

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Variáveis operacionais na produtividade de motosserras.

Thiago Pinheiro Vaz

Orientador: Prof. Wilson Ferreira de Mendonça Filho

Seropedica, RJ
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Variáveis operacionais na produtividade de motosserras

Thiago Pinheiro Vaz

“Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, como requisito Parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.”

Orientador: Prof. Wilson Ferreira de Mendonça Filho

Seropédica, RJ
2007

Thiago Pinheiro Vaz

Monografia aprovada em: 20/12/2007

Professor. Wilson Ferreira de Mendonça Filho(orientador)
DS/IF/UFRRJ

Professora. Natália Dias de Souza
DPF/IF/UFRRJ

Engenheira Florestal Mariani Silva de Araujo

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivo	3
3. Material e métodos	4
3.1. Organização do material	4
4. Resultados	5
4.1. Variáveis físicas do terreno	5
4.2. Variáveis do povoamento	8
4.3. Variáveis relacionadas ao planejamento da colheita	12
5. Discussão	16
5.1. Variáveis do povoamento	16
5.2. Variáveis do terreno	19
5.3. Variáveis relacionadas à qualidade da madeira	20
5.4. Antropometria	22
6. Conclusões	25
7. Referências bibliográficas	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Toras de pinus sp. Dispostas aleatoriamente no local de colheita.	7
Figura 2. Toras já desgalhadas e cortadas, arrumadas na beira da estrada.	16
Figura 3. Árvore recém derrubada de elevado volume e peso.	18
Figura 4. Operador de motosserra efetuando corte.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Necessidades calóricas diárias para diferentes graus de atividade, para um homem de 25 anos pesando 65kg	23
Tabela 2. Classificação de indivíduos adultos, do sexo masculino, pelo índice de massa corporal (imc).	24
Tabela 3. Frequência em %, de operadores de motosserra por classe de estado nutricional, segundo índice de massa corporal (imc), comparados com outros operadores de motosserras e com homens adultos brasileiros.	24

RESUMO

As atividades de colheita de madeira apresentam diversas variáveis que influenciam na produtividade das máquinas que irão realizar as operações de corte, extração e desgalhamento. Este trabalho teve como objetivo identificar e sugerir uma classificação para as principais variáveis físicas do terreno, do povoamento, do planejamento de operações e de um tipo físico de operador que influenciam nas operações de colheita.

Palavras-chave: Colheita de madeira; variáveis; produtividade.

ABSTRACT

Analysis of main variables on productivity of wood harvesting machines in function of physical and stand characteristics and forest operation planning. The activities of wood harvesting present several variables that influence the productivity of machines used for felling, extraction and de-braching. This work had as objectives to identify and to suggest a classification for the main physical variables of the land, of the stand and forest operation planning that influence harvesting operations.

Keywords: Wood harvesting; productivity; variables.

1. INTRODUÇÃO

O corte florestal é a primeira etapa da colheita de madeira e tem grande influência na realização das operações subseqüentes. As etapas do corte florestal são: derrubada, desgalhamento, traçamento e empilhamento. O método de corte mais difundido no Brasil ainda é o semi-mecanizado, utilizando motosserras, apesar da crescente utilização de outras máquinas (MACHADO, 1992).

O surgimento e a evolução das motosserras livraram o trabalhador florestal de uma atividade rudimentar (corte com machado ou serra manual) e foram os primeiros passos para a aplicação gradual de máquinas na colheita de madeira. Entretanto, o corte florestal com motosserra ainda é uma atividade perigosa e de elevada exigência física, merecendo, portanto, estudos para melhorar as condições de segurança, conforto e bem-estar do trabalhador.

A mecanização do corte florestal, em áreas de topografia plana, vem aumentando significativamente desde o final da década de 1980 e intensificou-se na década de 1990. Esse cenário permite prever que, em um futuro próximo, as máquinas (feller-bunchers, harvesters e processadores) substituirão a motosserra em todas as áreas florestais localizadas em terrenos planos. Entretanto, nas áreas de topografia acidentada no Brasil, a mecanização do corte florestal ainda é tímida, devido aos altos custos e riscos envolvidos. Assim sendo, pode-se dizer que o operador de motosserra do futuro irá trabalhar, principalmente, em regiões montanhosas do país (SANT'ANA, 1998).

WADOUSKI (1987) distingue as variáveis que podem afetar a produtividade das máquinas, como de identificação direta, podem-se citar: os volumes a ser extraídos, a extensão da área a explorar, as características dos fustes, a porcentagem e diâmetro dos galhos, a topografia, a natureza dos solos e sua distribuição geográfica, a malha viária, a

distância média de arraste, a intensidade e distribuição das chuvas e a necessidades de sortimentos diversos. Por outro lado, muitas outras variáveis são de difícil determinação, e a intensidade com que irão afetar os trabalhos deve ser cuidadosamente estimada. Assim, o grau de erodibilidade dos solos, a estabilidade das áreas declivosas, a qualidade, habilidade e disponibilidade de mão-de-obra, as necessidades impostas pelo manejo florestal, os riscos de compactação dos solos e a possibilidade de bruscas variações climáticas impõem limitações, mais ou menos severas, à aplicação dos sistemas de colheita de madeira, em função da conjunção positiva ou negativa.

