

**PRODUTIVIDADE E CUSTOS DO PROCESSADOR TRABALHANDO EM
POVOAMENTOS DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden****PRODUCTIVITY AND COSTS OF PROCESSOR WORKING IN STANDS OF*****Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**Bernardo Carlos Tarnowski¹ Paulo Renato Schneider² Carlos Cardoso Machado³**RESUMO**

No presente trabalho foi realizado um estudo de tempos com o objetivo de ajustar equações para estimar o tempo das atividades, a produtividade, o custo operacional e da produção do processador utilizado em um sistema de colheita de madeira de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em topografia plana, no Estado da Bahia. O ciclo operacional do processador consistiu no tempo gasto para processar uma árvore e foi dividido em etapas as quais foram cronometradas, usando a metodologia dos tempos individuais. A unidade amostral foi constituída do ciclo operacional da máquina. A análise estatística baseou-se em estudo de regressão, sendo utilizado o procedimento de modelagem de regressão “stepwise”. Com as equações ajustadas, foi possível estimar a produtividade da máquina em função do diâmetro das árvores. Nas condições do estudo, considerando uma eficiência operacional de 70%, a produtividade do processador foi de 25,8 m³cc/h, o custo operacional 47,90 US\$/h e o custo de produção de 1,86 US\$/m³cc. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que: o tempo de processamento das árvores varia diretamente com o aumento do diâmetro; o tempo de preparação, ao contrário do tempo de processamento, possui uma baixa correlação com o diâmetro das árvores; a produtividade do processador é diretamente proporcional ao aumento do diâmetro das árvores, quando expressa em volume, e inversamente proporcional, quando expressa em número de árvores; o custo por metro cúbico de madeira processada com processador, varia numa relação inversa ao aumento do diâmetro; do custo operacional do processador, o custo fixo é o de maior proporção, seguido do custo variável, administrativo e da mão-de-obra; e, o custo de produção do processador diminui em forma exponencial com o aumento do diâmetro das árvores.

Palavras-chave: colheita mecanizada, produtividade, custos, processador, *Eucalyptus grandis*.

SUMMARY

In the present work a time study was conducted with the objective of adjusting equations to estimate the time of activities, productivity, operational costs and the production of the processor

1. Engenheiro Florestal, M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria. (RS). Bolsista da CNPq.
2. Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP: 97105-900, Santa Maria. (RS). Pesquisador do CNPq.
3. Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Titular do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36571-000, Viçosa. (MG). Pesquisador do CNPq.

used in a harvest operation of stands of *Eucalyptus grandis* in plain topography in the state of Bahia, Brazil. The operational cycle of the processor consisted of the time spent to process a tree, and was divided in to stages, which were assessed using the methodology of single activity times. The sampling unit was the operational cycle of the machine. The statistical analysis was based on regression analysis considering the selection procedure "stepwise". With the adjusted equations it was possible to estimate the productivity of the machine taking into account the of tree diameter. Considering an operational efficiency of 70 % under the circumstances of the study, the productivity of the processor was 25,8 m³ cc/h, the operational costs 47,90 US\$/h and the production costs 1,86 US\$/m³ cc. On the basis of the obtained results it can be concluded that the time of tree processing has varied directly according to the diameter increase diameter; the preparation time, contrary to the processing time, only shows a weak correlation with tree diameter; productivity of the processor is directly proportional to tree diameter, when expressed in volume and inversely proportional when expressed in tree number; the costs per cubic meter of wood processed varies inversely with of increased diameter; from the operational costs, fixed costs had the highest proportion followed by the variable costs, administrative costs and costs for manpower; the production costs of the processor decreased exponentially with increasing tree diameter.

Key words: mechanized harvest, productivity, costs, processor, *Eucalyptus grandis*.

INTRODUÇÃO

A celulose é um dos principais produtos de origem vegetal que o Brasil exporta para vários países do mundo, razão pela qual, o reflorestamento apresenta alto interesse econômico para o País, tendo no eucalipto seu principal produto. Assim, há necessidade de ampliação da capacidade produtiva o que impõe o uso de equipamentos florestais em larga escala (MINETTE, 1988; JACOVINE *et al.*, 1997).

Embora muitas empresas florestais ainda utilizem sistemas semimecanizados de colheita de madeira, é de conhecimento de todos os profissionais da área que, no Brasil, nos últimos dez anos, houve um significativo incremento do grau de mecanização das operações de colheita de madeira das florestas implantadas.

