



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
ENGENHARIA FLORESTAL
Colheita, Transporte e Logística Florestal (40219940)

Extração Florestal

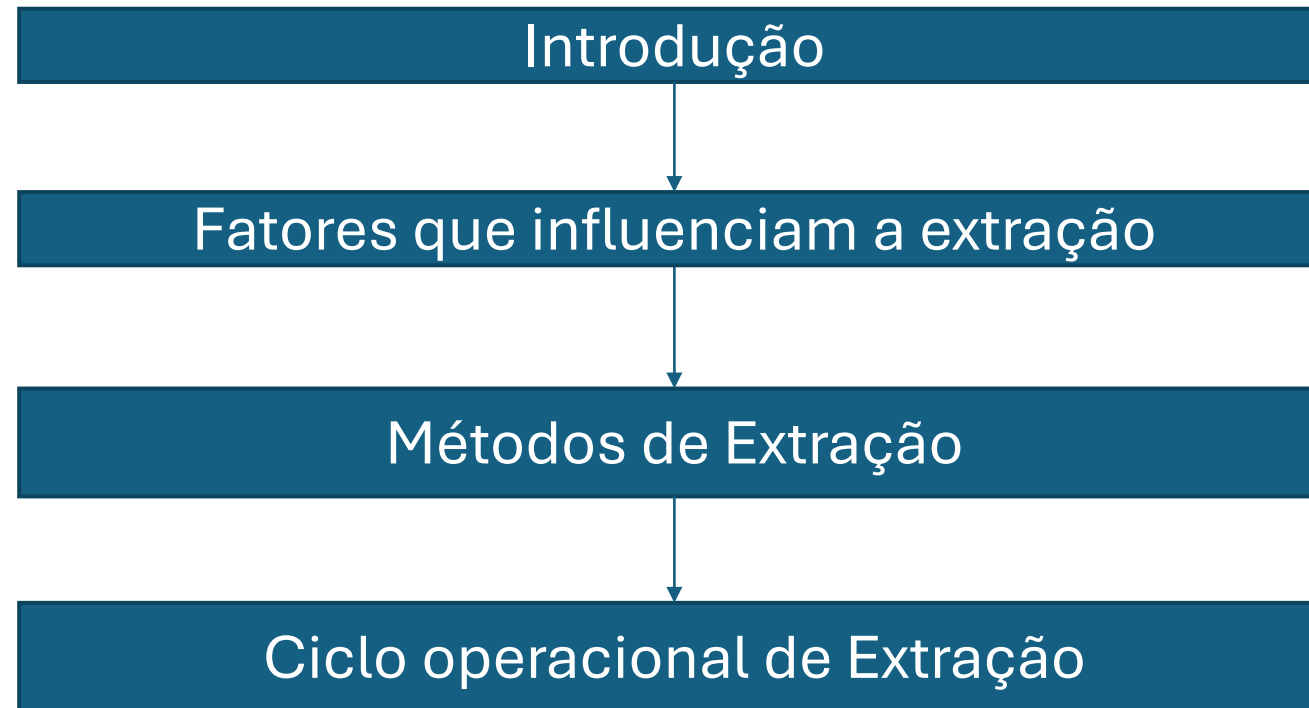
Prof. Dr. Gabriel Agostini Orso

Recapitulando

Corte Florestal

- Manual
- Semimecanizado
 - Motosserra
- Mecanizado
 - Harvester
 - Feller-Buncher
 - Garra traçadora
- Processamentos adicionais

1. Tópicos da aula



2. Introdução

2. Introdução

- A extração florestal é a operação que faz a movimentação da madeira desde o local de corte até a estrada, o carreador ou o pátio intermediário;
- A extração apresenta alguns sinônimos como: baldeio, arraste, encoste e transporte primário;
- Quando usa-se o termo baldeio refere-se ao transporte da carga sem que a mesma entre em contato com o solo apoiada sobre uma plataforma, como um trailer ou um trator autocarregável Forwarder;
- Já quando se utiliza o termo arraste indica que uma parte, ou o todo, da carga é apoiada sobre o solo, podendo ser feita por guinchos ou trator arrastador Skidder, entre outros;

2. Introdução



Baldeio
(Forwarder)



Arraste
(skidder)

2. introdução

- Há também a retirada da madeira **suspensa** por **meio de teleféricos**, com o seu uso no Brasil começando a crescer nos últimos anos;
- A conceituação de **transporte primário** refere-se a esta primeira movimentação da madeira, do local de abate das árvores até um ponto onde ela será transferida para veículos que farão o **transporte final**, chamado de transporte florestal, da floresta até o centro de consumo;
- Caso as condições de topografia forem **favoráveis** o **próprio caminhão** **pode realizar esse transporte**, denominado como **transporte direto**;

