



LCF 683 - COLHEITA E TRANSPORTE DE MADEIRA

**Aula 4. COLHEITA DE FLORESTAS
IMPLANTADAS
EQUIPAMENTOS DE CORTE MECANIZADO**



Conteúdo

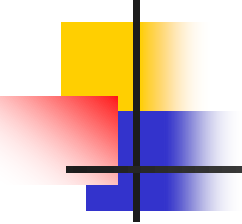
- Introdução
- Equipamentos de corte mecanizado:
 - Feller-buncher
 - Harvester
 - Harwarder
 - Slingshot
- Características do corte mecanizado e
- Motosserras

1. Introdução

- Corte: operação semi-mecanizada com motosserras.
- OIT: operação muito estafante e onde são registrados os acidentes mais graves no serviço florestal, em sua grande maioria devido à falha humana.





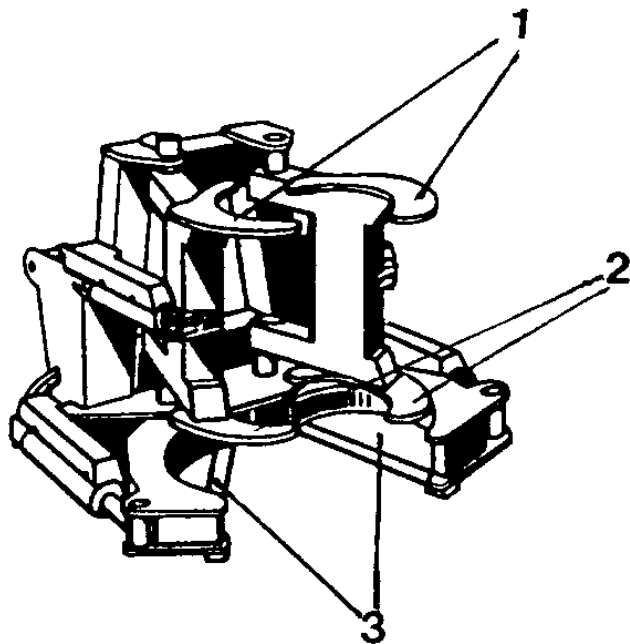
- 
-
- O processo de mecanização das operações de colheita florestal: década de 70.
 - Máquinas agrícolas adaptadas ou máquinas propriamente florestais (ex. forwarder).
 - Década de 90: abertura do mercado visava:
 - a diminuição de custos;
 - redução da dependência por mão-de-obra;
 - aumento da produtividade;
 - segurança ocupacional.



2. Equipamentos de corte mecanizado

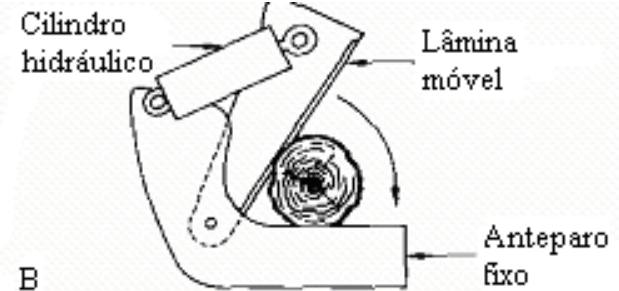
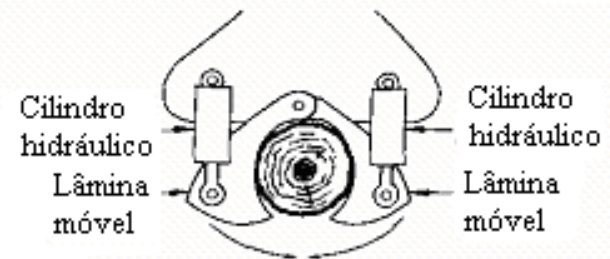
- Máquinas de múltiplas funções
- **Feller**: somente o corte das árvores;
- **Feller-buncher** (cortador-acumulador): acumulam algumas árvores durante o processo de corte e as colocam em pilhas, aumentando o rendimento do transporte (extração) que não trabalha mais com árvores isoladas.
- **Harvester** (colhedora): processa as árvores em toras com dimensões de acordo com as especificações do mercado consumidor.

Cortador-acumulador

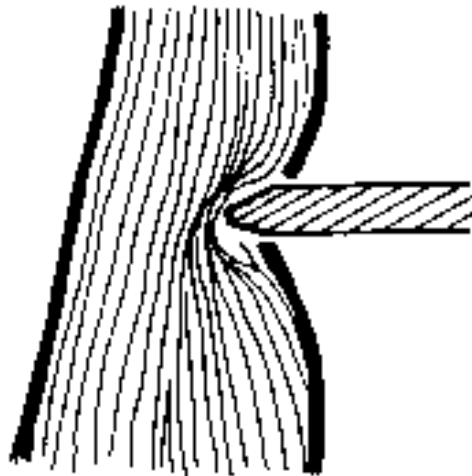
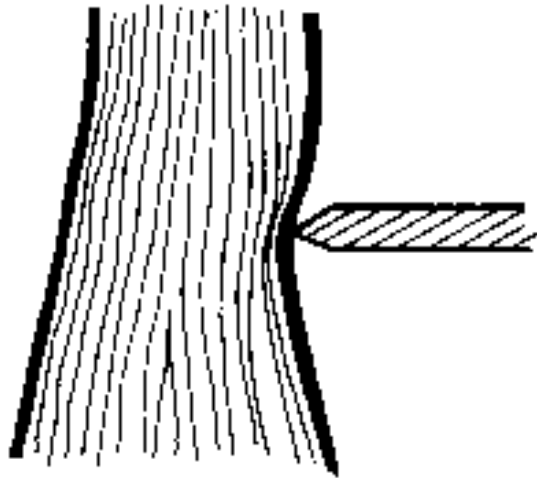


1. Garras superiores.
2. Garras inferiores.
3. Elemento de corte (tesouras).

A



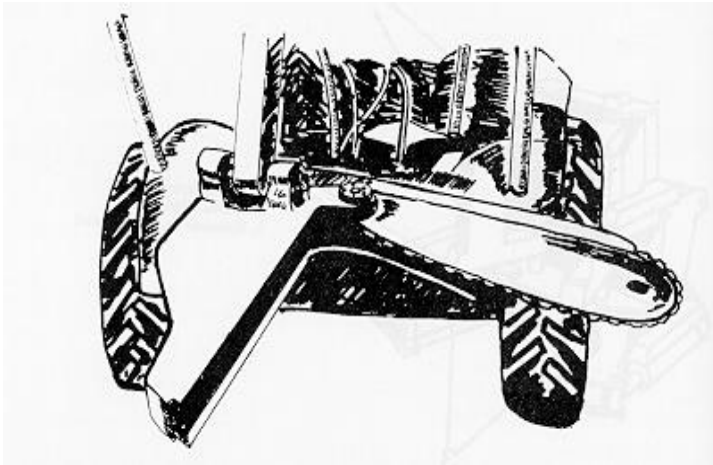
Cortador-acumulador



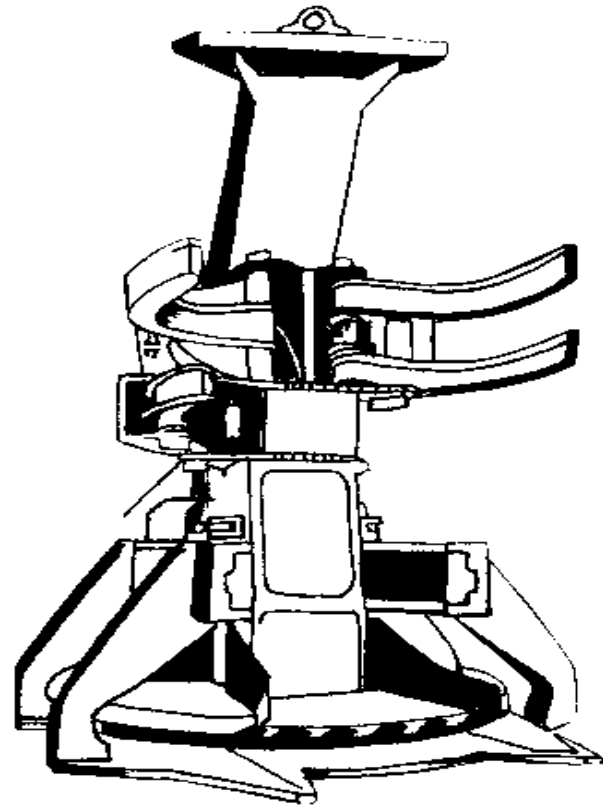
B



Alternativas



Serra de corrente



Serra circular

Opções de montagem de cabeçote

- Grua



- Chassis



Cabeçote de corte montado em uma grua

- Sistemas de corte raso onde o trator não precisa movimentar-se até à árvore, bastando estender a grua, o que é ideal em concentrações mais altas de árvores por diminuir o tempo de deslocamento.