Com a globalização da economia, aumentou a concorrência internacional que trouxe consigo exigências crescentes de qualidade e produtividade. Para acompanhar o incremento da produção e garantir o abastecimento das indústrias a custos compatíveis, as empresas, do setor da celulose, acharam que, na maioria das vezes, a solução é aumentar o nível de mecanização das operações de colheita de madeira para obter produções elevadas a baixos custos.

O setor florestal brasileiro vem-se modernizando dia a dia, principalmente nas áreas de florestamento e reflorestamento. Essas áreas, por serem florestas homogêneas, possuem excelentes condições para a mecanização das atividades de colheita florestal, visando maiores rendimentos e menores custos por metro cúbico produzido (MALINOVSKI, 1993).

Os motivos que levaram a mecanização das operações de colheita florestal são diversos,

podendo-se mencionar: o aumento da demanda de madeira, aumento dos custos sociais dos trabalhadores, a natureza rude das atividades, a disponibilidade de maquinária específica para as operações inerentes e, principalmente a competitividade cada vez mais intensa que obriga a reduzir custos (TIBURCIO *et al.*, 1995; MALINOVSKI & MALINOVSKI, 1998; MAIA *et al.*, 1996; e DORINGON, 1995).

O objetivo do estudo foi estimar a produtividade, o custo operacional e de produção do processador, trabalhando com madeira de eucalipto no sistema de toras curtas, e ajustar equações que permitam estimar o tempo das atividades parciais, o tempo total do ciclo operacional e a produtividade do processador em diferentes condições de trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em um reflorestamento de *Eucalyptus grandis*, localizado no Município de Itabatan, sudeste do Estado da Bahia, durante o período de março a maio de 1998. A área tem relevo plano a suavemente ondulado. O solo tem textura areno/argilosa, bem-drenado, sem presença de pedras na superfície.

O povoamento era originado de sementes, implantado no espaçamento de 3 x 2 metros, com 8 anos de idade, diâmetro na altura do peito (DAP) médio de 20,5 centímetros, à altura média 27,4 m, 995 árvores por hectare com, aproximadamente, 40% de falhas, volume da árvore média de 0,38 metros cúbicos com casca (m³cc) e o volume médio por hectare de 378,6 m³cc.

A operação de derrubada das árvores foi realizada, usando-se motosserras. Cada operador trabalhou com um ajudante (1+1) e recebeu uma faixa de trabalho de uma linha de árvores, sendo feita perpendicularmente à linha de plantio.

Depois que as árvores foram derrubadas com motosserra, foi realizado o processamento (desgalhamento, traçamento e embandeiramento) em forma mecanizada, com o processador. A cada operador foi dada uma faixa de trabalho (“eito”) de cinco linhas. A máquina entrou sobre a terceira linha de seu eito, processou as árvores da primeira à quinta linha. Os toretes ficavam embandeirados entre a primeira e a segunda linha, sendo a galhada colocada entre a segunda e a quarta linha. Os toretes foram seccionados em comprimentos de 2,80 metros.

O processador avaliado era constituído por uma máquina-base e de um cabeçote para o processamento da madeira cujas principais características técnicas foram:

- A máquina-base era uma pá carregadeira marca CATERPILLAR, modelo 320 ME, motor modelo CATERPILLAR 3066, diesel, de injeção direta, 128 HP de potência no volante a 1.800 RPM, força máxima na barra de tração 18.050 kg, peso de operação (sem-cabeçote) 19.460 kg, velocidade máxima de deslocamento 5,5 km/h, alcance da lança com o cabeçote para a frente de 5,1 m e lateral (90°) de 6,1 m.
- O cabeçote era da marca CARAPINA, modelo MC/GED 500, série 041, motor do rolo REXROTH, motor da serra VOAC F11, comandos DANFOSS, conjunto de corte HULTDINS,

rotator GV 11S, sensores de comprimento da madeira, capacidade máxima de processamento 45 cm, três facas para desgalhamento, velocidade de desgalhamento 280 m/min e peso de operação 600 kg.

O ciclo de trabalho do processador consistiu no tempo gasto para processar cada árvore o qual, em um estudo preliminar, foi dividido em atividades parciais que o compunham e definidos os pontos de tomada de tempo. Identificaram-se três elementos do ciclo operacional: processamento (desgalhamento, toragem e embandeiramento), preparação (para iniciar o processamento) e deslocamento da máquina. Também foi registrado o número de árvores processadas em cada parada e o número de toretes obtidos de cada árvore processada.

