
**ANÁLISE OPERACIONAL DE COLHEITADEIRAS
FLORESTAIS**

WILSON FERREIRA DE MENDONÇA FILHO
Mestre - Prof. Adjunto IV, DPF -IF -UFRRJ

R E S U M O

O grau de mecanização das operações de extração florestal, no Brasil, vem crescendo a passos rápidos nos últimos anos. Modernas máquinas capazes de cortar, desgalhar, cortar em toras e fazer o baldeio, as colheitadeiras florestais vem promovendo uma mudança expressiva no cenário das atividades da extração florestal. Este trabalho descreve uma metodologia para a análise de colheitadeiras florestais que engloba técnicas de Estudo do Tempo do Trabalho, Análise de Regressão e Disponibilidade e Utilização do Equipamento. A aplicação desta metodologia permitirá que técnicos do setor possam comparar equipamentos, analisar as operações de extração florestal, visando detectar pontos críticos que venham a prejudicar a produtividade acarretando o aumento dos custos de produção.

Palavras-chaves: colheitadeira, extração florestal, corte mecanizado, análise operacional, Processadores.

A B S T R A C T

**OPERATIONAL ANALYSIS OF HARVESTING
MACHINES**

The mechanization level of logging operation in Brazil has growing at fast rates in the last years. Modern machines able to cut, delimb, buck and forward, called " Forest Harvesters" are promoting an expressive changing on the logging activities scenery. This study shows an methodology to analyze Harvesters equipments. The methodology includes a Time Study Technique, a Regression Analysis Technique and an Equipment Availability and Utilization Technique. Using these procedure the forest technician will be able to compare equipments and perform logging operation analysis to detect critical points on those activities that are involved in the production process.

Key words: harvesters, logging, mechanized felling, loggin operation analysis, processors.

INTRODUÇÃO

Em várias regiões do país estão surgindo no cenário das operações florestais novos equipamentos nas atividades de corte e processamento das árvores. Denominadas Colheitadeiras Florestais estas máquinas revolucionaram a produção de madeira para o abastecimento industrial, elevando significativamente a produtividade da extração florestal. Tão marcante esta presença que torna-se difícil imaginar, num futuro bem próximo atividades florestais de alta produtividade sem a presença destes equipamentos.

A velocidade de trabalho, com conseqüente aumento na produção, sempre foi fator favorável à utilização deste tipo de equipamento. A própria atividade da exploração florestal sempre caminhou na direção da mecanização em todas as fases do processo produtivo visando o aumento da produtividade, redução dos riscos operacionais e redução dos custos com a mão-de-obra.

Há várias décadas a indústria vem tentando o aumento da produtividade das operações de corte e processamento da madeira no talhão. A utilização de motosserras e sistemas de corte bem planejados permitiram o aumento da produção das atividades de corte mas ainda estavam aquém da demanda existente. Os feller-bunchers, equipamentos capazes de cortar e empilhar surgiram para mecanizar as atividades de derrubada com um aumento expressivo no número de árvores cortadas incomparável ao corte com motosserras. (Figura 1). Mas além da necessidade de aumentar a produtividade do corte haviam ainda etapas a serem cumpridas como o corte em toras (traçamento), o descascamento, o desgalhamento e o baldeio. Não se tornava viável aumentar de forma exagerada a produção do corte, gerando um volume de madeira derrubada muito maior do que o que poderia ser processado nas operações de traçamento, desgalhamento, descascamento, baldeio e arraste.

Desta forma as Colheitadeiras Florestais surgem como uma solução interessantíssima para a indústria florestal, pois, em um só equipamento incorporam-se várias atividades da operação florestal: como o corte da árvore, o descascamento, o desgalhamento, o traçamento e em alguns casos até o baldeio. Esta característica "multitarefa" torna o equipamento perfeitamente adequado para a utilização nas operações florestais de abastecimento de madeira não só pela alta produtividade mas também por mostrar-se mais eficaz no controle da produtividade e na observação de fatores operacionais.

