PROPRIEDADES FÍSICAS DA SERAPILHEIRA DE TECA

Zaira Moraes dos Santos Hurtado de Mendoza¹, Pedro Hurtado de Mendoza Borges², Jonathan Sander Quintino de Oliveira³, Tiago Altobelle da Silva Siqueira⁴, Pedro Hurtado de Mendoza Moraes⁵

¹Profª Drª do Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (zairamoraes09@gmail.com)

²Prof.Dr. do Departamento de Solos e Engenharia Rural. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

³Graduando do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁴Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁵Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Recebido em: 06/04/2018 – Aprovado em: 10/06/2018 – Publicado em: 20/06/2018
DOI: 10.18677/EnciBio_2018A121

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com serapilheira provenientes de plantios de *Tectona grandis*, com idade aproximada de 35 anos de idade, localizados nos municípios de Cáceres e Indiavaí, ambos no estado de Mato Grosso. O objetivo da pesquisa consistiu em analisar o teor de umidade, a capacidade de retenção hídrica (CRH) e a densidade aparente da serapilheira. Para execução dessas análises físicas, a serapilheira foi separada em três frações denominadas de galhos, folhas e material amorfo. Os testes de umidade foram realizados pelo método em estufa e, os testes de capacidade de retenção hídrica foram executados pelo máximo conteúdo de absorção de água. Já para os ensaios de densidade aparente de partículas, adotou-se o método da proveta, com calibração sucessivas em balança de precisão. Os dados foram analisados no programa estatístico R, o qual auxiliou na elaboração dos diagramas de caixa, na comparação de médias e na determinação das estatísticas descritivas. A fração de folhas do município de Indiavaí, apresentou em média, o maior teor de umidade (10,78%) e a maior capacidade de retenção hídrica (190,12%). A fração de material amorfo de Cáceres, apresentou em termos médios, a maior densidade aparente de partículas (0,274 g.cm⁻³). As frações da serapilheira de teca não apresentaram uma tendência uniforme para as variáveis estudadas e o local de coleta influenciou significativamente apenas o teor de umidade. A metodologia proposta apresentou adequada eficiência para identificar possíveis focos de incêndios em povoamentos de teca com base na faixa de valores das propriedades físicas.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade aparente, retenção hídrica, teor de umidade.

PHYSICAL PROPERTIES THE LITTERFALL OF TEAK

ABSTRACT

The present study was developed with litter from *Tectona grandis* plantations, with an approximate age of 35 years, located in the city of Cáceres and Indiavaí, both in the state of Mato Grosso. The objective of the research was to analyze the moisture content, the water retention capacity (HRC) and the apparent density of litter. To perform these physical analyzes, the litter was separated into three denominations of branches, leaves and amorphous material. The moisture tests were performed according by the drying oven method, the hydraulic retention capacity tests were performed according by the maximum water absorption content, and for the particle bulk density tests, the method of the test tube, with successive calibration in precision scale. The data were analyzed in the statistical program R, which assisted in the elaboration of the box plot, in the comparison of means and in the determination of the descriptive statistics. The leaf fraction of the municipality of Indiavaí showed, on average, the highest moisture content (10.78%) and the highest water retention capacity (190.12%). The fraction of amorphous material of Cáceres presented, in average terms, the highest apparent density of particles ($0,274 \text{ g.cm}^{-3}$). The fractions of the teak burlap did not present a uniform trend for the variables studied and the collection site influenced only the moisture content. The proposed methodology presented adequate efficiency to identify possible fires in teak stands based on the range of values of physical properties.

KEYWORDS: Apparent density, water retention, moisture content.

INTRODUÇÃO

A serapilheira é constituída principalmente por folhas, galhos, sementes e detritos, presentes na superfície do solo e possui diversas funções que estabelecem o equilíbrio e a dinâmica dos ecossistemas florestais (SILVA et al., 2014). Dentre as suas principais atribuições cita-se a transferência de carbono orgânico, macronutrientes e micronutrientes para o solo, auxiliando na ciclagem eficiente de compostos químicos (GODINHO et al., 2014). Outra atribuição bastante discutida é que as serapilheiras também servem como cobertura para o solo, aumentando a sua capacidade de retenção de água, reduzindo a evaporação e as alterações bruscas de temperatura, promovendo assim melhorias na sua estrutura e consequentemente diminuindo o processo erosivo (LIMA et al., 2015).