2. introdução

- O investimento em equipamentos especializados depende do **aporte financeiro** disponível nas empresas, as quais muitas vezes optam por equipamentos **mais versáteis**, que possam ser utilizados em **diferentes operações** (preparo de solo, abertura de estradas, transporte e etc.), **em detrimento de equipamentos tecnologicamente mais adequados**;
- As **diversidades regionais** encontradas também impedem uma **padronização do equipamento**, o que **dificulta** a colocação de equipamentos florestais especializados em um pequeno mercado consumidor. Desta forma diversas vezes, a **adaptação de tratores agrícolas** pode constituir-se na alternativa mais viável economicamente.



2. introdução

- <https://www.youtube.com/watch?v=pVsD9vnkolQ>

3. Fatores influentes

3. Fatores influentes

- A extração de madeira é um dos pontos críticos da colheita florestal e exige planejamento detalhado da operação, de maneira empregar os equipamentos próprios dentro do sistema mais indicado de trabalho.
- Assim, os fatores de influência têm de ser corretamente avaliados, apresentando os respectivos pesos de importância a cada um.

3. Fatores influentes

Densidade do talhão

Topografia

Tipo de solo

Volume por árvore

Distância de transporte

3. Fatores influentes

3.1 Densidade do talhão

- Está relacionada como número de árvores colhidas por área e o volume das pilhas de madeira, que influencia diretamente a operação de carregamento;
- Em florestas com baixa densidade, o tempo de viagem do equipamento aumenta, a produção fica abaixo da média e os custos unitários tornam-se mais elevados.

3. Fatores influentes

3.2 Topografia

- É um fator que vai influenciar no equipamento a ser escolhido e diretamente no rendimento da operação;
- Como exemplo podemos citar o estudo de Lopes et al. (2007), que verificou as declividades de trabalho de um Skidder, e obteve como resultado que um Skidder de pneus não realizou a operação em declividades acima de 20%;
- Em alguns terrenos, os danos resultantes da erosão muitas vezes impedem a utilização de determinados equipamentos que poderiam trabalhar naquela inclinação.