Para cada frente de trabalho, nas operações de extração e colheita florestal, existem diferentes situações que merecem o planejamento adequado e a escolha ideal dos equipamentos a serem empregados. De simples cortadores direcionais a sofisticadas colheitadeiras, equipamentos são itens caros e que merecem toda a atenção no tocante à operação e à manutenção. A escolha do maquinário para as diferentes operações florestais e o acompanhamento do desenvolvimento destes equipamentos nas atividades diárias são tarefas de vital importância para o sucesso da empreitada. Em alguns casos, equipamentos adequados ao trabalho e adquiridos a custo aceitável são avaliados de maneira inadequada ocasionando julgamentos incorretos. A avaliação de equipamentos florestais deve ser feita de maneira padronizada evitando-se a má- interpretação de dados levando a julgamentos errôneos sobre a operação.

Mas o que comparar? Um mesmo equipamento pode ser comparado em diferentes situações de acordo com o operador, o tipo de carga, o tipo de solo ou vários outros fatores. Deve-se ter muita calma no momento de enumerar as variáveis para evitar o confronto de situações muito distintas que não dispendo de particularidades em comum tornam a análise imprecisa. É preciso estar sempre atento para a definição das variáveis de maneira a não comparar variáveis sem inter-relação com o processo produtivo ou sem correlação entre as

demais variáveis do sistema o que pode mascarar os resultados da análise operacional. Muitos administradores tem seus próprios meios e conceitos na maneira de comparar equipamentos e sistemas produtivos. Cada profissional ligado a extração florestal usa a experiência e os conhecimentos adquiridos na criação de parâmetros comparativos que possam auxiliar na análise operacional de máquinas, homens e métodos. Entretanto, a falta de padronização nestas avaliações cria obstáculos para a tomadas de decisão com clareza e firmeza. Análises realizadas com embasamento deficiente ou com metodologias inadequadas tendem a apresentar resultados imprecisos e não confiáveis acarretando conseqüências normalmente danosas aos processos produtivos.

Apresentamos aqui uma proposta metodológica que servirá de ferramenta para a análise operacional das atividades dos sistemas de colheita e transporte florestal. Esta metodologia permite a comparação de equipamentos de corte e processamento de madeira e possibilita a análise dos elementos que compõem o processo produtivo de maneira mais eficaz.

Colheitadeiras Florestais

A aplicação de equipamentos para o corte de árvores, de forma mecanizada, deu-se primeiramente com a introdução de modificações nos equipamentos existentes no mercado, provenientes de outras atividades industriais.

O corte de árvores de forma mecânica não é uma atividade tão recente havendo registros de derrubada de árvores, com equipamento movido a vapor por volta de 1879 (CONWAY, 1973). A mecanização do corte de árvores teve uma evolução expressiva com a introdução das motosserras nestas atividades. São encontrados registros do surgimento de motosserras na Rússia e na Alemanha por volta de 1930, elétricas e a gasolina, mais ainda longe de serem passíveis de aceitação, pela indústria florestal (KOROLEFF, 1952). A literatura cita ainda, o desenvolvimento na União

Soviética, no início dos anos 50, de um tipo especial de equipamento que combinava as atividades da derrubada de árvores (mecânica) com a de arraste das toras, sendo talvez a primeira tentativa deste tipo no mundo (KOROLEFF, 1954). Experimentos semelhantes fora surgindo em várias partes do mundo sendo, os primeiros engenhos de pouca complexidade. Tratando-se apenas de lâminas de corte acopladas a tratores, estes provenientes da industria civil ou de atividades agrícolas. Porém, ainda longe do que surgiria nas décadas seguintes. Na década de 70 por exemplo o Beloit Feller-buncher acumulando atividades de corte da árvore, desganhamento e empilhamento, ou o Buschcombine combinando, como o próprio nome sugere, funções de corte, desganhamento, traçamento, baldeio e carregamento, assim como outros desenvolvidos, nos anos seguintes, pelas grandes empresas fabricantes de equipamentos (CONWAY, 1976). Ou ainda o Timberline Thinner-harvester que era capaz de cortar, desgallar e cortar toras, em três tamanhos (BROMLEY, 1976). Este pioneirismo demonstrou que a evolução do corte mecanizado teria papel importante a partir do surgimento de novos equipamentos aumentando significativamente o grau de mecanização destas atividades (figura 2).

