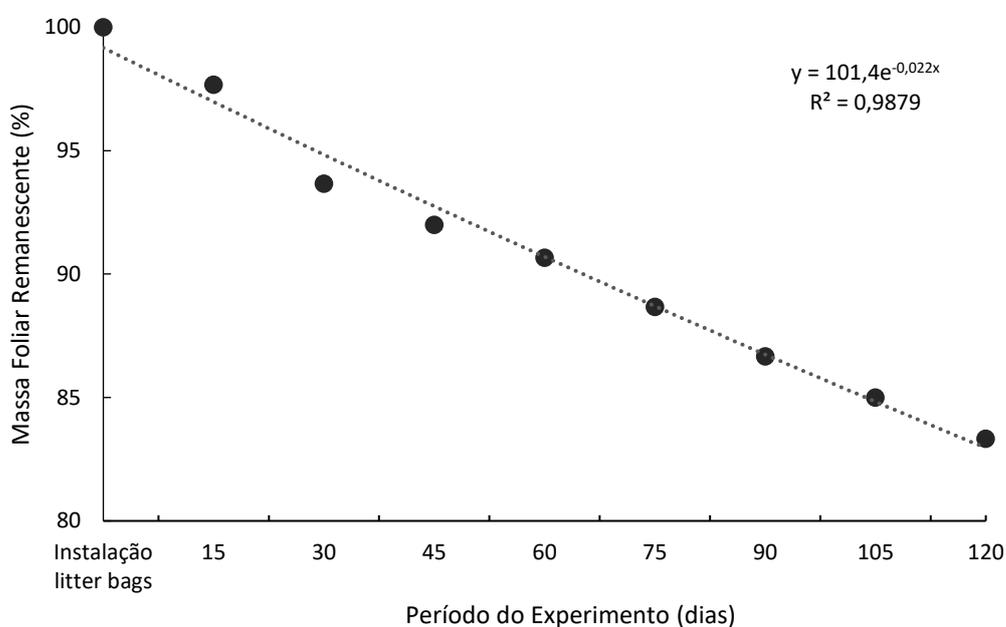


Figura 7: Massa foliar remanescente nos litter bags na Área 1.

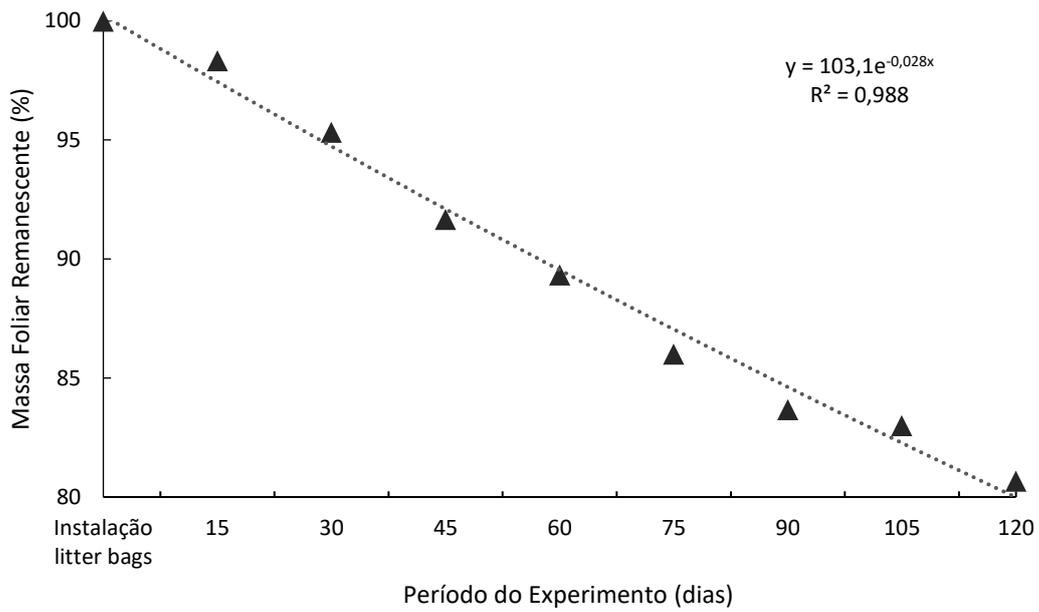


Figura 8: Massa foliar remanescente nos litter bags na Área 2.

