



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 88

Janeiro/1980

PBP/1.8

MECANIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL

Arnaldo Salmeron*

1. INTRODUÇÃO

Nos países de maior tradição e dependência da economia florestal, o problema de mecanização dos trabalhos florestais já é objeto de estudo há varias décadas. Excetuando-se a carga animal, cujo emprego remonta os tempos em que o homem se lançou na atividade florestal objetivando produção, pode-se afirmar que a mecanização das operações florestais iniciou-se com a utilização de equipamentos adaptados, basicamente projetados para trabalhos agrícolas. Esse tipo de solução atendeu por muito tempo às necessidades do setor, e ainda hoje é bastante utilizado, principalmente por pequenos reflorestadores que têm a floresta como atividade secundária.

Porém, a dificuldade crescente de mão-de-obra e a ampliação da capacidade produtiva das grandes indústrias, acarretando um grande volume de trabalho no campo, forçou o desenvolvimento de novos equipamentos, projetados especialmente para trabalhos na floresta.

No entanto, a introdução de novos equipamentos não é um evento rápido, pois implica numa série de alterações, incluindo sistemas de trabalho, dimensionamento de equipes, treinamento de pessoal e, principalmente, aceitação do novo produto por parte do mercado consumidor. A figura 01 ilustra as tendências de mecanização na Suécia, no período de 1930 a 1980, mostrando que a aceitação de um sistema é lenta e gradativa.

* Professor Assistente do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

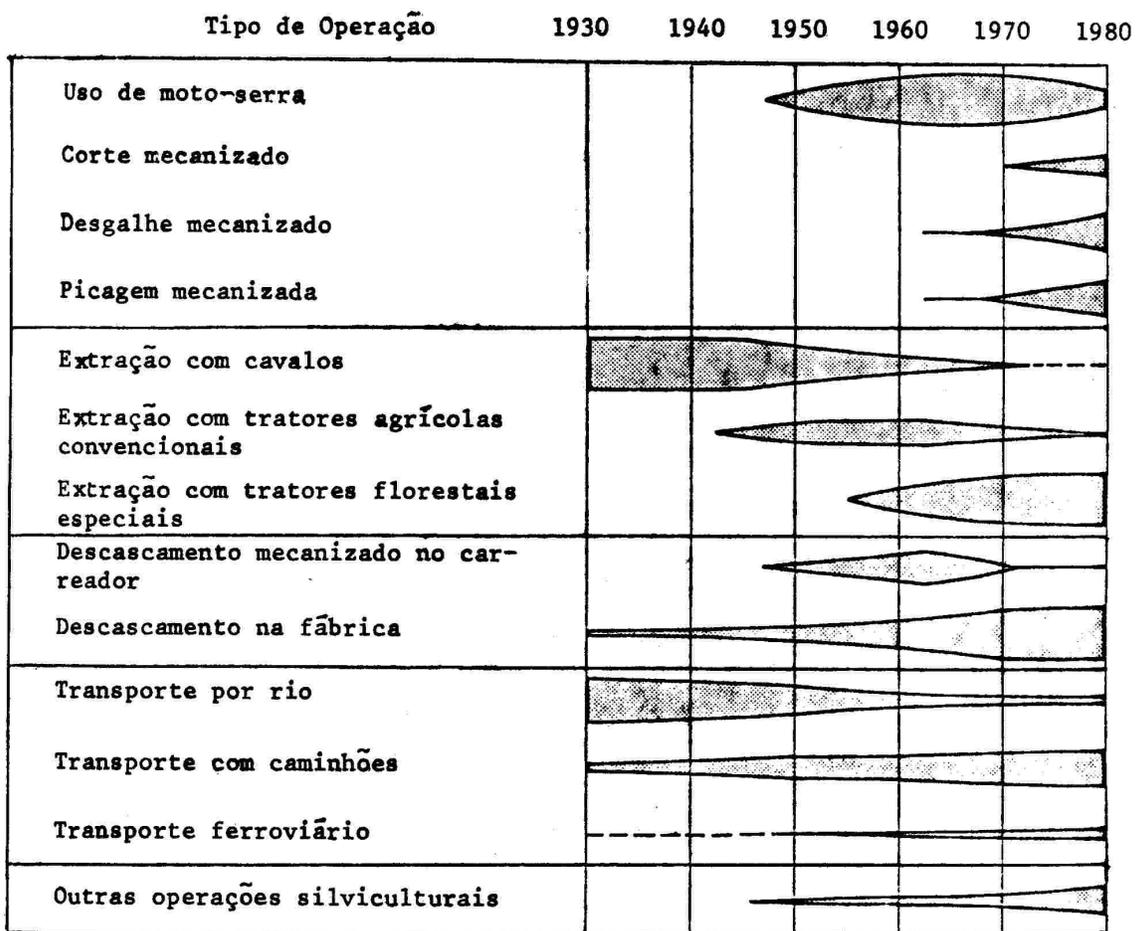


Figura 01 – Tendências da mecanização em diversas atividades florestais na Suécia, no período de 1930-1980.