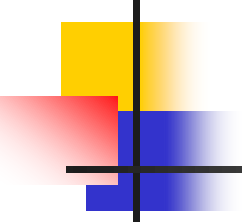
Cabeçote de corte incorporado ao chassis

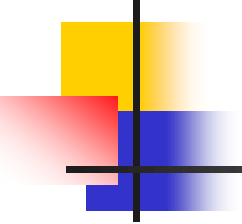
- Implica na necessidade da máquina se deslocar até à base da árvore, o que indica o emprego desse equipamento em sistemas de desbaste, utilizando-se tratores de dimensões reduzidas para facilitar o seu deslocamento.



Tesoura hidráulica para minicarregadoras



- 
-
- As restrições ao uso de feller bunchers: dizem respeito à declividade do terreno, existindo um limite ao redor de 35% com redução no rendimento operacional.
 - Condições ótimas: declividades até 10%, um número mínimo de árvores por hectare (750) e volume individual por árvore entre 0,23 a 0,28 m³.
 - Nas declividades até 10% a máquina trabalha melhor acompanhando os contornos do terreno.
 - Em declives maiores a máquina deve trabalhar morro acima ou abaixo.



- Oliveira Jr. et al. (2009):

- os principais elementos foram a inclinação do terreno e a produtividade da floresta, explicando-se, pela modelagem feita, 80% e 90% da variação, respectivamente.
- A operação corte de árvores com feller-buncher demonstrou ser fortemente influenciada pela inclinação do terreno, afetando entre 67% e 82% da resposta quanto à produtividade da máquina, de acordo com a produção menor ou maior da floresta, respectivamente.

- FLORESTA, Curitiba, PR, v. 39, n. 4, p. 905-912, out./dez. 2009.



idade da
ação,

Tabela 3. Classes de inclinação do terreno.

Table 3. Ground level classes.

Classe	%	Grau
1	0-10	0-6
2	11-20	7-11
3	21-33	12-18
4	34-50	19-27



t./dez. 2009.



idade da
ação,

rtemente
o da
dução

t./dez. 2009.

Feller-buncher

- Principais fatores de influência:
 - número de troncos acumulados antes da deposição na pilha;





Feller-buncher

- Principais fatores de influência:
 - o diâmetro médio das árvores;
 - a densidade do talhão e a razão árvores não comerciais / árvores comerciais, situação típica de operação de desbaste.

Feller-buncher

- Outro fator de influência:
 - tamanho da pilha.





Substituição

- Feller-buncher de pneus de médio porte (125 kW) por feller-buncher de esteiras (195 kW)
- Produção mensal de 90.000 m³: o número de máquinas e de mão-de-obra reduziu-se pela metade, a produtividade por máquina aumentou de 75 para 100 m³/h, a eficiência operacional subiu de 76 para 87% e o volume de madeira produzido por mês saltou de 22.500 para 45.000 m³/módulo.

Substituição

- Feller-buncher de pneus de médio porte (125 kW) por feller-buncher de esteiras (195 kW)

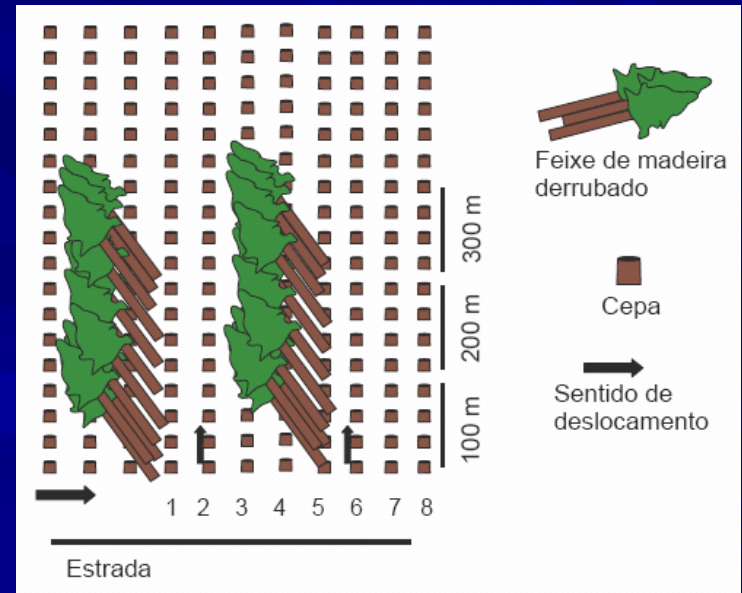


Corte com feller-buncher: exemplo

- Capacidade operacional: 100 m³/h



Feller buncher Cat 320 CL



Disposição do feixe de árvores cortadas pelo feller buncher

Harvester

- Máquina polivalente auto-propelida que pode ser capaz de operar como cortadora e processadora de árvores.

Two-grip



One-grip





Harvester: fatores de influência

- Tamanho do tronco, volume removido por unidade de área, espaçamento das árvores remanescentes, forma do tronco, quantidade de galhos e tipo de terreno.
- O volume produzido por hora aumenta com o tamanho do tronco, já que o tempo total consumido por uma colhedora para derrubar e processar uma única árvore não depende estreitamente desse tamanho do tronco.

Harvester: fatores de influência

- Martins et al. (2009): harvester Timberjack 1270D

- O volume explícito
- Em sua volun
- O custo foi m

Tabela 2. Tratamentos nas regiões de Itapeva e Votorantim.

Table 2. Treatments at Itapeva and Votorantim.

Tratamentos	E* (m ²)	A* (mxm)	Ei
Itapeva			
1	9,0	3,0 x 3,0	4
2	7,5	3,0 x 2,5	3
3	9,0	3,0 x 3,0	3
Votorantim			
6	9,0	6,0 x 1,5	2
7	9,0	3,0 x 3,0	4

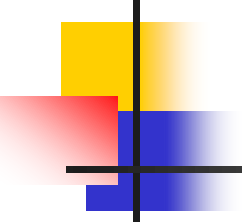
* E = espaçamento; A = arranjo; Ei = eito de colheita

o melhor harvester. Em maior medida, o harvester foi o.



Harvester: fatores de influência

- Martins et al. (2009): harvester Timberjack 1270D
 - O volume médio por árvore foi a variável que melhor explicou a capacidade operacional efetiva do harvester.
 - Em seguida, espaçamentos maiores resultaram em maior volume individual por árvore, que, conseqüentemente, influiu no melhor desempenho do harvester.
 - O custo da operação de colheita de árvores com harvester foi menor nos tratamentos com maior espaçamento.

- 
- A maior parte dos cabeçotes para harvesters processam uma única árvore de cada vez;
 - Cabeçotes multiprocessadores propiciam o processamento simultâneo de mais de um tronco.
 - Aumentos na produtividade: 16 e 37%.
 - Diâmetro máx. ao redor de 20 cm.

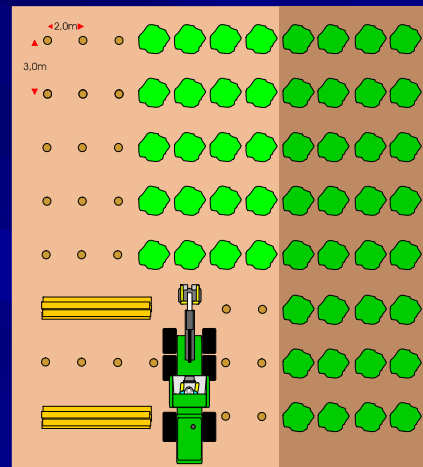


Corte com harvester: exemplo

- Capacidade operacional: 30 m³/h



Harvester ou colhedora florestal



Esquema de corte com harvester e deposição final das toras e resíduos



Corte com harvester em terreno inclinado

- Suzano (ex-Fibria), Vale do Paraíba do Sul.



Corte com harvester em terreno inclinado

- Harvester ancorado até 35 graus (50-51%); durante chuva, opera até 20 graus.
- 5 a 15% de perda de rendimento operacional.



Corte com harvester em terreno inclinado

- Ancoragem: até 300 m.
- Função da ancoragem:
 - na subida = estabilidade, tração suplementar para evitar patinagem (não é sustentação);
 - na descida = melhora a segurança.

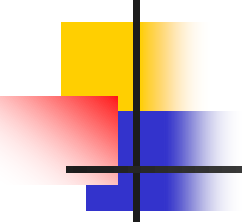




“Harwarder”

- Sistema integrando corte e extração em uma única máquina.
- Vantagens:
 - trabalho menos monótono;
 - a menor frequência de tráfego em solos “sensíveis”; e
 - evitar a menor capacidade de equilíbrio dos sistemas de desbaste com harvesters.