A metodologia empregada para a medição dos tempos das atividades foi o método de tempo individual em que o tempo de cada elemento do ciclo operacional é obtido diretamente, já que o cronômetro é zerado a cada leitura. Para a medição dos tempos, utilizaram três cronômetros de minuto decimal, de duplo ponteiro e três botões, dispostos em uma prancheta. Nesse experimento, optou-se pela amostragem aleatória estratificada por operador, sendo avaliados dois operadores, e a unidade experimental foi o ciclo operacional do processador.

Por meio da metodologia proposta por BARNES (1977), determinou-se o número mínimo de observações necessárias para estimar o tempo médio do ciclo operacional, para um nível de 95% de probabilidade de confiança e um erro relativo de $\pm 5\%$, ou seja, que a média dos valores observados não diferisse em $\pm 5\%$ do valor verdadeiro do ciclo. Foram cronometrados um total de 1300 ciclos operacionais do processador, número maior do que o calculado como necessário.

O procedimento de modelagem de regressão usado foi o “stepwise” que envolve um re-exame de todos os passos das variáveis incorporadas no modelo em estágio prévio. De acordo com as equações ajustadas, pôde-se estimar a produtividade máxima (teórica) da máquina em função do DAP e altura das árvores.

As interrupções do trabalho não foram cronometradas, ou seja, foi considerado como se os operadores tivessem uma eficiência operacional de 100%. Esse procedimento permitiu que se estimasse a produtividade da máquina em qualquer situação, multiplicando-se a produtividade máxima estimada por meio das equações ajustadas pelo fator eficiência operacional. A eficiência operacional, considerada para o processador, foi de 70%. Portanto, o resultado obtido com a equação que estima a produtividade deverá ser multiplicado pelo fator 0,70 para obter a produtividade efetiva.

Para cálculo dos custos operacionais, utilizou-se o método contábil, que usa valores estimados e reais, conforme proposto por MACHADO & MALINOVSKI (1988). Os custos fixos (juros e depreciação) foram estimados pela metodologia proposta pela FAO (1978), e os dados para o cálculo dos custos variáveis foram obtidos dos relatórios da empresa onde foi realizado o trabalho.

O custo operacional e de produção de cada máquina foi calculado em R\$/h e R\$/m³cc, respectivamente, e depois transformado para US\$/h e US\$/m³cc. A cotação comercial do dólar americano, no momento da realização do trabalho, foi de R\$ 1,15.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos elementos do ciclo operacional do processador

Na Figura 1, observa-se como variou o tempo total médio com o aumento do DAP das árvores. A medida que aumentou o DAP, mais tempo foi gasto por árvore, pois com ele aumentaram o volume e o peso das árvores que provocaram uma diminuição na velocidade de avanço da madeira por meio do cabeçote do processador. Também porque as árvores maiores apresentavam ramos mais grossos o que dificultava o desganhamento.

O tempo total, por árvore gasto pelo processador, pode ser estimado em função do diâmetro e altura das árvores, pela seguinte equação:

$$tt = e \left(-4,78720605 + 0,00001088 \times DAP^3 + 1,37852778 \times \sqrt{DAP} - 0,00284027 \times h^2 \right)$$

Sendo: tt = tempo total por árvore (preparação e processamento), em minutos;

DAP = diâmetro das árvores, tomado a 1,30 m do nível do solo, em centímetros;

h = altura total das árvores, em metros.

O coeficiente de determinação da equação é de 0,5485, ou seja, explicou a variação do tempo total por árvore em 54,85% dos casos. O valor de “F” é de 541,08, significativo ao nível de 99% de probabilidade, e o erro padrão da estimativa 39,47%.