Fonte: Logging Research Foundation.

De um modo geral, a posição do Brasil não é diferente daquela ocorrida há algumas décadas em outros países, principalmente Canadá, EUA e Escandinávia. Atualmente, grande parte da madeira de nossas florestas é extraída manualmente ou por sistemas que utilizam, na sua maioria, equipamentos agrícolas adaptados. Por outro lado, algumas etapas da exploração tem atualmente um índice bom de mecanização, já que o mercado oferece uma série de equipamentos especiais que, até o momento, tem atendido satisfatoriamente às necessidades da indústria florestal.

O desenvolvimento de equipamentos específicos para a floresta está condicionado a diversos fatores, dos quais pode-se citar os mais importantes:

- desenvolvimento da indústria florestal;
- evolução da própria indústria de equipamentos;
- disponibilidade de mão-de-obra.

A disponibilidade de mão-de-obra é um fator limitante, pois, enquanto houver disponibilidade de mão-de-obra barata, a introdução de sistemas mecanizados será muito difícil. Historicamente, a indústria tem se mecanizado apenas quando não há outras

alternativas para atingir com sucesso, seus objetivos. Essa afirmativa é justificada por uma única razão: na atualidade, a mecanização das operações florestais, de uma maneira geral, não implica na redução de custos, principalmente quando estes custos são comparados com os obtidos em operações manuais. Enquanto os níveis salariais do trabalhador continuar baixo, a mecanização em alta escala sempre encontrará obstáculos para sua implantação. Porém, devido às dificuldades já comentadas, é esperado que, num prazo bastante reduzido, torne-se imperiosa a necessidade de mecanizar ao máximo as operações de campo, para que os programas de abastecimento sejam cumpridos dentro dos prazos previamente estabelecidos. Nos últimos anos, tem-se observado que esse processo evoluiu bastante e a tendência é acelerar ainda mais. Uma prova disso é mostrada principalmente nas operações de carregamento e descascamento da madeira, onde a maioria das grandes empresas, utilizam equipamentos específicos para essas operações, conseguindo níveis de rendimento excelentes e com uma significativa redução da mão-de-obra. Mesmo dispondo de poucas opções em equipamentos, a introdução de novos métodos de trabalho, que promovem a racionalização, contribui bastante para o aumento da produtividade da exploração.

A figura 02 mostra que a adoção de novas técnicas e treinamento de pessoal permite aumentar a produtividade e a conseqüente redução de mão-de-obra.

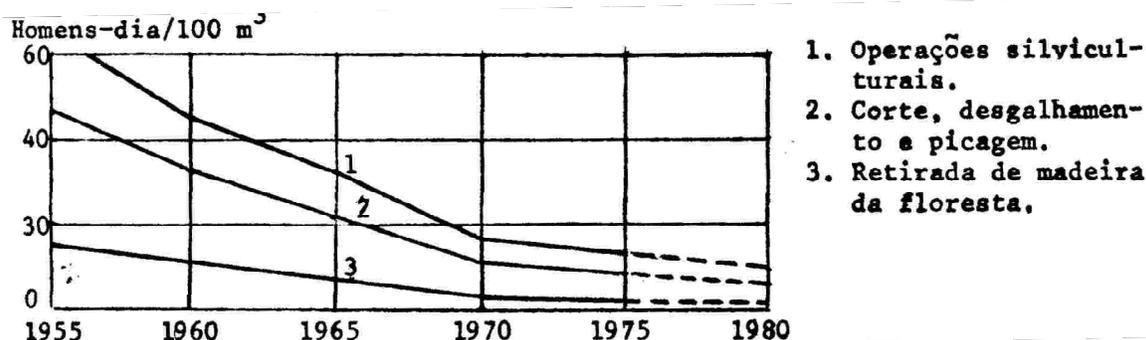


Figura 02 – Situação atual e previsão da eficiência do trabalho durante o período de 1955 a 1980, na Suécia.