- 
- O “harwarder” pode competir com o sistema “harvester + forwarder” se o tempo gasto com extração não for uma fração muito grande do tempo total.



“Slingshot”

- Processador com um único conjunto de garras, que combina corte, acumulação, amontoamento, desgalhamento e processamento.
- A sua característica de acumular árvores possibilita a sua utilização em povoamentos florestais de segunda rotação, com mais de um tronco por cepa.



“Slingshot”

- A sua característica de acumular árvores possibilita a sua utilização em povoamentos florestais de segunda rotação, com mais de um tronco por cepa.





3. Características do corte mecanizado

■ **Vantagens:**

- a produtividade aumenta com sistemas mais mecanizados;
- os custos de arraste e desganhamento são reduzidos em função das máquinas e dos homens trabalharem de pilha em pilha em vez de tronco em tronco;
- o corte mecanizado pode ser feito em vários turnos, melhorando a utilização dos equipamentos;
- o corte mecanizado é mais seguro, pois retira o homem do solo.



3. Características do corte mecanizado

- **Desvantagens:**

- utilização limitada em função do tamanho do tronco (diâmetro);
- alto custo de aquisição, sendo justificado somente para produções elevadas;
- danos à madeira, rachaduras e compressão das fibras



MOTOSSERRAS: TÉCNICAS DE USO E SEGURANÇA



- 1ª motosserra: 1916 - Westfeld.
- Em 1924, esta mesma motosserra era lançada, com aperfeiçoamentos, com o nome de "Sector".
- Década de 20: motosserra "Rapid" com um novo princípio de funcionamento da corrente que passou a deslizar sobre um sabre que tinha canaletas.
- 2ª Guerra Mundial: motosserra de "somente" 15 kg que era operada por um único homem.



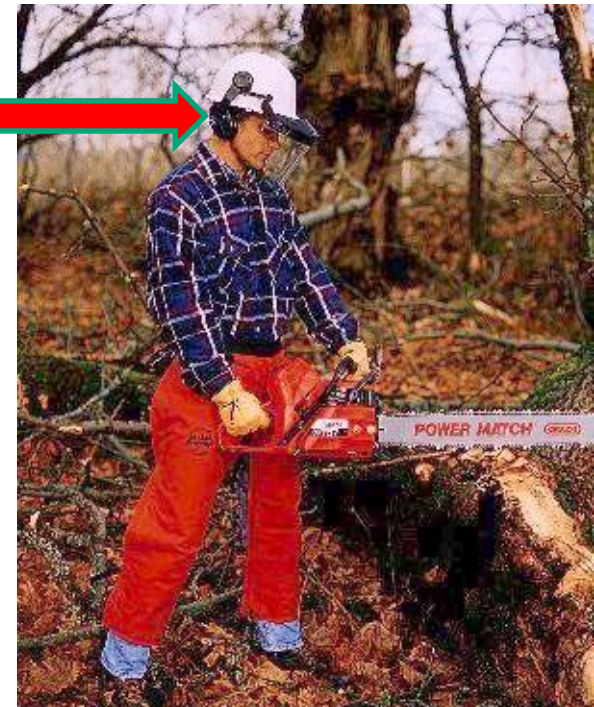


■ Classificação de motosserras

Classificação	Cilindrada cm ³	Potência kW	Peso vazio kg	Comprimento sabre (pol.)	Consumo de combustível
Leve	40	2	4	12-15	0,8 L/h
Média	60	4	7	16-19	1,6 L/h
Pesada	130	8,5	13	20-35	3,5 L/h

Aspectos ergonômicos do uso de motosserras

- Riscos profissionais:
 - Ruído: 102 a 110 dBA.



Aspectos ergonômicos do uso de motosserras

- Riscos profissionais:
 - Vibração: mecânica localizada.
 - Peso: superior a 7,0 kg.



Aspectos ergonômicos do uso de motosserras

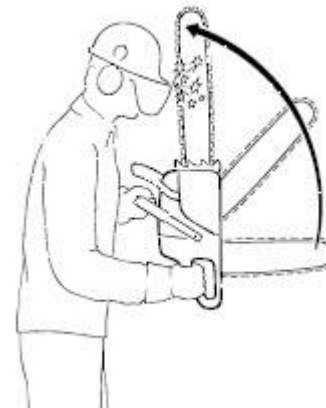
- Riscos profissionais:
 - Posição de trabalho: incômoda



Aspectos ergonômicos do uso de motosserras

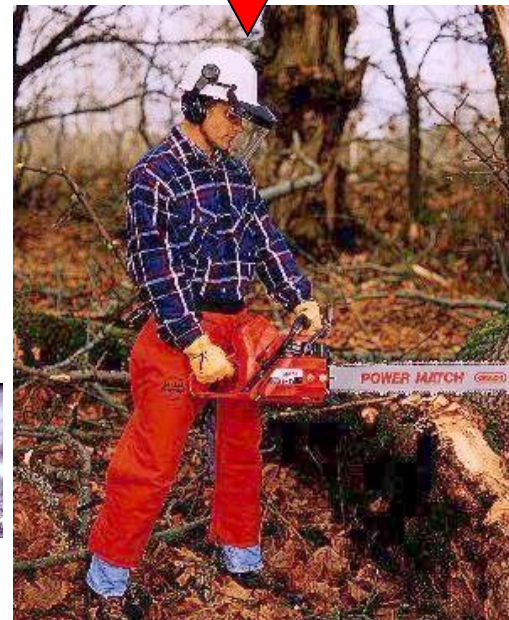
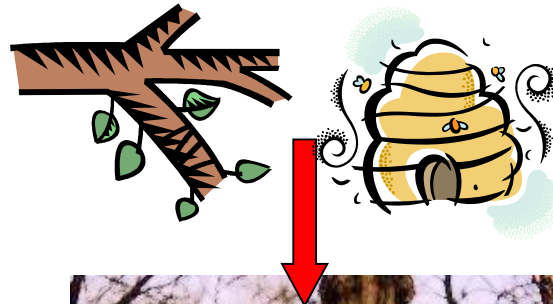


- Riscos profissionais:
 - Escape: concentração de CO
 - Alta velocidade no corte



Aspectos ergonômicos do uso de motosserras

- Riscos profissionais:
 - O meio: altamente perigoso





Acidentes

- Sant'Anna e Malinovski (2002): derrubada é a atividade com maior número de acidentes.
- Causa: falta de atenção.

Tabela. Acidentes com motosserras: possibilidade de ocorrência (%) e local do corpo atingido

Membro (% do corpo)	Sant'Anna¹	Fenner²	Haselgruber³	Stephani⁴
Cabeça (10%)	31	12	20	11
Tronco (36%)	19	16	12	12
Braços e mãos (18%)	13	21	25	34
Pernas e pés (36%)	38	52	43	43

Homem morre esmagado por eucalipto em Paraíso, MG – 08/10/2009

- **O acidente:** primeiro, Pedro serrou o eucalipto, que acabou por esmagá-lo. A árvore tombou parcialmente, ficando apoiada a galhadas de outros dois eucaliptos. A vítima foi então até esses dois eucaliptos e começou a serrar um deles, o que fez com que o eucalipto que estava tombado - e que ele havia serrado primeiro - caísse em cima de seu corpo.





Juiz defere indenização a operador de motosserra que teve braço amputado - 11/10/2006

- Um operador de motosserra que sofreu acidente de trabalho quando cortava árvores em uma fazenda no município de Colíder (MT) será indenizado em R\$ 50 mil por dano moral, bem como receberá pensão mensal vitalícia a ser paga pelo ex-empregador, a título de dano material.
- O acidente com o trabalhador ocorreu em 15 de junho de 1999, quatorze dias após ser contratado para prestar serviços na função de operador de motosserra para um fazendeiro da região. Quando fazia o corte de árvores, ocorreu o acidente com lesões graves em um dos braços, culminando na sua amputação.



Ruído

- Motosserras: faixa de 102 a 110 dB(A).
- Os efeitos dessa intensidade de ruído são:
- No organismo em geral:
 - distúrbios gastro-intestinais;
 - sistema nervoso;
 - sistema cardio-circulatório.
- No aparelho auditivo:
 - lesões;
 - ruptura do tímpano - surdez.
- Ocorrência de acidente motivado por:
 - fadiga; distração; dificuldade de comunicação.
- Decréscimo na produção.

Legislação sobre ruído: NR 15 - Atividades e Operações Insalubres

NIVEL DE RUIDO DB (A)	MAXIM EXPOSIÇÃO DIARIA PERMISSIVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos



Ruído

- Equipamentos de proteção individual: protetores de inserção (descartáveis ou não) e protetores “circum-auriculares” (ou “concha”).