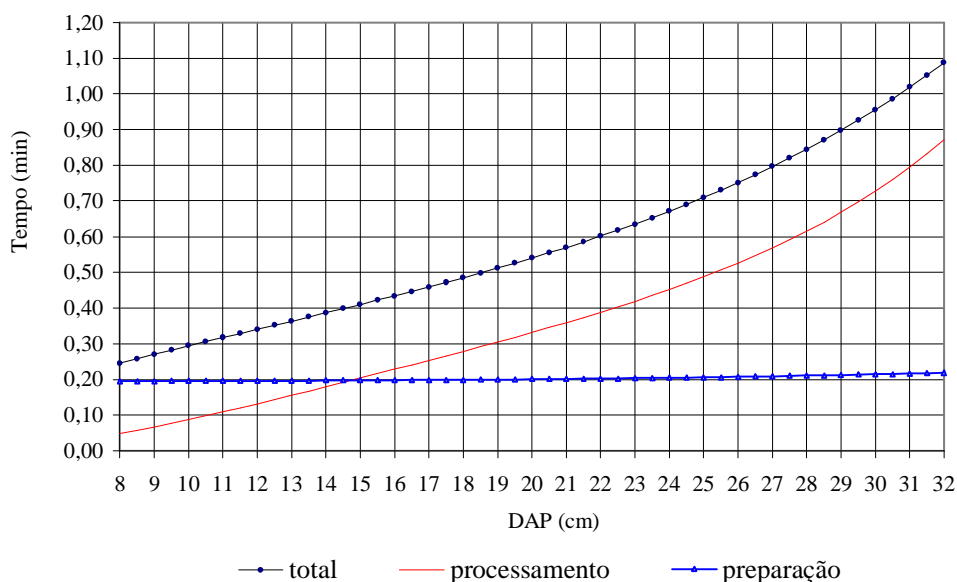


FIGURA 1: Tempo total, de preparação e de processamento, gasto pelo processador, por árvore, em função do diâmetro.

Com a equação ajustada, estimou-se que, para a árvore média do talhão, com DAP de 20,5 cm, o tempo total gasto, pelo processador, por árvore foi de 0,60 minutos (min).

Ao tempo total deve-se adicionar o tempo de deslocamento da máquina. O processador deslocou-se, depois de processar em média 6,5 árvores, gastando durante o deslocamento um tempo médio de 0,17 min, ou seja, 0,03 min por árvore que, somado ao tempo total, resultou em 0,63 min por árvore.

Analisando a Figura 1, observa-se que o tempo médio de processamento foi variável com o diâmetro das árvores e, como o tempo de preparação para iniciar o processamento apresentou pequenas diferenças com o aumento do diâmetro das árvores, as curvas do tempo total e de processamento resultaram paralelas. A explicação dada ao tempo total por árvore também aplica-se ao tempo de processamento. O tempo médio de processamento por árvore, foi de 0,34 min que correspondeu ao 57,6% do tempo total do ciclo operacional (Figura 2).

O tempo de processamento, por árvore, gasto pelo processador, pode ser estimado em função do DAP e altura das árvores, pela seguinte equação:

$$t_{pro} = e^{(-11,91371934 + 0,00003142 \times DAP^3 + 4,68874924 \times \ln(DAP) - 0,00476011 \times h^2)}$$

Sendo: t_{pro} = tempo de processamento por árvore, em minutos;

DAP = diâmetro das árvores, tomado a 1,30 m do nível do solo, em centímetros;

h = altura total das árvores, em metros.

O coeficiente de determinação da equação é de 0,7756, ou seja, explicou a variação do tempo de processamento, por árvore, em 77,56% dos casos. O valor de "F" é de 1539,45, significativo ao nível de 99% de probabilidade, e o erro padrão da estimativa 22,98%.

Com a equação ajustada, estimou-se que, para processar a árvore média do talhão, com diâmetro de 20,5 cm, o processador gastou 0,39 min (desgalhamento, traçamento e embandeiramento).

Na Figura 1, pode-se observar que, o tempo de processamento até o diâmetro de 15 cm é menor que o tempo de preparação, isso significa que a máquina demora mais tempo na preparação que no processamento, diminuindo sua produtividade.

Durante o processamento foi obtido em média 7,2 toretes por árvore, com comprimento de 2,80 m. Considerando que o tempo médio de processamento, por árvore, foi de 0,34 min, então, o tempo médio gasto para desgalhar e traçar cada torete foi de 0,05 min.

Pode-se observar, na Figura 1, que o tempo médio de preparação apresentou pouca variação com o aumento do DAP das árvores, porque estava mais relacionado com a posição em que ficavam as árvores logo após serem derrubadas pelos motosserristas. O tempo médio de preparação foi de 0,22 min o que corresponde a 37,3% do tempo total (Figura 2).

O tempo de preparação, por árvore, apresentou menor correlação com o DAP das árvores de que o tempo de processamento. O coeficiente de correlação de Pearson foi de 0,047, não-significativo a 99 % de probabilidade, isto comprova que o tempo de preparação das árvores para o

processamento, depende mais da posição que ficam as árvores depois de serem derrubadas do que do DAP.

O tempo de preparação, para iniciar o processamento, gasto pelo processador, por árvore, pode ser estimado em função do DAP das árvores, mediante a seguinte equação:

$$t_{pre} = e^{-1,63550307 + 0,00000356 \times DAP^3}$$

Sendo: t_{pre} = tempo de preparação para iniciar o processamento, por árvore, em minutos;
DAP = diâmetro das árvores, tomado a 1,30 m do nível do solo, em centímetros.