3. Fatores influentes

3.2 Topografia

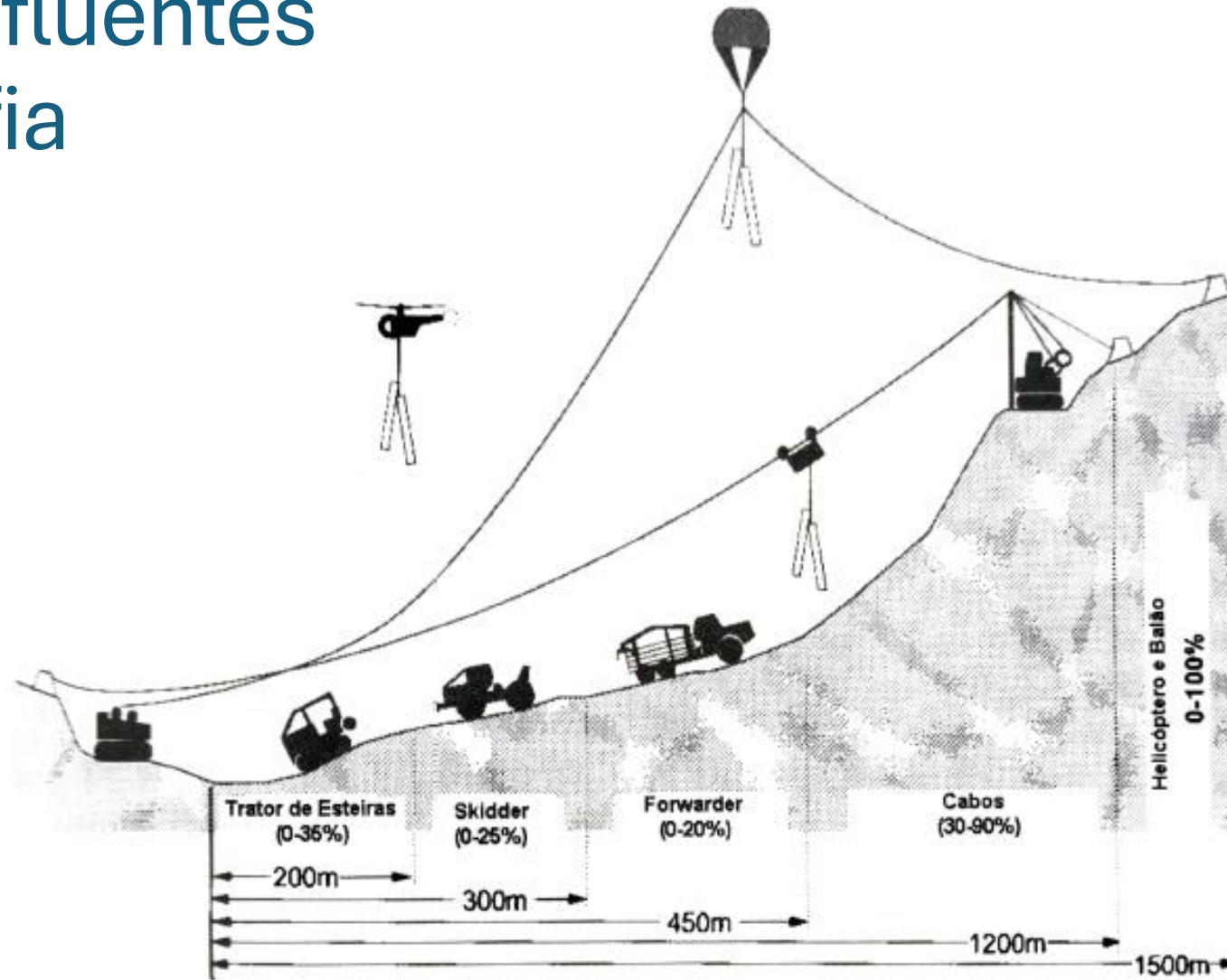


Figura 1 - Limites de distância de transporte e declividade de terreno para diferentes sistemas de colheita. Fonte: Studier e Binkley (1981) apud Machado (2014).

3. Fatores influentes

3.3 Tipo do solo

- Tipo de solo está relacionado com a capacidade de sustentação e tração do equipamento;
- Essas características vão depender também do teor de água do solo, ocorrendo um processo de compactação acentuada em teores mais elevados e mesmo, por vezes, a total incapacidade de movimentação do veículo em determinado tipo de solo e conteúdo de umidade.
- Em um solo com baixa capacidade de sustentação do equipamento, deve ser estabelecida uma rota para cada ciclo da máquina;

3. Fatores influentes

3.3 Tipo do solo



Solo com baixa capacidade de sustentação.

3. Fatores influentes

3.3 Tipo do solo

- Há também o problema da compactação do solo.
- McNabb e Froehlich (1983) afirmam que a maior parte da compactação total em uma trilha de arraste já ocorria nas primeiras passadas de uma máquina.
- Pelo menos 60% da compactação total já ocorria após as primeiras três a cinco passadas.

Restringir o tráfego de veículos à menor área possível dentro da floresta. O melhor é reduzir a extensão da compactação na área.

3. Fatores influentes

3.4 Volume por árvore

- Quanto menor a árvore, maior o custo operacional por unidade de produção;
- Porém, caso atinjam uma determinada dimensão algumas vantagens podem ser perdidas.
- Uso de peças maiores (maquinário maior) significa necessidade de menor número de viagens para completar uma carga, o que diminui os custos operacionais variáveis;
- Peças muito grandes podem ter sua movimentação dificultada, exigindo maior potência dos equipamentos.