Godinho et al. (2013), corroboram com essa ideia, e ressaltam que as serapilheiras além de proporcionarem benefícios para o solo, também interferem na maior ou menor propagação dos incêndios dentro dos diferentes biomas. Villa et al. (2016), relatam que geralmente as espécies florestais de ambientes tropicais apresentam deposição de serapilheira nos períodos secos, como uma estratégia para minimizar as consequências pelo menor conteúdo de água e são exatamente nesses períodos que ocorrem mais incêndios, sendo assim, as serapilheiras podem amenizar naturalmente a disseminação de incêndios.

No Brasil os reflorestamentos utilizam principalmente espécies exóticas, havendo destaque para os eucaliptos, pinus e teca. Os maiores maciços florestais com eucaliptos e pinus concentram-se nas regiões sul e sudeste, já a teca tem seus plantios predominantemente no estado de Mato Grosso, cuja área cultivada em 2016 ultrapassava 87.000 ha (IBÁ, 2017). De acordo com Figueiredo et al. (2005), os reflorestamentos com teca exibem uma quantidade muito grande de serapilheira por ela ser uma espécie caducifólia e macrofila. Os mesmos autores mencionam ainda,

que as serapilheiras provenientes dos reflorestamentos de teca podem gerar ambientes propensos a incêndios florestais, exatamente pela grande quantidade de acúmulo de biomassa.

Godinho et al. (2014) ressaltaram que é importante obter conhecimento da deposição de serapilheira e do seu conteúdo, pois, estes aspectos são fundamentais para compreender e conservar os biomas, assim como compreender as inter-relações com o meio ambiente. Segundo Yebra (2006) o conhecimento das propriedades físicas dos materiais combustíveis é imprescindível para a estimativa de parâmetros ligados ao comportamento do fogo, tais como intensidade e velocidade de propagação, além de ser fator decisivo na obtenção de bons resultados com a queima controlada, sendo importante a sua análise para a estimativa do risco de incêndios dentro dos plantios de diferentes culturas.

Beutling et al. (2005) mencionaram que para caracterizar energeticamente a biomassa e seu manuseio é importante conhecer as propriedades físicas da biomassa, tais como: teor de umidade, massa específica, densidade e porosidade. O teor de umidade presente na biomassa é um dos parâmetros que mais influencia a capacidade de disseminação de incêndios, pois ele interfere diretamente em outras propriedades tais como o poder calorífico inferior (PCI), o qual decresce com o aumento da umidade (YEBRA et al., 2006). Piovesan et al. (2012) mencionaram que se associado ao planejamento do plantio, levando-se em consideração as condições edafoclimáticas dos sítios, o estudo das serapilheiras é um fator importante para o controle de incêndios, vindo a ser um grande aliado para o sucesso dos empreendimentos florestais. Portanto, o conhecimento das propriedades físicas da serapilheira é de fundamental importância para o desenvolvimento e a manutenção dos povoamentos florestais.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as propriedades físicas (teor de umidade, capacidade de retenção hídrica e densidade aparente) da serapilheira de teca, proveniente de dois locais de coleta distintos, visando auxiliar na avaliação do potencial combustível desse material.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados para pesquisa foram coletados em dois plantios comerciais de teca, com 35 anos de idade, localizados nos municípios de Indiavaí e Cáceres, no estado de Mato Grosso. A coleta da serapilheira ocorreu no mês de junho, no início da queda das folhas e a metodologia foi a mesma para ambos os locais. Inicialmente demarcou-se 16 pontos no interior dos talhões, distribuídos sistematicamente em esquema de 4 linhas x 4 colunas, equidistantes 100m, um ponto do outro. Em cada ponto, coletou-se a massa da serapilheira acumulada, com o auxílio de um quadrado de ferro, em forma de moldura, com área de 1 m². Ao todo foram coletadas 16 amostras, que foram identificadas e separadas em frações denominadas folhas (F), galhos (G), material amorfo (MA) e sementes (S). Ao final foram 16 amostras de cada fração, em cada município estudado. Porém, as sementes foram utilizadas em outra pesquisa de viabilidade e vigor, não fazendo parte deste trabalho.