O coeficiente de determinação da equação é de 0,0026, ou seja, explicou a variação do tempo total, por árvore, em apenas 0,26% dos casos. O valor de “F”, é de 3,49, significativo ao nível de 93,8% de probabilidade, e o erro padrão da estimativa 24,75%.

Embora a equação tenha apresentado um baixo coeficiente de determinação, comparando-se os valores médios estimados na Figura 1 com os valores médios estimados, observa-se uma diferença muito pequena, razão pela qual foi aceita a equação. Com a equação ajustada estimou-se que o processador gasta em média de 0,20 min na preparação para iniciar o processamento das árvores.

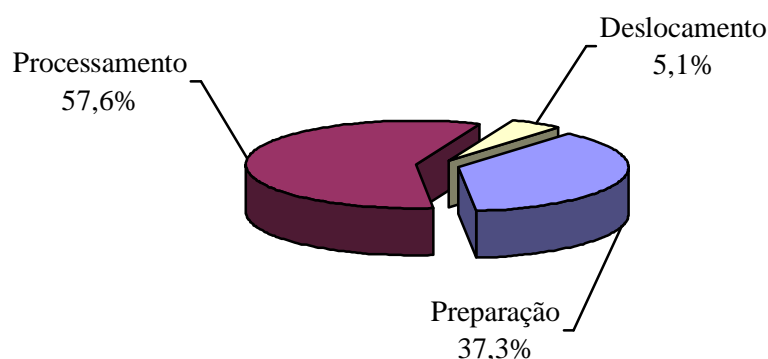


FIGURA 2: Representação da distribuição dos tempos dentro do ciclo operacional do processador (DAP 20,5 cm).

Estimativa da produtividade do processador

Nas condições do estudo, o processador apresentou uma produtividade média teórica de 126 árv/h, que transformado em volume, representa 42,3 m³cc/h. Considerando a eficiência operacional, a produtividade média efetiva do processador foi de 88,3 árv/h, que transformado em volume representou 29,6 m³cc/h. Essa produtividade é superior à encontrada pela ARACRUZ CELULOSE (1997), de 28 m³cc/h cujo objetivo é obter 33 m³cc/h, com uma eficiência operacional de 75%.

A produtividade máxima do processador, expressa em número de árvores por hora, pode ser estimada em função do diâmetro e altura das árvores, mediante a seguinte equação:

Sendo: árv/h = produtividade do processador, em árvores por hora;
DAP = diâmetro das árvores, em centímetros;

$$\text{árv/h} = e^{(8,88208158 - 0,00001088 \times \text{DAP}^3 - 1,37880914 \times \sqrt{\text{DAP}} + 0,00284176 \times h^2)}$$

h = altura total das árvores, em metros.

O coeficiente de determinação da equação é de 0,5482, ou seja, explicou a produtividade máxima do processador em 54,82% dos casos. O valor de “F” é de 540,51, significativo ao nível de 99% de probabilidade, e o erro padrão da estimativa é de 5,54%.

A produtividade média teórica do processador, expressa em metros cúbicos com casca por hora, pode ser estimada em função do diâmetro e da altura das árvores, pelas seguinte equação:

$$\text{vol/h} = e^{(-4,2925753 - 0,00000664 \times \text{DAP}^3 - 10,448081 \times 1/\text{DAP} + 2,55594 \times \ln(h))}$$

Sendo: vol/h = produtividade do processador, em m³cc/h;
DAP = diâmetro das árvores, em centímetros;
h = altura total das árvores, em metros.

O coeficiente de determinação da equação é de 0,8495, ou seja, explicou a produtividade do processador em 84,95% dos casos. O valor de “F” é de 2513,76, significativo ao nível de 99% de probabilidade, e o erro padrão da estimativa é de 7,96%.

Na Figura 3, encontram-se representados os valores obtidos com as equações ajustadas para estimar a produtividade do processador, seja em número de árvores, ou em volume por hora. Pode-se observar que o número de árvores processadas, por hora, diminui à medida que aumenta o diâmetro das árvores, ao contrário do que acontece com o volume por hora.