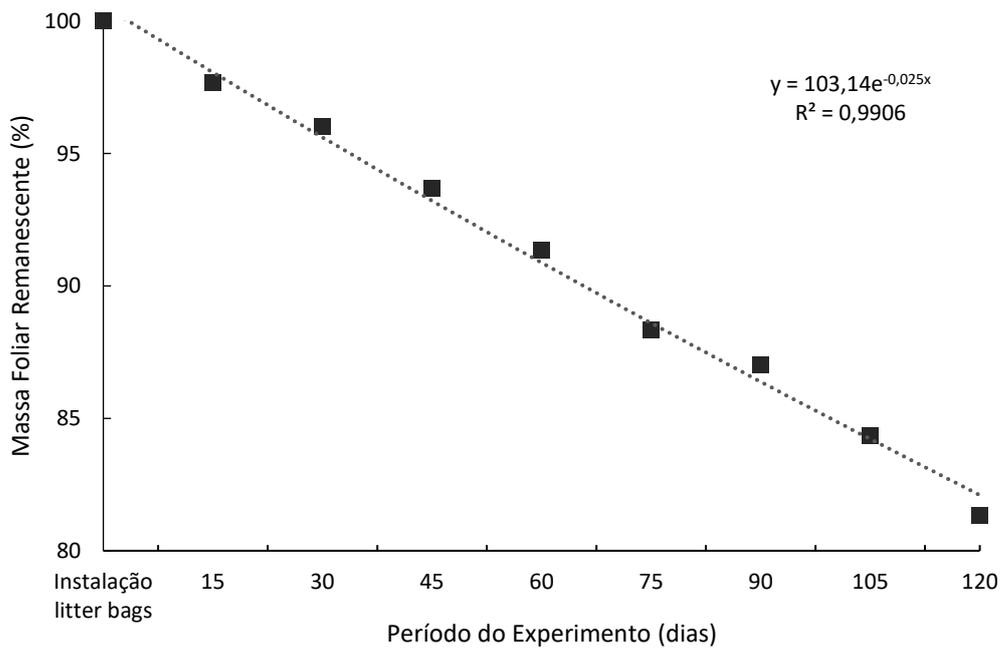


Figura 9: Massa foliar remanescente nos litter bags da Área 3.

O gráfico presente na Figura 9 possibilita a visualização da decomposição da serrapilheira amostrada em uma escala temporal, e do valor final da massa foliar remanescente nos *litter bags* posicionados nas três áreas amostrais. Com o intuito, de facilitar a observação e comparação entre as perdas de massa ocorrida no determinado período do experimento.

