

ESTUDO COMPARATIVO DE DOIS MÉTODOS DE ARRASTE PRINCIPAL DO
DESBASTE DE **Pinus taeda** L.
(Comparison of two skidding systems in thinnings of **Pinus** plantations)

Gerhard W. D. Stöhr*
Amilton João Baggio**

RESUMO

Desempenho e custos na operação de arraste principal de dois tratores agrícolas com implementos diferentes foram submetidos a uma análise crítica, em uma plantação de **Pinus taeda**, com nove anos de idade e desbastada de forma sistemática e seletiva. A pesquisa foi instalada na Fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borba, PR. Foram testados tratores do tipo MF 265 e os seguintes implementos de arraste: a) barra com fendas para engatar correntes, de segurar feixes de fustes, e b) pinça hidráulica traseira e lâmina hidráulica na frente. Sob as mesmas condições de distância e volume arrastado, os rendimentos foram similares, porém apresentaram grandes diferenças, quando baseados em volumes médios da carga. O trator com barra e correntes apresentou um volume médio de 0,8 m³ por ciclo e, numa distância média de 200 m, um rendimento de 6,85 m³/h, a um custo de Cr\$ 60,80/m³. O trator com pinça hidráulica e lâmina dianteira, sob as mesmas condições de arraste, porém com um volume médio por ciclo de 0,5 m³, atingiu um rendimento de 5,39 m³/h, a um custo de Cr\$ 82,10/m³. Sob as condições testadas, convém utilizar o trator com barra quando houver disponibilidade de mão-de-obra, pois arrasta maior volume de madeira por unidade de tempo a um custo mais baixo e com um grau de mecanização menor, portanto menos susceptível a falhas mecânicas. A exigência de maior tempo de oficina, com consertos e manutenção, em função da necessidade do equipamento, reduz a produção média anual em 35%, aproximadamente, no caso do trator com pinça. Detectaram-se, em ambos os métodos, grandes possibilidades de racionalização e, por conseguinte, de redução dos custos de arraste entre 24 e 27%.

ABSTRACT

This paper compares agricultural tractors with different equipments for hauling operations in thinnings of loblolly-pine-plantations, on flat terrain, in the Federal State of Paraná - Brazil. In one case, the tractor type MF 265, had a bar fixed on the hydraulic supports at the rear which is used to fix choker chains and, in the other case, the same tractor type but equipped with a moveable blade in the front and a grapple on the rear. In spite of the lower mechanisation grade of the first, its yield was 27% higher and its cost/m³, 26% lower than the grappleskidder on a 200 m skidding

* Perito do Convênio Freiburg/Curitiba da Sociedade de Cooperação Técnica da Rep. Federal da Alemanha, Professor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, Curitiba-PR.

** Pesquisador da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (PNPF/EMBRAPA/IBDF).

distance. Because of the low rate of utilisation of their carrying capacity, it is possible to achieve yield 24-27% higher if crocker work is optimized.

PALAVRAS-CHAVE: **Pinus taeda**; mecanização; arraste.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer da última década, a maior parte das plantações de **Pinus** implantadas mediante a política dos incentivos fiscais no Brasil, está sendo ou será submetida ao primeiro e/ou ao segundo desbaste, de acordo com o estipulado nos planos de manejo. O grande volume de madeira e a pequena capacidade de mão-de-obra, aliada à estrutura de custos existentes no sul do país, são grandes desafios que não podem ser enfrentados sem um mínimo grau de mecanização.

Em contraposição, nas florestas nativas que foram exploradas com objetivos imediatistas, não era necessário um esquema racional de trabalho para garantir lucros, pois além dos altos volumes unitários, a madeira era muito mais valiosa, comparada com **Pinus**, e a diferença entre o preço de venda e o custo de exploração se computava como lucro, sem custo, portanto, de implantação e manejo (BAGGIO & STÖHR 1978).

As florestas implantadas de **Pinus** spp. apresentam uma situação completamente oposta, ou seja, baixo volume unitário, baixo valor da madeira, e a existência de um alto custo de implantação e manejo que deverá ser compensado com a produção madeireira.

Por isso, torna-se imprescindível estudar as possíveis formas de racionalização das atividades parciais que compõem a cadeia de produção, para viabilizar a extração de madeira proveniente de desbastes cujas características já foram mencionadas anteriormente, e evitar que se torne uma atividade deficitária ou se prefira perder a madeira na floresta, por não ser compensadora sua retirada.

O objetivo deste trabalho foi comparar dois tratores agrícolas com diferentes equipamentos de arraste e equipes de operários, para extrair fustes inteiros, desde os ramais até os aceiros, num povoamento de **Pinus taeda** desbastado sistemática e seletivamente, onde se estabelecem postos de acabamento temporais. Foram analisados, em especial, a produtividade técnica, os custos de arraste e possíveis problemas organizacionais para se sugerir, finalmente, a alternativa mais conveniente.

O fato de terem sido selecionados dois tratores agrícolas, para este estudo, baseou-se na convicção de que, considerando-se o baixo volume unitário das toras, pouca concentração de madeiras e o seu baixo valor, não é compensador o uso de tratores florestais articulados, nestas operações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entre as atividades parciais mais onerosas que ocorrem num desbaste, desde a marcação até o carregamento, estão o descarregamento e o arraste principal, com 23 a 44% e 20 a 33%, respectivamente, dos custos por metro cúbico, posto no caminhão (BAGGIO & STÖHR 1978). Portanto, racionalizar o arraste é, junto ao descascamento, prioritário. Embora a mecanização não seja a única possibilidade de racionalizar as operações florestais, ela tem grande importância, porque reduz os custos e torna mais ameno o trabalho florestal.

Em um levantamento preliminar sobre os sistemas de exploração em desbastes de florestas de coníferas implantadas no sul do Brasil, obtiveram-se numerosos

dados sobre os métodos empregados e rendimentos médios atingidos (BAGGIO & STÖHR 1978). Porém, é necessário fazer a ressalva de que a maioria dos rendimentos não foi levantada por meio de estudos do trabalho, correspondendo estes, somente a médias muito aproximadas. Os resultados seguintes foram obtidos para o arraste principal mecanizado de fustes, desde o ramal até o aceiro:

a) Trator agrícola de 60 HP com pinça hidráulica e lâmina frontal (2x4): 14,00 m. est./E/h. ($\pm 9,10 \text{ m}^3/\text{E/h}$).

b) Trator agrícola de 60 HP com barras e correntes (2x4): 7,00 m. est./E.h ($\pm 4,55 \text{ m}^3/\text{E/h}$).

Na França, em uma pesquisa comparativa entre um trator agrícola de 60 HP (4 x 4) com guincho florestal e barra tipo FARMI JL 30 e um trator agrícola de 75 HP (4 x 4), equipado com grua telescópica com garra e um semi-portador de arraste SATIME, com pinça hidráulica invertida, concluiu-se que os rendimentos do FARMI JL 30 foram inferiores, variando desde $3,64 \text{ m}^3/\text{h}$, para a distância de 50 metros de arraste, até $2,60 \text{ m}^3/\text{h}$, para a distância de 200 metros. Para o SATIME, obtiveram-se os rendimentos de $6,40 \text{ m}^3/\text{h}$, para a distância de 50 m, e $3,73 \text{ m}^3$, para a distância de 200 m de arraste (ARMEF 1974).

Os menores rendimentos obtidos com o FARMI JL 30, devem-se, não só à menor potência do trator, mas também, à menor capacidade de carga do equipamento e à sua lentidão no arraste preliminar das árvores, apesar de o seu guincho puxar os fustes a distâncias maiores que as abrangidas pela grua hidráulica do trator com semi-portador.

Na Suíça, foi desenvolvido um diagrama para estimar o rendimento de tratores agrícolas de 60 HP (4 x 4), equipados com guinchos, para arraste de fustes em desbastes seletivos e sistemáticos.

Os rendimentos obtidos, sob condições de terrenos transitáveis por trator agrícola e em florestas jovens de coníferas, indicaram um aumento do rendimento à medida que aumentam os volumes médios unitários, variando desde $3,64 \text{ m}^3/\text{h}$, para fustes de $0,2 \text{ m}^3$, até $6,19 \text{ m}^3/\text{h}$, para fustes de $0,5 \text{ m}^3$ de volume unitário, arrastados a uma distância de 100 metros. Quando a distância foi aumentada para 300 metros, o rendimento obtido foi de $2,93 \text{ m}^3/\text{h}$, no caso de fuste com $0,2 \text{ m}^3$, e de $4,72 \text{ m}^3/\text{h}$, para fustes com volume unitário de $0,5 \text{ m}^3$.

Em um estudo do trabalho na operação de arraste principal de **Pinus sylvestris**, comparando um trator agrícola com um cavalo, SCHAAFSSMA (1977) constatou que a produtividade da máquina foi significativamente maior, obtendo, também, custos mais elevados por volume arrastado, até a distância de 70 m, passando, a partir daí, a ser menor. A máquina, no entanto, causou maiores danos ao sítio.

CARLETAL & FOGEBY (1977), estudando primeiro desbaste de **Picea abies**, concluíram que o uso de trator agrícola com uma carreta para 5 t e guincho com alcance de até 30 metros, oferece mais economia que o uso de tratores florestais projetados para aquela finalidade.

Por outro lado, MACKINTOSH (1975) concluiu, em um estudo comparativo entre um trator agrícola com pinça hidráulica e um "skidder", que o primeiro é mais econômico no arraste de árvores com um volume de até $0,1 \text{ m}^3$.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características do Local

A pesquisa foi desenvolvida no talhão 206 da Fazenda Monte Alegre, de propriedade da Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A., situada no município de Telêmaco Borba, PR. A localização geográfica é de 24°22'30" latitude Sul, e 50°37'30" longitude Oeste. A topografia é levemente ondulada (Fig. 1), e o solo argiloso.

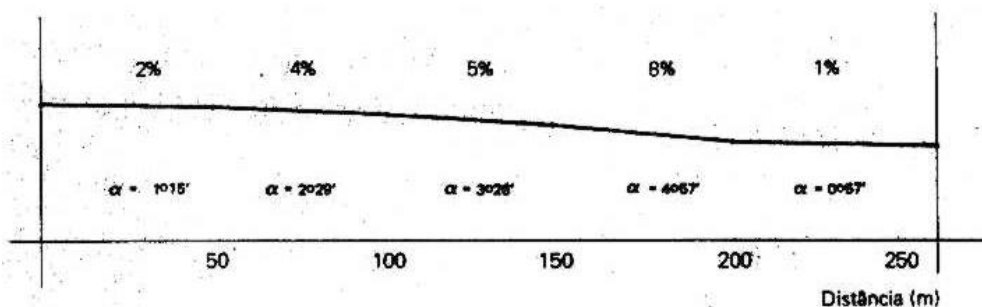


FIG. 1 Perfil do terreno no sentido dos ramais
(Inclination on the terrain in direction of hauling strips).