3. Fatores influentes

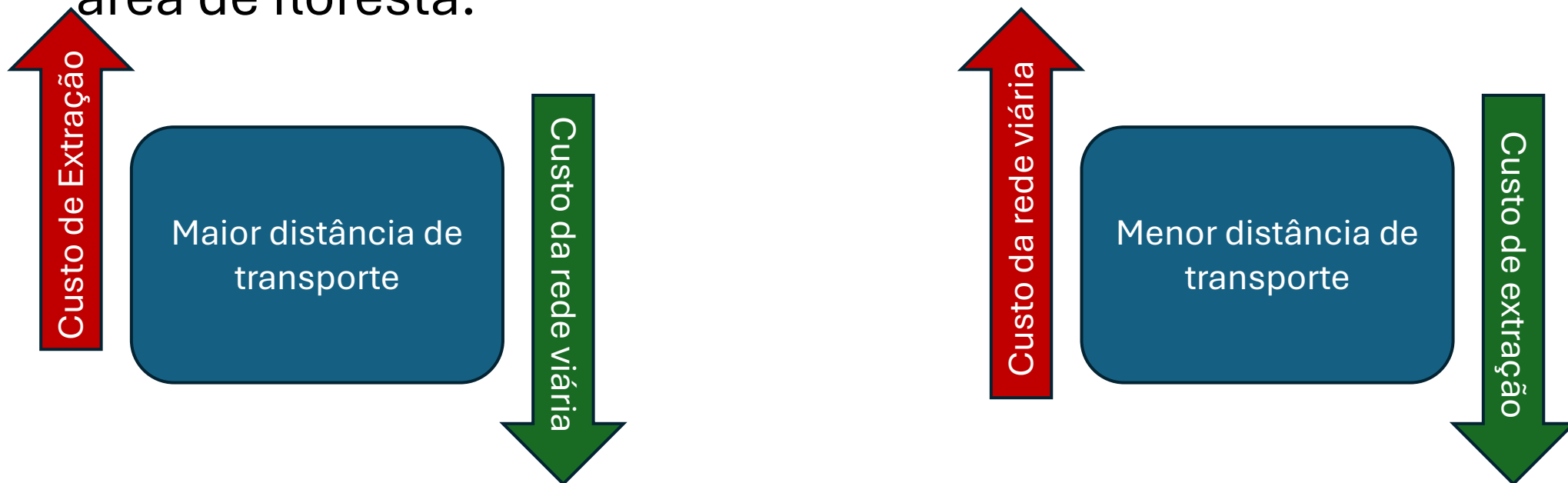
3.5 Distância de transporte

- Normalmente a definição das estradas já é realizada no planejamento inicial da floresta, e isso consequentemente define a distância de extração e condiciona a seleção dos equipamentos.
- Mas o inverso também pode ocorrer, ou seja, a definição das distâncias de extração e modos de transporte pode ser utilizada para definir a rede viária na floresta.

3. Fatores influentes

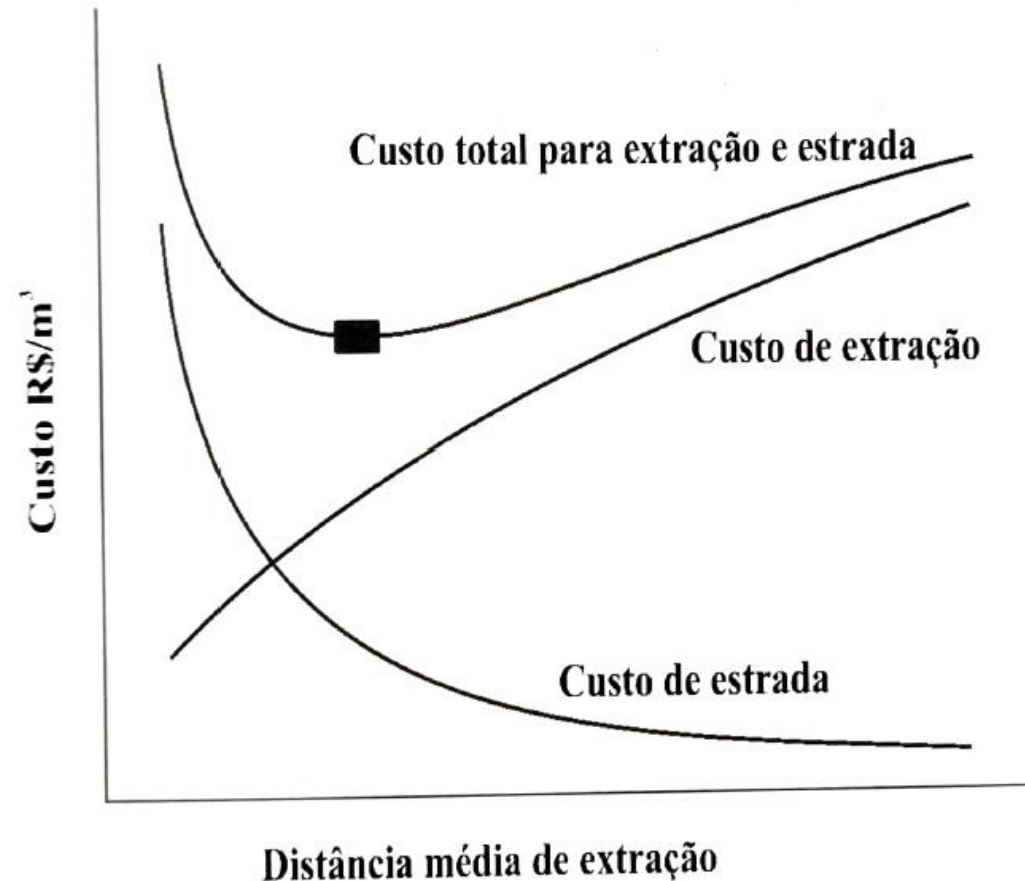
3.5 Distância de transporte

- O custo de extração cresce com o aumento da distância a ser percorrida. O custo da rede viária decresce com esse mesmo aumento, pois um quilômetro de estrada irá acessar uma maior área de floresta.