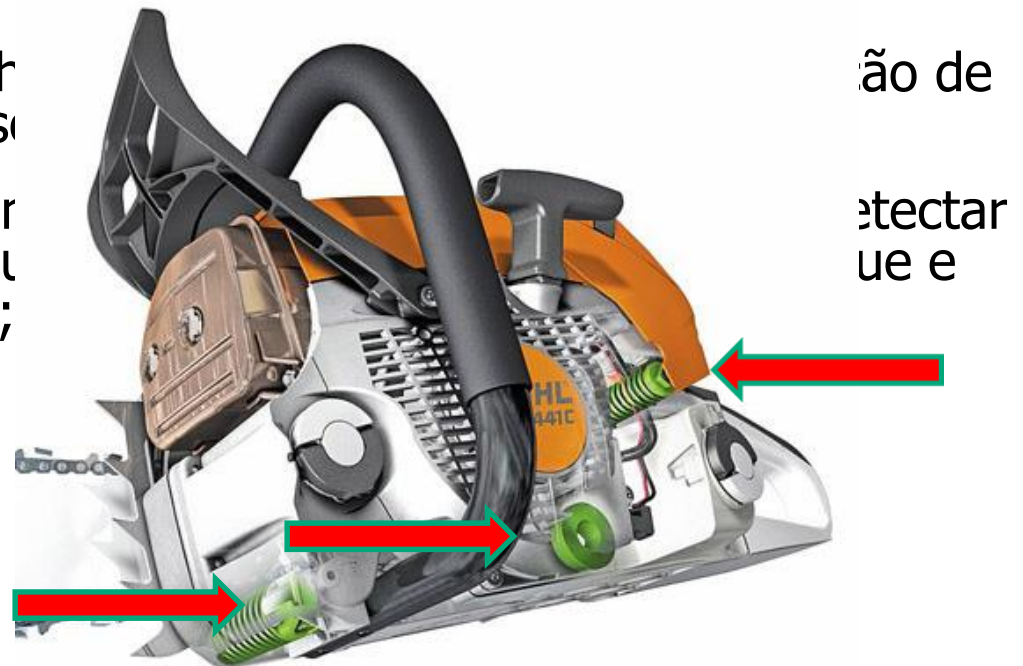
Vibração

- D.B.V. (Dedos Brancos induzidos por Vibração): ataques de palidez, precipitados pela exposição ao frio, resultados de danos no sistema circulatório dos dedos. Medidas de proteção:
 - a) identificação do perigo da "mão-de-defunto" por medição de vibração;



Vibração

- D.B.V. (Dedos Brancos induzidos por Vibração): ataques de palidez, precipitados pela exposição ao frio, resultados de danos no sistema circulatório dos dedos. Medidas de proteção:
 - a) uso de roupas adequadas para o clima;
 - b) uso de isolantes anti-vibratórios nos suportes manuais das motosserras;
 - c) rotação de trabalho e períodos de descanso;
 - d) exames médicos regulares para os indivíduos mais sujeitos ao grau de intensidade;
 - e) transferência dos





Vibração

- D.B.V. (Dedos Brancos induzidos por Vibração): ataques de palidez, precipitados pela exposição ao frio, resultados de danos no sistema circulatório dos dedos. Medidas de proteção:
 - b) uso de isolantes anti-vibratórios nos suportes manuais das motosserras;
 - c) rotação de trabalho para limitar a exposição. Introdução de períodos de descanso de cerca de 10 minutos por hora;
 - d) exames médicos na admissão e periódicos, para se detectar os indivíduos mais susceptíveis ao mal e o início do ataque e grau de intensidade;
 - e) transferência dos trabalhadores afetados.



Outros problemas:

- Peso
- Posição de trabalho
- Emissão de gases
- Alta velocidade no corte
- Local de trabalho

Equipamentos de proteção individual





Nutrição

- Trabalho com motosserras: pesado e perigoso.
- Em condições severas não se pode esperar mais de seis horas de trabalho produtivo.
- Duas pausas nas duas horas iniciais e duas pausas nas duas horas finais de trabalho, para obter-se maior rendimento.



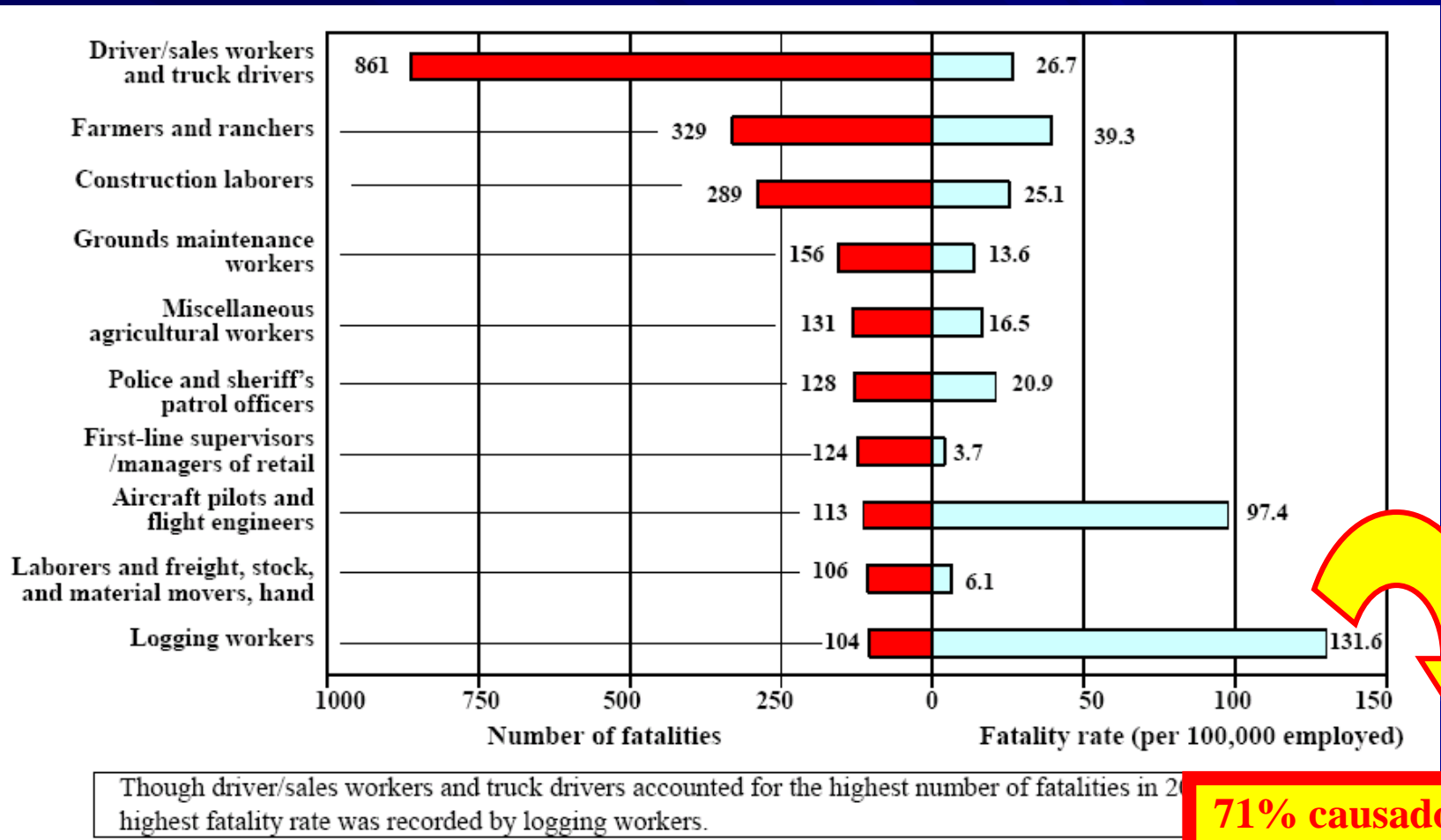
Nutrição

- Consumo de calorias: 4.000 a 5.000 Kcal/dia.
- O alimento deve ser rico em carboidratos, por exemplo, arroz, milho, mandioca; em proteínas: carne, ovos, pescado; em gorduras: óleos, manteiga e queijo; e em vitaminas: frutas e verduras.
- Durante o trabalho estafante e sob calor intenso do clima tropical, o corpo perde de 3 a 6 litros de líquido por dia. Esta perda deve ser recuperada de qualquer maneira através de bebidas não-alcoólicas ou frutas.