O povoamento, desbastado com nove anos de idade, foi plantado num espaçamento inicial de 2,0 m x 2,0 m. O talhão tem uma área de 12 ha, dos quais foi utilizado para a pesquisa 0,6 ha. O desbaste foi sistemático a cada 6a. linha e seletivo leve, tipo baixo, entre ramais. Na intervenção, foram retiradas 14,7% das árvores e 39,3% da área basal, (Apêndice 1), produzindo 108 m³/ha (comercial). O povoamento antes do desbaste tinha ainda 2.402 árvores/ha com uma área basal de 57,5 m²/ha e um volume comercial de 306 m³/ha. A distância média entre as árvores aumentou de 2,04 m para 2,51 m na faixa entre os ramais, facilitando o arraste preliminar manual.

3.2 Descrição dos Meios de Produção

Foram estudados dois tratores com diferentes acessórios de arraste. Os tratores foram do tipo MF 265, de 61 HP, sendo um deles equipado com uma pinça hidráulica e uma lâmina dianteira (mini-skidder) e o outro, com uma barra de aço horizontal fixada no sistema hidráulico do trator e dentada para fixação das correntes.

No "mini skidder", tanto a lâmina frontal como a pinça foram montadas num chassis próprio que, por sua vez, engloba o trator. A lâmina dianteira, de acionamento hidráulico, serviu para limpar as áreas de estocagem de madeira (só apropriado para arbustos e ervas), e para manipular as toras ou fustes,

especialmente na formação de pilhas altas de toras ou fustes no posto de estocagem ou num posto de acabamento temporário. A pinça era também de acionamento hidráulico, tanto para abrir e fechar, como para elevar e baixar a carga, facilitando, assim, o arraste. Esta tinha uma abertura de aproximadamente, 0,40 m² e capacidades de levantar até 1,5 t, e de tracionar, até 3,0 t.

No trator com barra e correntes, a barra de arraste foi montada no sistema hidráulico convencional de dois pontos do trator. A barra consistiu de uma lâmina de aço unida aos dois braços inferiores do hidráulico do trator, e apresentando numerosas fendas da largura do elo da corrente que segura as toras. Mediante o hidráulico, esta barra pode ser levantada, e com ela, os fustes foram presos pelas correntes, diminuindo, desta forma, o atrito durante o arraste. Este trator não dispunha de lâmina frontal para empilhar toras ou fustes.

3.3 Cronograma e organização da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no mês de fevereiro de 1979. No início, fizeram-se estudos preliminares para determinar a seqüência do trabalho, a duração do ciclo e as atividades parciais mais importantes na operação de arraste, tópico este, que foi analisado mais detalhadamente. A seguir, foi feito um inventário da parte do talhão a ser desbastado, procedida a derrubada, o desgalhamento e o arraste preliminar e, em seguida, cubadas e numeradas as árvores individualmente. Após determinar os volumes e o número de árvores/ha a serem retiradas, foram marcadas as distâncias de arraste, desde o povoamento até o sítio de conversão temporal.

Finalmente, os operários foram instruídos para que mantivessem o seu ritmo normal de trabalho.

A equipe de cronometragem estava formada por um cronometrista e dois ajudantes, que mediram os fustes e toras arrastados em cada carga. O estudo do trabalho principal alocou-se nos dias intermediários da semana para evitar possíveis influências negativas, próprias das segundas-feiras e sábados.

3.4 Sistemas de arraste

Previamente ao arraste preliminar, as equipes de derrubada desgalharam e destoparam os fustes. Quando a derrubada era feita em um ângulo desapropriado ou os fustes muito pesados para o arraste manual, estes eram desdobrados em toras de 4,80 m. A mesma equipe da derrubada levava também manualmente os fustes e as toras, desde as faixas desbastadas seletivamente até os ramais onde eram formadas as cargas para os tratores.

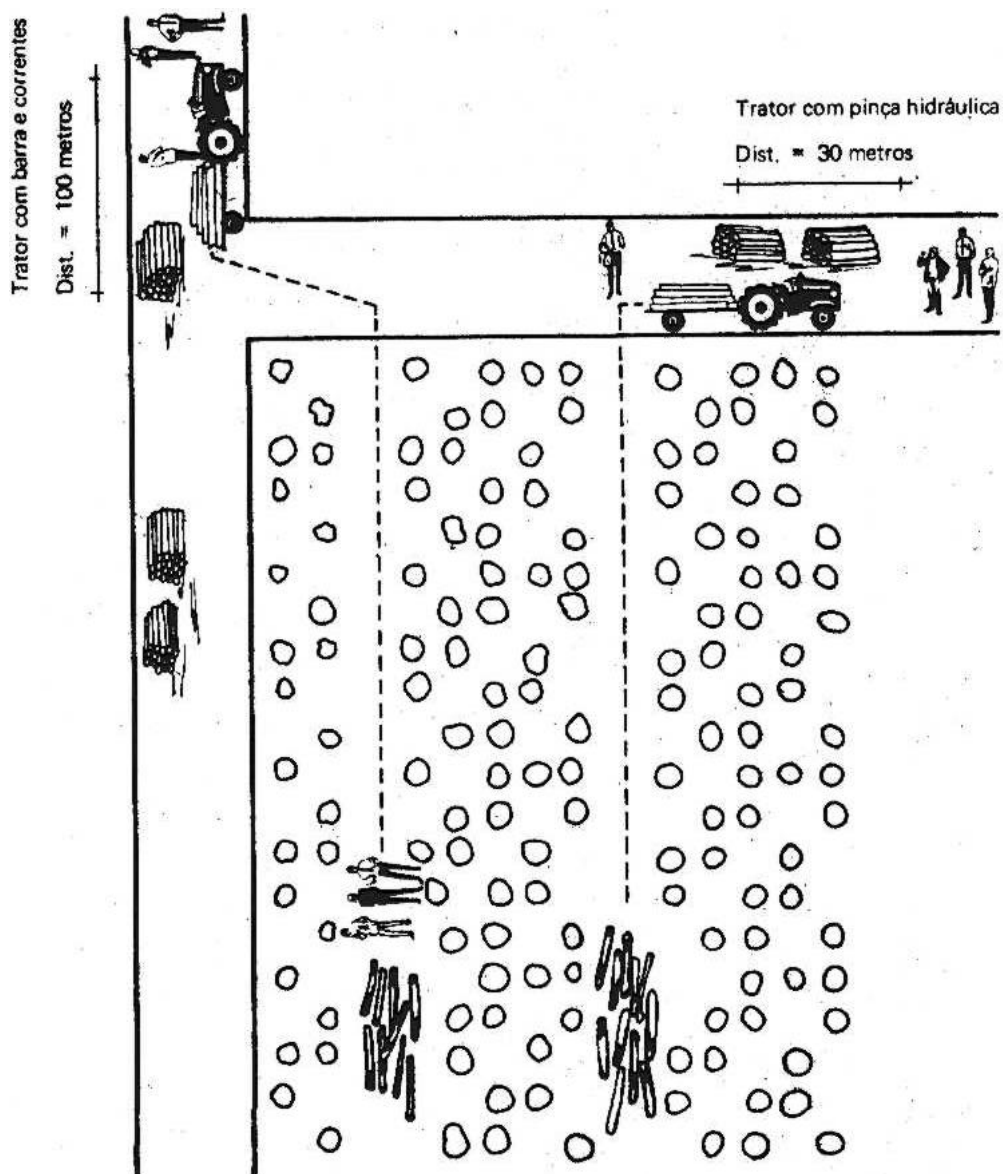
Em seguida, seguiram-se a operação de arraste principal e o traçamento no posto de acabamento, operações estas realizadas por duas outras equipes.

3.4.1 Equipes de arraste

a) **trator com barra e correntes:** um tratorista, dois ajudantes para preparar as cargas com as correntes e engatar estas ao trator, e dois ajudantes no posto de acabamento, para efetuarem o desengate das cargas. Os desengatadores tinham por tarefa principal trabalhar no posto de acabamento, porém auxiliavam ao tratorista para apressar o engate. Na Fig. 2, pode-se observar a distribuição das equipes e o trajeto percorrido pelo trator, até o ponto de acabamento, situado a uma distância média de 100 m do início do ramal.

b) **trator com pinça:** um tratorista sem ajudante, nem na floresta nem no posto de acabamento, pois a pinça hidráulica permitia formar a carga na floresta e

descarregar os fustes no posto de acabamento sem ajuda adicional. O trator teve que percorrer, desde o limite do talhão até o posto de acabamento, 30 m em média. A seqüência da cadeia de trabalho está representada na Fig. 2.



- a- Equipe de acabamento - 3 homens e 1 moto-serra
- b- Trator de arraste - 1 tratorista
- c- Equipe de carregamento - 2 ajudantes.

FIG. 2 Esquema de seqüência de trabalho
(Scheme of operation sequences)

3.4.2 Equipe de acabamento temporal

A equipe de acabamento temporal constou, em ambos os métodos de arraste, de um moto-serrista e dois ajudantes. Neste posto de acabamento (sítio de conversão), sito normalmente nas ruas que circundam o talhão, os fustes foram traçados e suas toras classificadas de acordo com um critério de maximização da rentabilidade. Os fustes foram traçados, no caso específico da pesquisa, em toras de 4,80 m, e pontas com 2,40 m e 1,20 m de comprimento, aproveitadas para a indústria de papel e celulose. Após o traçamento, as toras foram empilhadas manualmente.

No método de arraste por correntes, os dois ajudantes tiveram que dedicar uma parte do seu tempo ao desengate das correntes do trator, separar as correntes dos feixes de fustes e pendurá-las novamente na barra de arraste do trator.

3.5 Coleta de Dados

3.5.1 Medição do tempo de trabalho

Com base no estudo preliminar, onde foram observadas a cadeia de trabalho e as atividades parciais que a compunham, elaborou-se um formulário apropriado para as anotações dos tempos de cada atividade parcial. Usou-se o método de cronometragem de multimomento com intervalo de 25/100 minutos, e cronômetros "HANHART", com mostrador e ponteiros para centimínutos. A unidade de observação foi o ciclo que era formado pelas atividades de: viagem de retorno, carregamento, viagem com carga e descarregamento.