As principais variáveis externas que influenciam na produtividade das máquinas nas operações de colheita de madeira e que complementam aquelas citadas por WADOUSKI (1987) são: a declividade do terreno, a espécie, o diâmetro da base, o diâmetro dos galhos, a altura e o volume individual das árvores, o volume por ha, o espaçamento, o tipo de intervenção que irá ocorrer, o tipo de rebrota, a necessidade de sortimento, a concentração da madeira, a qualidade da atividade anterior, a malha viária (qualidade e quantidade), a altura de tocos após a operação de corte, a distância média de extração (DME), o estaleiro (altura, largura, comprimento e a qualidade das pilhas de madeira), o comprimento da madeira, a umidade do solo, o tempo da madeira no campo, a época do ano, a qualidade do planejamento das operações (planificação), a pluviosidade, o sub-bosque, o alinhamento e os danos à floresta remanescente.

Em relação às variáveis operacionais, os autores (MALINOVSKI, R.A. & MALINOVSKI, J.R.(1998).) as citam como sendo o conjunto de aspectos ligados diretamente à máquina que influencia a operação e deve ser controlada com periodicidade definida pelo planejador, para o cumprimento satisfatório das operações propostas.

KANTOLA & HARSTELA (1994) afirmam que os principais elementos que influenciam na produtividade dos equipamentos utilizados e que definem as características do

sistema de colheita de madeira para cada empresa são: clima, tipo de solo e relevo, espécie das árvores e suas dimensões, infra-estrutura local, estado de desenvolvimento, tradição e prevahecimento de sistemas e estrutura industrial.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi identificar, relacionar e sugerir uma classificação para as principais variáveis que influenciam na produtividade das motosserras para colheita de madeira, visando oferecer subsídios para o planejamento das operações.

Como objetivos específicos, os seguintes tópicos foram abordados:

- * Identificar as principais variáveis físicas do terreno, do povoamento e do micro planejamento que influenciam na produtividade das atividades de colheita de madeira e sugerir uma classificação para correlacioná-las com a produtividade das operações de colheita de madeira.
- * Iniciar uma discussão técnica sobre a correlação entre as variáveis e a produtividade das máquinas-base para as diferentes operações.
- * Classificar as principais máquinas-base utilizadas no Brasil.
- * Definir um perfil físico adequado de operadores de motosserra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se em uma revisão bibliográfica, onde diversos artigos científicos, e técnicos, foram analisados, selecionados e agrupados gerando resultados.

3.1 ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL

Para que se pudesse gerar uma classificação das variáveis de influência nas atividades de colheita de madeira, os seguintes passos foram seguidos:

- 1- Levantamento e classificação das principais variáveis relacionadas ao local de colheita que influenciam na produtividade das máquinas.
- 2- Relacionamento do perfil físico adequado de operadores de motosserra, a fim de se ter uma alta produtividade.

A metodologia para o levantamento e classificação das variáveis de influência na atividade de colheita de madeira consistiu em dividir as variáveis em: Variáveis físicas do terreno; Variáveis do povoamento; Variáveis relacionadas ao planejamento operacional e Antropometria.

4. RESULTADOS

4.1. VARIÁVEIS FÍSICAS DO TERRENO

As principais variáveis físicas do terreno obtidas foram: pedregosidade, leiras, sub-bosque, capacidade de sustentação do solo, declividade e tipo de solo.

As principais definições utilizadas para classificar as variáveis e as classes sugeridas obedeceram aos seguintes critérios:

- 4.1.1. Pedregosidade: corresponde à micro topografia do terreno e caracteriza-se pela presença natural de obstáculos de origem rochosa que interfiram no deslocamento das máquinas, bem como dificultem as operações de corte, devido aos danos que podem ocasionar no conjunto de corte. Os obstáculos foram subdivididos em três classes:

- Classe 1: nenhuma ocorrência natural de obstáculos de origem rochosa.
- Classe 2: pequena presença de obstáculos de origem rochosa, com leves restrições ao deslocamento de máquinas e leves restrições relacionadas à operação de corte.
- Classe 3: presença de obstáculos de origem rochosa, com fortes restrições ao deslocamento de máquinas e às operações de corte.

4.1.2. Sub-bosque: caracteriza-se pela presença de arbustos e árvores indesejáveis, sem uso econômico momentâneo, que interferiram no deslocamento das máquinas e na visibilidade dos operadores (como visto na figura 1).

- Classe 1: nenhuma ocorrência de sub-bosque.
- Classe 2: pequena presença de sub-bosque, com leves restrições ao deslocamento de máquinas e à visibilidade dos operadores.
- Classe 3: presença de sub-bosque. com fortes restrições ao deslocamento de máquinas e à visibilidade dos operadores.

4.1.3. Capacidade de sustentação do solo: corresponde à resistência do solo à pressão efetuada sobre ele e caracteriza-se pelas restrições impostas pelas condições de drenagem do terreno, umidade, tipo e cobertura do solo, que influenciam o deslocamento no momento do ano em que será feita a colheita da madeira da área.

- Classe 1: solo firme, bem drenado, pouco úmido e com cobertura vegetal, em níveis de nenhuma interferência ao deslocamento no momento da colheita.
- Classe 2: solo firme, drenagem precária, pouco úmido e com cobertura vegetal, apresentando restrições com tempo chuvoso, com alguma interferência ao deslocamento no momento da colheita.
- Classe 3: solo pouco firme, drenagem precária, úmido e com cobertura vegetal, apresentando restrições com tempo chuvoso, com média interferência ao deslocamento no momento da colheita.

- Classe 4: solo úmido, drenagem ruim, sem cobertura vegetal, apresentando fortes restrições com tempo chuvoso, com alta interferência ao deslocamento sobre o terreno no momento da colheita.
- Classe 5: solo sempre úmido, drenagem ruim, sem cobertura vegetal, apresentando fortes restrições com tempo chuvoso, com extrema dificuldade no deslocamento sobre o terreno.