A operação de corte



Número e taxa de acidentes fatais nos EUA por ocupação - 2003



71% causados por impactos

Port. MTE 86/05 - Port. - Portaria MINISTRO DE ESTADO DO TRABALHO E EMPREGO nº 86 de 03.03.2005

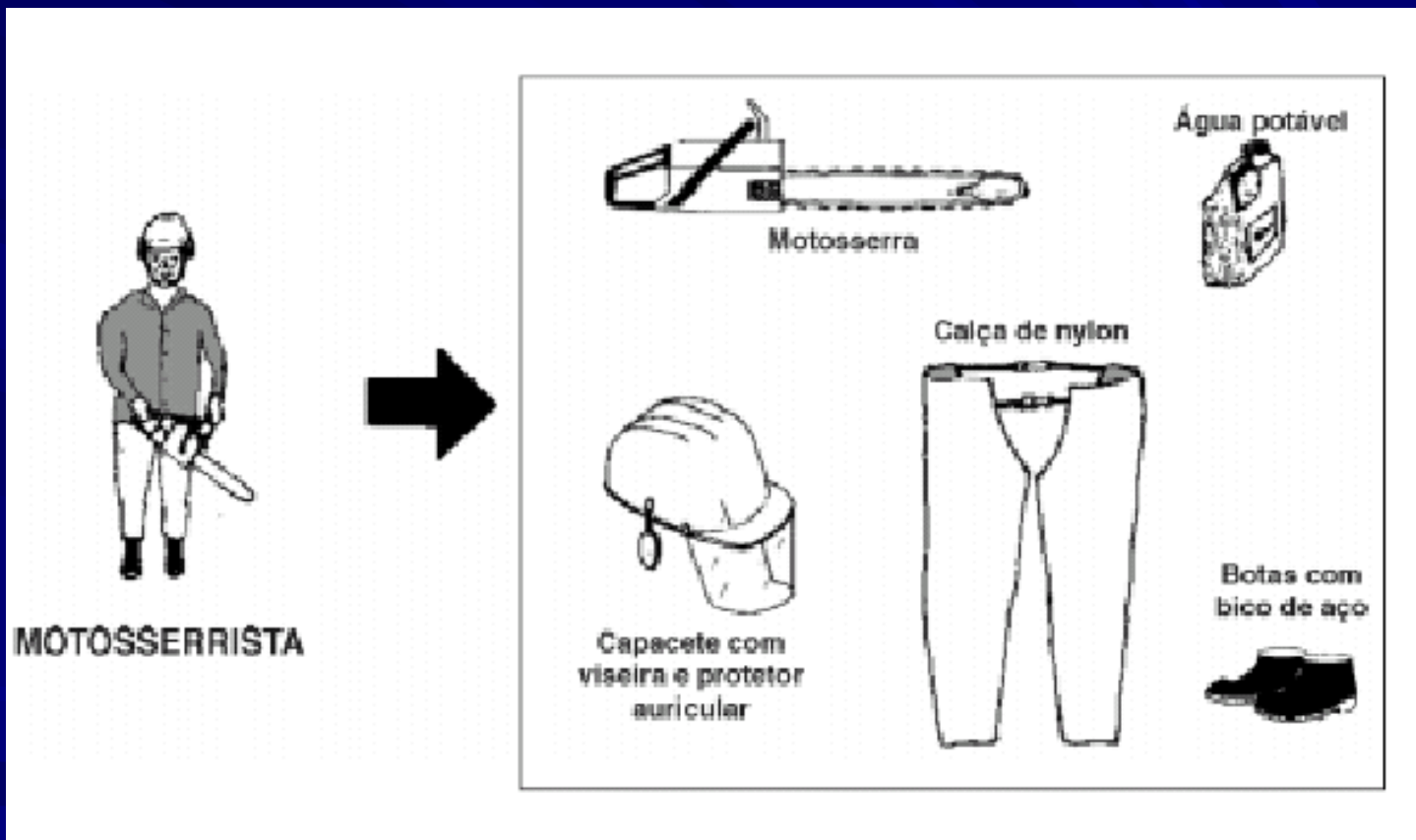
Aprova a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura , Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aqüicultura

- 31.12.20 Só podem ser utilizadas motosserras que atendam os seguintes dispositivos:
 - a) freio manual de corrente;
 - b) pino pega-corrente;
 - c) protetor da mão direita;
 - d) protetor da mão esquerda;
 - e) trava de segurança do acelerador;

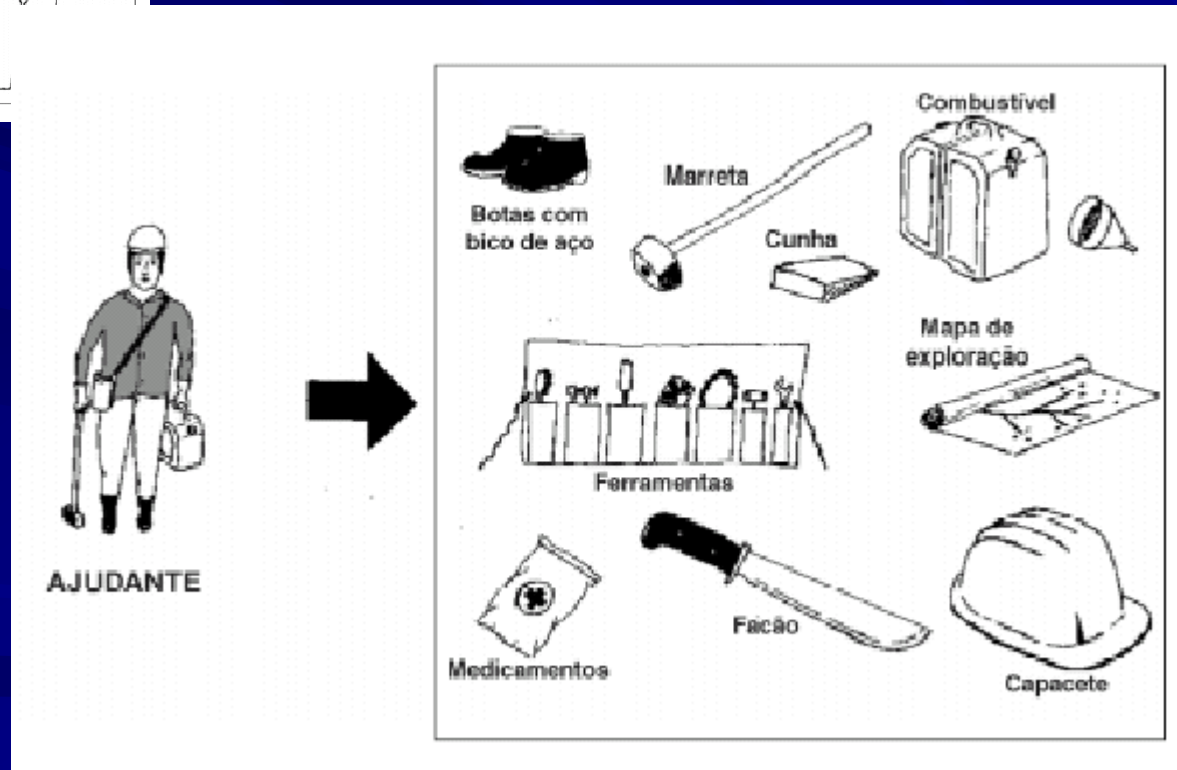
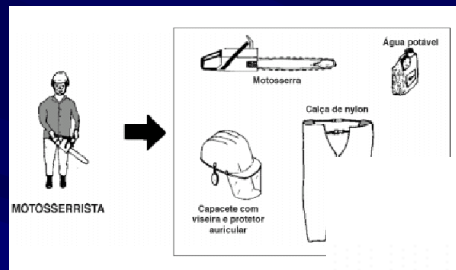
- 31.12.20.1 O empregador rural ou equiparado deve promover a todos os operadores de motosserra treinamento para utilização segura da máquina, com carga horária mínima de oito horas, com conteúdo programático relativo à utilização segura da motosserra, constante no Manual de Instruções.