3. Fatores influentes

3.5 Distância de transporte



$$S = 2 \sqrt{\frac{Cr}{a \cdot Q}}$$

S = Espaçamento até a próxima estrada (m)

Cr = custo da estrada por unidade de comprimento (R\$/m)

a = custo variável da extração de madeira (R\$/m³)

Q = volume de madeira por unidade de área (m³/ha)

4. Métodos de Extração

4. Métodos de Extração

- Ao realizar as operações florestais visa-se a realização da mesma ao menor custo possível.
- Os fatores mais importantes que afetam o custo operacional são:
 - tempo de viagem;
 - tempos terminais (carregamento e descarregamento);
 - tamanho da carga;
 - grau de utilização dos equipamentos;
 - custos de salários;
 - máquinas e materiais.

4. Métodos de Extração

- Os métodos de extração são divididos em:
 - Extração manual;
 - Extração com animais;
 - Extração mecanizada.

4. Métodos

4.1 Manual

- Indicado para um sistema utilizado de toras de pequenas dimensões, como por exemplo:
 - os primeiros desbastes de algum povoamento que seja muito adensado, pela ausência de espaço para a entrada de máquinas
 - corte raso em locais acidentados devido à falta de equipamentos adequados;
- Distância de extração pequenas de 20 a 25 m;
- Elevado esforço físico, risco de acidentes, declividade;

4. Métodos

4.1 Manual

- Esta extração pode ser feita da seguinte forma: Carregamento manual e arraste; tombamento; e calhas.



(a) Carregamento



(b) Tombamento



(c) Calhas

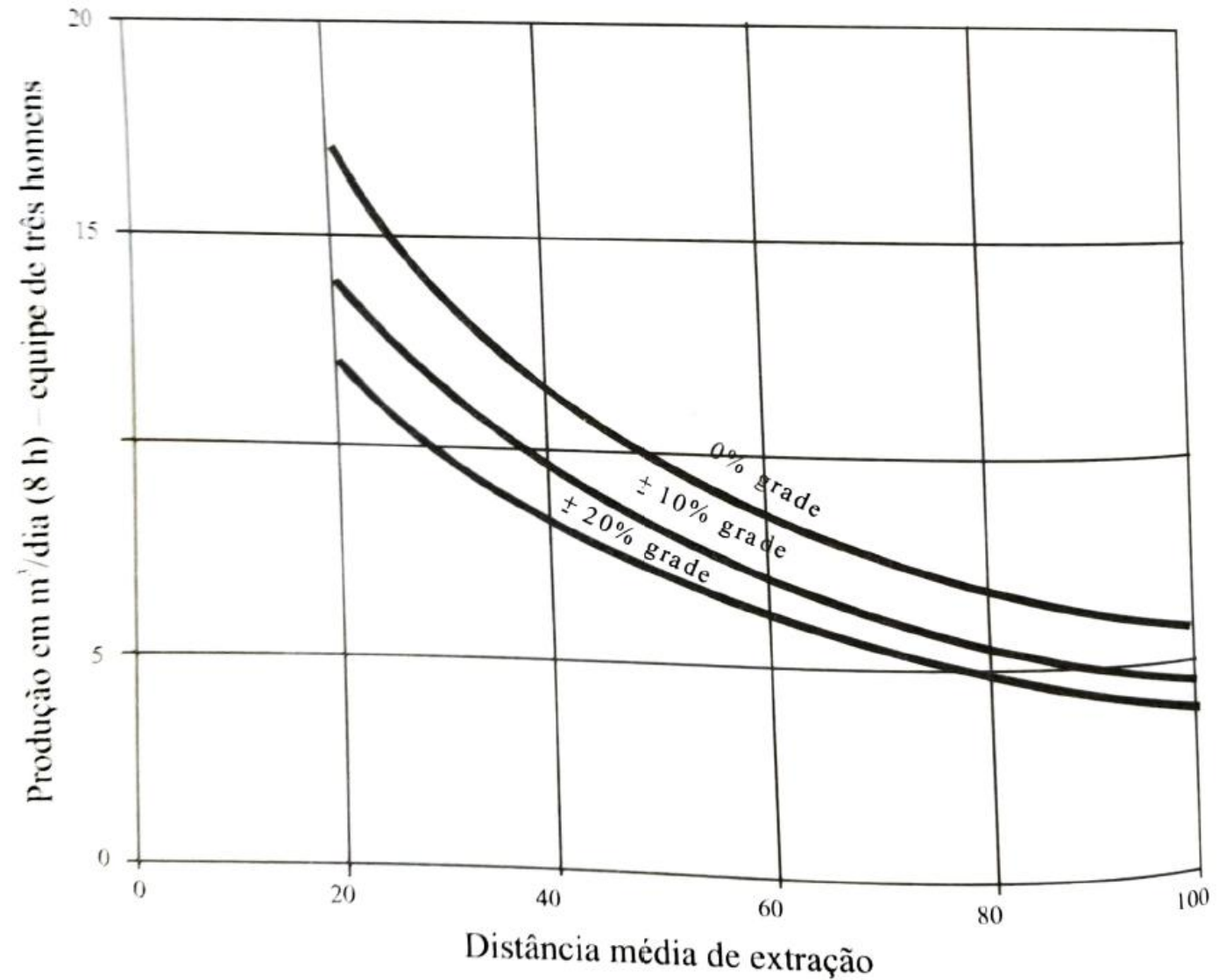
Extração manual. Fonte: FAO (1973) apud Rodrigues (2018).