Esses resultados podem ser contrastados com os obtidos por SANTOS & MACHADO (1995) que avaliaram um processador trabalhando em florestas de eucalipto com diferentes diâmetros, as quais foram derrubadas com motosserra, em oito de trabalho de 5 linhas de árvores e com comprimento dos toretes de 6 m. Segundo os autores, a maior produtividade do processador ocorreu, quando as árvores tinham um volume de 0,34 m³cc, processando 28,50 m³cc/h, com uma eficiência operacional de 56%. Para o volume médio de 0,38 m³cc/árv, a produtividade estimada, pelos autores, foi de 28,10 m³cc/h, ou seja, uma produtividade de 8,9% maior que a encontrada neste estudo, embora a eficiência operacional tenha sido menor. O motivo da maior produtividade, provavelmente, seja em razão do comprimento dos toretes ser de 6,0m o que faz aumentar a produtividade, pois diminuem as paradas do cabeçote para o traçamento da madeira.

Estimativa dos custos do processador

O custo operacional foi obtido por meio do somatório dos custos fixos, variáveis, da mão-de-obra e administrativos. O custo operacional médio do processador foi de 47,90 US\$/h. Na Figura 4 está representada a composição do custo operacional do processador em que se observa que os custos fixos (depreciação, juros, seguros e manutenção) foram os que mais contribuíram no total, com 17,85 US\$/h, ou seja, 37,3%. Em segundo lugar, estão os custos variáveis (combustíveis, lubrificantes, etc.) com 13,58 US\$/h, representando 28,3%. Seguiram-se os custos da mão-de-obra direta (operador e mecânico) com 8,49 US\$/h, ou 17,7%, e por último o custo administrativo com 7,98 US\$/h, ou seja, 16,7% do total.

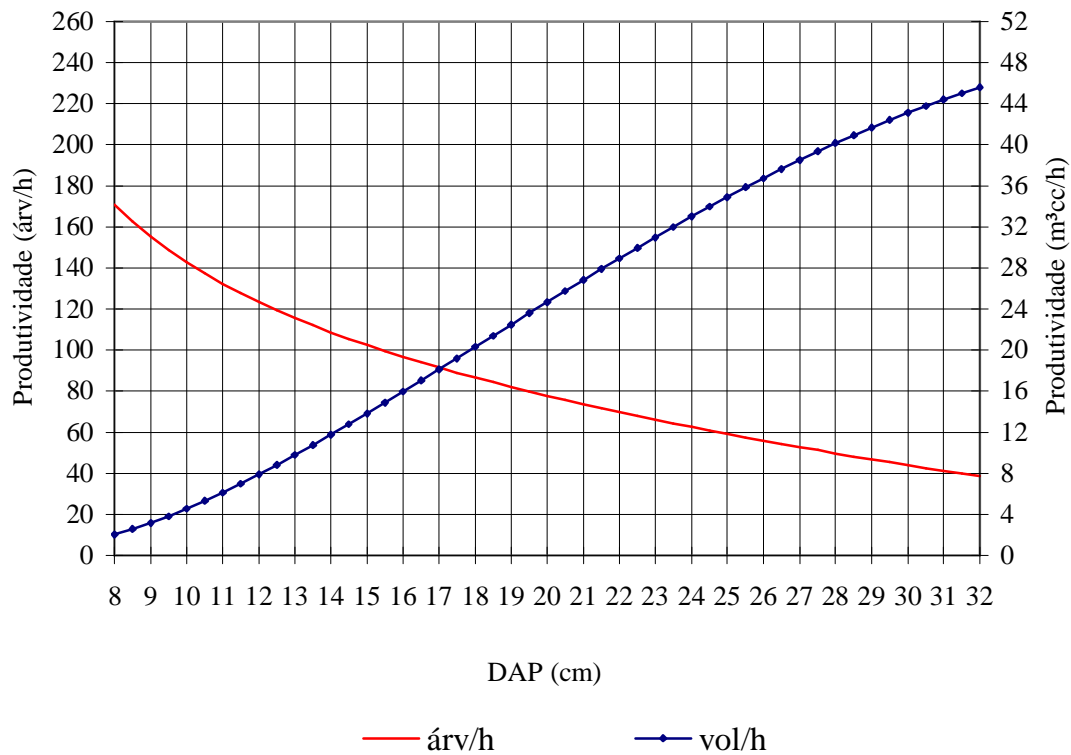


FIGURA 3: Produtividade estimada para o processador, em função do diâmetro das árvores (eficiência operacional de 70%).