Finalmente, nos anos 80 surgiram no Norte da Europa, nos Estados Unidos e no Canadá novos equipamentos, desenhados e projetados especificamente para o trabalho em atividades florestais, mais precisamente na colheita da madeira produzida denominados *processors* os quais deram origem às colheitadeiras florestais. (Figura 3).

As colheitadeiras florestais apesar de diferirem grandemente em sua construção, de acordo com os fabricantes e sua utilização final, constituem-se basicamente de três conjuntos: o conjunto de corte e/ou processamento, o conjunto de posicionamento da cabeça de corte e processamento e o conjunto de movimentação conforme apresentado na Figura 4. Certas variações podem ocorrer, como por exemplo, a divisão do conjunto de

corte e processamento em dois segmentos e também o aparecimento do conjunto de carga, quando a madeira, além de processada, é também transportada pelo equipamento.

- O conjunto de corte e processamento é o responsável pela operação de "derrubada" da árvore e o posterior corte da copa, desgalhamento, traçamento etc. O corte propriamente dito pode ser realizado com lâminas de corte ou correntes semelhantes às usadas em motosserras.
- O conjunto de posicionamento consiste num braço, acionado hidráulicamente, que coloca a cabeça de corte e processamento junto a árvore a ser derrubada, para a realização do corte e das operações subsequentes.
- O conjunto de movimentação é o encarregado de movimentar e sustentar os conjuntos de corte e de processamento, podendo ser montado sobre esteiras ou rodas (Figura 5).

O conjunto motriz pode, em certos casos, servir de transportador da madeira processada realizando, assim, operação de baldeio ou forwarding. Assim, poderemos ter equipamentos que cortam, desgalham, cortam em toras e empilham na beira da estrada ou ainda aqueles que além destas funções ainda "entregam" a madeira num ramal ou clareira de trabalho. As colheitadeiras florestais podem trabalhar em qualquer tipo de sistema florestal seja madeira curta (*shortwood*), madeira longa (*longwood*) ou tamanho do fuste (*tree-length*), sendo apropriadas para sistemas de extração florestal integrados, com alta produtividade.

A análise Operacional

Cada profissional da área da extração florestal, conforme dito anteriormente, tem suas próprias idéias no tocante a avaliação de seus experimentos e tentativas. Conforme certas características operacionais, estas medições podem incorporar, ao longo do tempo, "vícios de interpretação" que poderão levar a julgamentos incorretos. Diferentes maneiras de comparar ou analisar situações podem levar a erros de julgamento que virão a afetar a

credibilidade dos resultados obtidos nas análises das atividades florestais.

Apresenta-se neste trabalho a combinação de alguns métodos de análise que poderão auxiliar os técnicos da área florestal na padronização dos procedimentos de análise e avaliação dos sistemas operacionais usados para a extração e colheita de madeira. O primeiro destes métodos é o Estudo do Tempo do Trabalho, o qual consiste basicamente na divisão do tempo gasto na operação em sub-elementos (etapas), onde é mensurado o intervalo de tempo necessário para realizar aquela determinada atividade. Este método é largamente utilizado no setor industrial em todo o mundo e mostra-se de fácil aplicação.

A segunda ferramenta é a aplicação de técnica estatística denominada análise de regressão. Nesta fase as operações são analisadas sob o ponto de vista estatístico visando a determinação do grau de interação entre as variáveis do sistema. Este procedimento permite, além do melhor conhecimento de variáveis e sub-variáveis e sua interação, a projeção da produção dentro de limites de confiança estatisticamente determinados.