- O tombamento, uma das técnicas mais utilizadas, é realizada pelo arremesso de toretes de 2,20 m morro abaixo até a margem das estradas, feito com uma distância máxima de 70 m em declividades superiores a 30%;

4. Métodos

4.1 Manual

Rendimento médio de 10 a 12 estéreos (st)homem/dia.



4. Métodos

4.2 Extração com animais

- Geralmente utilizadas em pequenas propriedades, em que fica limitado esse tipo de extração a locais acidentados de difícil mecanização;
- Os seguintes animais podem ser utilizados neste tipo de extração: bois, búfalos, burros, mulas, cavalos, camelos e elefantes, dependendo do país a ser considerado.

Capacidade de carga em peso vivo para diferente espécies de animais. Fonte: Mialhe (1980) apud Machado (2018)

Espécie	Capacidade de carga em peso vivo (%)	Distância percorrida (km/dia)
Equinos	45-50	25-30
Muares	55-60	30-35
Asininos	60-65	35-40



the Ardennes can work 6 to 7 hours a day
5 days a week.

4. Métodos

4.2 Extração com animais

- <https://www.youtube.com/watch?v=2grFObSsKck>

4. Métodos

4.2 Extração com animais

- É considerado de **baixo investimento inicial**.
- Uso de mão-de-obra **pouco especializada**.
- O **peso do animal** é principal fator para a determinação da sua **capacidade de carga**.

4. Métodos

4.2 Extração com animais



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- Os equipamentos típicos empregados em sistemas de toras longas ou árvores inteiras constituem-se de um Feller Buncher para cortar as árvores e um Skidder para extração das toras.
- O Skidder, apresenta articulações, podendo apresentar trações 4x4, 6x6 ou 8x8, os dois últimos menos comuns aqui no Brasil;
- A potência do motor varia em torno de 100 a 180 cv, e o peso operacional, entre 10 e 21 toneladas.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- A **capacidade de carga** de um skidder está condicionada a uma série de variáveis, como:
 - Resistência ao rolamento de toras;
 - Coeficiente de tração;
 - Coeficiente de atrito ocorrido ao apoiar a carga no solo.
- Todas essas variáveis se **alteram com mudanças no teor de água e textura do solo**.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- Machado (1984) destaca os seguintes itens para se obter a máxima eficiência:
 - Declividade até 30% no sentido favorável, e 10% no sentido adverso;
 - O trator deve ser compatível com a carga que será arrastada;
 - O desempenho do operador pode influenciar até 40% do rendimento;
 - Pneu com pressão compatível com as condições e o tipo de solo.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- O Skidder pode ser de três tipos diferentes quanto à disposição das toras no implemento de carga:

❖ *Grapple Skidder*;

❖ *Chocker Skidder*;

❖ *Clambunk Skidder*.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- Grapple Skidder: O Skidder de garra é um trator florestal articulado em seu chassi, rodados de pneus ou esteira e possui uma garra onde as árvores ou toras são agarradas e então arrastadas.



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)



Fonte

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- Extremamente efetivo para utilização com Feller-buncher, pois exige que as árvores estejam empilhadas para seu aproveitamento máximo.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- *Chocker Skidder*: Semelhante a um *grapple skidder*, é uma máquina de pneus e articulação no chassi, mas quanto ao implemento equipado com um **cabo guincho**. Produtividade 9 a 18 m³/he.