Fonte: Logging Research Foundation.

É importante salientar que os custos unitários indicados para corte, picagem e descascamento não deverão subir muito, mesmo que aumentem os salários, em virtude de maior rentabilidade do trabalho conseguida com a adoção de novas técnicas de trabalho e utilização de equipamentos mais eficiente.

Logicamente, o que se deseja em qualquer sistema produtivo é que todos os fatores de custos sejam mínimos e a produção a maior possível.

Portanto, o problema se situa de forma a adaptar, para cada condição, um sistema que mais se aproxima das exigências colocadas, ou seja: mais produtivo e com os mais baixos custos. Note-se que é importante sempre se utilizar de sistemas integrados de mecanização, pois, mecanizar altamente uma fase de exploração pode ser problemático devido à facilidade de estrangulamento que isso pode acarretar nas outras etapas.

Na situação atual, a mecanização certamente tem atuado, promovendo uma maior estabilidade da mão-de-obra, permitindo assim trabalhos contínuos, e refletindo numa estabilidade maior do preço da matéria-prima.

2. FATORES QUE INFLUENCIAM NA MECANIZAÇÃO

De uma maneira geral, a intensidade de Mecanização é afetada por uma série de variáveis, sendo mais importantes as seguintes:

- condições locais;
- existência do equipamento apropriado no mercado;

2.1. Condições locais

As características locais de topografia, tipo de solo, índice pluviométrico são fatores importantes na escolha de um equipamento, chegando a ser limitante para certas regiões. Cada equipamento tem um limite no tocante à rampas de subida e descida. Condições de topografia plana permitem a entrada de qualquer tipo de máquina, porém, quanto mais inclinado for o terreno, mais difícil de se encontrar o equipamento adequado, pois são exigidas máquinas com características específicas e que tornam a exploração, às vezes, inviável. Assim, a utilização de tração em 4 ou 6 rodas, o emprego de chassis articulado, suspensão oscilante, são avanços técnicos que permitem uma maior adaptação ao terreno, maior estabilidade e segurança, conferindo ao equipamento maior mobilidade e logicamente levando a maiores rendimentos.

Mesmo vencida a etapa de escolha do equipamento, a produtividade do sistema está na dependência tanto do sistema de trabalho como das condições da floresta. *PEARCE & STENZEL (1972)* citam que a produtividade da operação de corte é influenciada pelo sistema silvicultural, clima, dimensão das árvores, densidade do povoamento e condições de solo e topografia. Se considerarmos as etapas seguintes como, por exemplo, o transporte primário, a produtividade é bastante influenciada pela distância de transporte, dimensão da madeira, densidade do povoamento, distância entre pilhas e condições do solo, além dos fatores humanos, tais como qualidade da mão-de-obra, treinamento e rotatividade de pessoal.

2.2. Existência de equipamentos específicos no mercado

Como foi dito no início, a empresa florestal depende bastante de equipamentos basicamente agrícolas, que tem sido aproveitados através de adaptações que visam atender cada situação específica. No entanto, a indústria florestal fica sem muitas opções para definir quanto ao tipo de máquina, pois a diversificação é ainda restrita. Porém, com a necessidade crescente de mecanização, a indústria nacional tem procurado desenvolver máquinas especiais para a nossa situação florestal. Levando-se em conta as dificuldades que estão envolvidas num programa desse tipo, pode-se afirmar que os resultados até agora alcançados foram satisfatórios. Porém, existe muita coisa a ser feita e pesquisada, para que a indústria florestal possa dispor de uma série de equipamentos para atender suas necessidades.

Por outro lado, a falta de um mercado comprovadamente comprador de equipamentos contribui para que o setor de máquinas ainda não tenha atingido o estágio de desenvolvimento desejado. Assim, os equipamentos atualmente produzidos são fabricados quase que sob encomenda, acarretando custos de produção elevados. Somente uma

produção em série permitirá que esses equipamentos cheguem ao mercado a preços competitivos.

3. SISTEMAS MECANIZADOS

Os sistemas de exploração aplicados no Brasil estão adaptados, em sua maioria, à situação de excesso de mão-de-obra de baixo custo. Como consequência, são empregados métodos de baixa produtividade. A curto prazo, este sistema permite custos de madeira bastante baixos. Segundo *LONNER (1976)*, o custo da madeira em florestas plantadas no Brasil é 50% mais baixo que nos países industrializados. Isto é devido as excelentes condições de crescimento, mas também devido ao baixo custo e disponibilidade de mão-de-obra.