A terceira ferramenta foi denominada Análise da Utilização e Disponibilidade Mecânica que através da observação do tempo produtivo e dos atrasos mecânicos expressa de maneira bem clara características operacionais dos equipamentos.

Finalmente incluem-se no estudo os custos de operação dos equipamentos apropriados de acordo com metodologia de cada empresa. Para facilitar este procedimento apresentamos no item III.2, no quadro 01 um modelo de ficha de coleta de dados referentes ao custo operacional.

As Variáveis

Um dos passos importantes da análise operacional de sistemas de extração florestal, em especial a colheita florestal, é a definição de que variáveis devem entrar na composição da expressão que representará com maior

fidelidade a operação em estudo.

A escolha das variáveis e das sub-variáveis que compõem o processo produtivo, deverá levar em consideração as características operacionais de cada sistema visando alcançar o máximo de interação entre elas e trazendo para o técnico uma visão geral dos fatores envolvidos no processo de produção. Desta forma não só é importante a escolha das variáveis e sub-variáveis, mas também observar a sua inter-relação e participação em todas as etapas da produção. Também deverão ser identificadas as variáveis dependentes e as independentes de acordo com as características dos sistemas e do tipo de análise sendo desenvolvida. Em operações florestais com colheitadeiras, algumas variáveis se destacam como o diâmetro das árvores, o número de árvores por hectare, a altura comercial, tempo produtivo, tempo não produtivo, tipo de sub-bosque, declividade etc. Além das variáveis indicadas é possível identificar-se, dentro do processo produtivo, sub-variáveis com diferentes graus de interferência naquelas consideradas principais.

A produtividade, expressa em volume de madeira processado por unidade padrão de tempo, mostra-se como um parâmetro bastante representativo da operacionalidade de sistemas de extração florestal com colheitadeiras.

A Coleta das informações

A fase inicial do processo de análise é a coleta das informações no campo. Apesar da impressão inicial que se tem, esta não é uma tarefa fácil. A necessidade da obtenção de informações confiáveis é imprescindível pois esta será a base de todo o restante da análise. Portanto é preciso definir com clareza o que vai ser medido ou observado e o grau de confiança esperado. Assim, após definido estes parâmetros o trabalho consistirá em registrar-se os elementos ou variáveis em Fichas de Campo que deverão ser bem elaboradas de maneira a facilitar a sua utilização. A coleta das amostras deve seguir as regras básicas da amostragem estatística, sendo o número total

de amostras definido a partir de uma pré amostragem que proverá valores iniciais de média, desvio padrão, etc. Estas fichas devem conter dois níveis de informação a saber: o primeiro deles de caráter geral onde serão registrados dados informativos tais como localização do talhão, tipo de espécie, espaçamento, condições climáticas etc. e o segundo nível conterá as informações operacionais que deverão ser amostradas. No quadro 1 é apresentado um Modelo de Ficha de campo que poderá servir de base para a elaboração da ficha de campo final a ser desenvolvida pelos técnicos do setor que melhor represente a situação sendo analisada.

Além destas informações, um terceiro nível de dados será necessário englobando características mais detalhadas de alguns fatores tais como turno de trabalho, método de manejo, custo operacional dos equipamentos, idade dos equipamentos, grau de treinamento dos operadores, etc.

Para facilitar a coleta de certas informações sobre intervalos de tempo decorridos na observação de equipamentos florestais apresentamos no quadro 2 uma sugestão para subdivisão do tempo de trabalho.

Completando estas informações iremos necessitar também de dados referentes ao custo operacional dos equipamentos sendo analisados. A apropriação de custos também não é padronizada, variando de empresa para empresa. Considerando que o custo operacional total será o somatório do custo fixo mais o custo variável, apresentamos na quadro 3 um modelo para apropriação destes valores. Este procedimento classifica como fixo os custos decorrentes da aquisição, taxas e impostos, guarda do equipamento, juros etc.. e classifica como custo variável aqueles dispendidos com a operação e manutenção dos equipamentos.