Uma cronometragem sumária dos tempos gastos por atividade parcial para todo o dia teria permitido a obtenção do rendimento global para todo o dia, mas não em função dos fatores de influência, o que impossibilitaria uma avaliação diferenciada. A observação deste detalhe tem a vantagem de que os dados de uma viagem (ciclo) podem ser considerados como uma unidade de uma amostra e utilizados sem reserva nas análises estatísticas correspondentes (TIMINGER 1971).

Além da cronometragem pelo método de multimomento, utilizada para quantificar o tempo gasto por atividade parcial, procedeu-se, para melhor controle, a uma cronometragem pelo método de tempo contínuo (início e fim de cada ciclo). Este procedimento tem grandes vantagens para descobrir erros, evitando a perda de toda uma série de ciclos, pelo erro de cronometragem em um só ciclo (STÖHR 1974).

3.5.2 Medição dos outros dados

O levantamento dendrométrico do povoamento foi feito antes e depois do desbaste, para se determinar as características silviculturais do povoamento (Apêndice 1).

Mediram-se, para cada ciclo, a distância de arraste, o diâmetro médio, o comprimento e o número de fustes ou toras. A medição da madeira foi feita com suta metálica e trena, por um ajudante da equipe cronometradora. A distância marcada previamente nas árvores vizinhas aos ramais de extração, foi lida pelo cronometrista, que acompanhava o trator desde o local de engate de toras até o limite do talhão, de onde podia-se visualizar as atividades parciais no posto de acabamento.

3.6 Preparo e análise de dados

Durante o tempo que abrangeu o estudo principal, foram cronometrados 43 ciclos para o trator com barra e correntes, e 54 ciclos, para o trator com pinças, totalizando, aproximadamente, 1.500 dados amostrados que, devido ao grande volume, após preparação prévia, foram processados em um computador modelo HP9830A.

No preparo dos dados, procedeu-se a um controle rigoroso para que cada ciclo dispusesse de toda informação necessária para as análises estatísticas. As incoerências foram estudadas individualmente e corrigidas ou complementadas a posteriori, quando as informações existentes eram insuficientes. Em seguida, controlou-se a diferença, por ciclo, entre a cronometragem, pelo método contínuo e pelo método de multimomento. Se a diferença do ciclo fosse superior a 5%, o ciclo era eliminado das análises posteriores.

As informações selecionadas para análise foram passadas para cartões perfurados e novamente controladas através de codificação por ciclo, para se evitar erros na seqüência de dados.

A avaliação estatística baseou-se em análises de correlação e regressão. Através da primeira, processaram-se as informações necessárias referentes à dependência entre as diferentes variáveis, expressas pelo coeficiente de correlação "r", base para a análise de regressão. Através da segunda, utilizaram-se as variáveis independentes, que mostraram ter forte influência sobre a variável dependente, para quantificar a dependência por meio de uma função determinada. Devido à falta de informações prévias, sobre qual das funções de regressão melhor explicaria a variabilidade da variável dependente, foram testadas as seguintes equações: a) linear: $Y = b_0 + b_j X_j$; b) logarítmica: $\ln Y = b_0 + b_j \ln X_j$, onde $j = 1$ e/ou 2 .

Considerou-se como melhor função, aquela que apresentou o coeficiente de determinação mais alto e o erro padrão da estimativa da regressão mais baixo.

Preferiram-se, no presente trabalho, aquelas funções de melhor aplicação prática, fáceis de serem manuseadas e representadas graficamente, contendo variáveis fáceis de serem medidas e, ainda, que apresentassem coeficientes de determinação acima de 0,50.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tempo gasto por ciclo

Na Tabela 1, onde é feita uma comparação dos valores das variáveis independentes entre os dois tipos de tratores de arraste, observa-se que, a distância de arraste apresentou a maior variação, embora se tenha procurado reduzir ao máximo possíveis diferenças nas condições de trabalho, nas respectivas áreas de atuação dos tratores, para facilitar a comparação. No trator com barra de arraste, a distância começou com 106 m e terminou com 344 m, enquanto que o "mini-skidder" iniciou o arraste com 30 m e terminou com 334 m, com médias de 213,9 m e 149,6 m, respectivamente.

TABELA 1 Amplitude de variação dos valores observados para as variáveis independentes
(Range of the observed values for independent variables)

Tipo de equipamento (Type of equipment)	Variável (Variable)	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão (Standard dev.)	Coefficiente Variação (%)
Trator com barra de arraste (Tractor w. fixed bar)	Distância (m) (Distance)	106,000	213,907	344,000	75,79792	35,43
	volume total (m ³)	0,256	0,800	2,230	0,35895	44,85
	Volume médio unit. (m ³)	0,043	0,109	0,211	0,03787	34,62
(43 observações)	Número de toras (n) (Number of logs)	2,000	7,558	14,000	2,47177	32,70
	Comp. toras (m) (Length of logs)	7,800	12,058	14,500	1,33153	11,04

Trator com pinça hidráulica (Grappleskidder)	Distância (m)	30,000	149,630	334,000	94,75456	63,33
	Volume total (m ³)	0,125	0,484	0,981	0,17419	35,98
	Volume médio unit. (m ³)	0,038	0,098	0,238	0,03914	39,93
(54 observações)	Número de toras (n)	2,000	5,204	9,000	1,59456	30,64
	Comp. toras (m)	7,200	12,031	16,000	1,31849	10,96

Uma comparação do volume médio por carga demonstrou que o trator com barra arrastou em média 0,3 m³/ciclo a mais, ou seja, 65% mais do que o mesmo trator equipado com pinça. O motivo principal desta grande diferença no volume transportado deve-se à menor capacidade de carga da pinça, que arrasta menor número de toras por ciclo. O trator com barra arrastou em média 45% mais toras por ciclo.

Finalmente, a similaridade do comprimento máximo das toras por ciclo demonstra, junto ao volume médio unitário, que o povoamento era realmente homogêneo. Os fustes de comprimentos semelhantes a serem arrastados e a quantidade de toras (fustes divididos para facilitar o arraste preliminar) foram também similares. Portanto, pode-se afirmar que as diferenças observadas por tempo gasto para as diferentes atividades parciais, representadas na Tabela 2, foram devidas, em parte, ao tipo de implemento de arraste e, em parte, à distância (Tabela 1), pois foram os únicos fatores detectados, causadores destas diferenças. Assim, pode-se observar que o tempo de retorno (viagem vazia) e o tempo de arraste foram maiores no trator com barra de arraste, do que no trator com pinça, em função das diferentes distâncias médias de arraste.

Os tempos de retorno de arraste, que dependeram quase que exclusivamente da distância de arraste, sob as mesmas condições de distância, apresentaram resultados novos e inesperados (Tabela 3).

O trator com barra demonstrou ser 14% mais rápido quando vazio, e 11% quando carregado, isto devido, não só ao tipo de implemento, mas também, às diferentes proporções de deslocamento na estrada e no ramal, ou seja, 1:2 no trator com barra, e 1:5 no trator com pinça.

Para submeter os resultados a uma operação efetivamente equitativa, não é suficiente comparar as médias, devido ao fato de não ser viável, em estudos do trabalho, sob condições de campo, igualar todos os fatores de influência. Por isso, recorreu-se às análises de correlação e de regressão.

TABELA 2 Amplitude de variação dos valores observados (Range of the observed values (min./cycle) for d

Tipo de equipamento (Type of equipment)	Variável (Variable)	Mínimo
Trator com barra de arraste (Tractor w. fixed bar)	Viagem vazia (Empty trip)	0,750
	Carregamento (Loading)	0,500
	Arraste (Skidding)	0,750
	Descarregamento (Unloadings)	0,250
(43 observações)	Total atividades efetivas (Total of effective activities)	2,750

Trator com pinça hidráulica (Grappleskidder)	Viagem vazia	0,250
	Carregamento	0,250
	Arraste	0,500
	Descarregamento	—
(54 observações)	Total atividades efetivas	1,000

TABELA 3 Comparação dos tempos de retorno e de arraste (min/ciclo) em função do tipo de equipamento em 100 metros de distância.
(Comparison of skidding and return times (min/cycle) in function of the type of equipment in 10 m distance)

Tipo de trator (Type of equipment)	Tempo de retorno (Return time)		Tempo de arraste (Skidding time)	
Com barra (W. bar)	0,74	86%	0,79	89%
Com pinça (grappleskidder)	0,86	100%	0,89	100%

Nas matrizes de correlação é possível se determinar que as variáveis dependentes são fortemente influenciadas pela distância. As variáveis independentes (volume de carga, volume médio unitário, número de toras e comprimento máximo das toras por carga), não apresentaram coeficientes de correlação satisfatórios. Chamou a atenção, também nestas matrizes, o fato de o coeficiente de correlação ter sido, no caso do volume de carga e da distância de arraste, relativamente alto, quando comparado com as outras variáveis: 0,58 para o trator de barra, e 0,49 para o trator de pinça. Isto pode indicar, dentro da amplitude cronometrada, que no caso do trator de barra, existe uma tendência mais acentuada em se aumentar o volume de carga, com distâncias maiores que no trator de pinça, onde a tendência também existe, porém menos forte. A razão para esta associação está no maior tempo disponível por ciclo, para que as equipes de engatadores formem maiores cargas de arraste por um lado, e a preocupação do pessoal em compensar a maior distância de arraste com uma carga maior, para evitar uma queda forte na produtividade.

Para estimar corretamente o tempo de trabalho e permitir uma comparação do tempo gasto por ciclo para cada trator e efetuar um planejamento operacional adequado, os dados foram submetidos a análises de regressão, nas quais foram testadas todas as variáveis independentes permissíveis. No Apêndice 2, está apresentada para cada variável dependente a melhor equação de regressão, e ao mesmo tempo, a mais prática, para o uso nas operações florestais. Neste Apêndice, chama-se a atenção para o fato de que, tanto o carregamento como o descarregamento apresentaram coeficientes de determinação insatisfatórios, embora se tenha eleito a variável com a melhor correlação entre as testadas. As atividades de carregamento e descarregamento não dependeram da distância, e sim, do volume da carga ou do número de toras. Neste caso, o volume de carga foi mais expressivo. Nas outras atividades parciais, a distância foi suficiente para explicar a maior parte da variabilidade da variável dependente. Todas as funções testadas foram altamente significantes e, salvo o carregamento e o descarregamento, os erros

padrões das estimativas das regressões se apresentaram extremamente baixos, demonstrando que a variabilidade não explicada pela regressão foi baixa.