Fundamentalmente, existem 3 sistemas de exploração de florestas:

- a) Sistemas de toras curtas: são aqueles em que todas as operações são feitas ao pé da árvore (canteiro de corte). A madeira é preparada em peças de pequeno comprimento (2 a 6 m), para o transporte primário. Para que se possa mecanizar um sistema de toras curtas é fundamental que o terreno permita a entrada de equipamentos, não sendo o sistema mais indicado para topografia acidentada, embora seja o sistema predominante no Brasil, tanto em locais planos como acidentados. A maioria dos sistemas em uso no Brasil são adaptações e variações do sistema de toras curtas.
- b) Sistemas de toras longas: são sistemas em que a árvore é derrubada, e no canteiro de corte é feito apenas o desgalhamento e o corte do ponteiro. São sistemas desenvolvidos para terrenos mais acidentados, sendo que o transporte primário deve utilizar equipamentos de maior potência, devido ao peso e às dimensões das peças trabalhadas. O acabamento final da madeira (picagem, descascamento e seleção) é feito numa estrada ou num pátio intermediário de processamento.
- c) Sistemas de árvores inteiras: são sistemas em que a árvore é abatida e, em seguida, transportada para uma estrada ou pátio de processamento, onde a madeira é preparada para o transporte. São sistemas desenvolvidos tanto para terrenos planos como acidentados e, atualmente, permite o máximo grau de mecanização. Outra vantagem desses sistemas é a facilidade que apresentam quando é feito o aproveitamento total da árvore, facilitando bastante o transporte primário, desde que sejam utilizados equipamentos especialmente dimensionados para esse tipo de trabalho.

É importante observar que o sistema existentes podem ser empregados com os mais diferentes graus de mecanização, desde o sistema totalmente manual (sistema de tora curta empregado no Brasil) até o sistema totalmente mecanizado utilizado na Europa e América do Norte. Especial atenção deve ser dada ao planejamento de um sistema, permitindo a máxima racionalização das etapas, havendo uma distribuição de operações que permita o funcionamento de cada fase sem prejuízo das demais. Em outras palavras, deve-se evitar pontos de estrangulamento dentro do sistema. Não é raro acontecer que uma determinada operação esteja altamente mecanizada, estando, no entanto, a fase seguinte dependente da anterior, de uma tal madeira, que há uma redução no rendimento total, reduzindo a eficiência dos equipamentos e onerando bastante o sistema. As vezes, mas que permita o

fluxo constante de madeira para as fases subseqüentes, de modo que os custos sejam minimizados pelo aumento do rendimento do sistema.

4. FASES DA EXPLORAÇÃO

4.1. Corte

Costuma-se chamar de corte as operações de derrubada, desgalhamento, picagem e preparo da madeira para transporte. Esse agrupamento de operações é justificado dentro de um sistema de toras curtas, onde há predominância de operações manuais. Porém, em sistemas mais mecanizados, tem-se que separar esses trabalhos, pelo fato de serem realizados em locais distintos.

Nos sistemas normalmente utilizados, a derrubada é feita com moto-serra, empregando-se 1 ou 2 homens na equipe, sendo, neste caso, um operador de 1 ajudante. Diversos fatores influenciam no corte com moto-serra, sendo os principais:

- tipo de equipamento (peso, potência, comprimento do sabre, etc);
- declividade do terreno;
- diâmetro das árvores;
- capacidade do operador (treinamento)
- temperatura ambiente;
- densidade do povoamento;
- situação do sub-bosque.

Esses fatores influem tanto na operação propriamente dita como nos demais movimentos que o trabalho exige, ou seja, planejamento da queda, limpeza do pé da árvore e deslocamentos.

A tabela 01 mostra alguns valores-padrão de produção para o corte. Esses números devem ser ajustados conforme o terreno, peso do operador, temperatura ambiente e porcentagem de aproveitamento da árvore.

Tabela 01: Produção do corte para terreno plano e levemente ondulado, com moto-serra.