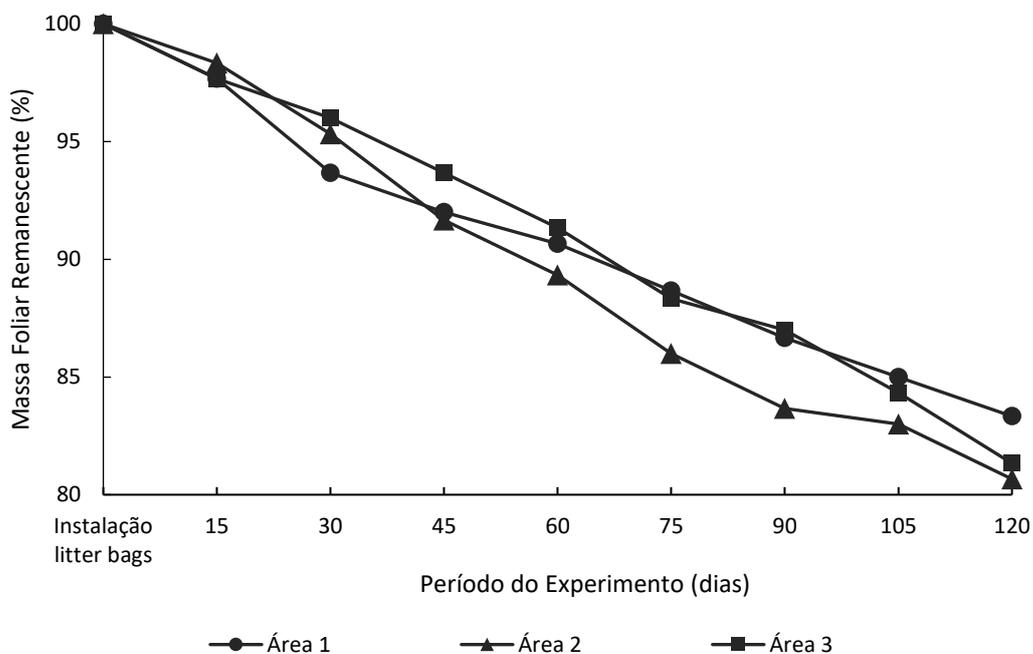


Figura 10: Massa foliar remanescente nos litter bags das três diferentes áreas amostradas.

A partir da análise deste gráfico (Figura 9) é possível observar que o local onde ocorreu a maior taxa de decomposição da serrapilheira foliar, foi na Área 2 (19,33%), seguido pela área composta por vegetação natural, Área 3 (18,67%), sendo a diferença pequena entre as taxas de decomposição dessas duas áreas, apenas 0,67% para ser exato. A Área 1 foi à parcela amostral onde houve menor taxa de decomposição da serrapilheira (16,67%). É possível notar que não houveram discrepâncias nos valores encontrados nas diferentes áreas amostradas aqui neste estudo. Este fato pode ter ocorrido por conta

do período de duração em que os experimentos em campo foram submetidos, sendo possível que, se houvessem mais tempo para a mensuração referente às taxas de decomposição do material aferido, poderiam ser encontradas diferenças consideráveis nestes valores.

É importante salientar, que o seguinte estudo foi realizado em um período de baixa precipitação nas áreas amostrais. Dados da Estação A514 – São João Del Rei, apontaram que choveu 84 mm nos quatro meses em que teve duração o experimento, o que representa apenas 5,8% da média de precipitação anual do município (INMET, 2017). Segundo Costa *et al.* (2005), as taxas de decomposição da serrapilheira foliar sofrem grande influência da precipitação pluviométrica, sendo os períodos de maior precipitação responsáveis pelas maiores taxas de decomposição. Desta forma, sugere-se que caso este experimento tivesse ocorrido em um período de maior precipitação pluviométrica, o comportamento demonstrado pelas taxas de decomposição da serrapilheira teriam indicados valores diferentes, certamente, taxas de decomposição superiores as encontradas.

Para melhor compreensão sobre os valores destas taxas de decomposição, são apresentados para discussões valores apontados por outros autores em estudos semelhantes. Tal como em Costa *et al.* (2005) que encontraram perda de massa foliar próxima a 30%, em um plantio de *Eucalyptus grandis*, no Norte Fluminense (RJ), no período de um ano de decomposição desta fração foliar. Levando em consideração este período maior, as taxas de decomposição foliar encontradas neste estudo demonstraram ter ocorrido de forma mais acelerada que na pesquisa dos autores supracitados. Destacando novamente que este estudo foi realizado em um período de baixa precipitação, enquanto Costa *et al.* (2005), agregaram também períodos de altas precipitações pluviométricas, fator este que como apontado pelos próprios autores, tem forte influência na decomposição da serrapilheira foliar, sendo estes períodos, os de

maiores concentrações das chuvas, responsáveis pelos aumentos das taxas na decomposição da serrapilheira.