Equipamentos e materiais usados pela equipe de corte



Equipamentos e materiais usados pela equipe de corte

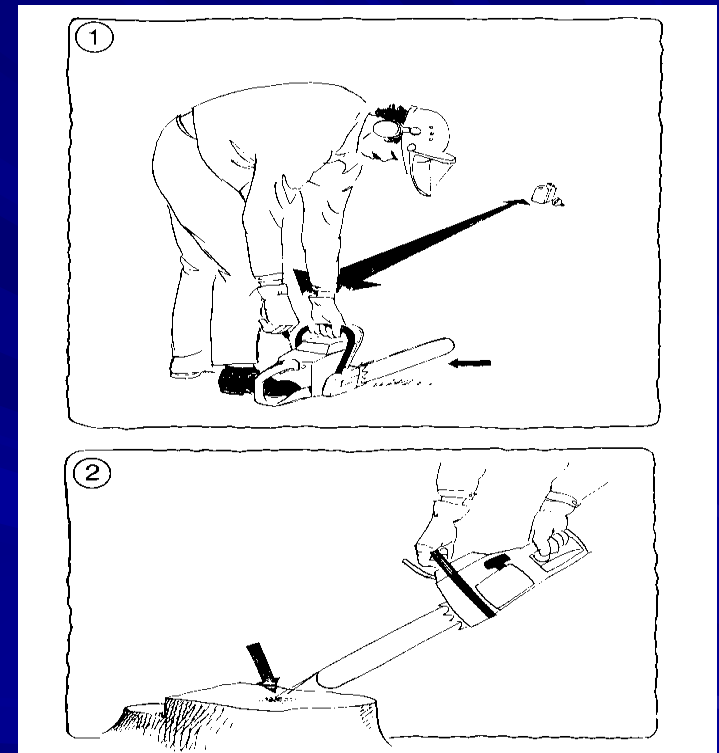


Regras básicas no uso de motosserra

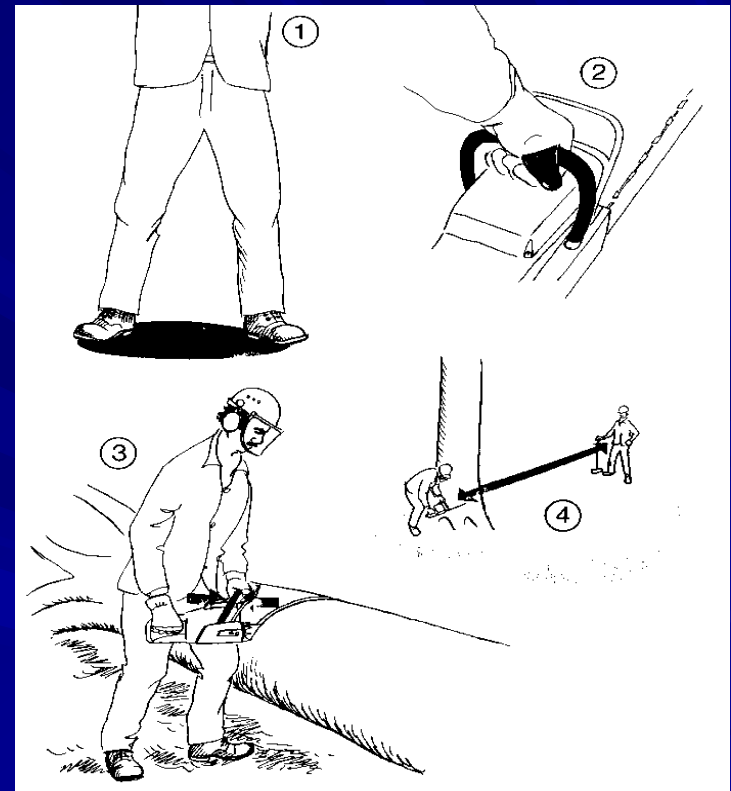
PARTIDA

Afaste a motosserra do local de abastecimento de combustível para evitar incêndios.

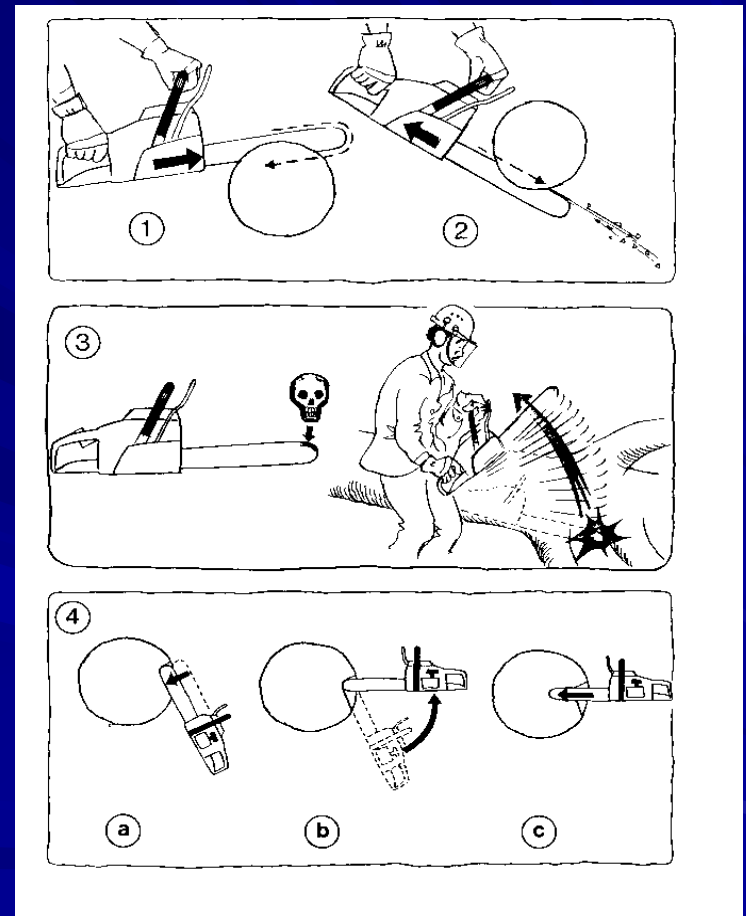
Certifique-se que a corrente esteja recebendo óleo de lubrificação adequadamente.



- Procure pontos de apoio firme ①.
- O polegar esquerdo deve envolver a alça da motosserra ②.
- Mantenha a motosserra próxima ao seu corpo e procure suportar o seu peso sobre a coxa ③.
- Mantenha uma distância de pelo menos dois (2) metros de outras pessoas da equipe de corte quando a motosserra estiver funcionando ④.

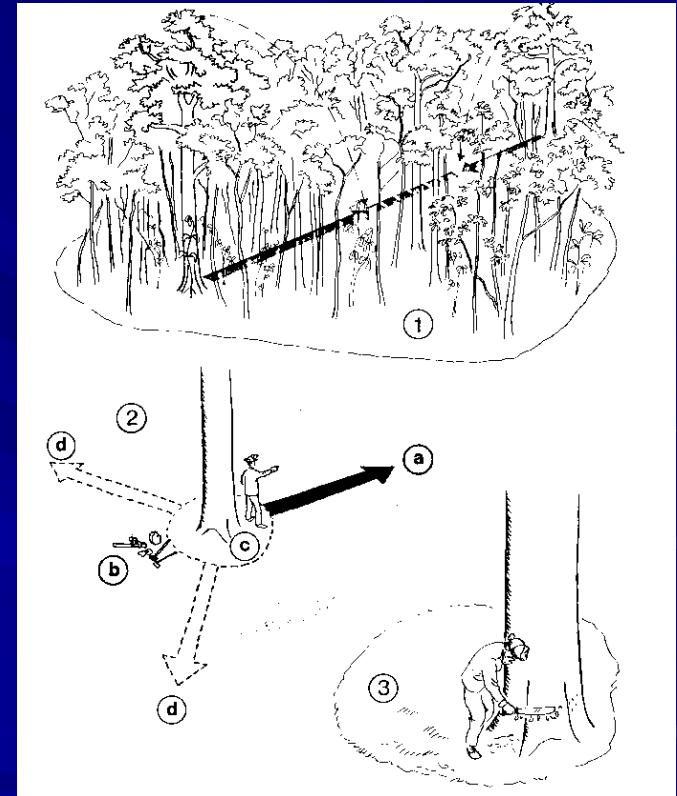


- O corte com a corrente “puxando” é a técnica mais fácil e segura, a motosserra é “atraída” para a árvore ①.
- O corte com a corrente “empurrando” requer maior esforço, porque faz com que a motosserra se afaste do corte na direção do operador ②.
- Evitar o corte com a ponta do sabre para que não ocorram rebotes ③.
- Para se fazer um corte de ponta, primeiro corte com o lado inferior do sabre e depois levante a motosserra lentamente ④.



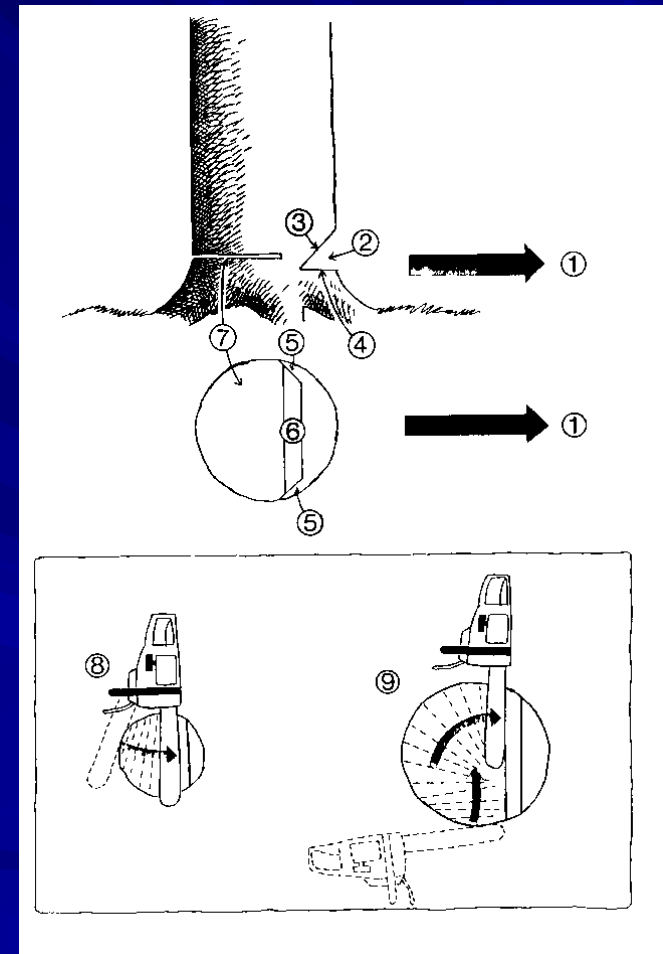
Preparação para o corte de árvores

- A equipe de corte deve-se manter a uma distância mínima equivalente a **DUAS VEZES** a altura das árvores dos outros trabalhadores.
- A direção de queda deve ser determinada cuidadosamente.
- As ferramentas devem ser colocadas no sentido oposto atrás da árvore (b).



