

**Desempenho e custo operacional de destocadores florestais hidráulicos****Performance and operating cost of hydraulic forest stump**

**Tiago Pereira da Silva CORREIA<sup>1</sup>; Wesley Matheus Cordeiro Fulgêncio TAVEIRA<sup>2</sup>; Isabela Dias de SOUZA<sup>3</sup>; Kamilla Saldanha SIMÃO<sup>3</sup>; Leandro Augusto Felix TAVARES<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Autor para correspondência, Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Campus universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília-DF, [tiagocorreia@unb.br](mailto:tiagocorreia@unb.br)

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Faculdade de Ciências Agrônomicas/Unesp, [wmctaveira@gmail.com](mailto:wmctaveira@gmail.com)

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Universidade de Brasília, [isabela99dias99@gmail.com](mailto:isabela99dias99@gmail.com), [kamillasaldanha95@gmail.com](mailto:kamillasaldanha95@gmail.com)

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola e Ambiental, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, [leandro.tavares@ufvjm.edu.br](mailto:leandro.tavares@ufvjm.edu.br)

Recebido em: 10-01-2022; Aceito em: 07-04-2025

**Resumo**

Em áreas com histórico de eucaliptocultura os tocos remanescentes da colheita se tornam impedimento físico ao preparo do solo e implantação de nova atividade mecanizada, sendo necessária a destoca e limpeza da área. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho operacional e custo mecanizado da destoca por implementos destocadores hidráulicos. A área experimental foi cultivada durante 20 anos com *Eucalyptus urograndis*, e os implementos comparados para destoca foram: destocador tipo caçamba hidráulica (T1), destocador tipo garra hidráulica (T2), e destocador tipo cabeçote triturador hidráulico (T3). Os implementos destocadores foram acoplados em uma escavadora hidráulica modelo NH E215C, ano 2018, 108,7 kW de potência no motor, braço de 2,4 m e 142 kN de força vertical no implemento. As variáveis de desempenho avaliadas foram: eficiência operacional (Ef), capacidade de campo operacional (Cco) e produtividade de extração de tocos por hora (Pt); e os custos calculados foram: operacional (CO), horário (CH) e por toco extraído (Ct). Os dados de Ef, Cco e produtividade foram submetidos a comparação de médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) e os custos comparados descritivamente. Concluiu-se que o destocador T3 possibilita maior Ef, Cco e produtividade de extração de tocos, com menor CO e Ct. Menor CH é possível com destocador T1.

**Palavras-chave adicionais:** cepa; eucalipto; mecanização florestal; preparo do solo; tocos.

**Abstract**

In areas with a history of eucalyptus cultivation, the remaining harvest stumps become a physical impediment to soil preparation and implementation of a new mechanized activity, requiring logging and cleaning of the area. The objective of the work was to evaluate the operational performance and mechanized cost of blasting by hydraulic blasting implements. The experimental area was cultivated for 20 years with *Eucalyptus*

urograndis, and the implements compared for logging were: hydraulic bucket stump (T1), hydraulic grapple stump (T2), and hydraulic crusher head stump (T3). The stump attachments were coupled to a model NH E215C hydraulic excavator, year 2018, 108.7 kW of engine power, 2.4 m stick and 142 kN of vertical force on the implement. The performance variables evaluated were: operational efficiency (Ef), operational field capacity (Cco) and productivity (stumps/h); and the costs calculated were: operational (CO), hourly (CH) and per extracted stump (Ct). Data for Ef, Bcc and productivity were compared with means by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ) and costs compared descriptively. It was concluded that the T3 blaster allows greater Ef, Cco and stump extraction productivity, with lower CO and Ct. Lower CH is possible with T1 blaster.

**Additional keywords:** Singh's Criterion; diversity; Capsicum breeding; upgma; ward.

## Introdução

Uma das grandes preocupações do produtor ao investir em florestas plantadas de eucalipto e outras espécies está no pós-colheita das árvores, sobretudo por decisão de mudança de atividade produtiva ou mesmo replantio florestal. Segundo Ríos-Saucedo et al. (2019), dependendo da forma como a floresta for plantada, colhida e manejada, ao final do ciclo produtivo restará na área tocos, cepos ou cepas, que predominantemente viram entrave a ser resolvido.