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- Os cabos são engatados pelo lado de **maior diâmetro da tora**, que tracionam e elevam essa extremidade do chão.
- O arraste pela **maior extremidade** faz com que haja transferência de 60%-70% do peso da carga para a máquina, o que **aumenta a aderência** do trator e **diminui o atrito** das toras com a superfície do solo.
- Possui a **vantagem** de não precisar chegar até o local da tora. Os cabos podem ser puxados até a tora.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)

- *Clambunk skidder*: Nesse tipo de skidder a garra é invertida, e muitas vezes é dotado de uma grua para apoiar as árvores. Produtividade de $80 \text{ m}^3/\text{he}$.



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Skidder)



Fonte

4. Métodos

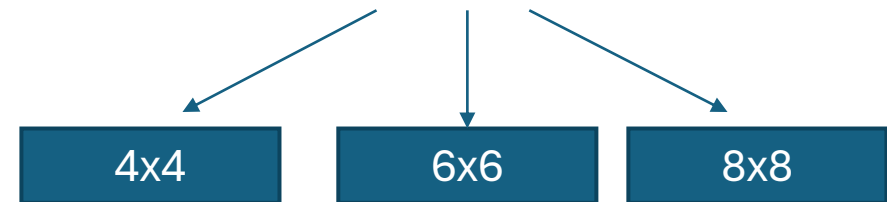
4.3 Mecanizado (Skidder)

- Consegue reunir diversas árvores espalhadas no local. Alcance grande.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

- Também conhecido como trator florestal **autocarregável**;
- Pode possuir como rodado esteira, semiesteira e pneus;



- O **carregamento e o descarregamento** do *forwarder* é realizado por meio de uma **grua com garra hidráulica**.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

- O forwarder é composto por grua hidráulica e compartimento de carga sobre o mesmo chassi;
- O peso operacional varia de 9 a 12 t e potência do motor na ordem de 70 a 260 hp;
- Capacidade de carga variando entre 5.000kg a 20.000kg;
- Velocidade não é o essencial desse trator, pois passa aproximadamente 80% do tempo de atividade com carga e descarga;
- Seu principal destaque é a capacidade de superar condições adversas encontradas no campo.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

- Para o carregamento a máquina dispõe de grua composta por braço hidráulico articulado e telescópico acoplado a uma garra.
- A grua é formada por um suporte rígido, o qual une uma base giratória ao chassi do trator, dois braços articulados (podendo o segundo ser telescópico) e uma garra, que se une ao segundo braço por meio de um rotator. Obtém-se o movimento graças ao sistema de rotação da base, das duas articulações, ao alargamento do segundo braço e ao rotator.