Manuseio dos dados

De posse dos dados a etapa seguinte é o agrupamento destas informações em relação a sua interdependência com outras variáveis e

a tabulação destes dados para permitir uma melhor visualização destas informações e permitir o aparecimento de conclusões iniciais. No caso específico de Colheitadeiras Florestais vamos eleger como variáveis dependentes o VOLUME POR CICLO e o TEMPO DE CICLO e passaremos a assumir, deste momento em diante, que estaremos analisamos uma operação qualquer de extração florestal com os dados apresentados posteriormente, onde teremos como variáveis independentes o diâmetro da árvore, o volume por árvore, os tempos de deslocamento, corte e/ou processamento e também o tempo gasto para o baldeio e, ainda, a distância de baldeio. São ainda variáveis que podem influenciar os resultados como por exemplo volume por hectare, altura comercial, declividade, sub-bosque, quantidade de galhos, etc. A escolha das variáveis é muito importante e dependem do nível de análise pretendida. Neste caso específico, volume por ciclo e tempo por ciclo nos permitem chegar a índices de produtividade que se mostram efetivos na comparação de equipamentos e são de fácil entendimento.

As outras variáveis tem influência direta sobre aquelas mencionadas anteriormente. É esperado que variações no DAP da árvore venham a se refletir sobre o tempo de corte, que por sua vez interferirá com o tempo total de ciclo. Estas inter-relações acontecem entre uma ou mais variáveis permitindo ao observador agrupá-las conforme suas características intrínsecas para um melhor estudo desta interação. Com este agrupamento é possível identificar as variáveis mais apropriadas para serem incluídas numa análise de regressão. Com a plotagem das variáveis (ou algumas delas) podemos estudar o gráfico de dispersão para determinarmos, em primeira instância, qual a curva que melhor expressa a interação observada, conforme apresentado na figura 6 onde plotamos tempo de corte (variável dependente) com o DAP (variável

independente).

RESULTADOS

Estudo do tempo do trabalho

A partir da ficha de campo mencionada anteriormente é possível extrair os dados apresentados na tabela 1 que representa o tempo total de ciclo.

Com estes valores podemos determinar o número de árvores cortadas por hora trabalhada e ainda o volume médio produzido por ciclo bem como a produtividade bruta expressa em volume produzido por hora trabalhada. Desta forma teremos um rol de informações conforme apresentado na tabela 2 que podemos considerar como resultados preliminares.

Portanto esta operação apresenta uma produtividade de 61 metros cúbicos por hora trabalhada. Entretanto, este valor é um valor bruto pois não considera os atrasos ou interrupções do tempo do trabalho. Estes tempos podem decorrer em relação a problemas de ordem mecânica, de ordem operacional ou pessoal (Tabela 3). Em qualquer um dos casos deveremos sempre computar estes desvios pois afetam, grandemente, a produtividade da operação.

A produtividade líquida será então obtida retirando-se do valor apurado anteriormente o percentual relativo ao total de atrasos conforme apresentado na tabela 4.

Análise de regressão

A partir dos agrupamentos das variáveis é possível a determinação das funções que expressam o relacionamento entre variáveis. Assim, por exemplo para a operação de corte podemos dizer que o tempo de corte é dependente do DAP da árvore a ser cortada, e que poderá ser expresso por uma fórmula de

regressão determinada conforme procedimentos estatísticos, dentro de limites de confiança aceitáveis. Da mesma forma, podemos procurar formulas que expressem a relação entre o tempo de processamento e a quantidade de galhos, o tempo de baldeio versus a distância percorrida, tempo total de corte e processamento versus grau de treinamento do operador etc.

A tabela 5 apresenta algumas equações derivadas de operações florestais, mostrando que é perfeitamente cabível representar estas atividades por equações mesclando as variáveis independentes num processo de total interação entre as diversas variáveis.