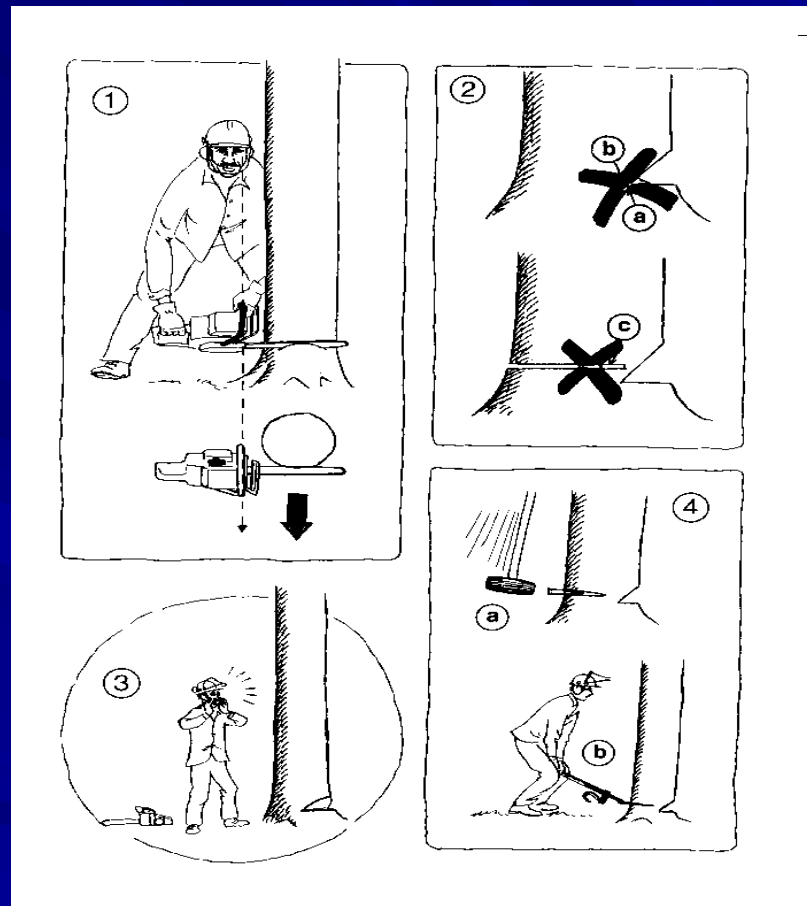
Corte de árvores pequenas

- Depois de se estabelecer a direção de queda (1) e limpar a base da árvore, assim como as rotas de fuga, o abate da árvore se inicia com o corte de direcionamento (“boca”) (2), que deve penetrar em 1/5 a 1/4 do diâmetro da árvore. Essa “boca” deve ter um ângulo de aproximadamente 45 graus.
- A dobradiça (6) é necessária para guiar a árvore durante a queda.



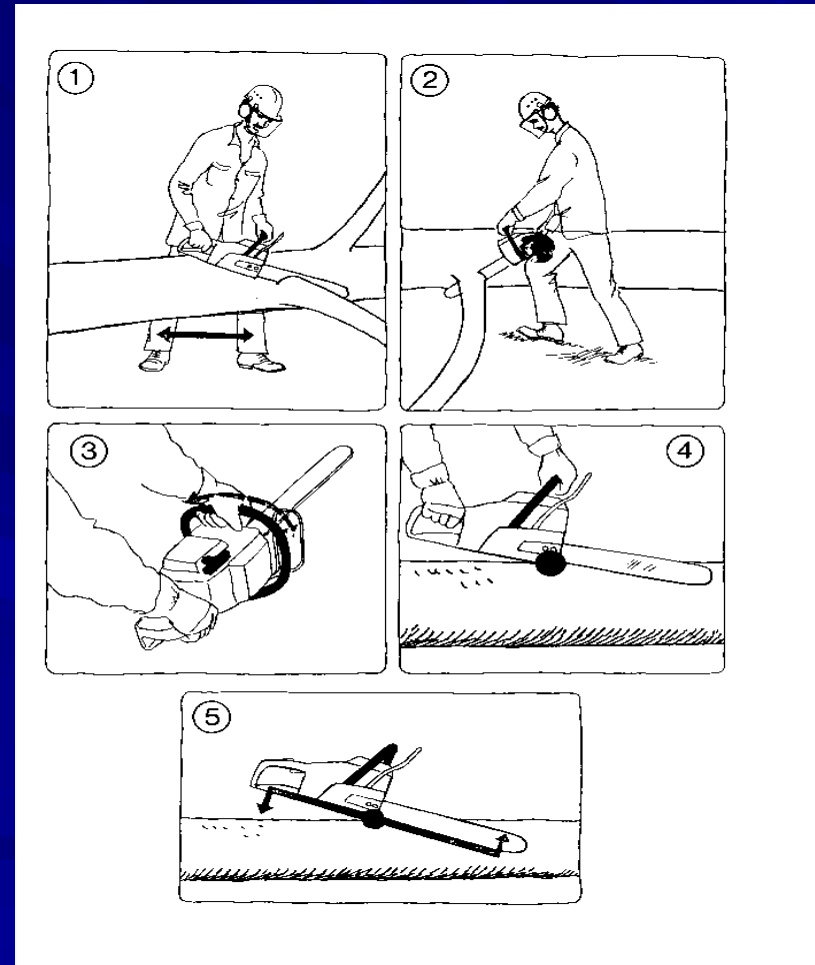
Precauções ao se fazer a “boca” e o corte de queda

- O corte oblíquo (a), o corte horizontal (b) e o corte de queda (c) não devem se aprofundar demasiadamente, conforme é indicado.
- Antes de iniciar o corte de queda o operador deve dar um grito de advertência (3).
- Cunha (a) ou uma alavanca de corte (b): servem para empurrar a árvore na direção desejada ao se terminar o corte de queda, desde que necessário (4).



Desrama: regras básicas

- Manter-se em uma posição segura de trabalho ①.
- Quando necessário, suporte o peso da motosserra sobre a coxa ②.
- Ajustar a posição de agarre da alça de acordo com a posição da motosserra ③.
- Se possível, deixar que a árvore suporte o peso da motosserra ④.
- Usar a motosserra como uma alavanca com o apoio de corte como ponto de fixação ⑤.

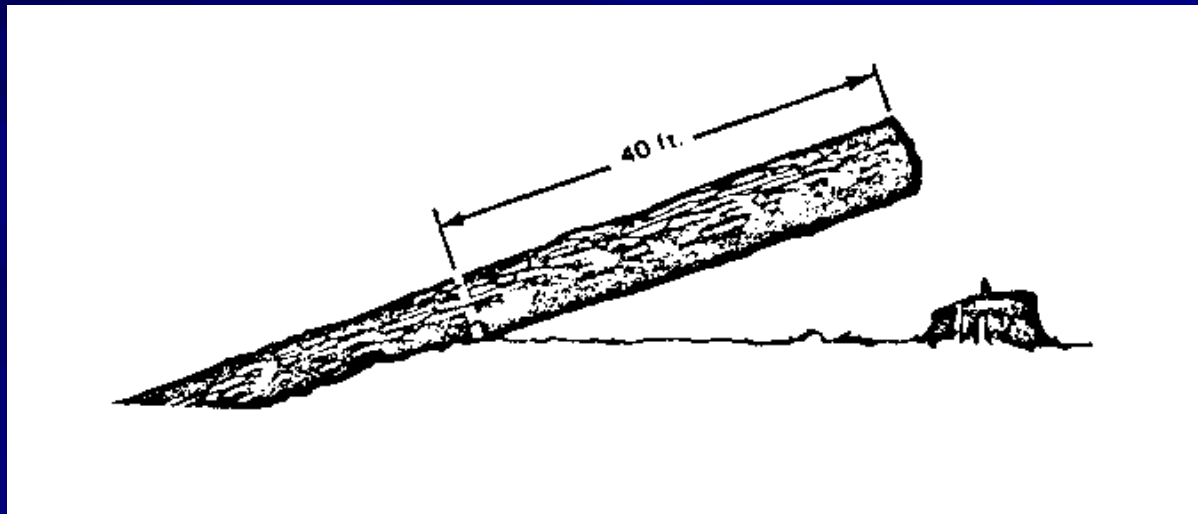
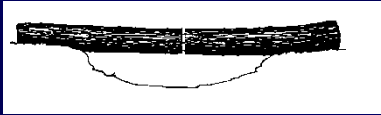