Dutta e Agrawal (2001) em estudos realizados na Índia, encontraram valores referentes a perda de massa da serrapilheira foliar para *Acacia auriculiformis* 58%; *Cassia siamea* 56%; *Casuarina equisetifolia* 66%; *Eucalyptus hybrid* 50% e *Gravellia pteridifolia* 42%, após um ano de decomposição. Guo e Sims (2001) citam perdas de 53,9%; 66,9% e 58,5% da massa foliar, em pesquisa realizada na Nova Zelândia, em área amostral de povoamento de *Eucalyptus globulus*, também no período de um ano de decomposição da massa foliar. Sankaran (1993), em estudo realizado na Índia, com duração de 18 meses, encontrou taxa de decomposição no valor de 64%, em povoamento de *Eucalyptus tereticornis*.

É possível observar uma grande variação nos valores das taxas de decomposição da massa foliar aferida entre as diferentes espécies de *Eucalyptus* nos estudos mencionados. Tal variação ocorre devido a fatores externos, como por exemplo, alterações na temperatura do solo e na umidade, e da mesma forma pela influência de fatores internos, tais como podem ser mencionados, diferença na concentração de nutrientes, no teor de lignina que se diferenciam entre as espécies e são influenciadas pelo meio onde estas estão inseridas. Este fato demonstra que a taxa de decomposição está relacionada diretamente com o tipo de espécie presente no ambiente (GUO & SIMS, 1999; DUTTA & AGRAWAL, 2001).

Esta constatação indica como estudos direcionados a compreensão do comportamento de certas espécies em áreas que apresentam diferentes composições na geologia, pedologia, clima, relevo, entre outras variáveis, podem ser importantes no momento da escolha de quais espécies inserir nestas determinadas localidades, optando por exemplares que demonstram melhor adaptação ao ambiente, a fim de causar o mínimo de impacto possível ao meio em que estas serão inseridas.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de *Eucalyptus*

Quanto aos números que referenciam as taxas de capacidade de retenção hídrica, a área amostral que apontou maior valor foi a Área 2, apresentando 173% de retenção de umidade. Seguido pela serrapilheira amostrada na Área 1, 119%. A Área 3 foi a parcela amostral que apresentou menor capacidade de retenção hídrica, apenas 73% (Tabela 2).

Área Amostral	Peso Úmido (g)	Peso Seco (g)	Capacidade de retenção hídrica (%)
Área 1	19,58	8,92	119
Área 2	23,99	8,78	173
Área 3	14,84	8,58	73

Tabela 2: Valores referentes a capacidade de retenção hídrica das áreas amostradas.

É notável a diferença entre os valores encontrados na Área 2, *E. citriodora*, e Área 3, *C. brasiliense*. Tal diferença na capacidade de retenção hídrica pode implicar em diferentes níveis de infiltração de água no solo e escoamento superficial, como apresentado segundo Vallejo (1982), Coelho Netto (1987) e Sato (2008), que apontam como a serrapilheira funciona de maneira que controla esse fluxo hídrico superficial nas camadas iniciais do solo.

Comparando com outras pesquisas, Blow (1955), utilizando esta mesma metodologia na análise da capacidade de retenção de umidade, para serrapilheira amostrada em florestas de Carvalho no Tennessee (EUA), obteve valores entre 200% e 250%. Em estudo realizado em florestas de pinheiros na Califórnia (EUA), Lowdwer milk (1930), encontrou valores variando próximo a 180%. Aqui no Brasil, Sternberg (1949) cita valores que chegam a 300%, em análise realizada na área do Itatiaia (RJ). Vallejo (1982) em pesquisa feita no Parque Nacional da Tijuca (RJ) encontra valores entre 134% e 320%, com uma média total dos valores de 248%. A partir dos valores observados nos estudos citados, os resultados obtidos nas áreas amostradas deste estudo, demonstraram uma capacidade de retenção hídrica relativamente baixa, com exceção da Área amostral 2,

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de *Eucalyptus*

onde o resultado encontrado se aproximou dos observados nos estudos mencionados, mas ainda assim se encontrando abaixo da média deles.