DAP (cm)	Tempo em Homem-minuto por árvore	
	Equipe de 1 homem	Equipe de 2 homens
10	0,35	0,47
15	0,83	1,10
20	1,31	1,75
25	1,75	2,30
30	2,36	3,15
35	3,40	4,53
40	4,56	6,08
45	5,85	7,08

Adaptado de FAO (1970)

É interessante notar que, nas equipes com 2 homens, os valores são, em média, 133% dos obtidos em equipes com 1 homem. Isso sugere que a formação de equipes

com grande número de homens geralmente traz uma redução no rendimento, pois há um aumento considerável de horas improdutivoas. O trabalho realizado com um operador, utilizando uma moto-serra ideal e sendo bem treinado, tem mostrado resultados satisfatórios em nossas condições.

4.2. Desgalhamento

Operação que consistem em retirar os galhos e o ponteiro da árvore, definindo-se, assim, o fuste comercial aproveitável.

O rendimento dessa operação depende dos seguintes fatores;

- diâmetro da árvore;
- diâmetro e densidade de ramos;
- comprimento do fuste;
- ferramenta utilizada;
- topografia;
- qualidade do desgalhamento requerida.

Atualmente, com o aparecimento de moto-serras leves e projetadas para passar cerca de 49% do tempo desgalhando, o machado ou mesmo o facão são ferramentas que lentamente estão sendo deixadas de lado, dando lugar às serras mecânicas. Porém, o desgalhamento com moto-serra, para ser uma operação produtiva, necessita de operadores bem treinados, pois exige uma seqüência de movimentos planejados que, às vezes, o nosso homem do campo não consegue assimilar. É fundamental que a moto-serra seja adequada para o desgalhamento, tanto em termos de estrutura da máquina, peso, comprimento do sabre e velocidade de corrente.

Convém salientar que esses métodos de desgalhe são geralmente empregados para árvores de *Pinus* que têm grande quantidade de galhos e distribuídos uniformemente. Já para *Eucalyptus*, cuja copa é concentrada na parte superior da árvore, o desgalhamento com machado é bastante utilizado. De um modo geral, o rendimento com moto-serra é cerca de 30% maior, quando comparado com o machado.

4.3. Picagem ou desdobro em toretes

A operação de picagem pode ser realizada tanto no canteiro de corte como numa estrada de processamento. Nesse caso, trabalha-se num sistema de árvores inteiras ou toras longas. A picagem é uma operação típica de um só operador: porém é freqüente a utilização de um ajudante para realizar a medição (marcação) dos toretes. Esse trabalho é bastante facilitado quando as árvores são arrastadas e amontoadas em feixes. Nesse caso, a utilização de moto-serras com sabre longo facilita a operação, permitindo níveis elevados de produção.

A produtividade é função dos seguintes fatores:

- diâmetro das árvores;
- comprimento dos toretes;
- disposição das árvores na queda;
- topografia;
- tipo de ferramenta empregada;

- treinamento do operador.

A tabela 02 fornece alguns dados de tempo padrão para floresta de *Pinus*.

Tabela 02: Picagem com moto-serra, no canteiro de corte, com 1 operador, em terreno plano ou levemente ondulado.

DAP (cm)	Tempo dem homem-minuto por árvore					
	Comprimento dos toretes (m)					
	1,20	2	3	4	5	6
10	0,49	0,42	0,40	0,38	-	-
15	1,33	1,15	0,96	0,82	0,70	0,60
20	2,18	1,96	1,64	1,42	1,23	1,05
25	2,98	2,66	2,30	1,98	1,70	1,43
30	3,85	3,43	2,95	2,50	2,20	1,87
35	5,04	4,50	3,88	3,30	2,80	2,30
40	6,55	5,77	4,97	4,20	3,60	3,00
45	8,40	7,40	6,40	5,40	4,60	3,90

Adaptado de FAO (1974)

4.4. Transporte a curta distância

Essa operação refere-se à retirada da madeira da floresta e sua colocação em estrada transitável por caminhões. Conforme o equipamento utilizado, esse trabalho recebe os nomes mais diversos, sendo mais utilizado os termos *Baldeio e arraste*.

Geralmente, o termo baldeio é utilizado quando o transporte é feito por veículos que possuem plataforma de carga (carretas, caminhões e “forwarders”). Já o termo arraste é mais empregado quando são utilizados guinchos ou arrastadores mecânicos (skidders).

Em condições topográficas favoráveis, é bastante vantajoso a utilização do chamado transporte direto, onde o próprio caminhão do transporte principal entre diretamente na floresta, reduzindo bastante o manuseio da madeira, pois as etapas de baldeio e transbordo são eliminadas. Porém, nem sempre a topografia favorece esse sistema de trabalho.