4.2 Tempo de trabalho por metro cúbico

A análise dos dados por ciclo é o primeiro passo, porém, não conclusiva, pois não são considerados os diferentes volumes transportados. Deve-se, portanto, realizar uma análise de regressão que iguale essa diferença. A melhor forma é o tempo de trabalho por metro cúbico, em função das respectivas variáveis independentes.

Na Tabela 4, apresenta-se um resumo das atividades parciais, expressadas desta vez em min/m^3 . Se na Tabela 2 as médias das atividades efetivas variavam consideravelmente, na Tabela 4, esta diferença ficou muito reduzida, pelo fato de se expressar o tempo gasto em cada atividade por metro cúbico de madeira arrastada; (p. ex. trator com barra $7,62 \text{ min}/\text{m}^3$ e trator com pinça $7,46 \text{ min}/\text{m}^3$, no total de atividades efetivas).

Como foi dito no capítulo anterior, esta comparação só é permissível se todos os fatores de influência forem, em ambos os casos iguais. Por isso, também aqui procedeu-se a uma análise de correlação e a uma análise de regressão. O resultado desta última se apresenta em forma condensada no Apêndice 3. Desta vez, por razões óbvias da função, foi necessário incluir na regressão, além da variável independente de maior expressão, uma variável adicional de volume (volume da carga ou volume médio unitário). No Apêndice 3, observa-se que novamente as atividades de carregamento e descarregamento, embora expressas desta vez em $\text{minutos}/\text{m}^3$, quase não foram influenciadas pelas variáveis independentes testadas, isto porque as cargas já estavam pré-formadas e, no caso do trator com barra, os operários engatavam as correntes à barra com os feixes já prontos, independentemente do número de fustes.

TABELA 4 Amplitude de variação dos valores observados (min./m³) para as variáveis dependentes
(Range of observed values (min./m³) for dependent variables)

Tipo de equipamento (Type of equipment)	Variável (Variable)	Mínima	Média	%	Máxima	Desvio padrão (Standard dev.)	Coefficiente Variação (%)
Trator com barra de arraste (Tractor w. fixed bar)	Viagem vazia (Empty trip)	0,940	2,152	28	4,692	0,84031	39,05
	Tempo de carga (Loading time)	1,096	2,601	34	5,803	1,11991	43,06
	Tempo de arraste (Skidding time)	1,130	2,262	30	4,692	0,93733	41,43
(43 observações)	Desengate	0,242	0,660	8	1,266	0,24739	37,50
	Total atividades efetivas (Total of effective activities)	3,630	7,622	100	13,405	2,46548	32,35

Trator com pinça hidráulica (Grappleskidder)	Viagem vazia	0,762	2,857	38	8,000	1,41144	49,40
	Tempo de carga	0,381	1,660	22	8,117	1,23901	74,63
	Tempo de arraste	0,762	2,940	40	8,000	1,45623	49,53
(54 observações)	Total atividades efetivas	1,905	7,458	100	19,481	3,65512	49,01

Na Tabela 5, a variação dos volumes não depende do volume médio unitário, mas da quantidade e dispersão da madeira disponível nos diferentes pontos nos ramais, influenciando na formação das cargas. Esse último aspecto fica evidenciado pela grande amplitude das cargas arrastadas (Tabela 1), variando no trator com barra, desde 0,256 m³ até 2,230 m³/carga, e no trator com pinça, desde 0,125 m³ até 0,981 m³/carga.

As outras atividades parciais apresentaram regressões muito satisfatórias, servindo como base para boas estimativas do tempo de trabalho, para um volume de madeira determinado (Apêndice 3).

TABELA 5 Regressões para a estimativa de volume de arraste em função do volume médio unitário (Função Linear).
(Regressions for the estimates of hauled volume in function of the mean unitary volume (linear function).

Método	N.º de ciclos	Coefic. de Regressão b_0	b_1	r^2	F. calc.	s_{yx} %
T. barra	43	0,25880	4,95190	0,273	15,39**	38,72
T. pinça	54	0,20428	2,85396	0,411	36,33**	27,87

** Significativo a 99% de probabilidade.

TABELA 6 Composição das atividades gerais/
(Composition of general activities)

Tipo de trator (Type of tractor)	Unidades (Units)		Total ^{1/} atividades (Total activities)	Atividades efetivas (Effective activities)	Atividades gerais ^{2/} (General activities)				% atividades gerais/ atividades efetivas
	h / dia %				Desloc. e Preparo (Movement & preparation)	Perturb. técnica	Manutenção e abastec. (Maintenance)	Total	
C/barra (W. bar)	h / dia		5,66	4,65	0,58	0	0,43	1,01	21,70
	%		100	82,20	10,20	0	7,60	17,80	—
Com pinça hidráulica (Grappleskidder)	h / dia		4,66	3,69	0,58	0	0,39	0,97	26,30
	%		100	79,20	12,40	0	8,40	20,80	—

Fonte: Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A.

1/ Atividades efetivas e gerais (Tabela 7, 3a. coluna)
(Effective and general activities — Table 7, 3rd column)

2/ Inclusive consertos menores, até 30 minutos, na floresta
(Minor repairment up to 30 minutes, in the forest, are included)

4.3 Atividades gerais

A análise das atividades efetivas parciais ou totais é conveniente quando se deseja comparar métodos de trabalho. Porém, as atividades por si só não refletem o trabalho global, sendo necessárias, nesse caso, as atividades gerais para estimativas do tempo de trabalho.

Na Tabela 6, foi calculado com base nas cronometragens e informações locais, o tempo requerido por atividade parcial e total das atividades gerais nas operações de arraste com os dois tratores em estudo. Durante a cronometragem não ocorreram perturbações, nem por inexperiência dos operários, nem por falhas mecânicas. Na realidade, um caso excepcional, demonstrando, assim, a importância de se treinar adequadamente o pessoal e de se realizar regularmente as manutenções e consertos preventivos. Por isso, na Tabela 6, não aparece tempo gasto em perturbações e, a manutenção diária, incluindo os consertos menores, apresenta valores relativamente baixos. O trator com pinça tem um gasto em atividades gerais (deslocamento, perturbações, manutenção e pequenos consertos) de 0,97 h/dia, enquanto que o trator de barra necessitou de 1,01 h/dia.

Para estimar o tempo global de trabalho, deve-se, portanto, acrescentar ao tempo das atividades efetivas, o tempo das atividades gerais médias. Este acréscimo foi obtido multiplicando-se as atividades efetivas por uma percentagem de acréscimo que, no caso dos dois equipamentos e condições analisadas foi de 21,7% e 26,3%, respectivamente. Essa variação deveu-se à diferença no tempo disponível para o trabalho e, com ele, o tempo disponível para as atividades efetivas. Com base em dados fornecidos pela empresa, os tratores estão teoricamente disponíveis durante 2.400 h/ano. Porém, devido às paradas, que se constituíram de:

a) espera (tempo de parada do equipamento devido, por exemplo, a chuvas curtas e fortes, atraso ou falta de operários, problemas no cumprimento de tarefas pré-estabelecidas e outros);

b) horas perdidas (tempo de parada mais longo e registrado no relatório diário da máquina, causadas por esperas para ser consertada, chuvas prolongadas, paradas por falta de trabalho ou desencontro de equipes de trabalho);

c) consertos (consertos com duração maior que 15 minutos, realizados tanto na floresta como na oficina);

o tempo realmente disponível (hu) durante o ano é de aproximadamente 1.700 hu/ano, no trator de barra, e de 1.400 hu/ano, no trator com pinça. A Tabela 7 demonstra que os tratores com pinça ficaram parados durante uma grande parte do tempo, por motivos de consertos e esperas por consertos (horas perdidas). Por isso, o trator com pinça só pode trabalhar durante 4,66 h/dia (58,2%), em média. O trator com barra, no entanto, trabalhou em média durante 5,66 h/ dia (70,7%).

4.4 Rendimentos

Embora a expressão dos resultados em unidades de tempo por unidade volumétrica seja conveniente para os efeitos de cálculo do custo, na prática florestal já é praxe operar com rendimentos, ou seja, em volume arrastado por unidade de tempo. Essa expressão não é senão o valor inverso do tempo de trabalho por unidade de volume. O resultado desta inversão está representado na Tabela 8. Devido às razões já explicadas anteriormente, a única forma correta de comparação dos tempos trabalhados por unidade de volume ou dos rendimentos é através da equiparação de todas as variáveis independentes de maior influência. Neste caso, foram a distância e o volume da carga que mais influenciaram sobre o tempo gasto no total das atividades efetivas (Apêndice 3). Como a carga depende do volume

médio unitário, e esta função é própria para cada tipo de trator, incluiu-se este também na Tabela 8, cujos valores foram obtidos das respectivas regressões da Tabela 5.

Para calcular o rendimento bruto (rendimento total das atividades), foi adicionado ao tempo de trabalho, nas atividades efetivas, um acréscimo por atividades gerais, deduzido para cada trator em separado, como consta na Tabela 6, e calculado o valor inverso (min/m^3 para m^3/h).

TABELA 7 Tempos de trabalho e de paradas para cada tipo de trator
(Lengths of working times and interruptions for each type of tractor)

Tipo de trator (Types of tractor)	Unidades (Unities)	Tempo de trabalho (Working time)	Tempo de paradas (Interruptions)			Tempo total da máquina (Total time of the tractor)
			Planif. chuvas e outros (Planning, rain, others)	Horas perdidas (Wasted time)	Consertos (Repairment)	
Com barra (W. fixed bar)	h / ano	1.696,80	120,00	237,60	345,60	703,20
	h / mês	141,40	10,00	19,80	28,80	58,60
	h / dia	5,66	0,40	0,79	1,15	2,34
	%	70,70	5,00	9,90	14,40	29,30

Com pinça hidráulica (Grappleskidder)	h / ano	1.396,80	120,00	357,60	525,60	1.003,20
	h / mês	116,40	10,00	29,80	43,80	83,60
	h / dia	4,66	2,00	1,19	1,75	3,34
	%	58,20	5,00	14,90	21,90	41,80

Fonte: Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A.