Tal comportamento nas taxas de capacidade de retenção hídrica apresentadas no presente trabalho, consideradas relativamente baixas em comparação com os demais estudos citados, podem ser explicadas pelo fato do tipo de material que foi utilizado nesta pesquisa. Como apontado na metodologia, o material amostral que foi usado para o levantamento dos dados, foi a camada recém depositada sobre a superfície do solo, o horizonte O₁, camada da serrapilheira que ainda está no início de sua decomposição e por isso apresenta superfície menor para a retenção de umidade, diferentemente do horizonte O₂, que já está em um estágio mais avançado de decomposição e desta maneira apresenta condições mais propícias para maior capacidade de retenção hídrica (SATO, 2008). Vallejo (1982), em testes realizados nos horizontes O₁ e O₂ da serrapilheira, apontou menores taxas na capacidade de retenção hídrica nas amostras coletadas no horizonte O₁. Assim como Coelho Netto (1985), que demonstrou valores menores referentes a capacidade de retenção hídrica nas parcelas do horizonte O₁ da serrapilheira em relação ao horizonte O₂.

Voight & Walsh (1976) também explicam sobre essa capacidade de retenção hídrica nos diferentes materiais encontrados nas distintas camadas da serrapilheira. Segundo os autores, a capacidade da retenção de umidade vai depender de diversos fatores peculiares apresentados por cada tipo de material, tais como, porosidade, área superficial da folha, constituição orgânica foliar, estrutura, entre outros. De forma que, o material presente no horizonte O₁, apresentam características que propiciam para uma menor taxa na capacidade de retenção hídrica.

Considerações Finais

A partir dos resultados obtidos correspondentes a decomposição da serrapilheira foliar foi possível observar que nas áreas avaliadas o Eucalipto não demonstrou grande

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

diferença na sua taxa de decomposição em relação a área de vegetação natural, demonstrando resultado diferente do que foi apontado pela primeira hipótese levantada.

Como citado anteriormente, as diferenças entre as taxas de decomposição não apresentaram discrepâncias. Tal fato pode ser atribuído pelo período das coletas, o que sugere também, uma possível inserção dos fragmentos de Eucaliptos no ambiente estudado ou alterações na qualidade do fragmento escolhido como área controle para esse estudo. Desta forma são necessários novos estudos relacionados a esta problemática, que sugere uma expansão no recorte espacial e temporal desta pesquisa. Pode ainda ser salientado que o experimento foi realizado no período de baixa precipitação pluviométrica, e como sugere Costa *et al.* (2005) se estes testes tivessem sido realizados em um período de maior precipitação as taxas de decomposição da serrapilheira apresentariam valores distintos dos que foram apontados.

Quanto à capacidade de retenção hídrica, as áreas eucaliptais apontaram maiores taxas do que a área de vegetação natural, confirmando a segunda hipótese levantada no início deste artigo. Como foi possível observar a diferença entre as distintas áreas foi acentuada, quando estes valores foram comparados com demais estudos que utilizaram metodologias semelhantes como em Sternberg (1949), Blow (1955) e Vallejo (1982), demonstraram taxas abaixo da média dos valores encontrados nos trabalhos citados.

Dessa forma, este estudo pode servir de auxílio para um manejo do solo menos impactante, tal como, na implantação de procedimentos relacionados à seleção de espécies na produção da silvicultura, através da escolha de espécies que melhor se adaptariam aos distintos ecossistemas.

