



EFEITO DA DISTÂNCIA DE ARRASTE DA MADEIRA NA PRODUTIVIDADE, RENDIMENTO ENERGÉTICO E EMISSÃO DE CARBONO

Thamires da Silva¹, Valier Augusto Sasso Júnior¹, Stéfano Sigolo Tamiosso¹, Quinny Soares Rocha¹, Danilo Simões²

¹ Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, São Paulo; ² Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus Experimental de Itapeva, São Paulo. E-mail (thamires.silva@unesp.br)

RESUMO: O planejamento das atividades da colheita de madeira deve ser realizado a fim de otimizar a logística florestal, assegurar menores custos e aumentar a produtividade. Sendo que, as emissões antropogênicas de carbono e de outros gases poluentes são as principais causas do aumento da temperatura média global. Diante disso, o objetivo do estudo foi analisar a atividade de arraste da madeira com o uso do *grapple skidder*, para determinar a influência na produtividade da máquina, no rendimento energético e na emissão de carbono, considerando diferentes distâncias de arraste. Assim, adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado, posteriormente, aplicou-se a Análise de Variância e o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade. Diante das condições analisadas, a produtividade, o rendimento energético e a emissão de carbono em atividades de arraste da madeira com *grapple skidder*, são semelhantes estatisticamente nas distâncias de arraste. A produtividade do *grapple skidder* reduziu conforme a distância de arraste e a emissão de carbono é diretamente proporcional a produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: colheita de madeira, *full tree*, *grapple skidder*

INTRODUÇÃO

A colheita de madeira é um conjunto de atividades envolvendo corte e transporte da madeira, sendo correspondente à fase final do ciclo produtivo (SANTOS *et al.*, 2018). Assim, Diniz *et al.* (2018) salientam que a produtividade dos povoamentos influi sobre o rendimento técnico e econômico das máquinas florestais. Não obstante, alguns fatores ambientais e ergonômicos também podem influenciar a produtividade destas máquinas.

Isto posto, o rendimento energético possui um inter-relacionamento inversamente proporcional com a produtividade das máquinas florestais (COSTA *et al.*, 2017). Logo, caso haja uma redução da produtividade, por consequência, ocorrerá o aumento do consumo de



combustível (SANTOS *et al.*, 2020). Segundo Basu *et al.* (2020), as emissões antropogênicas de dióxido de carbono e de outros gases poluentes são as principais causas do aumento da temperatura média global.

Diante deste contexto, o objetivo do estudo foi analisar a atividade de arraste da madeira com *grapple skidder*, para determinar a influência na produtividade da máquina, no rendimento energético e na emissão de carbono, considerando diferentes distâncias de arraste.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados coletados foram provenientes de uma floresta plantada de *Eucalyptus*, localizada no estado de São Paulo, com relevo plano (0-3%), identificado pela classificação brasileira de solos. A distância de arraste foi dividida em duas classes, de 0-50m e 51-100m.

A atividade de arraste da madeira foi realizada por um *grapple skidder*, modelo 948L da marca *John Deere*, potência bruta de 210 kW, com sistema rodante de pneumáticos, massa aproximada de 22.416 kg, garra com área útil de 2,07 m² e com 20.881 horas de operação acumuladas.

A produtividade do *grapple skidder* – PR foi determinada conforme Burgin, Lopes e Rodrigues (2017). Estimou-se o rendimento energético – RE em consonância à Lopes *et al.* (2016). A emissão de carbono da máquina autopropelida (Equação 1) foi obtida a partir da metodologia descrita por Ackerman *et al.* (2017).

$$Emissão = \frac{Combustível * FD * FO * CO_2(m.w.)}{C(m.w.)} \quad (1)$$

em que:

Emissão é a quantidade de carbono emitido pelo *grapple skidder* (Kg m⁻³);

Combustível é o volume de diesel consumido diariamente;

FD é o teor de carbono do diesel, assumido como 0,731757 kg C L⁻¹;

FO é a fração de diesel oxidado, assumido como 1,00;