TABELA B Quadro comparativo do tempo de trabalho e rendimento para determinadas distâncias de arraste e volume de cargas, por classe de volume médio unitário
(Comparison of working time and yield for different distances and volumes for each class of volume/stram)

Tipo de trator (Type of tractor)	Distância média de arraste (Mean skidding distance) (m)	Volume médio unitário (Mean volume per stem) (m ³)		Volume médio de carga (Mean volume of load) (m ³)	Atividades efetivas		Ativ. Gerais (General activities) (min/m ³)	Total atividades ^{2/}	
					Tempo/Volume (Time/Volume) (min/m ³)	Rendimento (Yield) (m ³ /h)		Tempo/Volume (Time/Volume) (min/m ³)	Rendimento (Yield) (m ³ /h)
C/barras e contêntes (W, fixed bar)	100	0,05	0,10	0,5	6,10	9,84	1,32	7,42	8,09
		0,20	0,8	1,3	4,15	14,46	0,90	5,05	11,98
		0,05	0,10	0,5	9,15	6,56	1,99	11,14	5,39
	200	0,10	0,20	0,8	7,20	8,33	1,56	8,76	6,86
		0,20	1,3	1,3	3,96	15,15	0,86	4,82	12,45
		0,05	0,10	0,5	12,20	4,92	2,65	14,85	4,04
	300	0,10	0,20	0,8	10,24	5,86	2,22	12,46	4,82
		0,20	1,3	1,3	7,00	8,57	1,52	8,52	7,04
		0,05	0,10	0,3	7,30	8,22	1,92	9,22	6,51
C/pinça hidráulica (Grappleskidder)	50	0,10	0,20	0,5	3,97	15,11	1,04	5,01	11,98
		0,20	0,8	0,8	—	—	—	—	—
		0,05	0,10	0,3	8,92	6,73	2,36	11,27	5,32
	100	0,10	0,20	0,5	5,59	10,73	1,47	7,06	8,50
		0,20	0,8	0,8	—	—	—	—	—
		0,05	0,10	0,3	12,15	4,94	3,20	15,35	3,91
	200	0,10	0,20	0,5	8,82	6,80	2,32	11,14	5,39
		0,20	0,8	0,8	3,83	15,67	1,01	4,84	12,40
		0,05	0,10	0,3	15,38	3,90	4,04	19,42	3,09
300	0,10	0,20	0,5	12,05	4,98	3,17	15,22	3,94	
	0,20	0,8	0,8	7,06	8,50	1,86	8,92	6,73	

1/ Inclui-se: perturbação técnica (que não aconteceu), manutenção e consertos menores, deslocamento do trator até o local de trabalho e volta à sede.

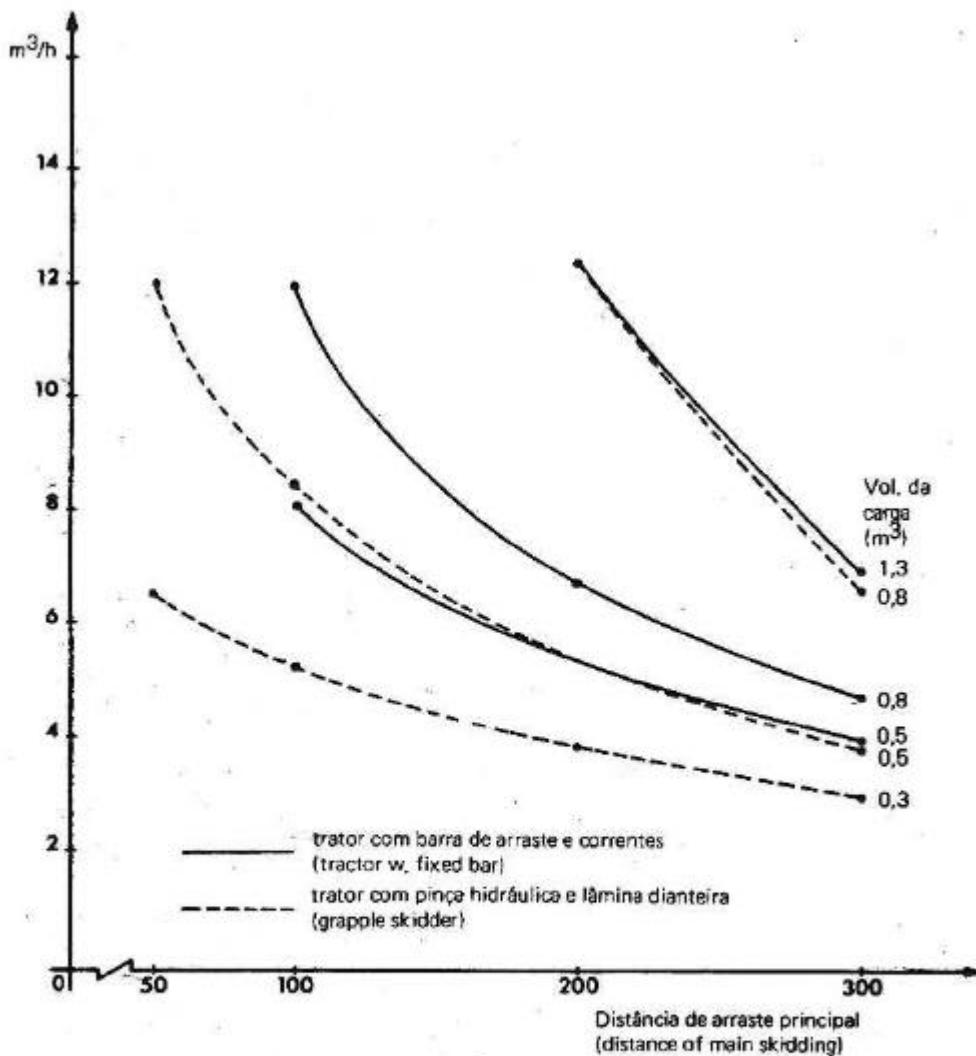
2/ Inclui-se: perturbação técnica (que não aconteceu).

Corresponde à hora de uso ou atividade da máquina, excluídos os tempos de parada.
(Hours of activity excluding the interruption periods).

Na Tabela 8, calcularam-se só os rendimentos para aqueles valores das variáveis independentes, que estão dentro de suas amplitudes medidas durante o presente estudo do trabalho. Por isso, foram calculados, por exemplo, rendimentos para uma distância de 50 m, no caso de trator com pinça (distância min. 30 m) e para o trator com barra, só a partir de 100 m de distância. O mesmo sucedeu nos volumes médios por carga, onde o trator com barra começou com cargas de 0,5 m³/carga e chegou até 1,3 m³/carga, enquanto que o trator com pinça começou com 0,3 m³/carga e terminou com 0,8 m³/carga.

Os resultados da Tabela 8 foram transferidos para a Fig. 3, para melhor visualização das diferenças no rendimento dos dois equipamentos testados. Comparando-se para igual distância média de arraste e volume de carga, o trator com pinça mostrou-se superior ao trator com barra, diferença que aumenta na medida em que aumenta o volume de carga. No caso de cargas de 0,5 m³, os rendimentos apresentam diferenças pequenas. Esta aparente superioridade do trator de pinças deve-se, principalmente, ao menor tempo de carregamento e à ausência de tempo no descarregamento, pois este último necessita só abrir a pinça para soltar a carga. Na realidade, o trator com pinça arrastou, em média, 0,484 m³, enquanto que o trator com barra arrastou 0,800 m³ por viagem (ciclo). Utilizando-se estes valores nas regressões, mantendo iguais as distâncias de arraste, o trator com barra apresentou rendimentos superiores, variando esta diferença entre 40%, na distância de 100 m, e 22%, na distância de 300 m (trator com pinça 3,94 m³/h e trator com barra 4,82 m³/h). Por outro lado, é interessante observar que estas diferenças diminuíram com o aumento da distância de arraste. Isto deveu-se, provavelmente, à menor incidência de trecho de estrada (100 m), o qual teve que ser transposto pelo trator com barra em cada viagem, trecho no qual o tratorista podia rodar a uma velocidade maior do que aquela no ramal.

Na análise dos rendimentos, torna-se interessante comparar também a produção anual dos tratores, pois as paradas maiores não entraram nas atividades cronometradas, ficando fora da análise até agora feita. Devido às diferenças nas freqüências e duração dos consertos entre os tratores, a análise deve incluir também as horas perdidas e consertos de cada um deles. Na Tabela 9, são apresentados os rendimentos anuais baseados, tanto nos rendimentos, quando os tratores estão em atividade, como nas suas horas de uso anual.



Base: Regress. ativ. efet. + ativ. gerais

Regress. ativ. efet.: trator com barra: $r^2 = 0,605$, $s_{\hat{y}_x}\% = 16,5$

trator com pinça: $r^2 = 0,547$, $s_{\hat{y}_x}\% = 28,2$

FIG. 3 Influência da distância de arraste e do volume da carga no rendimento bruto.
(Influence of skidding distance and volume on the yield).

A produção anual estimada é, sob as condições estudadas, de aproximadamente 11.645 m³/ano e 7.546 m³/ano para os tratores com barra e com pinça, respectivamente, ou seja, o trator de pinça arrastou em média 35% menos madeira por ano que o trator com barra.

4.5 Custos

A análise de comparação entre dois métodos de trabalho não se esgota com a simples comparação de seus tempos de trabalho ou rendimento. Deve-se incluir a

comparação dos custos finais, pois o método que apresenta o maior rendimento nem sempre é aquele que apresenta o menor custo por unidade de produção. Por outro lado, não é suficiente considerar só o custo horário do equipamento e dividi-lo pela produtividade técnica. É necessário também considerar toda a equipe que colabora em um determinado sistema, expresso em custo por unidade de produção. Além dos custos de produção, podem ser incluídas na análise, a política operária, a política salarial, a segurança no cumprimento dos planos de produção da empresa, etc.

Para determinar os custos de produção, foram calculados, primeiramente, os custos/hora tanto do trator e seus acessórios como da mão-de-obra ligada a cada trator. Para estes cálculos, seguiu-se o esquema modificado da FAO/ECE/KWF (STÖHR 1977), e cujos detalhes de cálculo são apresentados no Apêndice 4 e 5.

Na Tabela 10, apresenta-se em forma resumida a composição dos custos parciais/hora. Nesta, os tratores sem acessórios de arraste atingiram um custo de Cr\$ 249,29 e Cr\$ 259,79 por hora de uso dos tratores com barra e com pinça, respectivamente, e os acessórios de arraste em Cr\$ 58,30/hu para o conjunto pinça e lâmina.

Nos custos de pessoal, foram computados um tratorista em cada caso e, para o trator com barra, dois ajudantes no ramal e dois ajudantes ocasionais no ponto de acabamento, que cuidaram do descarregamento. Os dois últimos operários foram considerados no cálculo dos custos, só na medida em que trabalharam para o trator com barra (9%), mais um acréscimo (3%) por descanso proporcional ao tempo de trabalho no desengate. Assim, foram obtidos os custos de pessoal, por hora, de Cr\$ 128,36 para a equipe do trator com barra e Cr\$ 84,18 para aquela do trator com pinça. Os custos totais, incluindo um acréscimo devido aos custos administrativos e pessoal de supervisão, chegaram a Cr\$ 416,52/h para trator com barra, e a Cr\$ 442,50, para o trator com pinça. Portanto, os custos totais por hora diferiram de 6,2%.