Agradecimentos

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de *Eucalyptus*

À Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento da pesquisa através da bolsa concedida. A todos do 11º Batalhão de Infantaria de Montanha do Exército Brasileiro (11º BIMTH), por liberarem a realização de parte dos estudos dentro do Batalhão, e pelo ótimo tratamento concedido por eles no período de duração da pesquisa no local. Da mesma forma, agradecemos a todos que de alguma maneira tornaram possível a realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, M. A.; ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling and nitrogen mineralization in eucalypt forests south-eastern Australia. I. Nutrient Cycling and nitrogen turnover. *Plant and Soil*. v.92, p.319-339, 1986.
- ALMEIDA, A. C.; SOARES, J. V. Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (mata atlântica) na costa leste do Brasil. *Revista Árvore* 27(2): 159-170. 2003
- ALMEIDA, C. G. Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. Dissertação de mestrado em Gestão do Território, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2008.
- ANDERSON, Jonathan Michael; INGRAM, J. S. I. (Ed.). *Tropical soil biology and fertility*. Wallingford: CAB international, 1989.
- BARNES, B.V.; ZAK, D.R.; DENTON, S.R.; SPURR, S.H. *Forest Ecology*. Oxford: John Wiley & Sons, 1997.
- BLOW, Frank E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in eastern Tennessee. *J. Forestry*, v. 53, p. 190-195, 1955.
- BOCOCK, K.L.; GILBERT, O.J.W. The disappearance of litter under different woodland conditions. *Plant and Soil*, v.9, n.2, p.179-185, 1957.
- BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.2, p.277-285, 2001.
- CANNELL, Melvin G. R. Impactos ambientais das monoculturas florestais: uso da água, acidificação, conservação da vida selvagem e armazenamento de carbono. *Kluwer Academic Publishers. New Forests* 17: 239-262, 1999.
- CHAOJUN Chu, P.E. Mortimer, et al. Allelopathic effects of *Eucalyptus* on native and introduced tree species. *Forest Ecology and Management* 323, p. 79–84. Mar. 2014.
- COELHO NETTO, A.L. A Interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no Maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*. 2005.
- COELHO NETTO, A. L. Surface hydrology and soil erosion in a tropical mountainous rainforest drainage basin, Rio de Janeiro. *Katholieke Universiteit Leuven. Tese de Doutorado*. 181p, 1985.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

- COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú - RN. Revista *Árvore*, n.34, v.2, p.259-265, 2010.
- COSTA, Gilmar Santos; GAMA-RODRIGUES, Antônio Carlos da; CUNHA, Gláucio de Melo. Decomposição e liberação de nutrientes da serrapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. 2005.
- CETEC, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1989. Caracterização Ambiental da Bacia do Rio das Mortes. MG. Relatório Técnico Final. Vols. 1 e 2. Belo Horizonte.
- DA MOTTA, P. E. F. et al. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Zona Campos das Vertentes-MG. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2006.
- D.S. Mendham, K.V. Sankaran, A.M. O'Connell, T.S. Grove *Eucalyptus globulus* harvest residue management effects on soil carbon and microbial biomass at 1 and 5 years after plantation establishment. Sep. 2002.
- DUTTA, Raman Kumar; AGRAWAL, Madhoolika. Litterfall, litter decomposition and nutrient release in five exotic plant species planted on coal mine spoils. *Pedobiologia*, v. 45, n. 4, p. 298-312, 2001.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; FERREIRA, G.M.; BUDANT, L.S.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição da serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. *Ciência Florestal*, v.13, n.1, p.11-18, 2003.
- FOLEY, Jonathan A. et al. Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.
- GAMA-RODRIGUES, Antônio Carlos; BARROS, NF de. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dendê no sudeste da Bahia, Brasil. *R. Árvore*, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.
- GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 75, n. 1, p. 133-140, 1999.
- GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Eucalypt litter decomposition and nutrient release under a short rotation forest regime and effluent irrigation treatments in New Zealand: I. External effects. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 33, n. 10, p. 1381-1388, 2001.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Precipitação Pluviométrica do Ano de 2017 no Município de São João Del Rei – MG. 2017. Disponível em:

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 14 Nov. 2017.

- KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Eds.). Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001. p.77-94.
- LIMA, Walter de Paula; JARVIS, Paul; RHIZOPOULOU, Sophia. Stomatal responses of Eucalyptus species to elevated CO₂ concentration and drought stress. Scientia Agricola, v. 60, n. 2, p. 231-238, 2003.
- LIMA, W. P. (1996): "Impacto ambiental do eucalipto". São Paulo: EDUSP (2ª ed.), 301p.
- LOUZADA, J.N.C. et al. Litter decomposition in semideciduous forest and Eucalyptus spp. crop in Brazil: a comparison. Forest Ecology and Management, v.94, p.31-36,1997.
- LOWDERMILK, W. C. Influence of forest litter on run-off, percolation, and erosion. Journal of Forestry, v. 28, n. 4, p. 474-491, 1930.
- MACDICKEN, K. G.; WOLF, G. V.; BRISCOE, C. B. (1991). Standard research methods for multipurpose trees and shrubs. Arlington: Winrock International Institute for Agricultural Development/ICRAF. (Multipurpose Tree Species Network Series: Manual, 5). 92p.
- MACHADO, Murilo Rezende; RODRIGUES, Fátima Piña; PEREIRA, Marcos Gervasio. Produção de serrapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. Revista Árvore, v. 32, n. 1, 2008.
- MESSIER, Christian; PUETTMANN, Klaus J. Forests as complex adaptive systems: implications for forest management and modelling. Italian Journal of Forest and Mountain Environments, v. 66, n. 3, p. 249-258, 2011.
- MMA/SBF, Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Floresta. Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveiras (orgs.). Brasília – DF, 2003. 510 p.
- NETTO, AL Coelho. Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover. Catena, v. 14, n. 1-3, p. 213-231, 1987.
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, V. 22, n.1, p. 77-99, jan/jun 2007.
- PÁDUA, C. B. V.; CHIARAVALLI, R. M. Silvicultura e Biodiversidade. Cadernos do Diálogo, v. 4. Rio do Sul, SC. APREMAVI, 2012.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus

- RESENDE, T. F.; ALMEIDA, G.P.; NEGREIROS, A. B. Caracterização geoecológica e análise de fragmentos da bacia do Córrego do Lenheiro, São João del-Rei – MG. Revista Continentes (UFRRJ), ano 4, n. 6, p. 68-82, 2015.
- RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; GANDOLFI, Sergius. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. Matas ciliares: conservação e recuperação, v. 3, p. 235-248, 2000.
- SANKARAN, K. V. Decomposition of leaf litter of albizia (*Paraserianthes falcataria*), eucalypt (*Eucalyptus tereticornis*) and teak (*Tectona grandis*) in Kerala, India. Forest ecology and management, v. 56, n. 1, p. 225-242, 1993.
- SATO, Anderson Mululo. Respostas geo-hidroecológicas à substituição de pastagens por plantações de eucalipto no médio vale do rio Paraíba do Sul: a interface biota-solo-água. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação, PPGG/UFRRJ.
- SCORIZA, Rafael Nogueira et al. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. Floresta e ambiente, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012.
- SILVA-JUNIOR, Eduardo F. et al. Leaf decomposition and ecosystem metabolism as functional indicators of land use impacts on tropical streams. Ecological Indicators, v. 36, p. 195-204, 2014.
- STERNBERG, HO'Reilly. Enchentes e movimentos coletivos do solo no vale do Paraíba em dezembro de 1948-influência da exploração destrutiva das Terras. Conselho Nacional de Geografia, 1949.
- TADAKI, Y. Leaf Biomass. JIBP synthesis, Tokio, v.16, p.39-57, 1977.
- VALLEJO, LUIZ RENATO. A influência do "litter" na distribuição das águas pluviais. 1982. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 1982. 88p.
- VIANA, M. B. O Eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala. Consultoria Legislativa. p. 9. Brasília, abr. 2004.
- VIERA, Márcio et al. Deposição de Serapilheira e Nutrientes em Plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. Floresta e Ambiente, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014.
- VOIGHT, Von Peter; WALSH, RPD. Hidrologische prozesse in bodenstreu. Einige experimentelle befunde. Schr. Naturw. Ver Schelesw., v. 46, p. 35 citation_lastpage 45, 1976.
- ZHANG, C. FU, S. Allelopathic effects of eucalyptus and the establishment of mixed stands of eucalyptus and native species. Forest Ecology and Management 258. 1391-1396. 2009.VANEIGEIM, Raoul. A Arte de viver para a geração nova. Portugal: Afrontamento, 1980.

PINTO e NEGREIROS, A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de *Eucalyptus*

Data de Submissão: 29/03/2018

Data da Avaliação: 21/08/2018