Técnicas de toragem com motosserras



Árvore bi-apoiada

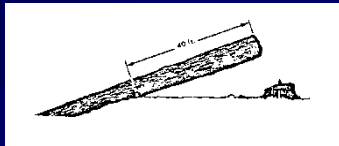
Técnicas de toragem com motosserras



Árvore sob compressão na parte inferior



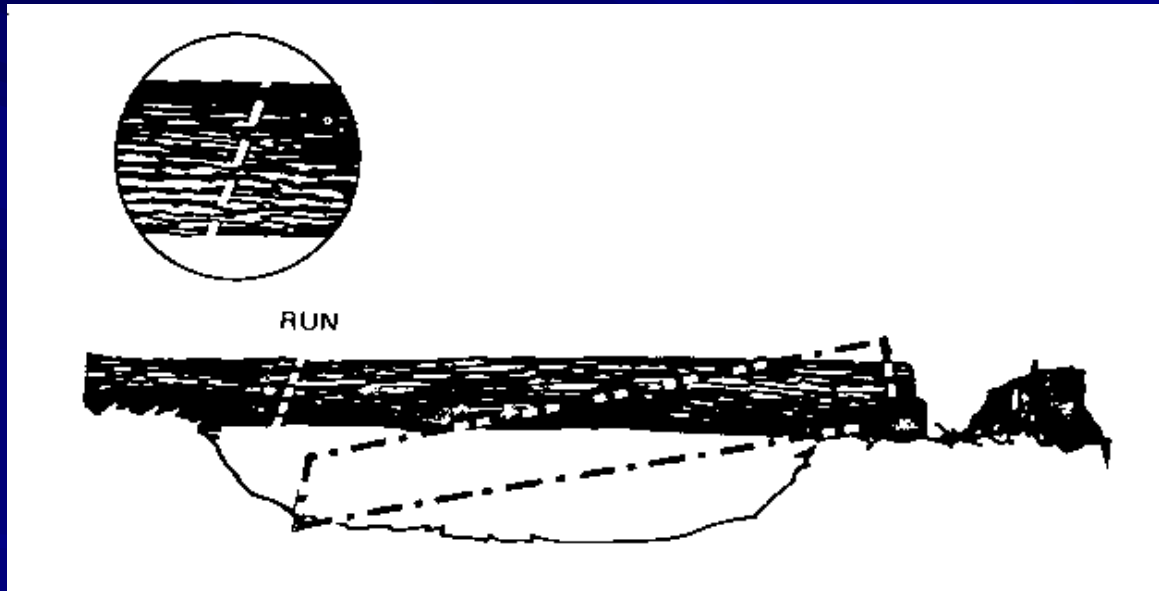
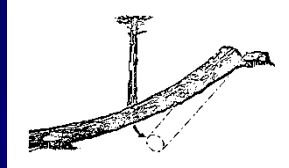
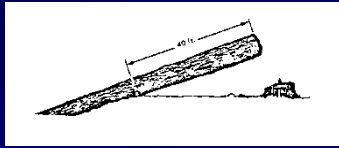
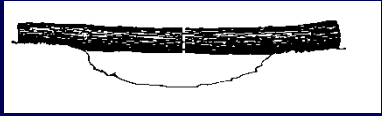
Técnicas de toragem com motosserras



Árvore sob tensão lateral



Técnicas de toragem com motosserras



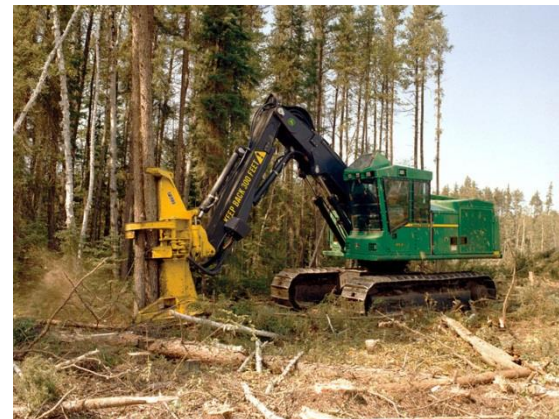
Árvore pendente



Opções para o pequeno produtor?



X



Abastecimento de madeira em Botucatu



35 km = R\$ 15,00 / m³



Itatinga: R\$ 45,00 / m³ em pé

Botucatu: R\$ 75,00 / m³

Lucro de 10% para o empreiteiro: R\$ 7,50 / m³

Saldo para colheita: **R\$ 7,50 / m³**

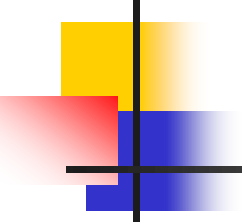
Feller-buncher





Feller-buncher - valores

- Custo por hora efetiva (he): R\$109,04*
- Produtividade: 40,8 m³ cc/he*
- Custo fixo: 25,3% Custo variável: 74,7%*

- 
-
- Custos Fixos: são aqueles que podem ser pré-determinados como acumulados com a passagem do tempo, ao invés de com a proporção de trabalho.
 - depreciação, juros, taxas, armazenamento e seguro.
 - Custos Variáveis: variam diretamente com a proporção de trabalho.
 - Incluem os custos de combustíveis, lubrificantes, pneus, manutenção de equipamentos e reparos.



Feller-buncher - valores

- Custo por hora efetiva (he): R\$109,04*
- Produtividade: 40,8 m³ cc/he*
- Custo fixo: 25,3% Custo variável: 74,7%*
- Eficiência: 85%

- Produção mensal (25 dias): 20.800 m³
- Horas trabalhadas por mês: 510 h
- Área mensal (300m³/ha): 70 ha
- Área cortada em 5 anos: 4.200 ha

Feller-buncher - valores

- Na situação anterior, o custo por m³ será de R\$2,67
- **Simulação 1:** (-) 1 dia por semana utilizado para mudança de área:
 - Horas trabalhadas por mês: 428 h
 - Produção mensal (21 dias): 17.480 m³
 - Área mensal (300m³/ha): 58 ha
- Na **Simulação 1** o custo por m³ será de R\$2,80





Feller-buncher - valores

- **Simulação 2:** Simulação 1 + 1 turno 8h/dia:
 - Horas trabalhadas por mês: 168 h
 - Produção mensal (21 dias): 6.854 m³
 - Área mensal (300m³/ha): 23 ha
- Na **Simulação 2** o custo por m³ será de R\$4,05
- 52% a mais do que na situação inicial

Feller-buncher - valores

- Influência da produtividade da floresta no corte:
 - 300 m³/ha ⇒ R\$2,67/m³
 - 100 m³/ha ⇒ R\$7,90/m³ (+196%)



Harvester





Harvester - valores

- Custo por hora efetiva (he): R\$146,99*
- Produtividade: 41,4 m³ cc/he*
- Custo fixo: 29,5% Custo variável: 70,5%*
- Eficiência: 79%

- Produção mensal (25 dias): 19.600 m³
- Horas trabalhadas por mês: 474 h
- Área mensal (300m³/ha): 65 ha
- Área cortada em 5 anos: 3.900 ha



Harvester - valores

- Na situação anterior, o custo por m³ será de R\$3,55
- **Simulação 1:** (-) 1 dia por semana utilizado para mudança de área:
 - Horas trabalhadas por mês: 398 h
 - Produção mensal (21 dias): 16.484 m³
 - Área mensal (300m³/ha): 55 ha
- Na **Simulação 1** o custo por m³ será de R\$3,79



Harvester - valores

- **Simulação 2:** Simulação 1 + 1 turno 8h/dia:
 - Horas trabalhadas por mês: 168 h
 - Produção mensal (21 dias): 6.955 m³
 - Área mensal (300m³/ha): 23 ha
- Na **Simulação 2** o custo por m³ será de R\$5,46
- 54% a mais do que na situação inicial

Opções para pequenos e médios produtores

- Adaptação de máquinas agrícolas
- Equipamentos de menor porte
- Formação de cooperativas
- Treinamento de operadores