Após separação, procedeu-se a análise física de cada fração da serapilheira, efetuando-se os testes de umidade de acordo com a norma ABTCP M1/71, os testes de Capacidade de Retenção Hídrica (CRH), conforme o método de Blow (1955) e os ensaios de densidade aparente de partículas, segundo os critérios da EMBRAPA (1997), com pequenas modificações.

Os dados foram analisados no programa R. Com auxílio desse programa elaboraram-se os diagramas de caixa (*"box plot"*) e determinaram-se as principais estatísticas descritivas (média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança para 5% de probabilidade ($p < 0,05$)). O referido programa foi utilizado, também, para comparar as médias dos valores provenientes de cada ensaio físico obtidas nos respectivos locais de coleta, conforme o teste t (*Student*) em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são exibidas as principais estatísticas descritivas para os ensaios físicos de teor de umidade, capacidade de retenção hídrica e densidade aparente das partículas em cada local de coleta. Nessa Tabela podem ser observados, ainda, os resultados da comparação das médias provenientes de cada fração e local, de acordo com o teste t (*Student*).

TABELA 1. Resumo da estatística descritiva dos ensaios físicos realizados em cada local de coleta e os resultados do teste t.

Ensaio físico	Fração	Local	Média $\pm$ DP	IC _{95%}	CV (%)	Teste t (Student)
Teor de umidade (%)	Folhas	Cáceres	8,25 $\pm$ 0,42	0,34	5,11	*
		Indiavaí	10,78 $\pm$ 0,29	0,23	2,72	
	Galhos	Cáceres	9,37 $\pm$ 0,79	0,63	8,91	*
		Indiavaí	9,65 $\pm$ 0,28	0,22	2,91	
	Material amorfo	Cáceres	6,60 $\pm$ 0,60	0,48	8,84	*
		Indiavaí	10,15 $\pm$ 0,47	0,37	4,61	
Capacidade de retenção hídrica (%)	Folhas	Cáceres	176,27 $\pm$ 26,97	21,58	15,30	ns
		Indiavaí	190,12 $\pm$ 12,79	10,23	6,72	
	Galhos	Cáceres	56,60 $\pm$ 22,46	17,97	39,68	ns
		Indiavaí	63,35 $\pm$ 21,68	17,35	34,23	
	Material amorfo	Cáceres	132,42 $\pm$ 18,80	15,06	14,20	ns
		Indiavaí	135,69 $\pm$ 10,05	7,66	7,06	
Densidade aparente (g cm ⁻³)	Folhas	Cáceres	0,2245 $\pm$ 0,0122	0,0098	5,45	ns
		Indiavaí	0,2191 $\pm$ 0,0010	0,0008	0,50	
	Galhos	Cáceres	0,2640 $\pm$ 0,0104	0,0083	4,34	ns
		Indiavaí	0,2668 $\pm$ 0,0032	0,0026	1,20	
	Material amorfo	Cáceres	0,2740 $\pm$ 0,0098	0,0079	3,59	ns
		Indiavaí	0,2687 $\pm$ 0,0049	0,0039	1,81	

DP: Desvio padrão; IC_{95%}: Intervalo de confiança para 95%; CV: Coeficiente de variação;

ns: não significativo em nível de 5% de probabilidade; * Significativo em nível de 5% de probabilidade.