4.1.4. Declividade do terreno: inclinação da superfície do terreno em percentagem nas seguintes classes:

- Classe 1: menor ou igual a 15%;
- Classe 2: 15,1 menor ou igual a 25%;
- Classe 3: 25,1 menor ou igual a 35%;
- Classe 4: maior que 35,1%.

4.1.5. Tipo de solo: genericamente são três as classes de solos mais comuns nas propriedades florestais, a partir das quais se derivam os demais tipos de solo, podendo vir a causar restrições às operações de colheita de madeira. As classes genéricas são:

- Classe 1: Argilosos;
- Classe 2: Arenosos;
- Classe 3: Hidromórficos.



Figura 1. Toras de pinus sp. dispostas aleatoriamente no local de colheita pode-se visualizar a dificuldade de trabalho em local com sub-bosque classe 2 (fonte-MACHADO, C.C. 1992).

4.2. VARIÁVEIS DO POVOAMENTO (unidade homogênea de corte)

As variáveis da unidade homogênea de corte levantadas que influenciam na produtividade das máquinas de colheita de madeira são: espécie plantada, espaçamento médio atual na linha, espaçamento médio atual na entrelinha, número atual de árvores por hectare, volume a ser colhido por classe de declividade do projeto em relação ao tipo de solo, volume individual médio dos fustes, peso individual médio das árvores, diâmetro médio da base das árvores, altura total média das árvores, diâmetro da ponta fina dos fustes, altura comercial média, classe de diâmetro dos galhos até a altura comercial no interior da unidade homogênea de corte, classe de diâmetro dos galhos até a altura comercial na bordadura da unidade homogênea de corte, percentual médio de fustes bifurcados na base das árvores, percentual médio de fustes bifurcados nos troncos das árvores, comprimento da copa em relação à altura comercial, qualidade dos fustes, alinhamento em relação à inclinação lateral (declividade transversal), tipo de casca, número de árvores por hectare por classe de diâmetro na base e número de árvores por hectare por classe de altura comercial.

As principais definições e classes levantadas estão definidas abaixo.

- 4.2.1. Espécie plantada: refere-se ao gênero da espécie que compõe a unidade homogênea de corte.
- 4.2.2. Espaçamento médio atual da linha: refere-se à distância média do espaçamento atual na linha de plantio da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em metros.
- 4.2.3. Espaçamento médio atual na entrelinha: refere-se à distância média do espaçamento atual na entrelinha de plantio da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em metros.
- 4.2.4. Número atual de árvores por hectare: refere-se à quantidade atual de árvores existentes, por hectare, na unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em unidades por hectare.
- 4.2.5. Volume a ser colhido por classe de declividade do projeto em relação ao tipo de solo: refere-se ao volume de madeira disponível para ser colhido em cada classe de declividade, em relação à classe de tipo de solo da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em metros cúbicos para cada interação.
- 4.2.6. Volume individual médio dos fustes: caracteriza-se pelo volume comercial médio dos fustes da unidade homogênea de corte, de acordo com o diâmetro da ponta fina considerado, sendo o valor expresso em metros cúbicos.
- 4.2.7. Peso individual médio das árvores: caracteriza-se pelo peso médio das árvores, incluindo fuste, galhos e folhas ou acículas, da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em toneladas.
- 4.2.8. Diâmetro médio da base das árvores: refere-se ao diâmetro médio da base das árvores da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em centímetros.
- 4.2.9. Altura total média das árvores: caracteriza-se pela altura total média das árvores da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em metros.

4.2.10. Diâmetro da ponta fina dos fustes: refere-se ao diâmetro médio da ponta fina dos fustes, definido pelo planejador, sendo o valor expresso em centímetros.

4.2.11. Altura comercial média: refere-se à altura média dos fustes, após realizado o destopamento, conforme o diâmetro definido no planejamento para a ponta fina, sendo o valor expresso em metros.

4.2.12 Classe de diâmetro dos galhos até a altura comercial no interior do povoamento: refere-se ao diâmetro médio dos galhos das árvores existentes no interior da unidade homogênea de corte, até a altura comercial do fuste. Essas classes foram subdivididas em:

- Classe 1: 1—3 cm;
- Classe 2: 3,1—6 cm;
- Classe 3: 6,1—9 cm;
- Classe 4: > 9 cm.

4.2.13. Classe de diâmetro dos galhos até a altura comercial na bordadura do povoamento: refere-se ao diâmetro médio dos galhos das árvores existentes na bordadura da unidade homogênea de corte, até a altura comercial do fuste, sendo subdivididos em:

- Classe 1: 1—3 cm;
- Classe 2: 3,1—6 cm;
- Classe 3: 6,1—9 cm;
- Classe 4: > 9 cm.

4.2.14. Percentual médio de fustes bifurcados na base das árvores (até 40 cm): refere-se ao percentual médio de fustes bifurcados na base das árvores existentes na unidade homogênea de corte. O valor deve ser referente a 20 classes que variam de 0 a 100% com limites de 5 em 5% (0%-5%; 5,1%-10% etc.).

4.2.15. Percentual médio de fustes bifurcados nos troncos das árvores (acima de 40 cm): refere-se ao percentual médio de fustes bifurcados no tronco existente na unidade

homogênea de corte. O valor deve ser referente a 20 classes que variam de 0 a 100%, com limites de 5 em 5% (0%-5%; 5,1%— 10% etc.).

4.2.16. Comprimento da copa em relação à altura comercial: refere-se ao comprimento médio da copa até a altura comercial das árvores existentes na unidade homogênea de corte.

- Classe 1: menor que 3 m;
- Classe 2: 3,1-6m;
- Classe 3: 6,1—9 m;
- Classe 4: >9 m.