TABELA 9 Rendimentos anuais considerando-se uma distância média de arraste de 200 metros.
(Annual yield, considering a mean skidding distance of 200 m)

Tipo de trator (Type of tractor)	Volume médio da carga m ³ (Mean vol. of load)	Rendimento (Tot. ativid.) m ³ /h (Yield)	Horas de uso anual hu/a (Annual hours of use)	Produção anual (Annual production)	
				m ³ /a	%
Com barra e correntes (W. fixed bar)	0,3	—	—	—	—
	0,5	5,39	1.700	9.163	—
	0,8	6,85	1.700	11.645 ¹	100,0
	1,3	12,45	1.700	21.165	—

Com pinça hidráulica (grappleskidder)	0,3	3,91	1.400	5.474	—
	0,5	5,39	1.400	7.546	64,8
	0,8	12,40	1.400	17.360	—
	1,3	—	—	—	—

1/ Estimativa da população anual com base no rendimento efetivamente cronometrado e carga média por ciclo efetivamente medida.
(Estimate of annual production, based on effectively recorded yield and effectively measured mean load/cycle).

TABELA 10 Custos parciais/hora de uso (Cr\$/hu) dos equipamentos – Base, março de 1980.
(Comparison of costs per hour – Basis March 1980; US\$ 1,00 = Cr\$ 48,00)

Tipo de trator (Type of tractor)	Custos máquina/h (Cost/h equipment)		Total (A)	N.º op. (B)	Custos pessoal/h (Cost/h of personnel)		Custos diretos/h (A + B)	Custos adm./h Cr\$	Custo total/h Cr\$
	Trator	Acessórios de Arraste (Equipment)			B x 100 A + B (%)	Cr\$ (B)			
Com barra e correntes (w. fixed bar)	249,29	- /1	249,29	1 + (2)	128,36	34,2	378,65	37,87	416,52
Com pinça e lâmina (Grappleskidder)	259,59	58,30 ^{2/}	318,09	1	84,18	20,9	402,27	40,23	442,50

1/ Não se computou valor, por ser muito pequeno.
(Omitted because it was too small).

2/ Incluindo manutenção.
(Including maintenance).

3/ Média nas empresas, no sul do Brasil.
(Average for the companies in southern Brazil).

Com estes dados, calcularam-se os custos de arraste para cada metro cúbico de fustes e toras, desde os ramais até o ponto de acabamento intermediário, (Tabela 11). Na Fig. 4, pode-se observar o desenvolvimento dos custos de acordo com a distância de arraste e volume médio da carga. Devido à pequena diferença no custo/hora das equipes de arraste, os custos/m³ mostram uma tendência análoga dos rendimentos no sentido inverso.

Os custos de arraste são, para cargas de 0,5 m³ muito similares, variando desde aproximadamente Cr\$ 52,00 para distâncias de arraste de 100 m até aproximadamente Cr\$ 103,00 a Cr\$ 112,00 para distâncias de arraste de 300 m; ou seja, ao se triplicar a distância, duplicou-se o custo de arraste. Por outro lado, pode-se observar que a diferença do custo de arraste por metro cúbico entre cargas de 0,5 e 0,8 m³ é, no trator com pinça, mais acentuada que no trator com barra. Isto demonstra que os custos poderiam ser reduzidos de maneira mais drástica no trator com pinça que no trator com barra, de acréscimo no volume médio por carga. No trator com pinça, para cada 0,1 m³ de acréscimo no volume médio da carga, acima da média cronometrada (0,5 m³), o custo de arraste poderia ser reduzido em aproximadamente Cr\$ 15,50/m³. Isto significa que, se a média ficar em 0,7 m³/ciclo, haverá custos ao redor de Cr\$ 51,00/m³, distância média de arraste = 200 m, ou seja, os custos poderiam ser reduzidos em 38% (de Cr\$ 82,10 para Cr\$ 51,16) abaixo da carga máxima cronometrada, que foi de 0,981 m³/carga (Tabela 11). Porém, esta suposição não é bem correta porque, para aumentar o volume de carga, há que se aumentar também, proporcionalmente, o tempo de carregamento e diminuir o tempo de deslocamento, tanto no arraste como no retorno, onde ela apresenta só uma pequena diferença, menor que 6%, com o rendimento calculado para cada atividade parcial.

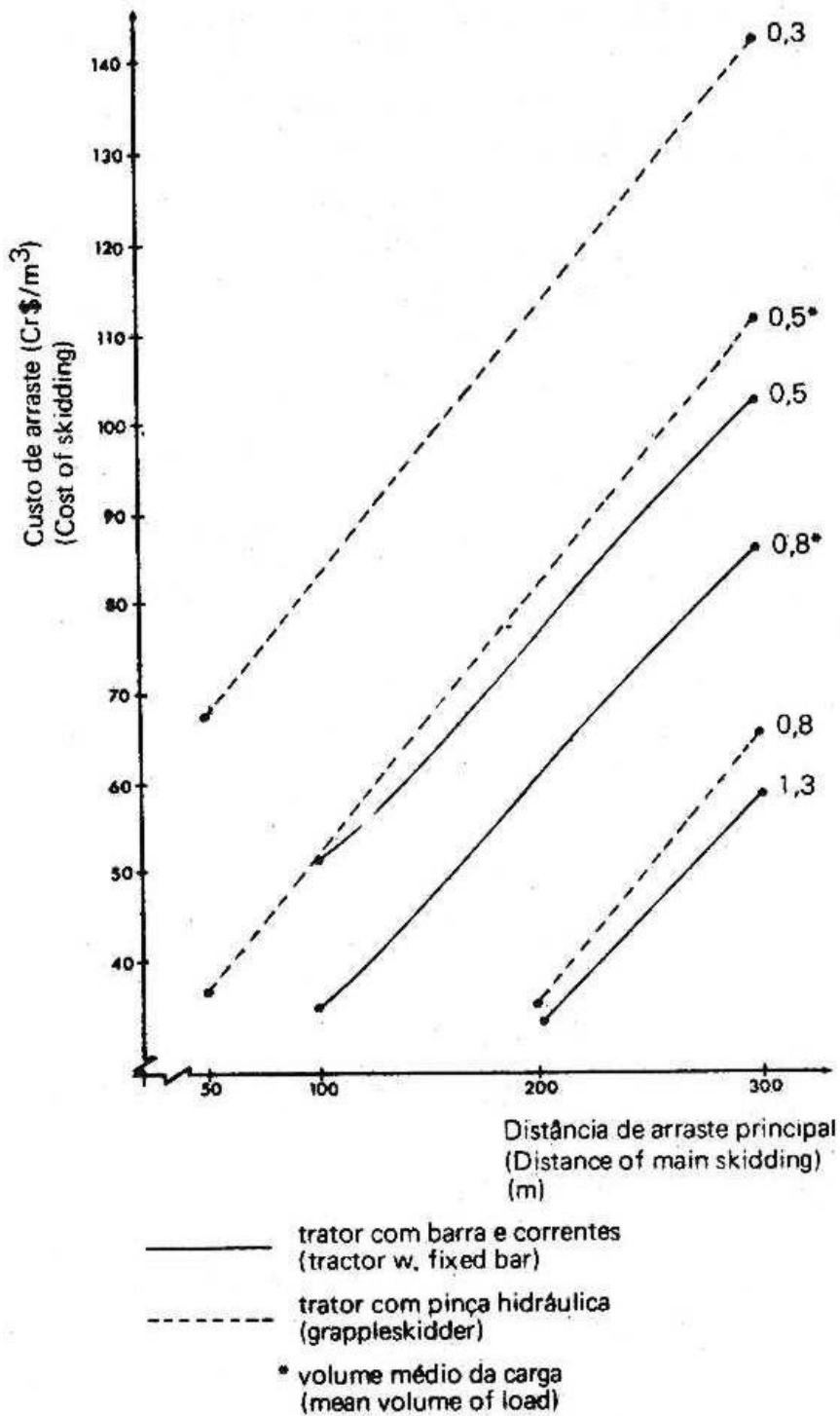


FIG. 4 Custo de arraste por m³ em função da distância de arraste e o do volume da carga. (Skidding cost as a function of distance and volume).

TABELA 11 Custos de arraste por classe de volume unitário.
(Comparison of skidding costs — Basis March/1980 — US\$ 1,00 = Cr\$ 48,00)

Tipo de trator (Type of tractor)	Distância média de arraste (Mean skidding dist.)	Volume médio unitário (Mean vol./ stem)	Volume médio da carga (Mean volume/ load)	Rend.bruto (Total ativ.) m ³ /h (gross yield)	Custo máquina Cr\$/hu (Cost of equipment)	Custo de arraste Cr\$/m ³ (Cost of skidding)
C/barras de arraste e correntes (w. fixed bar)	100	0,05	0,3	8,09	—	51,49
		0,10	0,5	11,88	—	35,06
		0,20	1,3	—	—	—
	200	0,05	0,3	5,39	—	77,29
		0,10	0,5	6,85	416,52 (100%)	60,80 ^{2/}
		0,20	1,3	12,45	—	33,46
	300	0,05	0,3	4,04	—	103,10
		0,10	0,5	4,82	—	86,41
		0,20	1,3	7,04	—	59,16
50	0,05	0,3	6,51	—	67,97	
	0,10	0,5	11,98	—	36,94	
	0,20	1,3	—	—	—	
C/pinça hidráulica e lâmina frontal (Grappleskidder)	100	0,05	0,3	5,32	—	83,18
		0,10	0,5	8,50	44,250 (106,2% do trat.c/barras)	52,06
		0,20	1,3	—	—	—
	200	0,05	0,3	3,91	—	113,17
		0,10	0,5	5,39	—	82,10 ^{2/}
		0,20	1,3	12,40	—	35,69
	300	0,05	0,3	3,09	—	143,20
		0,10	0,5	3,94	—	112,31
		0,20	1,3	6,73	—	65,75

1/ Atividades efetivas e gerais, excluídas as paradas.
(Effective and general activities except interruptions).

2/ Custos médios de arraste aproximados da área pesquisada.
(Average costs in the study area).