Nessa tabela constata-se que em Cáceres, os galhos foram à fração com maior teor de umidade (9,37%), seguido pelas folhas (8,25%), e material amorfo (6,60%). As amostras de Indiavaí indicaram um maior teor de umidade em relação às amostras de Cáceres, sendo 10,78%, 10,15% e 9,65%, respectivamente para as

frações folhas, material amorfo e galhos. Essa diferença de umidade entre os locais pode ter sido ocasionada por diversos fatores, dentre estes cita-se: a presença de curso d'água próximo ao talhão de coleta de Indiavaí, assim como o maior adensamento dos indivíduos desse talhão, visto que, em Indiavaí o espaçamento era de 1,5 m x 2 m e em Cáceres 3 m x 2 m. Em ambas as situações, pode ter havido maior disponibilidade de água para o material de Indiavaí do que para o de Cáceres.

Ao analisar a capacidade de retenção hídrica (CRH) individualmente para cada fração em função do local (Cáceres e Indiavaí respectivamente) verifica-se que a fração das folhas foi a que apresentou os maiores valores de retenção hídrica (176,27% e 190,12%), seguido pela fração de material amorfo (132,42% e 135,69%) e galhos (56,60% e 63,35%). Nota-se também, que o material amorfo de ambos locais foi a fração com a maior densidade aparente de partículas ($0,274 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,2687 \text{ g.cm}^{-3}$), seguido pelos galhos ($0,2640 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,2668 \text{ g.cm}^{-3}$) e por último pelas folhas ($0,2245 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,2191 \text{ g.cm}^{-3}$), ficando evidente, que a maior densidade aparente para todas as frações estudadas foi para os plantios de Cáceres.

Na análise da estatística descritiva, observa-se que os valores do desvio padrão e dos intervalos de confiança em torno da média foram baixos, evidenciando pouca variabilidade dos dados. Os coeficientes de variação apresentaram valores adequados, indicando boa precisão do experimento. A exceção foi para os coeficientes de variação da capacidade de retenção hídrica (CRH) dos galhos, de ambos os locais, o qual se mostrou superior aos demais ensaios. Isso provavelmente ocorreu devido à heterogeneidade do material amostrado, que nesse caso foi mantido de forma natural. Já, para os demais ensaios o material foi moído e transformado em partículas menores ficando mais homogêneo. Analisando-se o teste “t” para a comparação de médias, constata-se que apenas o teor de umidade evidenciou diferença significativa entre os locais estudados. Com base nesses resultados pode-se afirmar que tanto para a capacidade de retenção hídrica, quanto para a densidade aparente, as diferenças observadas devem ser atribuídas ao acaso (Tabela 1).

Na Figura 1 apresenta-se o diagrama de caixa (“Box plot”) para o teor de umidade, conforme o local de coleta.

FIGURA 1. Teor de umidade em função da fração de serrapilheira para os municípios de Cáceres (A) e Indiavaí (B).

Verifica-se que os valores do teor de umidade, não seguem a mesma tendência, em função do tipo de fração, isto é, os galhos e folhas provenientes dos plantios de Cáceres e Indiavaí, respectivamente, apresentaram os maiores teores de umidade do que outras frações. Já, os menores teores de umidade corresponderam ao material amorfo de Cáceres e galhos de Indiavaí. Ressalta-se, entretanto, que o teor de umidade nos galhos, independentemente do local, apresentou a maior simetria e a menor variabilidade, pois a linha da mediana encontra-se equidistante dos dois quartis, os quais pela sua vez possuem a menor distância (Figura 1).

Na literatura, foram relatados valores de teor de umidade para biomassa vegetal, próximos à média do presente trabalho e também superiores. Zorzeto et al. (2014) obtiveram teores de umidade para casca de arroz, fibra de coco e casca de

piuns, respectivamente 12%, 47% e 50%. Beutling et al. (2005), mencionaram que a biomassa originária de produção agrícola e florestal possui teor de umidade entre 12% e 30% e no que se refere aos incêndios florestais, umidades menores que 12% apresentam maiores riscos de propagação de incêndios. Conforme Muñoz (2009) em materiais combustíveis com conteúdo de umidade superior a 15%, o fogo se propaga muito lentamente e que a probabilidade de ignição é praticamente nula, para a maioria dos materiais combustíveis, quando o teor de umidade está entre 25 e 30 %.