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

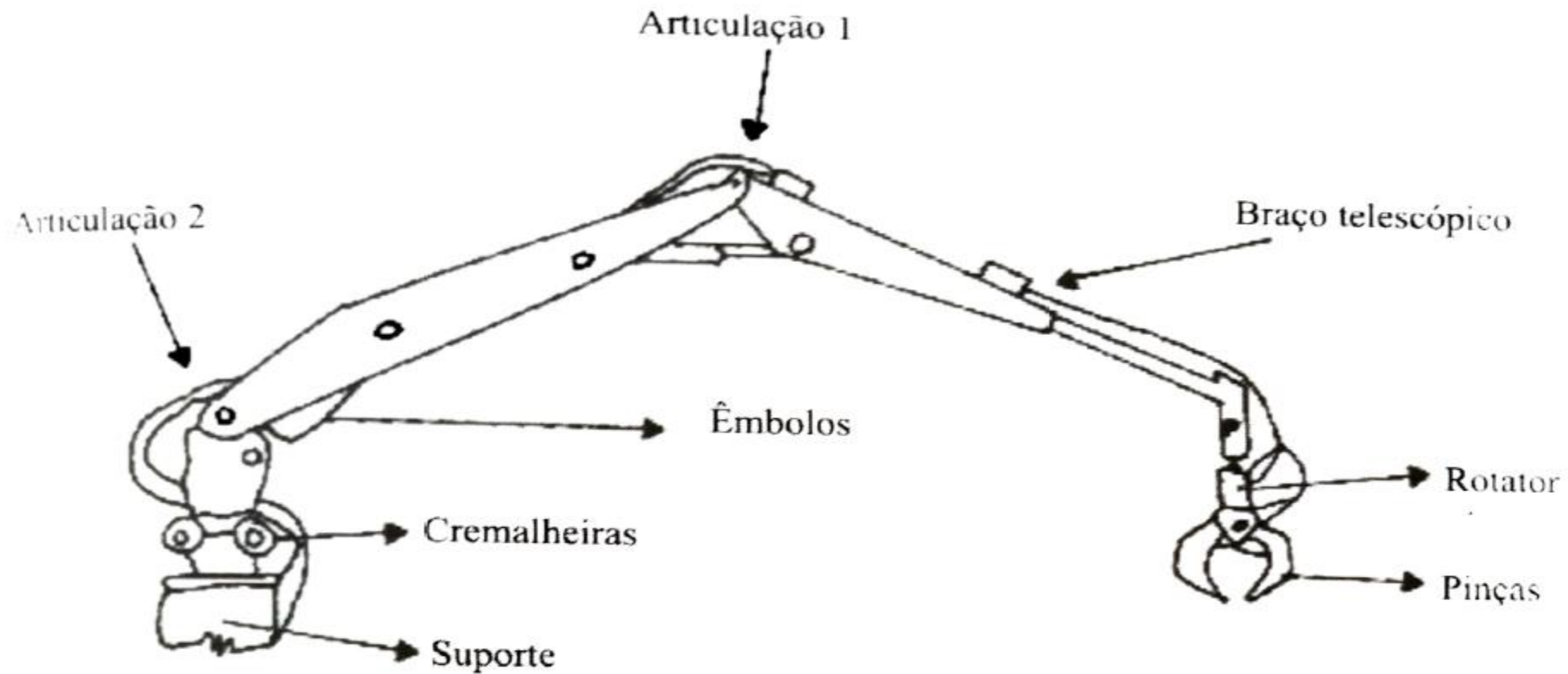


Figura 4 - Elementos da grua hidráulica. Fonte: Peña et al. (1993) apud Machado (2014).



4. Métodos

4.3 Mecanizado (Fowarder)

<https://www.youtube.com/watch?v=857e8EDDzPk>

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

Atividades	Tempo total do ciclo operacional (%)
Deslocamento	5 – 8%
Parada	6 – 10%
Carregamento	50 – 60%
Descarregamento	28 – 34%

4. Métodos

4.3 Mecanizado (Forwarder)

- O alto custo de um Forwarder fez com que surgissem diversas adaptações de máquinas agrícolas, procurando atender a extração de madeira.



5. Ciclo operacional de extração

- Elementos componentes do ciclo operacional de extração ou atividades componentes dos procedimentos operacionais na extração:
 - ❖ Viagem sem carga;
 - ❖ Carregamento ou engate das toras;
 - ❖ Viagem de carga (dentro do talhão p/ completar a capacidade de carga);
 - ❖ Viagem com carga;
 - ❖ Descarregamento ou desengate das toras;
 - ❖ Interrupções mecânicas e não mecânicas;
 - ❖ Outras interrupções (não especificadas /identificadas).

5. Ciclo operacional de extração

5.1 Ciclo operacional de extração do skidder, com guincho e cabo-de-aço

- Viagem sem carga (vazio);
- Engate das toras;
- Viagem com carga;
- Desengate das toras;
- Interrupção mecânica: abastecimento e manutenções;
- Interrupção não mecânica:
 - ❖ Rearranjo das toras;
 - ❖ Rompimento do cabo;
 - ❖ Lanches e refeições.
- Outras necessidades.

5. Ciclo operacional de extração

5.2 Ciclo operacional de extração do forwarder

- Viagem sem carga (vazio);
- Carregamento;
- Viagem de carga;
- Viagem com carga;
- Descarregamento;
- Interrupções mecânicas:
 - ❖ Consertos e/ou manutenções;
 - ❖ Pneu furado;
 - ❖ Abastecimento;

5. Ciclo operacional de extração

5.2 Ciclo operacional de extração do forwarder

- Interrupções não mecânicas:
 - ❖ Espera para carregamento;
 - ❖ Estrada interditada;
 - ❖ Espera p/ descarga.
- A divisão da atividade extração florestal em operações e em elementos componentes (trabalhos parciais), constitui a base para o estudo de tempos e movimentos.

6. Referências

- FIEDLER, N. C.; OLIVEIRA, M. P. **Motores e máquinas florestais**. CAUFES: Alegre-ES, 323p. 2018.
- LOPES, E. S. et al. Avaliação técnica do trator florestal arrastador “Skidder” com diferentes tipos de rodados na extração de madeira em povoamentos de pinus. **Revista árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n.6, p. 1053-1061, 2007.
- MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3º ed. UFV: Viçosa, 543 p. 2014.
- SOUSA, R. A. T. M. **Colheita e transporte florestal**. Notas de aula, 82 p. 2021.