4.2.17. Qualidade dos fustes: refere-se à qualidade média dos fustes da unidade homogênea de corte em relação a sua tortuosidade.

- Classe 1: Retos — menos que 20 % dos fustes são tortos.
- Classe 2: Tortos — de 20 a 50% dos fustes são tortos.
- Classe 3: Muito tortos — mais que 50 % dos fustes são tortos.

4.2.18. Declividade Transversal (Alinhamento X Inclinação lateral): refere-se à declividade transversal média do caminho a ser trafegado pela máquina destinada à colheita. O valor deve ser referente a 17 classes que variam de 0 a 90% em classes de 5 em 5, sendo a primeira de 0—5%.

4.2.19. Número de árvores por hectare por classe de diâmetro na base: refere-se ao número de árvores existentes na unidade homogênea de corte por classe de diâmetro da base. A quantidade de árvores deve ser referente a 14 classes existentes, e caso não haja valores para uma ou mais classes, estas devem ser zeradas. As classes são as seguintes: < 10 cm; 10,1 a 70 de 5 em 5 cm; > 70,1 cm.

4.3. VARIÁVEIS RELACIONADAS AO PLANEJAMENTO DA COLHEITA

Foram definidas algumas variáveis que influenciam na produtividade das máquinas relacionadas ao planejamento da colheita de madeira: tipo de intervenção, número de árvores retiradas no desbaste seletivo, número de árvores retiradas no desbaste sistemático, número da linha do desbaste sistemático, alcance lateral do desbaste seletivo, sortimento único com comprimento padrão, sortimentos, disposição da pilha em relação à estrada, altura média das pilhas, comprimento médio das pilhas, largura média das pilhas, distância média de extração, altura dos tocos, qualidade das operações de corte, qualidade da operação de extração, declividade máxima para as operações, tipo de solo para as operações, desempenho dos operadores, disponibilidade operacional da máquina, número de turnos, número de horas trabalhadas por turno, dias úteis trabalhados por mês, número de máquinas disponíveis para as operações e número de dias planejados para determinada operação.

Basicamente, essas variáveis estão relacionadas à forma de operação, à disposição com que as toras ou fustes devem ser colocados à beira da estrada e à utilização diária das máquinas. Assim, as principais definições utilizadas para a classificação dessas variáveis obedeceu aos seguintes critérios:

- 4.3.1. Tipo de intervenção: caracteriza-se pela escolha do regime de manejo que as máquinas de colheita de madeira irão realizar no povoamento: Primeiro Desbaste; Segundo Desbaste; Terceiro Desbaste; Quarto Desbaste; Corte final; Corte final com condução de rebrota.
- 4.3.2. Número de árvores a serem retiradas no desbaste seletivo: refere-se à quantidade de árvores que serão seletivamente retiradas do povoamento caso seja escolhido, na lista de tipo de intervenção, algum regime de desbaste. O valor deve ser referente ao número de árvores por hectare.
- 4.3.3. Número de árvores a serem retiradas no desbaste sistemático: refere-se à quantidade de árvores planejadas para serem retiradas do povoamento, sistematicamente, no caso de

ser escolhido, na lista de tipo de intervenção, algum regime de desbaste. O valor deve ser referente ao número de árvores por hectare.

- 4.3.4. Número da linha do desbaste sistemático: refere-se ao número da linha de árvores do povoamento em que se irá fazer o desbaste sistemático.
- 4.3.5. Sortimento único: refere-se à utilização de um comprimento único e padrão para o traçamento de fustes (em metros).
- 4.3.6. Sortimentos variados: refere-se ao número de sortimentos diferentes que são usados para o traçamento dos fustes.
- 4.3.7. Disposição das pilhas de madeira em relação à estrada: refere-se ao posicionamento que o eixo principal das toras ou fustes terá em relação à estrada. Pode ser: paralelo (quando for ao longo da estrada) ou perpendicular (quando sua intersecção formar ângulo reto com a estrada), como visto na figura 2.
- 4.3.8. Altura média das pilhas: refere-se à altura média que as pilhas de toras ou fustes terão após a sua disposição à beira da estrada (< 1,0 m; 1,0 a 4,0 m, de 0,5 em 0,5 m; > 4,0 m).
- 4.3.9. Largura média das pilhas: refere-se à largura média que as pilhas de toras ou fustes terão após a sua disposição à beira da estrada florestal, podendo ser: <2 m; 2 a 15 m, de 1 em 1 m; no comprimento do fuste.
- 4.3.10. Comprimento médio das pilhas: refere-se ao comprimento médio que as pilhas de toras ou fustes terão após a sua disposição à beira da estrada (< 5 m; 5 a 50 m, de 5 em 5 m; > 50 m; no comprimento do fuste).
- 4.3.11. Descascamento: refere-se à inclusão da operação de descascamento, no caso da simulação de um povoamento de eucaliptos. Com casca: não se deseja fazer o descascamento; Sem casca: deseja-se o descascamento.
- 4.3.12. Altura dos tocos: refere-se à altura média dos tocos deixados pela operação de corte, que, porventura, venham a interferir nas operações de corte e extração (< 10 cm; 10—20

cm; 20—30 cm; > 30 cm).

4.3.13. Qualidade das operações de corte: refere-se à qualidade da disposição das toras ou fustes deixados pela operação de corte, para a extração florestal, sendo subdividida em:

- Boa: as toras ou fustes estão dispostos de forma ordenada, sem nenhuma restrição para a operação de extração.
- Regular: as toras ou fustes estão dispostos de forma semi-ordenada, com poucas restrições para a operação de extração.
- Ruim: as toras ou fustes estão dispostos de forma não-ordenada, com restrições para a operação de extração, comprometendo o tempo de carga da máquina.