Souto et al. (2009) descreveram que quanto maior o valor da umidade presente na biomassa, mais energia é necessária para iniciar o processo de queima, ou seja, mais energia será requerida para vaporizar a água e menos energia será fornecida para a reação endotérmica, para propagação do incêndio. Na Figura 2 são mostrados os diagramas de caixa ("Box plot") para a capacidade de retenção hídrica de acordo com o local de coleta.

FIGURA 2. Capacidade de retenção hídrica em função da fração de serapilheira para os municípios de Cáceres (A) e Indiavaí (B).

Nessa Figura observa-se que os valores de capacidade de retenção hídrica (CRH), seguem uma tendência semelhante, independentemente do tipo de fração e local, ou seja, as folhas apresentaram as maiores porcentagens de retenção hídrica, enquanto os galhos as menores, ou seja, a ordem decrescente da capacidade de retenção hídrica das frações foi a seguinte: folhas > material amorfo > galhos. Além disso, nota-se que a referida variável mostrou total assimetria para todas as frações e local, evidenciado pela posição da mediana em relação aos quartis. Porém, os valores de retenção hídrica provenientes de Indiavaí possuem menor variabilidade, o que ficou demonstrado pela menor distância interquartil.

Na literatura, foram encontrados valores de CRH próximas às do presente trabalho. Blow (1955) encontrou valores de CRH entre 200% e 250% para serapilheira acumulada de florestas de carvalho no Tennessee, EUA. Melos et al. (2010) obtiveram valores de CRH de 235% para serapilheira de eucalipto e de 242% para a serapilheira da vegetação de encosta. Mateus et al. (2013) encontraram 230% para CRH em pastagem modificada e abandonada, e 206% de CRH em fragmento florestal nativo. Santos et al. (2017) constataram em seus estudos com serapilheira de *Eucalyptus* sp. os seguintes valores médios de CRH: galhos 37,06%, folhas 101,92%, material amorfo 110,28%, ou seja, a ordem decrescente da capacidade de retenção hídrica das frações foi a seguinte: material amorfo > folhas > galhos.

Nessa pesquisa, a ordem decrescente da capacidade de retenção hídrica foi assim distribuída: folhas > material amorfo > galhos. O fato da fração das folhas reterem mais água em relação ao material amorfo e aos galhos, pode ser explicado pela maior adesão superficial, cuja influência depende da área foliar. Nesse caso, o estudo foi realizado com a serapilheira de *Tectona grandis*, espécie a qual possui folhas com dimensões expressivamente maiores se comparadas com outras espécies arbóreas (como eucaliptos, por exemplo), consequentemente as folhas de teca terão maior adesão superficial e maior capacidade de retenção hídrica. Portanto, subentende-se que dentre todas as frações, as folhas desempenham um papel importante no acúmulo de umidade na serapilheira de teca, pois, apresentaram a maior capacidade de retenção hídrica.

Muñoz (2009) ressalta que o conteúdo de umidade e sua retenção é um parâmetro importante para controlar naturalmente, a inflamabilidade dos combustíveis vivos e mortos. Segundo Blow (1955), a retenção de umidade pela serapilheira acumulada está relacionada com os fenômenos de absorção e adsorção ou adesão superficial, que ocorrem nos diferentes tipos de materiais (frações) que estão compondo essa serapilheira. Por outro lado, a baixa capacidade de retenção hídrica apresentada pela fração dos galhos, provavelmente ocorreu devido à sua estrutura lenhosa e menos porosa. Além disso, nos galhos possivelmente existe maior teor de lignina, composto químico hidrofóbico, que dificulta a entrada e retenção de água no material vegetal. Na Figura 3 são mostrados os diagramas de caixa (*Box plot*) para a densidade aparente do material coletado nos dois municípios estudados.

FIGURA 3. Densidade aparente em função da fração de serapilheira para os municípios de Cáceres (A) e Indiavaí (B).