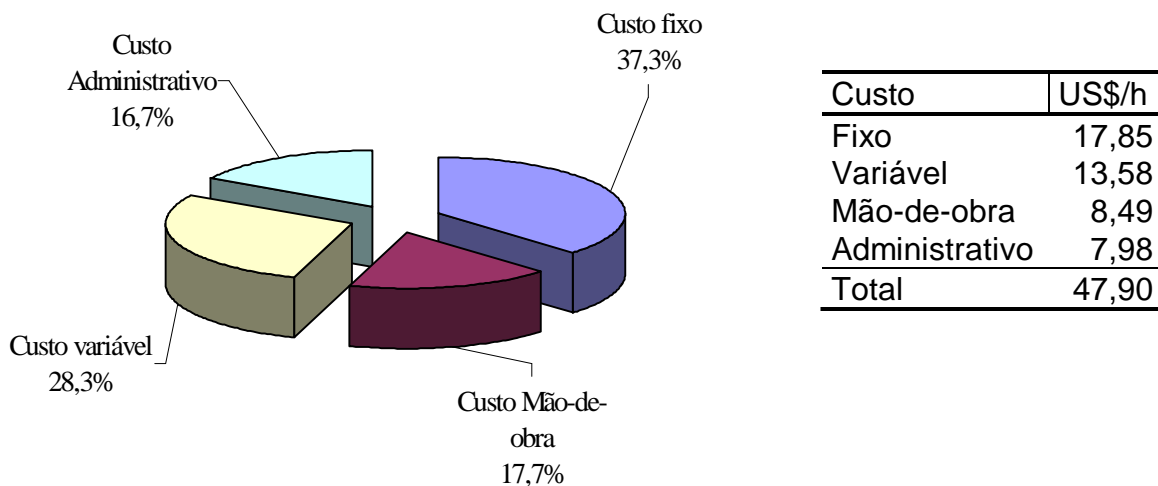


FIGURA 4: Composição do custo operacional do processador.

O custo médio de produção foi obtido pela razão do custo operacional (47,90 US\$/h) e a sua produtividade (25,8 m³cc/h). Nas condições do estudo, considerando o DAP da árvore média do talhão de 20,5 cm e a eficiência operacional de 70%, o custo médio de produção foi de 1,86 US\$/m³cc.

Analisando a Figura 5, observa-se o comportamento do custo de produção à medida que aumenta o DAP das árvores. A tendência é o custo de produção diminuir numa forma exponencial com o aumento do DAP, estabilizando-se nos maiores DAP. Como exemplo, com o aumento do DAP de 10 cm para 12 cm, obteve-se uma redução no custo de produção de 4,45 US\$/m³cc, porém quando aumenta o DAP de 20 cm para 22 cm, o aumento do custo é de 0,29 US\$/m³cc.

O custo estimado para o processador, se comparado com os dados apresentado por SANTOS & MACHADO (1995), é significativamente menor. Esses autores estimaram um custo operacional para o processador de 69,60 US\$/h e, para um volume médio por árvore de 0,38 m³cc, um custo de produção de 2,48 US\$/m³cc, ou seja, 33,33% acima do custo por metro cúbico estimado no presente trabalho.

Ao contrário deles, WINTER (1998) estimou o custo operacional do processador em 52,04 US\$/h, que, para uma produtividade de 32,3 m³cc/h produz um custo de 1,61 US\$/m³cc, ou seja, 15,52% mais baixo que o obtido neste estudo.