4.3.14. Desempenho dos operadores: refere-se ao tempo de experiência, qualidade e produtividade alcançadas pela média dos operadores. Os níveis de desempenho devem ser referentes às seguintes opções:

- Alto: operadores bem experientes, com excelente qualidade de operação e altas médias de produtividade.
- Médio: operadores treinados, com qualidade de operação e produtividade médias.
- Baixo: operadores em treinamento, com qualidade de operação e de produtividade baixa.

4.3.15. Disponibilidade operacional: refere-se ao tempo em que a máquina está apta a operar, descontados, neste caso, a locomoção, o tempo de parada do operador, o abastecimento, a manutenção preventiva etc. O valor deve ser em percentagem.

4.3.16. Número de turnos: refere-se ao número de turnos que serão cumpridos, diariamente, com cada máquina. O valor deve estar entre 1 e 4.

4.3.17. Número de horas por turno: refere-se ao número de horas trabalhadas em cada turno de trabalho pelo operador da máquina. O valor deve ser em horas.

4.3.18. Dias úteis de operação por mês: refere-se ao número mensal médio de dias planejados

em que será operada determinada máquina. Nesse caso, podem-se descontar domingos, feriados, dias de chuva etc. O valor deve ser em número de dias.

4.3.19. Número de máquinas disponíveis: refere-se ao número de máquinas disponíveis para a operação. O valor deve ser em número de máquinas.

4.3.20. Número de dias disponíveis para a operação: refere-se ao número de dias disponíveis para se colher um determinado volume de madeira planejado. O valor deve ser em número de dias.

Tipo básico e classe definida para a máquina. A motosserra efetua as seguintes operações de colheita: corte, desgalhamento e sortimento. Ela exige contato direto do homem com as árvores, fustes ou toras.



Figura 2. Toras já desgalhadas e cortadas, arrumadas na beira da estrada para futuro transporte até a serraria (fonte- MACHADO, C.C. 1992)

5. DISCUSSÃO

5.1. VARIÁVEIS DO POVOAMENTO

A variável espaçamento na linha influencia a produtividade das máquinas de colheita, principalmente, a operação de corte, na qual elas têm de se deslocar entre uma árvore e outra. Quanto maior for a distância entre as árvores, maior será o tempo para o deslocamento e,

conseqüentemente, menor a produtividade.

O espaçamento na entrelinha influencia a produtividade das máquinas de colheita, principalmente nas operações de corte e extração, a motosserra necessita de espaço para derrubar as árvores.

Genericamente, pode-se dizer que, quanto menor o espaçamento na entrelinha, maior será a produtividade das máquinas de corte e menor a das de extração.

O diâmetro da base das árvores é uma variável fundamental para o dimensionamento dos equipamentos que serão utilizados no corte e na extração do povoamento. Cada equipamento possui um intervalo de diâmetro ótimo para sua operação, sendo que tanto diâmetros muito grandes, que alcançam o limite do implemento e forçam o seu trabalho, como diâmetros muito pequenos, que subestimam a capacidade de operação, diminuem a produtividade das máquinas.

A variável volume individual das árvores não deve ser confundida com o peso da árvore, mesmo que influencie de maneira similar a produtividade das máquinas. O peso atua diretamente nas máquinas que efetuam a operação de corte ou que necessitam manusear a árvore com galhos, acículas e fuste. Já as máquinas que operam com a árvore desganhada, ou seja, com o fuste, sofrem maior influência do volume ou peso do fuste, como no caso das que irão efetuar somente a operação de sortimento. Devido ao fato do volume individual e do peso da árvore ser função direta do diâmetro da base, cada máquina e seu respectivo implemento de operação, possui uma produtividade ótima para um intervalo de volume e peso, sendo que, tanto para valores acima como para baixo deste ótimo, existem perdas de produtividade (*vide* figura 3).



Figura 3. Árvore recém derrubada de elevado volume e peso, logo de difícil manejo
(fonte- MACHADO, C.C. 1992)

O comprimento da copa, por ser um dos componentes do peso da árvore, influencia nas operações de corte, extração e desgalhamento. Árvores com maior copa possuem maior peso, necessitando assim, maior técnica para serem derrubadas, além de causarem maior atrito para o arraste e gasto maior de tempo para o seu desgalhamento. As motosserras são afetadas por estas variáveis, na operação de corte e na operação de desgalhamento.

O diâmetro dos galhos da bordadura e o diâmetro dos galhos do interior do povoamento possuem uma influência direta nas máquinas que efetuam o desgalhamento das árvores.

As variáveis tortuosidade e fustes bifurcados estão, diretamente relacionadas a motosserra, que no caso das bifurcações, tem o serviço de desgalhe e sortimento aumentados. Já os serviços de desgalhamento e traçamento sofrem influência em suas produtividades devido à tortuosidade nos fustes.

O volume por hectare disponível para ser extraído de um povoamento influencia diretamente a produtividade.

As árvores bifurcadas na base representam uma variável que influencia a

produtividade das máquinas de corte, exigindo dois ou mais cortes na base das árvores ou ainda, obrigando que a mesma seja cortada alguns decímetros acima da base. Isto causa perdas de madeira, tocos muito altos que dificultarão o tráfego na área, e ainda, trabalhos para rebaixamento dos mesmos.

5.2. VARIÁVEIS DO TERRENO

A declividade é uma das variáveis limitantes nas operações de colheita de madeira, que ocorrem dentro do povoamento, e genericamente, pode-se dizer que, quanto maior for a declividade, maiores serão as limitações ao deslocamento da máquina no terreno, e, por conseguinte, menor será a produtividade.