Os valores da densidade aparente apresentaram a mesma tendência para as frações de folhas e material amorfo, nos dois locais estudados, isto é, as folhas tiveram os menores valores e o material amorfo os maiores, independentemente do local de coleta. Já, os galhos provenientes da serapilheira do reflorestamento de Cáceres situaram-se numa posição intermediária, enquanto os de Indiavaí ficaram próximos aos do material amorfo. Observa-se, ainda, que a densidade aparente das frações de serapilheira do município de Indiavaí mostrou menor variabilidade, evidenciado pela distância interquartil (Figura 3).

A fração de material amorfo foi a mais diversificada dentre as demais, principalmente no que diz respeito a sua composição, estando misturados a ela,

pequenos pedaços de galhos, folhas, sementes, excrementos da fauna e porções de solo. Essa diversidade de substâncias presentes no material amorfo pode ter contribuído para elevar a sua densidade, principalmente devido à presença de partículas de solo. A fração das folhas apresentou a menor densidade aparente, provavelmente, por causa da sua maior porosidade quando comparada com as outras frações (galhos e material amorfo).

Na literatura, não foram encontrados resultados específicos para a densidade aparente de partículas, referentes às frações separadas da serapilheira. No entanto, para fins de comparação de resultados, buscaram-se trabalhos com materiais vegetais, os quais se mostraram similares aos resultados apresentados nesse estudo. Dentre esses, cita-se Mendonça et al. (2012) que ao analisarem a densidade aparente de biomassa florestal seca e úmida, composta por gravetos, folhas, casca e troncos de Eucaliptos, obtiveram valores de 0,181 g/cm³ para biomassa úmida e de 0,152 g.cm⁻³ para biomassa seca. Godinho et al. (2013) encontraram em suas pesquisas valores de densidade de 0,14±0,02 g.cm⁻³ para as folhas “*in-natura*” e 0,060±0,01 g.cm⁻³, para as folhas secas. Soares et al. (2017), desenvolvendo estudos com bagaço de cana “*in natura*”, para confecção de painéis encontraram valores médios de 0,120 g.cm⁻³ de densidade aparente. Zorzeto et al. (2014) ao analisarem a densidade aparente da fibra de coco e da casca de arroz encontraram respectivamente valores de 0,141 g.cm⁻³ e de 0,174 g.cm⁻³.

CONCLUSÕES

A serapilheira dos plantios de teca, do município de Indivaí apresentou menor propensão de ser um material combustível, do que a serapilheira dos plantios provenientes de Cáceres.

O levantamento das propriedades físicas estudadas apresentou-se como uma ferramenta útil, para auxiliar na avaliação do potencial combustível da serapilheira, podendo subsidiar outros estudos para a tomada de decisões, quanto ao combate de incêndios dentro dos povoamentos de teca.

A metodologia proposta apresentou adequada eficiência, para identificar possíveis focos de princípio de incêndios em povoamentos de teca, com base na faixa de valores das propriedades físicas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. **Normas Técnicas**. ABTCP: M 1/71 – Determinação do teor de umidade em serragem. São Paulo, 1974. Não paginado.

BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; VITORINO, M. D. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Revista Floresta**, v. 35, n. 3; p. 465- 472, 2005. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/5187> DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v35i3.5187>

BLOW, F. E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in Eastern Tennessee. **Journal of Forestry**, v. 53, p. 190-195, 1955.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FERREIRA, R. L. C.; LIRA JUNIOR, M. A.; ROCHA, M. S.; SANTOS, V. F.; LIRA, M. A.; BARRETO, L. P. Deposição e Acúmulo de Matéria Seca e Nutrientes em Serapilheira em um Bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Revista Árvore**, v.31, n.1; p.7-12, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0100-676220070001&lng=pt&nrm=isso DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100002>

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S. Análise econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.f., na microrregião do baixo Rio Acre. **Sistema de Información Científica Redalyc**: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, v. 11, n. 4; p.342-353, 2005.

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. **CERNE**, v.20, n. 1; p.11-20, 2014. Disponível em: <http://www.cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/view/954/728> DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602014000100002>

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H.C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97; p.131-144, 2013. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=14&Number=97>

IBA - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Anual. In: **Importância econômica do setor**. Brasília, DF, 2017, p. 57 – 58. Disponível em:

LIMA, N. L.; SILVA NETO, C. M.; CALIL, F. N.; SOUZA, R.; MORAES, D.C. Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22; p. 39-46, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/acumulo%20de%20serapilheira.pdf>. DOI: <http://dx.doi.org/10.18677/EnciclopediaBiosfera2015068>

MELOS, A. R. M.; SATO, A. M.; COELHO, A. L.; Produção, estoque e retenção hídrica da serrapilheira em encosta sob plantio de híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*: médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.33, n.2; p. 66-73, 2010. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/20102/201026673.pdf>

MATEUS F. A.; MIRANDA C. C.; VALCARCEL R.; FIGUEIREDO P. H. A.; Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 20 n.3; p. 336-343, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/floram/v20n3/aop_floram_012612.pdf DOI: 10.4322/floram.2013.024

MENDONÇA, A. F.; SILVA, C. P.; ALMEIDA, A. A. R. Efetividade do poder calorífico de dois tipos distintos de biomassa utilizada para geração de energia. **Revista Conexão Eletrônica**. p. 1-6, 2012. ISSN 2316-6665. Disponível em: <http://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-anteriores/2012/ciencias-biologicas-e-ciencias-da-saude-2/?page=3&offset=10>

MUÑOZ, R. V. **La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias**. S.A. Mcgraw-Hill/Interamericana de España, 800p., 2009. ISBN: 9788448168919

PIOVESAN, G.; SCHUMACHER, V.; VIERA, M.; LOPES, V.G.; WELTER, C. Deposição de serapilheira em povoamento de pinus. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2; p. 206-211, 2012. e-ISSN 1983-4063
Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/15131>

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <<https://www.R-project.org/>>

SANTOS, A. F. A.; CARNEIRO, A. C. P.; MARTINEZ, D. T.; CALDEIRA, S. F. Capacidade de Retenção Hídrica do Estoque de Serapilheira de Eucalipto. *Floram: Floresta e ambiente*, v. 24, n. 1; p.1-9, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v24/2179-8087-floram-24-e20150303.pdf>
DOI: 10.1590/2179-8087.030315

SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3; p. 164-172, 2014. ISSN 1980-4849 (on-line) / 1679-2343 (print). Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2818/1254>

SOARES, S. S.; JUNIOR, J. B. G.; MENDES, L.M.; MENDES, R. F.; PROTÁSIO, T.P.; LISBOA, F. J. N. Valorização do bagaço de cana-de-açúcar na produção de painéis aglomerados de baixa densidade. **Ciência da Madeira**, v. 8, n. 2; p. 64-73, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/10589/rcm.v8n2p64-73>. DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v8n2p64-73

SOUTO P. C.; COSTA, J. E. V.; ALMEIDA, F. C. P.; MARTINS, S.; ARAÚJO, I. E. L.; SOUTO, J. S. Quantificação do material combustível em plantios florestais e em remanescente de mata atlântica no brejo da Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 3; p.473-481, 2009. ISSN: 1809-0664. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=341&layout=abstract>

VILLA, E. B.; PEREIRA, M.G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. S. Aporte de serapilheira e nutrientes em áreas de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v.23, n. 1; p. 90-99, 2016.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v23n1/2179-8087-floram-2179-8087067513.pdf>. DOI: 10.1590/2179-8087.067513

YEBRA, M.; CHUVIECO, E.; RIAÑO, D. Investigation of a method to estimate live fuel moisture content from satellite measurements in fire risk assessment. **Forest Ecology and Management**, v. 234, n. 1; p. 12-32, 2006. ISSN 1999-4907.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; JÚNIOR, F. F. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v. 73, n. 3; p.300-311, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/brag/v73n3/aop_brag_0086.pdf
DOI:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0086>