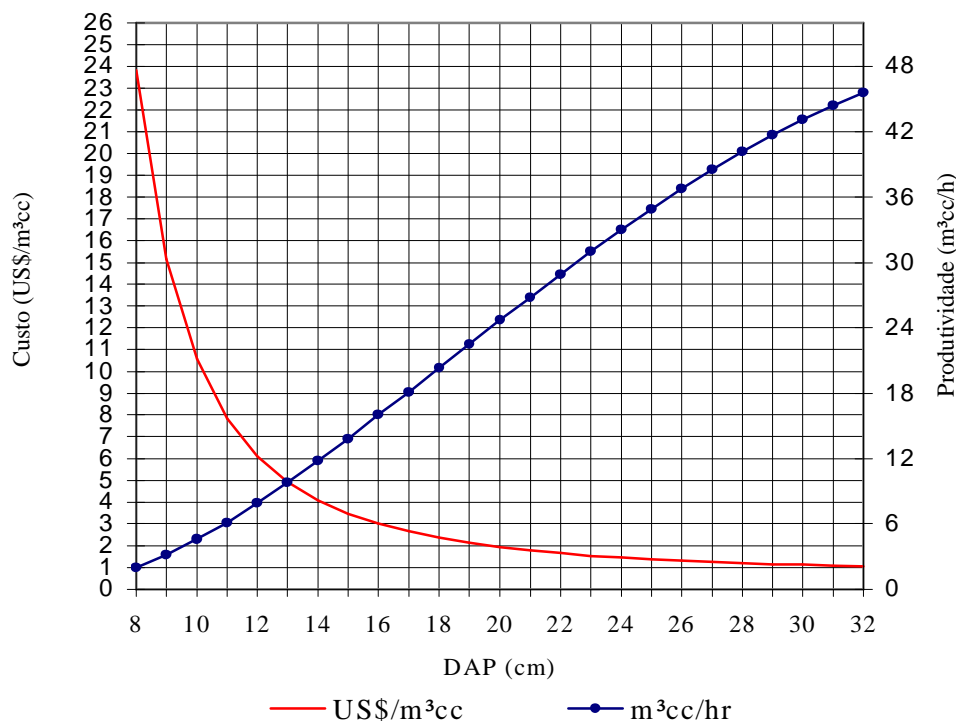


FIGURA 5: Custo de produção e produtividade do processador, em função do diâmetro das árvores (eficiência operacional de 70%).

CONCLUSÕES

Os resultados, obtidos no presente estudo, permitiram concluir que:

- a) O tempo de processamento das árvores, gasto pelo processador, varia diretamente com o aumento do diâmetro.
- b) O tempo de preparação para iniciar o processamento das árvores, ao contrário do tempo de processamento, possui uma baixa correlação com o diâmetro, e depende mais da posição em que ficam as árvores após serem derrubadas.
- c) A produtividade do processador é diretamente proporcional ao aumento do diâmetro, quando expressa em volume, e inversamente proporcional, quando expressa em número de árvores.
- d) O custo, por metro cúbico de madeira processada com processador, é sensível ao diâmetro das árvores, variando numa relação inversa ao aumento do diâmetro. Povoamentos com diâmetros médios pequenos, tendem a apresentar um alto custo de processamento, enquanto que

povoamentos com diâmetro médio maiores apresentam um custo de processamento menor.

e) Do custo operacional do processador, o custo fixo é o de maior proporção, seguido do custo variável, administrativo e da mão-de-obra.

f) O custo de produção do processador diminui em forma exponencial à medida que aumenta o diâmetro das árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARACRUZ CELULOSE. Sistemas de colheita florestal. Experiência da Aracruz Celulose. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. **Anais...** Viçosa: SIF, 1997. p. 19-23.
- BARNES, R.M. **Estudo de Movimentos e de Tempos:** projeto e medida do trabalho. Tradução da 6 ed. Americana. São Paulo, Edgard Blücher, 1977. 635 p.
- DORIGON, D. Melhorias técnicas e vantagens econômicas na atividade de colheita de madeira na RIGESA. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 4., 1995, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: CEPEF, 1995. p. 6-13.
- F.A.O. **Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento.** Roma, 1978.171 p
- JACOVINE, L. A. G., MACHADO, C. C., SILVA da, M. L. *et al.* Evolução dos custos da madeira destinada à produção de celulose. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. **Anais...** Viçosa: SIF, 1997. p. 261-268.
- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal.** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Br. 262:65. 1988.
- MAIA, J. L. S., CONDI, L. G. B., TIBURCIO, V. C. S. Colheita florestal e meio ambiente na DURATEX. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1996. p. 65-71.
- MALINOVSKI, J. R. **Análise de tempos, movimento e esforços físicos em algumas atividades de corte e extração de *Eucalyptus grandis*.** Curitiba: UFPR, 1993. 44 p. Tese (Concurso de Professor Titular) - Universidade Federal de Paraná, 1993.
- MALINOVSKI, R. A., MALINOVSKI, J. R. **Evolução dos sistemas de colheita de povoamentos de pinus na região sul do Brasil.** Curitiba, FUPEF: 1998. 138 p.
- MINETTE, L. J. **Avaliação técnico e econômica dos tratores florestais transportadores (forwarders), na extração de madeira de eucalipto.** Viçosa: UFV, 1988. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- SANTOS, S. L. M. , MACHADO, C. C. Análise técnico-econômica do processamento de madeira em áreas planas, utilizando o processador. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 346-357, 1995.

- TIBURCIO, V. C. S., SENE, J. M. de, CONDI, L. G. B. Colheita mecanizada: Avaliação de Harvester e Forwarder. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1995, Salvador. **Anais...** Viçosa: SIF, 1995. p. 204-221.
- WINTER, M. E. L. Sistemas mecanizados de colheita de madeira em povoamentos com fins energéticos. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 10., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1998. p. 133-149.