Em terrenos pouco acidentados, um caminhão do tipo 4 x 4, ou os “forwarders” ou mesmo tratores agrícolas com carreta podem perfeitamente atender essa etapa da exploração. Os seguintes fatores devem ser considerados nesse tipo de transporte:

- condições topográficas;
- equipamentos;
- distância de transporte;
- densidade do povoamento;
- distância entre pilhas;
- arranjo da madeira (empilhada ou amontoada).

Normalmente, o uso de “forwarders” requer madeira concentrada para que o carregamento seja o mais rápido possível. O ciclo de transporte envolve 4 movimentos, ou seja:

- carregamento;
- movimento carregado;
- descarregamento;
- movimento vazio.

No caso específico do baldeio com “forwarder” é importante considerar um 5º movimento, isto é, a movimentação entre pilhas. Portanto, é importante que o preparo da madeira seja cuidadoso, tomando-se a precaução de realizar pilhas ou montes de madeira de tal maneira que a movimentação, enquanto a máquina carrega, seja mínima possível. Além do mais, é importante salientar que a eficiência do “forwarder” depende bastante da capacidade do carregador e da habilidade do operador.

Segundo *LONNER (1976)*, um “forwarder” trabalhando dentro de um sistema racional e cuidadosamente planejado pode ter uma produtividade bastante alta, de 25 a 35 st/hora produtiva, conforme as condições da floresta e de topografia.

Em condições topográficas severas, as opções de mecanização são mais restritas, sendo atualmente mais utilizados os guinchos ou os arrastadores mecânicos (skidders). Neste caso, é importante considerar os seguintes fatores na produtividade desses equipamentos:

- condição topográfica;
- tipo de equipamento;
- distância de arraste;
- dimensões das árvores;
- tipo de solo;
- orientação na derrubada das árvores.

Quanto ao tipo de equipamentos, embora no Brasil seja mais difundido o arrastador de cabos, o aparecimento de máquinas mais compactas dotadas de pinças traseiras pode ser uma solução bastante viável para a exploração de florestas plantadas em terrenos acidentados (30-40% de declividade).

Fundamentalmente, existem 3 tipos de arrastadores:

- a) Arrastador por estrangulamento: o arraste das toras é feito através de cabos de aço. Neste caso, o engate e o desengate das toras é feito manualmente.
- b) Arrastador de garras: o equipamento que manipula a madeira é uma garra traseira acionada hidráulicamente. O carregamento e o descarregamento é mecânico, porém é uma máquina para terrenos menos acidentados que o tipo anterior.
- c) Arrastador de pinças duplas: o equipamento possui uma pinça na parte traseira da máquina. A diferença com o tipo anterior é que parte da carga repousa sobre o chassi da máquina. As árvores são carregadas através de um carregador hidráulico.

É importante salientar que a implantação de qualquer sistema mecanizado requer uma série de atitudes para que o sistema atinja, o mais rápido possível, a

produtividade desejada. Na escolha do sistema deve-se levar em consideração os aspectos referentes ao equipamento, infra-estrutura de apoio ao equipamento (peças de reposição, mecânicos treinados, oficinas, etc), racionalização de operações e, principalmente, treinamento e valorização da mão-de-obra. Somente com essas preocupações ter-se-ão sistemas produtivos e econômicos, ao ponto de poder concorrer com os sistemas manuais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, G. – The used of skidders in the full tree and the tree length method. In: SEMANA BRASIL – SUÉCIA – *Forestry and logging: planning, methods and equipment*. São Paulo, 1973. p.1-7.

CONWAY,S. – *Logging practices: principles of timber harwesting systems*. San Francisco, Miller Freeman, 1976. 416p.

FAO – *Logging and log transport in man-made forest in developing countries*. Rome, 1974. p.53-129.

LONNER, G. – Desenvolvimento de sistemas de exploração florestal no Brasil. *CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP*, 9, São Paulo, 1976. p.1-2.

MYLES, D.O. – *Development of a tree length forwarder*. Ottawa, Canadian Forest Service, 1976. 67p.

PEARCE, J.K. & STENZEL, G. – *Logging and pulpwood production*. New York, Ronald Press, 1972. 453p.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos publicados nesta circular, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço:

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
Walter Sales Jacob
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP
Prof. Hilton Thadeu Zarate do Couto
Prof. João Walter Simões
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões
Diretor Técnico – Prof. Helládio do Amaral Mello
Diretor Administrativo – Nelson Barbosa Leite

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior