



AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM DESGALHADOR FLORESTAL DE DISCO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEORES DE UMIDADE DA MADEIRA

Rodrigo P. Tonin¹, Ricardo H. Miyajima¹, Paulo T. Fenner²

¹Doutorando do curso de Ciência Florestal – UNESP – Botucatu, rp.tonin@hotmail.com

¹Doutorando do curso de Ciência Florestal – UNESP – Botucatu, richidetoshimiyajima@hotmail.com

² Professor Doutor da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Botucatu, fenner@fca.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

No setor do agronegócio brasileiro a atividade florestal detém um lugar de destaque, pois há várias décadas apresenta um desenvolvimento sólido e crescente. Em 2013 o setor brasileiro de árvores plantadas empregou diretamente cerca de 630 mil pessoas e adicionou ao Produto Interno Bruto (PIB) cerca de R\$ 56 bilhões, representando 1,2% de toda a riqueza gerada no País (IBÁ, 2014).

O desafio de suprir as demandas por produtos madeireiros, por conta do crescimento populacional, demonstra a necessidade de um aumento das áreas de plantios florestais comerciais, e de se buscar novos conhecimentos e soluções inovadoras para possibilitar um aumento da produção no setor florestal.

Em um mercado tão competitivo, qualquer medida visando aumento da produtividade, rendimento, qualidade e redução nos custos são importantes.

Com a evolução, algumas empresas criaram a necessidade de receber a madeira com uma menor quantidade de galhos e folhas, além disso, a madeira limpa facilita o transporte do campo para a indústria.

As operações de desgalhamento eram realizadas de maneira manual ou semimecanizada, com a utilização de foice, machado, motosserra e motopoda, porém era uma operação com baixa produtividade, custo elevado e alto risco de acidentes aos trabalhadores.

Assim, foram criadas máquinas e equipamentos destinados ao desgalhamento 100% mecanizado, tais como, *Stroke Delimber*, *Knuckleboom Loaders*, cabeçote processador (*Harvester*) e mais recentemente o desgalhador florestal de disco.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar operacionalmente um desgalhador florestal de disco. O objetivo específico foi avaliar a eficácia do desgalhamento em função de diferentes teores de umidade da madeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

2.1.1. ÁREA DE ESTUDO

A avaliação do Desgalhador Florestal de Disco foi desenvolvida em floresta homogênea de *Eucalyptus grandis*, clonal, de primeiro corte, com sete anos de idade.

A área experimental está localizada no município de Itatinga, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas Latitude: 23° 6' 9" Sul e Longitude: 48° 36' 55" Oeste.

Foi realizado o inventário total da área experimental, que possibilitou identificar que havia 1333 árvores por hectare, com DAP (diâmetro à altura do peito) médio de 0,15 metros, a altura média do povoamento era de 25,35 metros, o volume médio com casca de 281,7 m³/ha e o volume médio por indivíduo era de 0,21 m³.

Comentado [M1]: ¹Doutorando

Comentado [RPT2R1]:

Comentado [M3]: ¹Doutorando

2.1.2. ÁREA EXPERIMENTAL

A parcela experimental foi instalada em um talhão com área de 23,2 ha. Após a derrubada das árvores e posterior arraste para a bordadura, a parcela foi demarcada, com dimensões de 80 metros de largura e comprimento equivalente à altura das árvores, em média 25 metros e foi dividida em 5 tratamentos

2.1.2.1. TRATAMENTOS

A área experimental possuía cinco tratamentos, que se diferenciavam um do outro pelo tempo que a madeira permaneceu em campo antes de ocorrer o desgalhamento das árvores.

- Tratamento 10: árvores permaneceram 10 dias em campo antes de serem desgalhadas, 5 dias no interior do talhão e 5 dias na bordadura.
- Tratamento 20: árvores permaneceram 20 dias em campo antes de serem desgalhadas, 5 dias no interior do talhão e 15 dias na bordadura.
- Tratamento 30: árvores permaneceram 30 dias em campo antes de serem desgalhadas, 5 dias no interior do talhão e 25 dias na bordadura.
- Tratamento 40: árvores permaneceram 40 dias em campo antes de serem desgalhadas, 5 dias no interior do talhão e 35 dias na bordadura.
- Tratamento 50: árvores permaneceram 50 dias em campo antes de serem desgalhadas, 5 dias no interior do talhão e 45 dias na bordadura.

Cada tratamento possuía 16 metros de largura e aproximadamente 25 metros de comprimento, totalizando uma área de aproximadamente 400 m². Os tratamentos eram compostos por quatro eitos de trabalho de quatro metros de largura cada.

Em todos os tratamentos o mesmo operador realizou a operação de desgalhamento, sendo que este operador possuía 3 anos de experiência na colheita florestal e 8 meses de experiência com o desgalhador florestal de disco.

2.1.3. CLIMA E GEOLOGIA

O relevo dessa região varia de suave ondulado a plano, com topos aplainados e encostas retilíneas ou convexas (GONÇALVES, 2003).

A sede do município está localizada a 826,2 metros de altitude. O clima característico da região segundo a Köppen e Geiger é classificado como Cfa, com concentração das chuvas no verão e seca no inverno. Pluviosidade média anual de 1308 mm e temperatura média anual de 19,2 °C.

2.1.4. SISTEMA DE COLHEITA

O estudo foi realizado em um talhão formado por um povoamento homogêneo e equiâneo que passou pelos mesmos tratamentos silviculturais.

O sistema de colheita utilizado foi o “full tree” (árvores inteiras), esse sistema é caracterizado pelo corte da madeira, remoção do talhão e processamento em local previamente definido, geralmente, laterais das estradas. Na empresa onde foi realizado o experimento o sistema envolvia a derrubada com *Feller Buncher*, arraste para bordadura com *Skidder*, desgalhamento executado com Desgalhador Florestal de Discos, traçamento e empilhamento da madeira efetuado pela Garra Traçadora.

2.1.4.1. ATIVIDADES OPERACIONAIS DO DESGALHADOR FLORESTAL DE DISCO

O desgalhamento ocorria com as árvores dispostas na bordadura do talhão, após serem arrastadas pelo *Skidder*, a máquina se deslocava longitudinalmente aos fustes para realizar a operação.

2.1.5. MÁQUINA ANALISADA

O desgalhador florestal de disco é uma máquina com função de desgalhar árvores. É composto por uma máquina base, com estrutura de carregadora, com rodados de pneus, equipado com um implemento acoplado ao braço hidráulico da máquina, composto por discos planos. As principais características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características da máquina base.

Características técnicas			
Marca	Modelo	Ano de Fabricação	Potencia Nominal (kW)
VOLVO	L120F	2010	180
Motor	Transmissão	Cilindrada (l)	Diâmetro Interno (mm)
VOLVO D7ELAE3	Volvo HTE 204	7.1	150
Características dimensionais e ponderais			
Rodado	Peso Operacional (kg)	Altura (mm)	---
Pneu	21.000	3.370	---
Capacidades de reabastecimento			
Tanque de Combustível (L)	Tanque Hidráulico (L)	Óleo de Transmissão (L)	Óleo do Motor (L)
269	133	38	21

FONTE: VOLVO, 2013

2.2. MÉTODOS

A escolha da área experimental foi realizada seguindo as seguintes características: floresta homogênea, equiana, mesma espécie. O operador da máquina foi o mesmo durante toda coleta de dados.

Os tratamentos se diferenciaram pelo tempo de estocagem da madeira em campo antes de ocorrer à operação de desgalhamento, de um tratamento para o outro foram acrescentados 10 dias de permanência em campo.

O eito de trabalho do desgalhador florestal de discos possuía 4 metros de largura, correspondente a largura do implemento utilizado, ou seja, cada tratamento possuía quatro eitos de trabalho. Em cada eito de trabalho o desgalhador florestal de discos executou a operação de desgalhamento três vezes consecutivas.

2.2.1. EFICÁCIA DO DESGALHAMENTO

A eficácia do desgalhamento foi obtida por meio da determinação da massa seca de material remanescente (galhos) nas árvores por hectare (kg/ha), após realizada a operação de

Comentado [M7]: L

Comentado [M4]: L

Comentado [M5]: L

Comentado [M6]: L

desgalhamento nos diferentes tratamentos.

Para determinar a eficácia do desgalhamento nos cinco tratamentos, após ocorrer o desgalhamento, foi realizada a coleta de todos os galhos remanescentes de quatro árvores, uma de cada oito de trabalho. Além disso, antes de ocorrer o desgalhamento foram ainda coletados três discos de quatro árvores de cada tratamento para aferição da umidade em cada um dos tratamentos.

Os galhos coletados para determinação da eficácia do desgalhamento foram secos em estufa a uma temperatura de 70°C (+ ou – 5°C) até o peso se estabilizar, após estar seco o material foi pesado em balança de precisão, com capacidade de 5 Kg. Assim determinou-se a massa de material remanescente em cada árvore, e multiplicando pelo número de árvores por hectare, encontrou-se a quantidade de material remanescente por hectare.

Sendo que quanto menor a massa de galhos remanescentes por hectare, maior a eficácia do desgalhamento.

Para aferição da umidade, base seca, da madeira, os discos confeccionados antes de ocorrer o desgalhamento em cada tratamento foram pesados e posteriormente secos em estufa a 70°C (+ ou – 5°C), a umidade foi determinada pela abaixo.

$$U = \frac{P_i - P_s}{P_s} 100$$

Onde,

U: teor de umidade da madeira (%);

P_i: peso inicial (g);

P_s: peso seco (g).

Assim foi possível definir o teor de umidade em cada tratamento e alguma possível relação com a operação de desgalhamento.

2.2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na análise estatística das variáveis, rendimento (m³/h), massa remanescente (kg) e umidade (%) foram utilizados modelos lineares generalizados com distribuição de probabilidade gama e função de ligação logarítmica (Diggle et al., 2002), considerando-se o tempo (dias) como fator. A qualidade do ajuste dos modelos foi feita através da análise de desvios (deviance). Para comparações entre os tempos foi utilizado foi o teste LSMeans do procedimento genmod do programa SAS (SAS, 2012). E foi realizada correlação entre as variáveis, umidade (%), rendimento (m³/h) e massa remanescente (kg).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. TEOR DE UMIDADE DA MADEIRA

O teor de umidade médio da madeira encontrado no talhão onde o estudo foi realizado, logo após a derrubada das árvores, foi de 91%, e conforme o tempo de estocagem

das árvores em campo aumentou o teor de umidade diminuiu. Os teores de umidades de cada tratamento no momento do desgalhamento estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Médias (desvio padrão entre parênteses) do teor de umidade da madeira (%) em função do período de estocagem da madeira no campo.

Variável	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Umidade	68,00 a (0,82)	49,00 b (1,41)	42,00 c (0,82)	38,00 d (1,41)	37,00 d (1,41)

Em que Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo LS Means ($p < 0,05$)

Pela análise estatística verificou-se que somente os tratamentos 4 e 5 não diferem estatisticamente entre si, isso porque a umidade da madeira atingiu o equilíbrio aos 40 dias.

Observa-se que a maior perda de umidade ocorreu nos primeiros vinte dias de secagem, tempo semelhante ao relatado por Rezende et al. (2010) que trabalharam com secagem de toras de Eucalyptus ao ar livre.

Após 20 dias, a umidade da madeira foi reduzida em 46%, valor próximo à encontrada por Rezende et al. (2010), que foi de 45%.

A umidade de equilíbrio foi alcançada a partir dos 40 dias de secagem, tempo próximo ao encontrado por Rezende et al. (2010), onde, a umidade de equilíbrio foi alcançada a partir dos 50 dias de secagem.

3.2. EFICÁCIA DO DESGALHAMENTO

A análise da eficácia do desgalhamento foi realizada por meio da massa de galhos remanescentes nas árvores após a realização da operação de desgalhamento, de acordo com os parâmetros da empresa, onde o estudo foi realizado, maior eficácia da operação se da pela menor massa de galhos remanescentes nas árvores.

Na Tabela 3, são apresentados os valores da massa seca de galhos remanescentes (kg/ha) nos diferentes tratamentos.

Tabela 3. Médias (desvio padrão entre parênteses) da massa de galhos remanescentes (kg/ha) do desgalhador florestal de discos em função do período de estocagem da madeira em campo.

Variável	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Massa Remanescente	1242,13 a (44,13)	685,33 b (37,68)	441,30 c (19,20)	371,95 d (14,17)	361,90 d (15,32)

Em que Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo LS Means ($p < 0,05$)

A massa de galhos remanescentes diminui conforme aumentou o tempo da madeira no campo, ou seja, a operação possui uma maior eficácia quando a madeira possui menor umidade. Porém verificou-se que não existe diferença estatística entre os tratamentos 4 e 5, pois aos 40 dias (tratamento 4) o teor de umidade já atingiu o ponto de equilíbrio.

Comentado [M8]: Fonte diferente na Tabela 2 abaixo.

Comentado [M9]: Ficaria mais interessante se colocasse esses resultados em massa seca, pois tem diferentes umidades em cada tratamento. Assim ficaria uma comparação melhor.



6. CONCLUSÕES

O teor de umidade da madeira diminuiu com o aumento do tempo de estocagem das árvores em campo, atingindo a umidade de equilíbrio aos 40 dias.

A eficácia do desgalhamento possui correlação inversa ao teor de umidade da madeira, conforme o teor de umidade da madeira diminuiu a eficácia do desgalhamento aumentou, até as árvores atingirem a umidade de equilíbrio.

O período ideal de realização do desgalhamento é em torno dos 40 dias, quando a madeira possui menor teor de umidade e conseqüentemente maior eficácia do desgalhamento, resultando em menor massa de galhos remanescentes nas árvores.

5. REFERÊNCIAS

DIGGLE, P.J.; HEAGERTY, P.J.; LIANG, K.Y.; ZEGER, S.L. **Analysis of Longitudinal Data**. (2nd edition). Oxford: Oxford University Press, 2002

FENNER, P. T. **Métodos de cronometragem e a obtenção de rendimentos para as atividades de colheita de madeira**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2002. 14 p.

GONÇALVES, T. D. **Mapeamento de solos e de produtividade em plantações de Eucalyptus grandis na Estação Experimental de Itatinga, ESALQ, com uso de geoprocessamento**. 2003. 47 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Disponível em <http://www.bracelpa.org.br/shared/iba_2014_pt.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

SAS – Statistical analysis system for Windows. release 9.2. Cary, 2012.

REZENDE, R. N.; LIMA, J. T.; PAULA, L. E. R.; FARIA, A. L. R. Secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v.16, Suplemento, p. 41-47, jul.2010.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008.

VOLVO. Carregadeiras de Rodas. Disponível em: <<http://www.volvoce.com/constructionequipment/brazil/brpt/products/wheelloaders/wheelloaders/L120F/Pages/specifications.aspx>>. Acesso em 20 ago. 2013