A variável tipo de solo está relacionada à produtividade das máquinas de colheita de madeira porque prejudica o desgaste de materiais, como sabres e dentes. A operação de extração é influenciada pelo tipo de solo.

A principal limitação da capacidade de sustentação do solo ocorre porque alguns solos, quando muito úmidos, com drenagem ruim e sem cobertura vegetal tomam-se impraticáveis para o deslocamento.

A variável alinhamento versus inclinação lateral ou declividade lateral influencia a produtividade das máquinas de colheita de madeira, que operam no interior do povoamento. Também haverá maiores dificuldades para o direcionamento da derrubada das árvores.

A altura dos tocos deixados pela atividade de corte pode comprometer a produtividade da operação de extração, pois, o ato de se passar por cima de tocos muito altos com máquinas entre cinco e trinta toneladas, quando carregadas, pode comprometer a vida útil de pneus e esteiras, além de, algumas vezes, obrigar as máquinas a efetuarem manobras desnecessárias, ou até exigirem o trabalho de rebaixamento de tocos, feito por um

motosserrista.

A variável pedregosidade, caracterizada pela granulometria das pedras no terreno, pode influenciar a produtividade das máquinas na operação de extração. A variável sub-bosque, dependendo de sua intensidade, pode afetar a produtividade das máquinas de colheita de madeira diminuindo a visibilidade dos operadores que trabalham com as máquinas de corte.

5.3. VARIÁVEIS RELACIONADAS À QUALIDADE DA MADEIRA

A qualidade da madeira da extração influencia a produtividade das máquinas de operações de extração, desgalhamento e sortimento. O melhor ordenamento das toras, fustes ou árvores pode exigir maior gasto de tempo das máquinas que irão desempenhar esta função, causando diminuição da produtividade e influenciando a produção da atividade subsequente que pode ser o desgalhamento, o sortimento ou o carregamento.

O tipo de estaleiro pode influenciar a produtividade das máquinas de colheita em função do seu sentido. A produtividade é afetada em desgalhamento e sortimento.

A altura, a largura e o comprimento dos estaleiros influenciam diretamente as operações que neles se desenvolvem e que são: a extração, o desgalhamento e o sortimento. Pilhas altas ou baixas, estreitas ou largas, curtas ou compridas irão influenciar a produtividade em desgalhamento e sortimento.

A variável sortimento influencia a produtividade das máquinas de colheita de madeira que derrubam, desgalham e seccionam as árvores. O aumento do número de sortimentos tende a diminuir a produtividade das máquinas, devido ao aumento de tempo necessário para se medir e optar pela melhor condição de traçamento da árvore.

Caso seja feito um sortimento único, o comprimento das toras influencia a

produtividade das máquinas de colheita que efetuam o traçamento dos fustes.

A menor dimensão das toras exige uma maior quantidade de secções na árvore, forçando desta maneira, a uma diminuição da produtividade do meio utilizado.

O diâmetro da ponta fina é que irá definir a variável altura comercial, assim sendo, ambas influenciam a produtividade das máquinas de corte, desganhamento e sortimento. Quanto maior o diâmetro da ponta fina, menor será a altura comercial e o comprimento da copa que será desganhada e desta forma, as máquinas sofrem influência direta destas variáveis.

Os turnos de trabalho podem afetar a produtividade das máquinas de colheita de madeira, devido à possível diminuição de visibilidade em turnos noturnos, tanto do povoamento como de pontos de manutenção da máquina, ou ainda, pelo desequilíbrio no biorritmo dos operadores que ficam alterando horários de trabalho constante. A motosserra é uma exceção que trabalha apenas durante o dia por questões de luminosidade, todas as demais máquinas são afetadas pelo turno de trabalho.

O tipo de intervenção influencia diretamente a produtividade das máquinas que operam no interior do povoamento. Fatores como: número de árvores a serem retiradas no desbaste seletivo, número de árvores da linha em que será feito o desbaste sistemático, cuidados com as árvores remanescentes nos desbastes, interferem diretamente na produtividade.

5.4. ANTROPOMETRIA

Analisando-se o aspecto antropométrico, a idade, a altura, a porcentagem de gordura e o peso corpóreo possuem influências negativas sobre a produção. São conclusões lógicas, haja visto o esforço exigido para o trabalho e o fato de que durante aproximadamente 67% do

tempo de serviço o motosserrista trabalha agachado (OLIVEIRA, I.M.V. & SEIXAS, F. 1986). A variável peso possui uma correlação com a força do indivíduo, até certo nível, como era de se esperar, esse tipo de atividade é indicado para pessoas mais fortes (IIDA, I.1995).

A idade indica que indivíduos jovens tem maior produtividade se comparados a indivíduos de idade avançada, a produtividade do operador de motosserra pode chegar á 13m³ por dia com pessoas de até 40 anos, e a partir de idades avançadas, aproximadamente 45 anos, a produtividade decai vertiginosamente. Os dados não indicam que um trabalhador de 45 anos ou mais velho é improdutivo, e sim que a atividade de operar o equipamento torna-se pesada, o histórico de anos trabalhando com a máquina desgasta o indivíduo, ele vai ser altamente treinado, contudo não vai ser tão produtivo.

No caso da altura, há uma indicação para o uso de pessoas de baixa estatura, visto que a operação de corte se realiza abaixado (*vide* figura 4), o trabalhador para ter uma maior mobilidade ao operar o equipamento e efetuar o corte o mais baixo possível, sendo de menor estatura tem a atividade facilitada e ira sofrer menos forçando a coluna cervical, contudo tal estatura dificulta na atividade de empilhar as toras, se o mesmo for o responsável por diferentes etapas da colheita (BARROS, I.F.R.1996).