De acordo com Foelkel (2014), uma cepa, cepo ou toco nada mais é que um residual do tronco colhido que fica ligeiramente exposto acima do solo e que se estende abaixo da terra com as raízes da planta. Conforme Zanella et al. (2018), Vatrás & Borges (2019), o correto manejo e colheita da floresta preconizam que o toco residual tenha elevação entre 5 e 15 cm acima do solo. Entretanto, há diversos fatores que influenciam para obtenção de tocos mais altos. Dentre os mais importantes estão o tipo de colheita: manual, semimecanizada ou mecanizada; e o número de colheita: primeira, segunda ou terceira vez após sucessivas conduções de brotações.

Segundo Stroher et al. (2014), Barbosa et al. (2015), a colheita manual e semimecanizada comumente resulta tocos mais altos, consequência da dificuldade ergonômica do trabalhador na operação de ferramentas manuais ou motosserras próximos a superfície do solo. Na colheita mecanizada tocos mais altos são menos frequentes, sendo o corte da árvore facilitado e determinado pelo formato do cabeçote colhedor.

Embora facilitada frente a métodos manuais e semimecanizados, Leite et al. (2014) descrevem a potência das máquinas, dimensões, densidade das florestas e declividade e superfície do terreno como entraves de condições operacionais mecanizadas que podem resultar tocos desuniformes em altura.

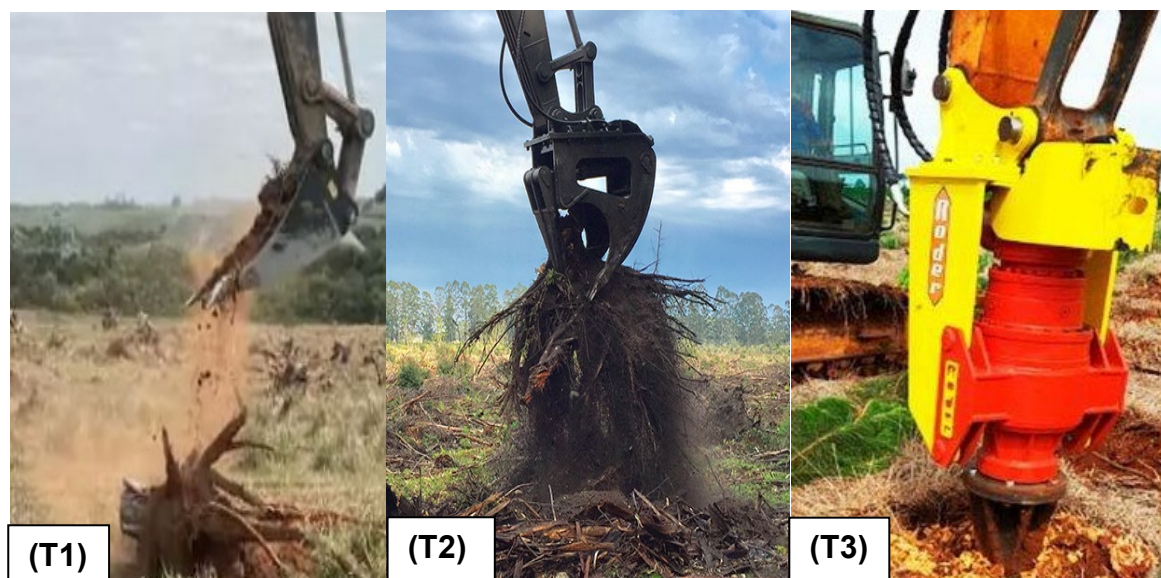
De acordo com Casselli et al. (2018), tocos de 5 a 10 cm de altura representam perda de 0,4 a 0,7% do volume útil comercial do tronco e tocos com 15 cm ou mais de altura representam perdas de 1,5 a 2%. Segundo Correia et al. (2020), tocos também significam perda de terreno útil, potencializada por plantio realizado na entrelinha da floresta anterior, praticamente dobrando e adensando a população de tocos. Em geral, cada toco possui área média de 250 cm<sup>2</sup>, o que significa aproximadamente 40 m<sup>2</sup> de área inutilizada com tocos por hectare. Como o toco oferece dificuldades para mecanização do terreno ao seu redor, a área perdida de uso da terra pode ser bem maior que 0,4% ha<sup>-1</sup>, aponta o autor.

A presença e as dificuldades causadas por tocos nas diversas operações mecanizadas, inclusive de preparo do solo, podem ser minimizadas ou resolvidas a partir da operação de destoca. Essa operação significa arrancar o toco com raízes principais e dar destino a esse resíduo de madeira, em geral contaminado com solo e pedras. Entretanto, Guerra & Eufrade Junior (2019) destacam que o arranquio de tocos e raízes é uma operação sensível e onerosa, demandando muita atenção dos gestores na seleção dos equipamentos a serem utilizados. Em geral são implementos acoplados a tratores e ao braço de escavadoras hidráulicas. Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho operacional e custo mecanizado da destoca por implementos destocadores hidráulicos.

## Material e métodos

O trabalho foi realizado no município de Cristalina-GO, em área de propriedade privada produtora de eucalipto para bioenergia e construção civil, situada às margens da BR050, km 163. A área experimental, de 50 ha, foi cultivada durante 20 anos com floresta de clones de *Eucalyptus urograndis*, plantados em espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre mudas, e histórico de duas colheitas de troncos, a primeira aos 4,5 anos após plantio das mudas e a segunda aos 5,4 anos após condução das brotações. A densidade de tocos da cultura contabilizados na área foi de, aproximadamente, 1.500 ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos, sendo o implemento destocador hidráulicos do tipo caçamba (T1), implemento destocador hidráulico do tipo garra (T2) e implemento destocador hidráulico do tipo cabeçote triturador (T3). Para melhor identificação os destocadores estão ilustrados na Figura 1. Foram realizadas quatro repetições por tratamento e parcelas experimentais com duas linhas paralelas de tocos, 50 tocos por linha, totalizando 100 tocos por parcela.



**Figura 1.** Destocadores hidráulicos do tipo caçamba (T1), tipo garra (T2) e tipo cabeçote triturador (T3).

Para T1 foi utilizado o destocador tipo caçamba hidráulica, modelo CD30 Deltractor; no T2 foi utilizado o destocador tipo garra hidráulica, modelo HDX Thorco; e no T3 destocador tipo cabeçote triturador hidráulico, modelo THE Roder. Os destocadores foram acoplados em uma escavadora hidráulica da marca New Holland, modelo E215C, 110,36 kW (150cv) de potência no motor, braço hidráulico de 2,4 m, 123 kN (12.542,5 kgf) de força vertical de escavação no braço e 142 kN (14.480 kgf) de força de escavação no implemento, 22.100 kg de peso bruto, 4.250 kg de contrapeso, sistema hidráulico com duas bombas de pistões axiais de vazão máxima 211 L min<sup>-1</sup> cada e ano de fabricação 2017/2018.

A extração dos tocos foi realizada 75 dias após a segunda colheita de troncos de eucalipto da lavoura, quando os tocos se encontravam com brotações, facilitando a identificação em meio a serrapilheira residual da colheita. Os tocos extraídos possuíam média de 11,5 cm de altura, 23,1 cm de diâmetro e 65 cm de comprimento, medidas obtidas da amostragem aleatória de 15 tocos por parcela. A altura foi compreendida como a medida entre a superfície do solo e a superfície do toco, o diâmetro determinado pela média de duas medidas perpendiculares sobre a superfície do toco, e o comprimento considerado a medida entre superfície do toco e extremidades da raiz pivotante.