Outra inconveniência desta suposição é que, ao se aumentar a carga, implicitamente aceita-se um aumento do volume médio unitário. Esta dependência ficou demonstrada nas regressões da Tabela 5. Para estimar o rendimento bruto e os custos por m^3 , ao aumentar o volume arrastado, porém nas mesmas condições dos testes, deve-se seguir o cálculo mostrado na Tabela 12. Através destes cálculos, demonstra-se que o rendimento poderá aumentar em 32% e diminuir os custos em 24%, no caso do trator com pinça.

TABELA 12 Estimativa do rendimento e custo, em função do melhor aproveitamento da capacidade de carga. (Distância de arraste = 200 metros e atividades em min/ciclo)^{1/}.
(Estimates of yield and cost in function of the best use of the loading capacity – skidding distance = 200 m and activities in min/cycle).

Atividade (Activities)	Trator c/barra		Trator c/pinça	
	V: 0,8 m ³	V: 1,3 m ³	V: 0,5 m ³	V: 0,7 m ³
V. vazia (empty trip)	1,47	1,47	1,57	1,57
Carregar (loading)	2,01	2,85	0,78	1,05
Arraste (skidding)	1,56	1,56	1,66	1,66
Descarregar (unloading)	0,51	0,75	–	–
Ativ. efet. (effective activities)	5,55	6,63	4,01	4,25
Ativ. gerais (general activities)	6,94	5,10	8,02	6,07
Rendimento médio (m ³ /h) (mean yield)	8,65	11,76	7,48	9,88
\$	100	136	100	132
Rendimento bruto ^{2/} (m ³ /h) (gross yield)	7,10	9,67	5,92	7,83
%	100	136	100	132
Custo (Cr\$/m ³) (cost)	58,66	43,07	74,75	56,51
%	100	73	100	76

1/ Cálculo baseado nas regressões da Tabela 4
(Estimates based on regression – Table 4)

2/ Rendimento bruto incluindo as atividades gerais, exclu(das as paradas
(Gross yield including the general activities but not the interruption)

O mesmo raciocínio é válido para o trator com barra, que levou em uma ocasião 0,256 m³, e em outra, 2,230 m³/carga e, em média, arrastou só 0,8 m³/carga. Se este trator arrastar em média 1,3 m³/carga, ou seja só 52% daquilo que é possível arrastar sob as condições testadas (máximo teórico para estas condições = 2,5 m³/carga, aproximadamente), o custo de arraste decresceria de Cr\$ 62,48/m³ para Cr\$ 34,33/m³, isto é, uma redução de 45% no custo (Tabela 11). Porém, esta diminuição fica, pelos motivos já citados, reduzida para, aproximadamente, 27% (Tabela 12).

4.6 Aproveitamento da capacidade de carga

No capítulo anterior, ficou demonstrado que os tratores estão trabalhando num nível inferior à sua capacidade de carga máxima, especialmente o trator com pinça, que arrastou somente $0,125 \text{ m}^3$ em uma viagem e atingiu um volume máximo de $0,98 \text{ m}^3$ em outra viagem. Evitando viagens desse trator com menos de $0,5 \text{ m}^3$ /carga, poder-se-á chegar, com facilidade, a uma média de $0,7 \text{ m}^3$ /carga. A carga máxima que o trator de pinças pode arrastar é de $1,7 \text{ t}$, ou seja, $1,7\text{-}1,8 \text{ m}^3$ de madeira. Este valor não poderá ser atingido num primeiro desbaste, pois o volume unitário é baixo.

Supondo o caso em que a pinça aproveite toda a sua capacidade, ou seja, $0,40 \text{ m}^2$ e que os fustes com uma média de 10 m de comprimento sejam agarrados por ela em suas extremidades mais grossas, presumido um coeficiente de $0,6$ de conversão de volume sólido para volume estéreo e um fator de forma de $0,6$, esta pinça poderia arrastar $1,20 \text{ m}^3$ ou, aproximadamente, $1,0 \text{ t}$ de fustes. O motivo do aproveitamento relativamente baixo da capacidade de carga máxima teórica, num primeiro desbaste, deve-se a vários fatores, entre os quais:

a) Os fustes arrastados, quando produtos do primeiro desbaste, tem um volume unitário pequeno, variando entre $0,05$ e $0,09 \text{ m}^3$ /árvore, sendo difícil nestas condições, agarrar com a pinça muitos fustes para completar uma carga.

b) A queda direcionada dos fustes das faixas entre os ramais, sobre estes, é bastante difícil, motivo pelo qual as árvores são derrubadas, às vezes, nas direções erradas, devendo-se dividir o tronco para poder levá-lo manualmente até os ramais, diminuindo ainda mais o volume unitário.

c) A equipe de derrubada, que faz também o arraste preliminar, não prepara feixes exatos para o carregamento da pinça, em função do elevado número de fustes acumulados no ramal, ficando essa tarefa por conta da máquina.

Essas circunstâncias, que diminuem o aproveitamento de capacidade de carga, podem ser melhoradas dos 42% para 52% ($0,7 \text{ m}^3$ /carga), reduzindo os custos de arraste em 24% , desde que as técnicas de derrubada, arraste preliminar e preparo das cargas sejam melhoradas, o que nem sempre é possível num primeiro desbaste.

No trator com barra, a situação é semelhante, embora não tão acentuada como no trator com pinça. O fato de contar com cargas que variam de $0,256$ a $2,230 \text{ m}^3$ e uma média de $0,8 \text{ m}^3$, demonstra que a capacidade de arraste foi mal aproveitada. Esse trator não deveria iniciar o arraste sem ter pelo menos $0,7 \text{ m}^3$ já engatados na barra, pois é preferível perder um pouco de tempo engatando alguns fustes a mais e fazer a viagem com uma boa carga, pois o tempo de arraste, sob as condições testadas, aumentaria só levemente com uma carga maior. Desta forma, os custos de arraste poderiam ser reduzidos em até 27% (Tabela 12).

Além das justificativas apresentadas para o trator com pinça, neste caso ainda existem o problema de, no início do ramal, a viagem da máquina ser muito rápida, não permitindo aos ajudantes prepararem uma boa carga. Assim sendo, pela falta de tempo no preparo das cargas, e para que o trator não fique esperando, o arraste é iniciado com $1/4$ a $1/3$ de sua carga máxima atingível naquelas condições.

Se os engatadores receberem a ajuda de parte da equipe de derrubada, para deixar as cargas semi-preparadas durante o arraste preliminar, e não se traçarem os fustes na floresta, a capacidade de carga poderá ser aumentada. Isto significa que o grau de aproveitamento poderá ser melhorado de 32% para, pelo menos, 52% . Os custos médios diminuíram de Cr\$ $58,66/\text{m}^3$ para Cr\$ $43,07 \text{ m}^3$, ou seja, em 27% (Tabela 12), para uma distância média de 200 m .

4.7 Estabilidade dos tratores

Durante os estudos preliminares e as cronometragens, notou-se que uma séria limitação do trator com pinça é sua pouca estabilidade quando arrasta madeira por cima de pequenos obstáculos ou quando sobe rampas com mais de 10% de declividade. Nestes casos, o peso da madeira faz levantar o eixo dianteiro, dificultando as manobras. Este problema ocorre devido ao fato de se encontrar a pinça distante do eixo traseiro, transformando-se esta, somada ao peso da carga, numa alavanca que faz erguer a parte dianteira do trator. Isto pode ser compensado, até certo ponto, com contrapesos na frente; porém, o problema não poderá ser solucionado totalmente pois os tratores agrícolas foram desenhados mais para tracionar, enquanto que os tratores florestais são desenhados para arrastar cargas suspensas, sendo diferente a distribuição dos pesos nos seus eixos.

No trator com barra, este problema quase não ocorre, pois a carga fica mais próxima ao eixo traseiro do trator e o peso é distribuído pelos braços hidráulicos.

Por outro lado, deve-se considerar que, embora os tratores agrícolas não sejam, sob o ponto de vista técnico, os mais apropriados para as tarefas florestais, são, no entanto, bem mais baratos que os tratores florestais. Estes últimos, provavelmente, não poderão aproveitar convenientemente a sua capacidade de trabalho, tornando a extração da madeira no, primeiro desbaste, uma operação bastante onerosa.

5. CONCLUSÕES

Menores tempos de trabalho por ciclo foram obtidos pelo trator com pinça hidráulica e lâmina dianteira, porém o trator com barra e correntes arrastou em média 65% mais volume por ciclo, apresentando um rendimento médio superior. A diferença no rendimento foi de 40%, numa distância de arraste de 100 m, e 22%, numa distância de 300 m, favoravelmente ao trator com barra e correntes. No entanto, assumindo a mesma distância de arraste e igual volume de carga, os rendimentos foram similares.

Embora os custos por hora trabalhada da máquina e do pessoal em cada equipe de trabalho, tenham diferido em apenas 6,2%, favorável ao trator com barras e correntes, os custos/m³ arrastados são aproximadamente 26% mais baixos.

Um melhor aproveitamento na capacidade de carga das máquinas poderá ser obtido, obtendo-se redução nos custos de até 27% no trator com barra e, até 24%, no trator com pinça.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, recomenda-se:

a) A utilização de tratores agrícolas equipados com barra de arraste e correntes, para esse tipo de arraste, quando houver disponibilidade de mão-de-obra a um custo compensador.

b) Instruir as equipes de derrubada e evitar ao máximo o traçamento dos fustes e, no arraste preliminar, arrumar as toras na posição conveniente ao tipo de arraste a que se destinam.

c) Não iniciar o arraste com menos de 1/3 de capacidade máxima de carga no trator.

d) Utilizar o trator equipado com pinça hidráulica só em terrenos com declividades inferiores a 10% e sempre morro abaixo, a fim de evitar o seu desequilíbrio com o levante do eixo dianteiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às seguintes pessoas que auxiliaram e possibilitaram a realização desta pesquisa:

— Dr. Arthur Bodstein e Dr. Raul Speltz, que proporcionaram condições ótimas para a execução do trabalho na Fazenda Monte Alegre, de propriedade das Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A.

— Dr. Dietrich Burger, do Convênio Freiburg da U.F.Pr., pelo auxílio na programação e computação dos dados.

— Braulio Zarpellon Junior, técnico florestal da URPFCS, pelo auxílio na coleta de dados no campo.

6. REFERÊNCIAS

ABEGG, B. Erstellen eines Akkordtarifs für das Rücken mit Forst traktoren. **Forsttechnische Informationen**, 27(6): 46-8, 1975.

ARMEF. **Method d'explotation manuelle des coupes d'éclaircie en ligne**. Paris, Centre de Bijón et Périgueux, 1974. p.45-9.