Sobre o aspecto peso corpóreo (*vide* tabela 3) e percentagem de gordura, podemos citar que a atividade de corte requer um indivíduo forte fisicamente, com resistência ao trabalho pesado que é operar uma motosserra e se deslocar no local de colheita com equipamentos de proteção individual, suprimentos mecânicos e alimentícios. O operador no geral não tem gordura corpórea elevada, dada a sua atividade física, que pode ser comparada a uma atividade aeróbica (*vide* tabela 2), o que vai influenciar sua disposição ao trabalho é a alimentação (*vide* tabela 3) que deve ser rica em energia, suprimindo os gastos com o trabalho (DE Rose et al, 1984).

Tabela 1. Necessidades calóricas diárias para diferentes graus de atividade, para um

homem de 25 anos pesando 65Kg.

Grau de atividade	Kcal/dia
Sedentária	2.800
Moderada	3.200
Pesada	4.400

Fonte: FAO (1974).

Tabela 2. Classificação de indivíduos adultos, do sexo masculino, pelo índice de massa corporal (IMC).

Classificação	IMC
Baixo peso	<20,0
Normal	20,0--24,9
Sobre peso	25,0—29,9
Obeso	>=30,0

Fonte: Garrow (1981)

Tabela 3. Frequência em %, de operadores de motosserra por classe de estado nutricional, segundo índice de massa corporal (IMC), comparados com outros operadores de motosserras e com homens adultos brasileiros.

Estado nutricional segundo o IMC	Motosserristas São Paulo *	Motosserristas Minas Gerais **	Homens adultos brasileiros ***
Baixo peso	5,5	9,1	15,6
Normal	7,2	71,2	57,2
Sobre peso	20,3	19,07	22,6
Obesidade	20	0,0	4,8

Fontes: * MINETTE, L.S. (1996) = Operadores de motosserra de São Paulo.

** SANTANA, (1992) = Operadores de motosserra de Minas Gerais.

*** COITINHO et al.(1991) = Homens brasileiros com 18 anos ou mais.



Figura 4. Operador de motosserra efetuando corte (fonte-SANTANA, C.M.1998).

Observe que o indivíduo opera o equipamento de forma errada, a posição correta é agachado, não curvado, pode-se afirmar que o mesmo irá fatalmente ter problemas de coluna. Contudo o mesmo usa corretamente os equipamentos de proteção individual, luva, capacete, viseira, calça, protetor auricular e camisa, evitando maiores danos.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no trabalho permitem a formulação das seguintes conclusões:

Identificou-se que fatores relacionados ao tipo de terreno, características do povoamento, tipo de planejamento das atividades e aspecto físico do operador influenciam diretamente na produtividade, ou seja, a interação entre diferentes variáveis age diretamente na operação de corte com o uso de motosserras.

O estudo baseou-se na possibilidade de selecionar as variáveis mais representativas e facilmente vistas no campo, tanto as do local de colheita e as físicas do operador.

Avaliando-se a correlação entre as variáveis de influência na produtividade e as classes de máquinas-base:

Foram relacionadas 24 variáveis que podem influenciar a produtividade das máquinas de colheita de madeira. Devido à possibilidade de algumas máquinas realizarem mais de uma

operação, estas foram correlacionadas de forma a possibilitar o trabalho de operações, separadamente ou em conjunto.

A relação demonstra quais são as variáveis que influenciam a produtividade das classes de máquinas-base.

- Motosserra para corte_ Espaçamento na linha, Espaçamento na entrelinha, Declividade, Tipo de solo, Pedregosidade, Sub-bosque, Performance do operador, Tipo de intervenção, Qualidade da madeira do corte, Sortimento, Comprimento da tora, Diâmetro da base, Peso da árvore, Comprimento da copa, Diâmetro da ponta fina, Altura comercial, Diâmetro galhos bordadura, Diâmetros galhos interior, Árvores bifurcadas, Fustes bifurcados.
- Motosserra para desgalhamento_ Performance do operador, Qualidade da madeira do corte, Qualidade da madeira de extração, Sortimento, Comprimento da tora, Volume individual, Comprimento da copa, Diâmetro da ponta fina, Altura comercial, Diâmetros galhos bordadura, Diâmetros galhos interior, Fustes bifurcados.
- Motosserra para sortimento_ Performance do operador, Qualidade da madeira extraída, Tipo do estaleiro, Altura do estaleiro, Sortimento, Comprimento da tora, Volume individual, Diâmetro da ponta fina, Altura comercial, Fustes bifurcados.

Pode-se verificar que as variáveis que influenciam na produtividade se agrupam conforme a atividade na qual as máquinas estão operando. Esse agrupamento das variáveis ocorre devido à localidade onde as operações são efetuadas e, dessa maneira, as variáveis relacionadas ao povoamento e ao terreno estão influenciando mais as operações de corte e extração, enquanto que as variáveis mais relacionadas às características do fuste e ao estaleiro estão influenciando mais nas operações de desgalhamento e sortimento.

Analisando-se as variáveis do povoamento, pode-se afirmar que quanto for maior o espaçamento em linha, maior será o tempo de deslocamento entre as árvores, o espaçamento na entrelinha afeta operações de corte e extração, logo menor o espaçamento na entrelinha, maior a produtividade do corte e menor da extração.