O desempenho operacional dos destocadores foi considerado por meio de avaliações de eficiência operacional (Ef), capacidade de campo operacional (Cco) e produtividade de extração de tocos por hora (Pt), sendo os dados obtidos conforme metodologia de movimentos e tempos proposta por Mialhe (1974) e Simões & Fenner (2010). Com auxílio de cronômetros digitais os tempos foram medidos e classificados em tempo

produtivo de extração dos tocos ( $T_p$ ), tempo auxiliares com manobras e movimentos necessários para extração ( $T_a$ ), tempos perdido com manutenção e demandas pessoais do operador ( $T_{pe}$ ), e tempo total de operação dentro da parcela ( $T_t$ ). O  $T_t$  teve início quando a escavadora foi posicionada e movimentada pelo operador no início de cada parcela, sendo encerrado após extração do último toco, quando a máquina saiu por completo de cada parcela. O  $T_p$  é o tempo demandado para a extração propriamente dita do toco, iniciando quando o implemento o toca e terminando quando é posicionado completamente solto sobre a superfície do solo. O  $T_a$  foi considerado o tempo em que a máquina está ligada, mas não realizando a extração propriamente dita do toco, podendo ser compreendidos tempos gastos com deslocamento entre tocos e movimentos para posicionamento da máquina à extração. O  $T_{pe}$  foi determinado pela diferença de  $T_p$  e  $T_a$  em  $T_t$ .

A  $E_f$  e a  $C_{co}$  foram determinadas ponderando os tempos  $T_p$ ,  $T_a$  e  $T_{pe}$ , conforme Equações 1 e 2 respectivamente, propostas por Mialhe (1974).

$$E_f = \frac{T_p}{T_p + T_a + T_{pe}} \quad (1)$$

$$C_{co} = \frac{A}{T_p + T_a + T_{pe}} \quad (2)$$

Em que:  $E_f$  é a eficiência operacional (%),  $T_p$  é o tempo produtivo (h),  $T_a$  é o tempo auxiliar (h),  $T_{pe}$  é o tempo perdido (h),  $C_{co}$  é a capacidade de campo operacional ( $ha \ h^{-1}$ ), e  $A$  é a área da parcela (ha).

A produtividade de extração de tocos por hora ( $P_t$ ), foi determinada pelo quociente do número de tocos extraídos pelo tempo total de operação na parcela ( $T_t$ ), conforme Correia et al (2020).

Os custos de destoca por hectare ( $C_{hectare}$ ), de destoca por hora máquina ( $CH_{máquina}$ ) e por toco extraído ( $C_t$ ), foram determinados conforme metodologias descritas por Mialhe (1974) e ASABE (2011), cujas equações para cálculos são relacionadas na Tabela 1 e as informações da maquinária especificadas na Tabela 2.

**Tabela 1** – Equações utilizadas para cálculos dos custos.

| Item                             | Custos (R\$ h <sup>-1</sup> )                                                    |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Depreciação                      | $D = (Vi - Vf) / (Vua \times H)$                                                 |
| Juros                            | $J = [(Vi + Vf) / 2] \times Tj \times (1 / H)$                                   |
| Abrigo                           | $A = (Vi \times Fa) / H$                                                         |
| Seguro                           | $S = (Vi \times Fs) / H$                                                         |
| Custos Fixos                     | $CF = D + J + A + S$                                                             |
| Combustível                      | $C = Ch \times Pc$                                                               |
| Lubrificantes/graxa              | $LG = Flg \times Pc$                                                             |
| Mão de obra                      | $MO = Rh/Jt$                                                                     |
| Reparo/manutenção                | $RM = [Vi \times Fr1 (Ha + H/1000)^{Fr2}] - [Vi \times Fr1 (Ha/1000)^{Fr2}] / H$ |
| Custos variáveis                 | $CV = RM + C + LG + MO$                                                          |
| CHmáquina                        | $CHmáquina = CF + CV$                                                            |
| Chectare (R\$ ha <sup>-1</sup> ) | $Chectare = CHmáquina / Cco$                                                     |
| Ct (R\$ toco <sup>-1</sup> )     | $Ct = CHmáquina / Pt$                                                            |

Vi: valor inicial de aquisição; Vf valor final de revenda ou de sucacata; Vua: vida útil em anos; H: horas de uso por ano; Tj: taxa de juros anual; Fa: fator de ajuste para abrigo, 0,01; Fs: fator de ajuste para seguro, 0,01; Flg: fator de ajuste para lubrificantes, 0,005. Ha: horas acumuladas de uso; Fr1: fator de reparo 1; Fr2: fator de reparo 2; Ch: média do consumo horário de combustível; Pc: preço do diesel; Rh = remuneração mensal; Jt: jornada de trabalho mensal, em horas; Cco: capacidade de campo operacional média; Pt: Produtividade tocos extraídos por hora.

**Tabela 2** – Informações técnicas e econômicas da escavadora e destocadores.

| Maquinária           | Vi (R\$)   | Ano  | Vf (%) | Vua (ano)/Vuh (h) | H (h/ano) | Ha (h) |
|----------------------|------------|------|--------|-------------------|-----------|--------|
| Escavadora E215C     | 505.000,00 | 2017 | 20     | 5/10.000          | 2.000     | 5.850  |
| Destocador CD30 (T1) | 15.750,00  | 2021 | 5      | 3/6.000           | 2.000     | 1.000  |
| Destocador HDX (T2)  | 100.200,00 | 2021 | 5      | 3/4.500           | 1.500     | 500    |
| Destocador THE (T3)  | 155.000,00 | 2021 | 5      | 4/4.500           | 1.125     | 350    |

Vi: valor inicial para aquisição de um modelo da máquina em 2021; Vf: valor residual sobre o Vi; Vua: vida útil em anos; Vuh: vida útil em horas; H: horas de uso por ano; Ha: horas acumuladas de uso.

Para os cálculos dos custos de mão de obra, considerou-se: jornada de trabalho de 192,5 horas mensais (Jt) e remuneração do operador (Rh) de R\$ 3.500,00 mês<sup>-1</sup> inclusos os encargos sociais, trabalhistas e administrativos. O preço do óleo diesel (Pc) foi de R\$ 4,80 L<sup>-1</sup> valor médio em 2021, segundo a ANP (2021). A taxa de juros adotada sobre o capital foi de 6,09% ao ano, conforme Banco do Brasil (2021). O fator de ajuste percentual para custos de abrigo (Fa) e de seguro (Fs) da maquinária foi de 1% ao ano sobre o capital, e o Flg para lubrificantes foi de 0,5% sobre o preço do óleo diesel, conforme ASABE (2011). Os fatores de reparos e manutenções Fr1 e Fr2 foram adotados como 0,007 e 2 respectivamente, conforme ASABE (2011).

O consumo horário médio de combustível (Ch) foi obtido pelo sistema de aquisição e monitoramento de dados da própria máquina escavadora, sendo possíveis os valores de consumo instantâneo e média horária (L h<sup>-1</sup>), ambos apresentados na tela do monitor da cabine do operador.

Os dados de Ef, Cco e produtividade de extração foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os custos determinados foram comparados por análise descritiva, considerando qualquer diferença entre valores absolutos.

## Resultados e discussão

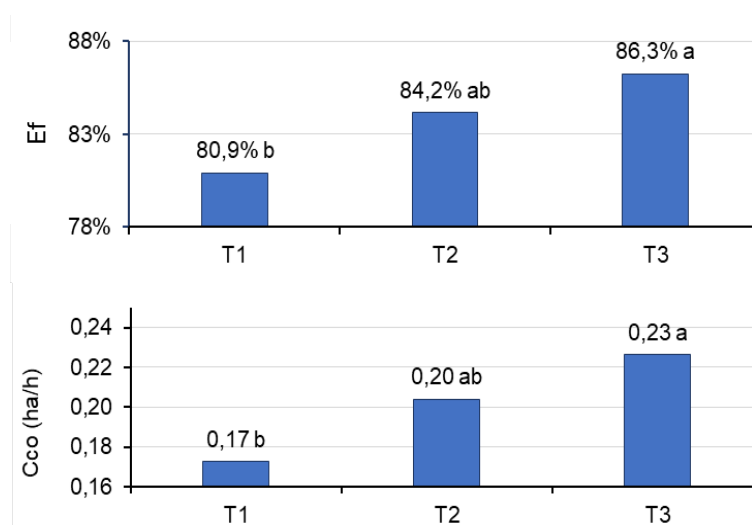
O resumo da análise de variância é apresentado na Tabela 3, e indica significância ao nível de 5% de probabilidade de erro para as variáveis eficiência (Ef), capacidade de campo operacional (Cco) e produtividade de extração de tocos por hora (Pt).