BAGGIO, A.J. & STÖHR, G.W.D. Resultados preliminares de um levantamento de sistemas de exploração usados em florestas implantadas de coníferas no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, 2(9):76-96, 1978.

CARLETAL, B. & FOGEBY, J. Jordbruks traktor med linkran igallring. **Ekonomi Forsningsstiftelsen Skogsarbetar**. (3):1-4, 1977.

MACKINTOSH, J. Looking for profit in production thinning. **Forest Industries Review**, New Zeland, 6(12): 25-6, 1975.

SCHAAFSMA, A.H. The use of the HSM winch in thinnings. **Nederlands Bosbow Tijdschrift**, 49(3):138-43, 1977.

STÖHR, G.W.G. **Untersuchungen über die Eignung mobiler Kurzsrrek ken-seilkrane bei Durchforstungen am Steilhang**. s.l., Universitat Munchen, 1974. 232p. (Diss.).

STÖHR, G.W.D. Cálculo de custos de máquinas florestais. **Floresta** Curitiba, 8(2): 23-30, 1977.

TIMINGER, V. **Arbeitsuntersuchungen bei der Seilbringung in Nadelholzrieben oberbayerischer Gebirgsforstamter**. s.l., Universitat München, 1971.156p. (Diss.).

APÊNDICE 1 Características silviculturais do talhão de *Pinus taeda* desbastado.
(Silvicultural characteristics of the thinned stand).

	Árvores (Trees)		DAP (cm) d.b.h.		Altura média (m) (Mean height)	Área basal (Basal area)		Volume unitário médio (m ³) (Mean vol./ stem)	Volume total /ha (m ³ /ha) (Total vol. ha)	Distância entre árvores (m) (Distance between trees)
	N.º	%	Min.	Máx.		Médio	(m ²)			
Antes desbaste (Before thinning)	2.402	96,1	6,0	37,0	17,5	57,7	100,0	0,127	306	2,04
Desbastadas (Thinned)	1.142	45,7	6,0	37,0	15,9	22,7	39,3	0,095	108	—
Remanescentes (Remnants)	1.260	50,4	10,5	32,0	18,8	35,0	60,7	0,154	194	2,51
Faixas (Failures)	98	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2.500									

1/ Altura comercial até o diâmetro mínimo de 6 cm.
(Commercial height up to 6 cm in diameter).

APENDICE 2 Quadro comparativo das regressões do tempo de trabalho (min/ciclo) nas respectivas atividades parciais (função linear)
(Regressions of working time (min/cycle) and per partial activities (linear function))

Variável dependente (Dependent variable)	Tipo de trator (Type of tractor)	Variável Independente (Independent variable)	Coeficientes de regressão		Coef. deter. r^2	Valor F. calc.	s_{yx} %	
			b_0	b_1				
Viag. vazia (Empty trip)	T/barra (W. bar)	Dist. (m)	43	0,01735	0,00728	0,962	1.025,74**	7,09
	T/pinça (grappleskid.)	Dist. (m)	54	0,43101	0,00569	0,941	822,42**	10,68
Carregamento (Loading)	T/barra	V. Tot. (m ³)	43	0,65323	1,68989	0,372	24,27**	39,78
	T/pinça	V. Tot. (m ³) (Total vol.)	54	0,09960	1,36273	0,210	13,79**	61,31
Arraste (Skidding)	T/barra	Dist. (m)	43	-0,34148	0,00951	0,939	627,03**	11,02
	T/pinça	Dist. (m)	54	0,34841	0,00655	0,957	1.144,21**	10,05
Descarregamento (Unloading)	T/barra	V. Tot. (m ³)	43	0,12361	0,48477	0,463	35,41**	37,01
	T/pinça	Esta atividade parcial está incluída no arraste (This partial activity is included in the skidding operation).						
Atividades efetivas (Effective activities)	T/barra	Dist. (m)	43	0,12548	0,02147	0,840	215,13**	16,00
	T/pinça	Dist. (m)	54	0,97403	0,01602	0,935	742,92**	12,03

** Significativo a 99% de probabilidade.
(Significant at 99% probability level).

APÊNDICE 3 Quadro comparativo das regressões do tempo de trabalho (min/m³) nas respectivas atividades parciais (função linear) (Regressions of working time per m³ (t) and per partial activities - linear function)

Variável Dependente (Dependent variable)	Método (Method)	Variável Independente (Independent variable)	N	Coeficiente de Regressão		r ²	F	s _{yx} %
				b ₀	b _j			
Viagem vazia (Empty trip)	T/barra	Distância (m)	43	1,93979	0,00990	0,782	71,88**	18,67
		Volume Total (m ³)			-2,37061			
	T/pinça	Distância (m)	54	4,24522	0,01186	0,656	48,82**	29,50
		Volume Total (m ³)			-6,53223			
Carrregamento (Loading)	T/barra	Volume médio (m ³)	43	3,77993	-5,36956	0,045	0,99n.s.	43,12
		N.º toras (n)			-0,07833			
	T/pinça	Volume médio (m ³)	54	3,31575	-7,69212	0,063	1,72n.s.	73,64
		N.º toras (n)			-0,17323			
Arraste (Skidding)	T/barra	Distância (m)	43	1,59792	0,01218	0,780	71,09**	19,90
		Volume Total (m ³)			-2,42620			
	T/pinça	Distância (m)	54	4,19177	0,01362	0,742	73,52**	25,62
		Volume Total (m ³)			-6,79456			
Descarrregamento (Unloading)	T/barra	Volume médio (m ³)	43	0,86246	-2,49589	0,175	4,24**	34,89
		N.º toras (n)			0,00930			
	T/pinça	Esta atividade parcial está incluída no arraste. (This partial activity is included in the skidding operation).						
Atividades efetivas (Effective activities)	T/barra	Distância (m)	43	6,29722	0,03047	0,752	60,52**	16,52
		Volume Total (m ³)			-6,48926			
	T/pinça	Distância (m)	54	10,67458	0,03232	0,682	54,68**	28,18
		Volume Total (m ³)			-16,63618			

j = 1 ou 2

** Significativo a 99% de probabilidade
(Significant at 99% probability).

n.s. = não significativos
(non significant).

APENDICE 4 Cálculo de custos/hora do trator MF 265-61 HP com barra de arraste.
(Calculation of costs/hour for tractor MF 265-61 HP with bar).

Base: Preços março/1980 (N = 8 anos, H = 8000 hu, hf = 1700 hu, e c = 1,0).

1 maquinista + 2 ajudantes

1	Custo da máquina (VA = Cr\$ 392.205,00 ^{1/}		
1.1	Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
	Juros: $392.205,00 \times 0,6 \times 0,8$	42.358,14	
	Seguros:	—	
	Impostos:	—	
	Garagem:	6.000,00	
		48.358,14	28,45
1.2	Custos semi-fixos		
	Depreciação: $\frac{392.205,00 - 39.220,00}{8000}$		44,12
	Consertos: Cr\$ 44,12/hu x 1,0		44,12
1.3	Custos Variáveis		
	Combustível: 8,5 l/h x Cr\$ 12,00/l		102,00
	Lubrificantes: Cr\$ 102,00/hu x 0,30		30,60
1.4	Subtotal		
	Custo da máquina		249,29
2.	Custo do pessoal ^{2/}		
2.1	Tratorista:		
	Cr\$ 5.600,00 + 75% E.S. e benefícios		
	200 h/mês		49,00
2.2	Ajudantes:		
	Cr\$ 3.600,00 + 75% E.S. e benefícios		
	200 h/mês		31,50
	2 ajudantes no preparo de cargas e engate (100%)		63,00
	2 ajudantes no desengate (12%)		7,56
2.3	Manutenção: Cr\$ 49,00/hu x 0,020 (pelo tratorista)		9,80
2.4	Subtotal custo/h do pessoal		129,36
3.	Custos diretos		378,65
4.	Custos de Administração (10%)		37,87
	CUSTO TOTAL		416,52

Fontes: 1/ Revendedores das máquinas e acessórios (Massey Ferguson)
2/ Médias levantadas em empresas florestais no sul do Brasil.

* STÖHR, (1977).

APÊNDICE 5 Cálculo de custos/hora do trator MF 256-61 HP com pinça hidráulica e lâmina dianteira*
(Calculation of costs/hour for tractor MF 256-61 HP with shield and grapple).

Base: Preços março/1980

Trator: N = 8 anos, H = 8000 hu, hf = 1400 hu, c = 1,1
Pinça e lâmina: N = 8 anos, H = 10000, hf = 1400, c = 0,7

1. Custo da máquina ^{1/} (VA = Cr\$ 392.205,00)		
1.1 Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- Juros: Cr\$ 392.205,00 x 0,6 x 0,18	42.358,14	
- Seguros:	-	
- Impostos:	-	
- Garagem:	6.000,00	
	48.358,14	34,54
1.2 Custos semi-fixos		
- Depreciação: $\frac{\text{Cr\$ } 392.205,00 - 39.220,00}{8000}$		44,12
- Consertos: Cr\$ 44,12/hu x 1,1		48,53
1.3 Custos variáveis		
- Combustível: 8,5 l/h x Cr\$ 12,00/l		102,00
- Lubrificantes: 102,00 x 0,30		30,60
1.4 Subtotal custo/h da máquina		259,79
2. Custos da pinça e lâmina (VA = Cr\$ 191.732,00)		
2.1 Custos fixos		
- Juros: Cr\$ 191.732,00 x 0,6 x 0,18	20.707,06	
- Seguros:	-	
- Impostos:	-	
- Garagem:	1.000,00	
	21.707,06	15,51
- Depreciação: $\frac{\text{Cr\$ } 191.732,00 - 0,00}{10000}$		19,17
- Consertos: Cr\$ 19,17/hu x 0,7		13,42
2.2 Custos variáveis		
- Combustível: 10% do combustível MF 265		10,20
2.3 Subtotal custo da pinça e lâmina		58,30
3. Custo do pessoal ^{2/}		
3.1 Tratorista:		
Cr\$ 7.400,00 + 75% E.S. e benefícios		64,75
200 h/mês		
3.2 Ajudante: não tem		
3.3 Manutenção: trator: Cr\$ 64,75/hu x 0,20		12,95
pinça + lâmina: Cr\$ 64,75/hu x 0,10		6,48
3.4 Subtotal custos/h do pessoal		84,18
4. Custos diretos		402,27
5. Custos de Administração (10%)		40,23
6. CUSTO TOTAL		442,50

Fontes: 1/ Revendedores das máquinas e acessórios (Massey Ferguson e Munk Jons).

2/ Média de empresas florestais no sul do Brasil.

* STÖHR, (1977).