Utilização do Equipamento e Disponibilidade Mecânica

A observação do trabalho efetuado pelas colheitadeiras nos permite, além do já exposto anteriormente quando tratamos do Estudo do Tempo do Trabalho, fazer uma análise do comportamento do equipamento em relação a toda uma jornada de trabalho e podemos dizer de toda a vida daquela máquina. Assim, podemos expressar a quantidade de uso de um determinado equipamento, através de uma

relação entre o tempo efetivo trabalhado e o tempo total disponível para a atividade. E também podemos expressar através de relação entre o tempo despendido em atividades de reparo e o tempo total disponível para o trabalho. Este parâmetros estão apresentados na tabela 6.

Retirando-se da tabela anterior os elementos necessários obteremos os parâmetros que expressam o grau de utilização do equipamento e sua disponibilidade mecânica conforme apresentado na tabela 7.

Os valores exemplificados nos indicam que esta operação em questão precisa de um olhar mais cuidadoso em relação ao desenvolvimento de suas atividades. Pois, apesar do equipamento apresentar uma disponibilidade de 92 % , está sendo utilizado somente em ¼ de sua capacidade devido a problemas de gerenciamento operacional.

RESULTADO FINAL

Assim, de posse de tantas informações é possível adicionar-se a isto tudo o custo operacional obtido com os dados do quadro 3,

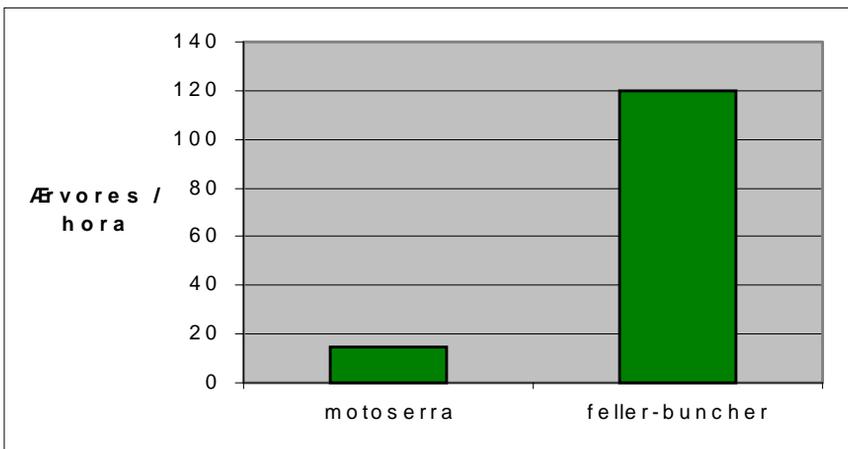


Figura 1 – Produtividade de corte de árvores com motoserra e feller-buncher.

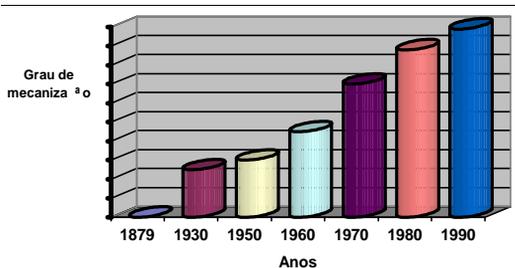


Figura 2. Evolução do grau de mecanização em operações de corte e processamento de árvore de 1879 a 1990. (Observação do autor)



Figura 3. Colheitadeira florestal sobre rodas.



Figura 4. Componentes básicos de uma colheitadeira florestal.



Figura 5. Conjunto motriz montado sobre rodas e sobre esteiras.

MODELO DE FICHA DE CAMPO										
1 Informações Gerais										
Data:.....					Número da ficha:.....					
Clima:					Número da amostra:					
Anotador:					Temperatura:.....					
Hora de início:					Hora de término:					
2 Identificação do talhão					3- Identificação do equipamento					
Espécie					Tipo:					
Declividade					Código:					
Sub-bosque					Operador:					
Espaçoamento:.....										
4 Coleta de informações										
Número da observação	TM	DAP	TC	TP	TB	TD	AM	AO	AP	
N										
LEGENDA:										
N = Número da amostra					DAP= Diâmetro altura do peito					
TM = Tempo de movimento					AM = Atraso mecânico					
TC = Tempo de Corte					AO = Atraso operacional					
TP = Tempo de processamento					AP = Atraso pessoal					
TB = Tempo de baldeio										
TD = T. de descarga										

Quadro 1. Modelo de ficha de campo



Quadro 2. Elementos do tempo total

MODELO DE FICHA PARA APROPRIAÇÃO DE CUSTOS	
Identificação do equipamento	
Vida útil	
<ul style="list-style-type: none"> - Custos de propriedade - - Custo de aquisição - - Valor Residual - - Valor recuperar - - Juros, seguro, taxas etc 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos de operação - Combustível - Lubrificantes - Peças de reposição, pneus - manutenção*
- Custo operador (salário + encargos sociais).....	

Quadro 3. Modelo de ficha para apropriação de custos

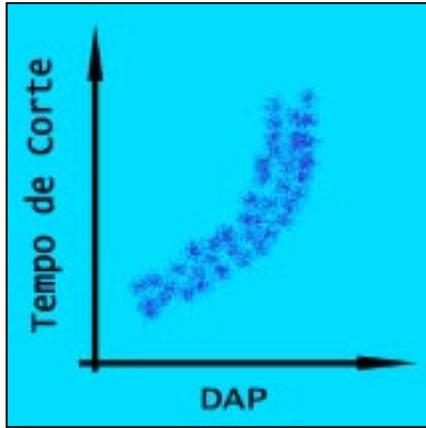


Figura 6. Gráfico de dispersão Tempo de corte X DAP.

Tabela 1. Valores de algumas variáveis operacionais e tempo total de ciclo

Variáveis	DAP	Altura Média	Tempo de Movimento	Tempo de Corte	Tempo de Processamento	Tempo total de ciclo
	25 cm	18 m.	0,1 min.	0.1 min.	0.35 min.	0,55 min.

Tabela 2. Resultados preliminares

Variáveis	DAP	Altura Média	Tempo total de ciclo	Número de Árvores por hora	Volume por ciclo * (M ³)	Produtividade Metro cúbico/hora
	25 cm	18 m.	0,55 min	109	0.56	61

* este volume deve ser obtido, preferivelmente, de Tabelas de Volume desenvolvidas pela unidade responsável pelo inventário florestal. Neste caso assumiremos fator de forma igual a 0,64.

Tabela 3. Intervalos de tempos referentes aos atrasos por categoria

Tipo de atraso	% tempo total ciclo
Pessoal	3
Mecânico	4
Operacional	2
Total	9

Tabela 4. Produtividade bruta, total de atrasos e produtividade líquida.

Resultados	
Produtividade Bruta	61 m ³ /hora
Total de atrasos	9%
Produtividade Líquida	55,96 m ³ /hora

Tabela 5. Exemplos de Equações de regressão

Opera ^{ção}	Variável dependente	Variável independente	Equa ^{ção}
Corte	TC	DAP	TC = a (DAP) ^b
Processamento	TP	DAP, FG, NCT	TP = a(DAP) ^b + c(FG) + d NCT
Corte	TC	DAP, GTO	TC = a(DAP) ^b + GTO/c
Legenda	TC = Tempo de Corte DAP = diâmetro altura do peito NCT = Número de cortes para o tratamento da árvore TP = Tempo de Processamento FG = Fator índice da quantidade geral de galhos GTO = Fator índice do grau de treinamento do operador		

Tabela 6. Tempo total no turno, tempo produtivo e atraso mecânico

	Tempo em minutos	% do tempo total
Tempo total no Turno de Trabalho	480	100
Tempo Produtivo	360	75
Atraso Mecânico	38	7,9

Tabela 7. Utilização do equipamento e Disponibilidade mecânica

Parâmetros	%
Utilização do equipamento	75
Disponibilidade Mecânica	92

Tabela 8. Custos fixo, variável, do operador e total

Tipo de custo	Valor (R\$)
Custo Fixo	15,00
Custo variável	18,00
Custo operador	11,25
Custo total	44,25

Tabela 9. Produtividade líquida, custo total e custo unitário.