**Tabela 3** – Análise de variância para as variáveis eficiência (Ef), capacidade de campo operacional (Cco) e produtividade de extração.

| Item    | Anova  |                           |                             |
|---------|--------|---------------------------|-----------------------------|
|         | Ef (%) | Cco (ha h <sup>-1</sup> ) | Pt (tocos h <sup>-1</sup> ) |
| Teste F | 15,03* | 24,15*                    | 31,03**                     |
| CV (%)  | 1,65   | 3,65                      | 4,06                        |
| DMS     | 0,027  | 0,014                     | 22,997                      |
| DP      | 0,013  | 0,007                     | 11,648                      |

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação. DMS: diferença mínima significativa. DP: desvio padrão. Letras minúsculas iguais na coluna diferem médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Os resultados de Ef e Cco são apresentados na Figura 2, e indicam menores valores no T1 e maiores no T3.



**Figura 2.** Eficiência operacional (Ef) e capacidade de campo operacional (Cco).

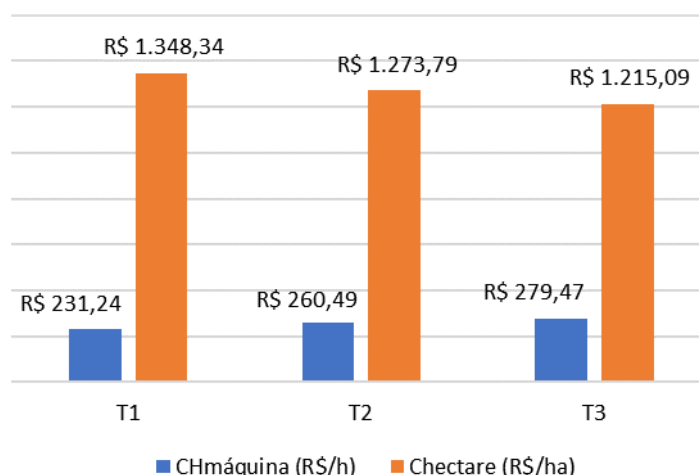
A menor Ef foi obtida no T1, de 80,9%, sendo 5,4% inferior ao obtido no T3. O resultado ocorre devido maior dificuldade observada pelo implemento T1 para sacar os tocos do solo. Predominantemente, observou-se maior necessidade de movimentos (e tempo) da caçamba para mobilização do sistema radicular dos tocos. Para abalar e extrair os tocos com T1, foi preciso três escavações ao redor de cada toco, uma de cada lado e outra na frente do toco, no sentido frontal de trabalho do braço hidráulico da escavadora, alavancando e puxando-o para superfície.

Diferentemente do T1, a destoca do T3 ocorre por uma única intervenção, sendo observada menor demanda de tempo para o posicionamento da broca sobre o toco e a trituração do mesmo em pequenos cavacos, simultaneamente incorporados ao solo. Dessa forma, ao demandar menor tempo produtivo de extração por toco, a Ef e a Cco da operação se tornam maiores no T3. A Cco no tratamento foi de 0,23 ha h<sup>-1</sup>, sendo 26% maior que do T1.

Os resultados diferem aos encontrados por Casselli et al. (2018), que ao comparar a destoca de eucalipto com serra tubular tratorizada (similar ao T3) e caçamba hidráulica (similar ao T1), verificaram eficiência operacional de 66% e 74% respectivamente. Possivelmente, fatores como capacitação do operador, topografia e limpeza da área, umidade do solo, idade, diâmetro e profundidade dos tocos, podem ter contribuído para diferenças entre os trabalhos. Correia et al. (2020) não identificaram diferenças na Ef entre destocadores hidráulicos similares aos utilizados no trabalho, sendo obtida Ef média de 73,5%. Entretanto, identificaram Cco maior para destocador do tipo garra, de 0,23 ha h<sup>-1</sup>, valor similar ao obtido no T3 que utilizou destocador do tipo cabeçote triturador.

Em se tratando do custo de destoca por hora máquina (CHmáquina) e custo da destoca por hectare (Chectare) com os destocadores T1, T2 e T3, os resultados são apresentados na Figura 3.





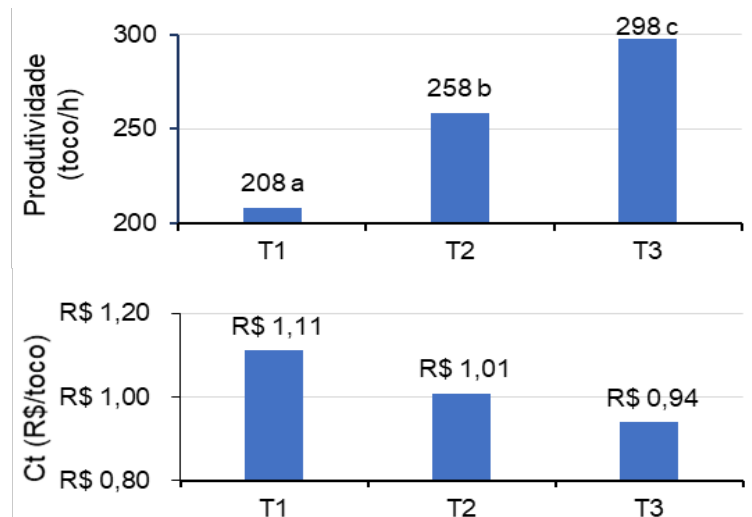
**Figura 3.** Custo de destoca por hora máquina (CHmáquina) e custo de destoca por hectare (C hectare).

O CHmáquina do T1 foi 11,2% e 17,2% menor que o CHmáquina do T2 e T3 respectivamente, cujo resultado ocorre devido ao menor capital mobilizado para aquisição e menor depreciação do destocador. A partir de pesquisa de preços realizada com os diferentes fabricantes, verificou-se que o destocador T1 tem valor médio 35,3% e 89,8% menor que a média dos valores do T2 e T3 respectivamente. Contudo, é importante ressaltar que a Ef e Cco do T1 são inferiores (Figura 2), e que as variáveis devem ser levadas em consideração para tomada de decisão da operação de destoca.

O menor C hectare foi obtido no T3, cujo valor foi 9,8% e 4,6% inferior ao do T1 e T2 respectivamente. O resultado ocorre devido maior valor absoluto de Cco no T3, de 0,23 ha h<sup>-1</sup>.

Os resultados de custos diferem dos obtidos por Correia et al. (2020), cujo CHmáquina e C hectare foram maiores para destocador do tipo garra, sendo de R\$286,86 h<sup>-1</sup> e R\$1434,40 ha<sup>-1</sup>.

Os resultados de produtividade de extração de tocos por hora (Pt) e custo por toco extraído (Ct) são apresentados na Figura 4.



**Figura 4.** Produtividade de extração (tocos  $h^{-1}$ ) e custo por toco extraído (Ct) (R\$/toco).

A maior produtividade foi obtida no T3, cuja destoca foi de 298 tocos  $h^{-1}$ , sendo 43,27% e 15,5% mais produtivo que T1 e T2 respectivamente. A maior produtividade pode ser compreendida devido à maior Ef e Cco do T3 expressas na Figura 2, ambas variáveis influenciam diretamente a produtividade da operação.

Em função do resultado de produtividade de extração, o Ct foi menor no T3, sendo de R\$0,94 toco $^{-1}$ , valor 18,1% e 7,4% menor que T1 e T2 respectivamente. Os resultados divergem do verificado por Correia et al. (2020), cuja maior produtividade, 382 tocos  $h^{-1}$ , e Ct, R\$0,67 toco $^{-1}$ , foram obtidos por destocador do tipo garra, similar ao T2 deste trabalho. Diferenças podem ser atribuídas a fatores como característica dos tocos (idade, diâmetro e enraizamento), habilidade e treinamento dos operadores, condições de umidade e compactação do solo, e topografia do terreno.

Em razão do exposto, recomenda-se a realização de estudos complementares que possam levar em consideração fatores diretos e indiretos para a produtividade e custos da operação de destoca.