Outro fator que é de grande importância é o diâmetro das árvores, ele vai influenciar no comprimento do sabre que a máquina usa, cada um possui um intervalo de diâmetro ótimo, que deve ser adaptado ao local de colheita, diâmetros elevados forçam o equipamento e menores subestimam o mesmo.

O peso da árvore afeta o manuseio da mesma, atua no desganhamento e corte em seções requeridas, árvore de maior peso são de difícil trabalho e elevam o tempo de operação.

A tortuosidade do fuste influencia no serviço de desgalhe, bifurcações elevam o tempo de trabalho, exigem mais de um corte na base ou elevação da altura de corte com perda de madeira e ocorrência de tocos que atrapalham a trafegabilidade no local.

Quanto as Variáveis do terreno, a declividade limita as operações de colheita e pode-se dizer que quanto maior a declividade, mais difícil é o deslocamento no local de corte e menor a produtividade.

O tipo de solo afeta o equipamento de corte, sabre e dentes, segando os dentes com facilidade sendo o solo pedregoso e/ou muito arenoso.

A capacidade de sustentação do solo afeta o deslocamento no local, solos muito úmidos, com drenagem ruim e sem cobertura vegetal são de difícil trabalho.

Visualizando a variável alinhamento versus inclinação lateral, pode-se dizer que o corte no interior do povoamento será afetado, haverá dificuldade para o direcionamento da derrubada, elevando o tempo de trabalho.

Os tocos deixados no local de colheita, sendo de altura elevada, afetam a produtividade em relação à extração, podem consumir maior tempo com o operador

rebaixando os tocos ao invés de cortar outras árvores.

Outro ponto é a intensidade do sub-bosque, que afeta a produtividade com uma menor visibilidade dos operadores em relação às linhas de corte e melhor direcionamento de derrubada.

Em relação às Variáveis do planejamento operacional, a qualidade da madeira a ser extraída afeta a produtividade no corte, desgalhamento e sortimento. O melhor ordenamento de toras pode tomar maior tempo, afetando a produtividade de desgalhamento, sortimento ou retirada da madeira do local para a beira de estradas.

O tipo de estaleiro em relação ao sentido de alinhamento pode afetar a produção. Altura, largura, comprimento, afetam a extração, desgalhamento e sortimento.

O sortimento afeta a colheita produtiva, sendo maior o número de divisões, vai haver tendência de diminuição da produtividade das máquinas, o consumo de tempo será maior para medir e decidir pelo melhor sentido de traçamento da árvore.

Os turnos de trabalho influenciam na colheita, há uma menor visibilidade em turnos noturnos, tanto do local de colheita e de locais de manutenção do maquinário.

Por fim o tipo de colheita que se deseja, número de árvores a retirar, cuidados com remanescentes, linhas de corte, desbaste seletivo, entre outros afetam a produtividade, vai haver uma tomada de tempo maior com os cuidados a se tomar em retirar só o programado e manter no local o não selecionado, diferente de retirar todas as árvores.

No aspecto de perfil físico, os operadores de motosserras mais produtivos tem massa muscular elevada e gordura corporal com % próxima ao geral de indivíduos masculinos não atletas, com 13% de gordura, índice recomendado por Merriman e Donegan, citados por (De Rose et al, 1984). Os operadores de tipo físico franzino não são indicados a atividade de se operar uma motosserra.

De um modo geral a seleção de operadores de motosserra deve primar por pessoas

jovens, fortes e de menor estatura. Mas não podemos esquecer que a produtividade também se relaciona ao local de colheita, o mais plano possível, com baixa pedregosidade, quantidade de galhos por árvore, altura da árvore, espaçamento, local de fuga, sub-bosque, entre outros fatores citados que irão influenciar a produtividade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, I.F.R. Fatores antropométricos e biomecânicos da segurança no trabalho: uma contribuição à análise de sistemas homem-máquina sob o ponto de vista da ergonomia. Manaus: universidade do Amazonas, 1996.

COITINHO, D.C. Condições nutricionais da população brasileira: Adultos e idosos. Brasília: INAN, 1991, 75p.

DE ROSE, E.G.; PIGATTO, E.; R.C.F. Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo. Rio de Janeiro: MEC / FAE, 1984.

FAO. Logging and transport in man-made forests in developing countries. Rome: FAO, 1974

GARROW, J.S. Tratamento de males da obesidade. Edinburg, 1981. 365p

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: E. BLÜCHER, 1995.

KANTOLA, M.; HARSTELA, P. Manual de tecnologia apropriadas as operações florestais em países em desenvolvimento - Parte 2. Helsinki: Direção Nacional de Educação Vocacional do Governo da Finlândia, 1994, 202p. (Programa de Treinamento Florestal Publicação N^o 9).

MACHADO, C.C. Exploração e estradas florestais. In: NOVAES, A.B. Reflorestamento no Brasil. Vitória da Conquista: UESB, 1992.

MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, J. R. Evolução dos sistemas de colheita de madeira para pinus na região Sul do Brasil. Curitiba: FUPEF, 1998. 108p.

MINETTE, L.S. Análise de fatores operacionais e ergonômicos no corte com motosserra. Viçosa, 1996. 211p

OLIVEIRA, I.M.V. & SEIXAS, F. Estudo de dieta balanceada para operadores de motosserra. IPEF, Piracicaba, 1985.

SANTANA, C.M. Análise de fatores ergonômicos de operadores de motosserras no corte de eucalipto em região montanhosa. Curitiba: UFPR, 1998.

SEIXAS, F. Planejamento e estudo de sistema de exploração florestal. IPEF, Piracicaba, 1986.

WADOUSKI, L. H. O planejamento operacional na exploração de florestas. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1987, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1987. p.28 - 39.