Item	Valor
Produtividade líquida	55,96 metros cúbicos / hora
Custo total de operação	44,25 R\$ / hora
Custo unitário de produção	0,79 R\$ / metro cúbico

apresentado anteriormente, que nos trará o seguinte resultado apresentado na tabela 8.

Assim teremos como resultado final desta análise os seguintes valores conforme apresentado abaixo na tabela 9

Finalmente, é possível apresentar estes dados e resultados obtidos em um único gráfico englobando vários aspectos de nossa operação. Este grupamento de informações

está apresentado na figura 07, de onde podemos a partir de uma entrada com o DAP, ir percorrendo os diferentes gráficos até chegarmos ao valor final do custo unitário de produção. Na figura mencionada foram considerados: PG = Poucos Galhos, MG = Muitos Galhos, TP1 = Tempo de Processamento parcial, TP2 = Tempo de Processamento total, UE = Utilização do Equipamento, sendo todos dados apenas como exemplo.

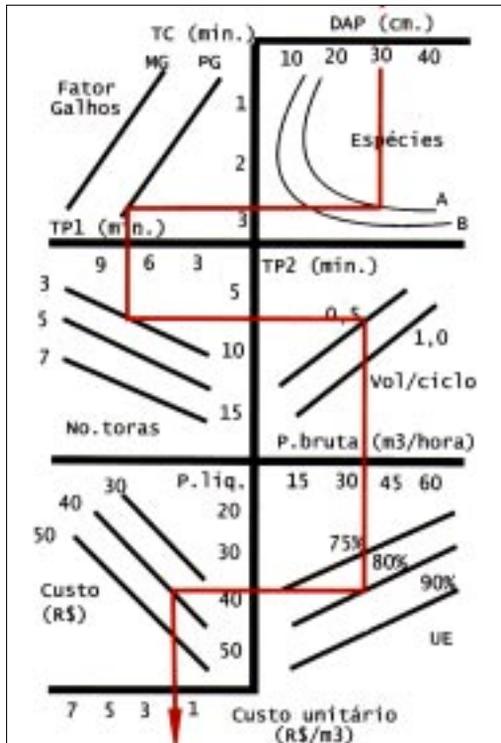


Figura 7. Nomograma de produção.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- BROMLEY W.S. Pulpwood production , APA - The Interstate Printers & Publishers, Ill., USA. #rd Edition, 291p., 1976
- CATERPILLAR INC. Caterpillar Performance Handbook , 28 Ed., Peoria, Illinois, USA, 1997
- CONWAY, S. Logging Practices. Miller-Freeman. 416p. 1976
- CONWAY, S. Timber cutting practices. Miller Freeman, 192p, 1973
- FAO.- Logging and Logging transport in man-made forests in developing countries., Rome. 134p. 1974
- FAO. Excavators as Harvesting Machines, Forest Harvest Bulletin, Vol 8. No. 1. Rome 10p. 1998
- FINNE B. Introduction to time and work studies in wood harvesting. FAO/Finland Training Courses Phillipines. FTP Publication. Finland. 136-145p. 1988
- GIBSON, D. F. & RODEMBERG, J. H. Time study techniques for logging systems analysis. USDA Forest Service, Intermountain Forest Range Experiment Station, Ogden, Utah. Tecnical report INT-25. 329., 1975
- MENDONÇA FILHO, W. F. Abate de Árvores totalmente mecanizado. Meeting on harvesting, transport, Ergonomics and Safety in plantation forestry. UFP, p361-385., 1987
- MENDONÇA FILHO, W. F. Mechanical Felling and the whole-tree field chipping system. University of Washington Press, 82p. , 1978
- STENZEL G., & PEARCE, K.J. Logging and pulpwood production. New York, Ronald Press. 453p. 1972
- UUKOSKI T. Flying Forest Machines? Timberjack News. Rama Co. Tmberjack Group. Helsinki, Finland, 1999