$\frac{CO_2(m.w.)}{C(m.w.)}$ é o fator de conversão de C em CO₂ baseado no peso molecular, 3,6667 g CO₂ g C⁻¹;

Realizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado - DIC. Os dados foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk*, no qual verificou o pressuposto de normalidade e após,



aplicou-se o teste F, pelo procedimento da Análise de Variância - ANOVA, sendo que, ao constatar diferença significativa aplicou-se o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade para comparação das médias, utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a produtividade da máquina, rendimento energético e emissão de carbono, observou-se diferenças estatísticas na distância de arraste 51-100m (Tabela 1), sendo que o aumento da distância de arraste resultou na redução da produtividade do *grapple skidder*.

Ao ponderar a emissão de carbono comparada aos resultados da produtividade do *grapple skidder*, foi possível identificar uma proporcionalidade direta. Diante disso, conforme apresentado por Souza *et al.* (2019), a determinação da emissão de gases poluentes ocorre a partir da produtividade, fazendo com que haja uma relação direta entre esses elementos.

Tabela 1. Média e desvio padrão da produtividade do *grapple skidder*, rendimento energético e emissão de carbono

Distância de arraste (m)	PR (m ³ h ⁻¹)	RE (g kW ⁻¹ m ⁻³)	Emissão de CO ₂ (Kg m ⁻³)
0-50	122,14 a (64,42)	1,87 a (2,45)	11,05 a (5,83)
51-100	96,42 b (27,75)	1,39 b (0,51)	8,72 b (2,51)
CV (%)	45,66	108,66	45,66

*Medianas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na coluna, pelo teste de *Tukey-Kramer*, a 5% de probabilidade. Legenda: coeficiente de variação - CV.

CONCLUSÕES

A produtividade da máquina, o rendimento energético e emissão de carbono em atividades de arraste da madeira com *grapple skidder*, considerando o relevo plano, são semelhantes estatisticamente nas distâncias de arraste. A produtividade do *grapple skidder* diminui conforme a distância de arraste e a emissão de carbono apresenta proporcionalidade direta à produtividade.



AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, P. *et al.* Diesel consumption and carbon balance in south african pine clear-felling CTL operations: a preliminary case study. **Croatian Journal of Forest Engineering**, Zagreb, v. 38, n. 1, p. 65-72, 2017.
- BASU, S. *et al.* Estimating US fossil fuel CO₂ emissions from measurements of ¹⁴C in atmospheric CO₂. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 117, n. 24, p. 13300-13307, 2020.
- BURGIN, M. R. B.; LOPES, E. S.; RODRIGUES, C. K. Efeito do volume individual e declividade do terreno na produtividade do *harvester* no desbaste de pinus. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 4, p. 322-328, 2017.
- COSTA, E. M. *et al.* Desempenho e custos operacionais de um *harvester* em floresta de baixa produtividade. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 124-131, 2017.
- DINIZ, C. C. C. *et al.* Desempenho de um *feller buncher* em extrema variação da declividade do terreno. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 381-384, 2018.
- DINIZ, C. C. C. *et al.* Performance of *grapple skidder* in different ground inclinations. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 41-48, 2019.
- LOPES, E.S. *et al.* Efeito do sortimento da madeira na produtividade e custo do *forwarder* no desbaste comercial de *Pinus taeda*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 57-66, 2016.
- MIYAJIMA, R. H. *et al.* Análise quantitativa do risco técnico-econômico de um trator florestal *skidder*. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 6-11, 2017.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2021) **R: A language and environment for statistical computing**. In: Ref. index version 4.0.5. R Found. Stat. <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 08 set. 2021.
- SANTOS, D. W. F. N. *et al.* Análise técnica e econômica de dois subsistemas de colheita de madeira de toras curtas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 2, p. 1-6, 2018.
- SANTOS, D. W. F. N. *et al.* Technical, economic and environmental parameters of excavator-based harvester in function of engine speed and hydraulic pump flow. **Croatian Journal of Forest Engineering**, Zagreb, v. 41, n. 2, p. 205-218, 2020.
- SOUZA, C. L. *et al.* Balanço de Carbono do processo de produção de madeira de reflorestamento no Norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2019.