A título de exemplo e informação adicional do observado em campo, T3 possibilita destoca sem necessidade de enleiramento e transporte dos tocos, podendo ser vantagem econômica para um cenário mais amplo de operação de destoca e não abordado como objetivo deste trabalho. Certamente essas operações, necessárias por T1 e T2 mas não inclusas ao conceito fidedigno de destoca, adicionam custos ao cenário ampliado de destoca.

## Conclusões

O destocador T3 (tipo cabeçote triturador) possibilita maior eficiência operacional, capacidade de campo operacional e produtividade de extração de tocos, com menores custos por hectare e por toco extraído.

Menor custo por hora máquina é possível com destocador T1 (tipo caçamba).

Conclui-se ainda que resultados de desempenho e custos estão condicionado a condições de topografia, da máquina, capacitação do operador e estado geral dos tocos.

## Referências

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2021) Síntese dos preços praticados, Brasil Resumo II, óleo diesel 2021. Disponível em: < [https://preco.anp.gov.br/include/Resumo\\_Mensal\\_Estado.asp](https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Mensal_Estado.asp) >. Acesso em 10 set 2021.

ASABE (2011) American Society of Agricultural and Biological Engineers. Agricultural machinery management data ASAE D497.7. St. Joseph, ASABE standards. 8p.

Banco do Brasil (2021) FCO Rural - Investimento agropecuário. Disponível em: < <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento> >. Acesso em 10 set 2021.

Barbosa LP, Siqueira WC, Abrahao SA, Conceição JL, Oliveira CAC (2015) Desempenho operacional e análise de custo do conjunto mecanizado no preparo do solo para plantio florestal. Enciclopédia biosfera 11(21):746-763.

Casselli V, Prata GA, Seixas F (2018) Rendimento operacional e viabilidade econômica na colheita de tocos de eucalipto em dois sistemas de extração. Scientia Forestalis 46(117):97-106. <https://doi.org/10.18671/scifor.v46n117.09>

Correia TPS, Lopes AGC, Faggion F, Brito GR, Sousa SFG (2020) Operational performance and costs of mechanized stump extraction sets. Engenharia da Agricultura 28(1):326-335.

<https://doi.org/10.13083/reveng.v29i1.10272>

Foelkel C (2014) O problema dos tocos residuais das florestas plantadas de eucaliptos. Eucalyptus online book & newsletter 45(1):94-106.

Guerra SPS, Eufrade Junior HJ (2019) Recuperação energética da biomassa de tocos e raízes de florestas plantadas. FEPAF. 176p.

Leite ES, Minette LJ, Fernandes HC, Souza AP, Amaral EJ, Lacerda EG (2014) Desempenho do harvester na colheita de eucalipto em diferentes espaçamentos e declividades. Revista Árvore 38(1):1-8. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100009>

Mialhe LG (1974) Manual de mecanização agrícola. Agronômica Ceres. 301p.

Ríos-Saucedo JC, Acuña-Carmona E, Valenzuela-Núñez LM, Cancino-Cancino J, Corral-Rivas JJ, Rosales-Serna R (2019) Survival rates and characteristics of spreads in two years stumps of crops with dendroenergy potential. CiênciaUAT 14(1):145-154. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1143>

Simões D, Fenner PT (2010) Influência do relevo na produtividade e custos do harvester. Scientia Forestalis 85(38):107-114.

Stroher RR, Nikkel A, Nodari AN, Santos AS, Robert RCG (2014) Avaliação da perda de madeira em dois sistemas de colheita florestal mecanizada. Enciclopédia Biosfera 10(19):238-249.

Vatraz S, Borges FQ (2019) Análise de resíduos florestais após colheita semimecanizada em um plantio de coníferas no paraná. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente 12(1):65-80.  
<https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n1p65-80>

Zanella LV, Borsoi GA, Pertille CT, Nicoletti MF (2018) Efeitos da altura do toco no volume colhido em um plantio de Pinus taeda L. Biofix Scientific Journal 3(2):224-230.  
<https://doi.org/10.5380/biofix.v3i2.59693>