

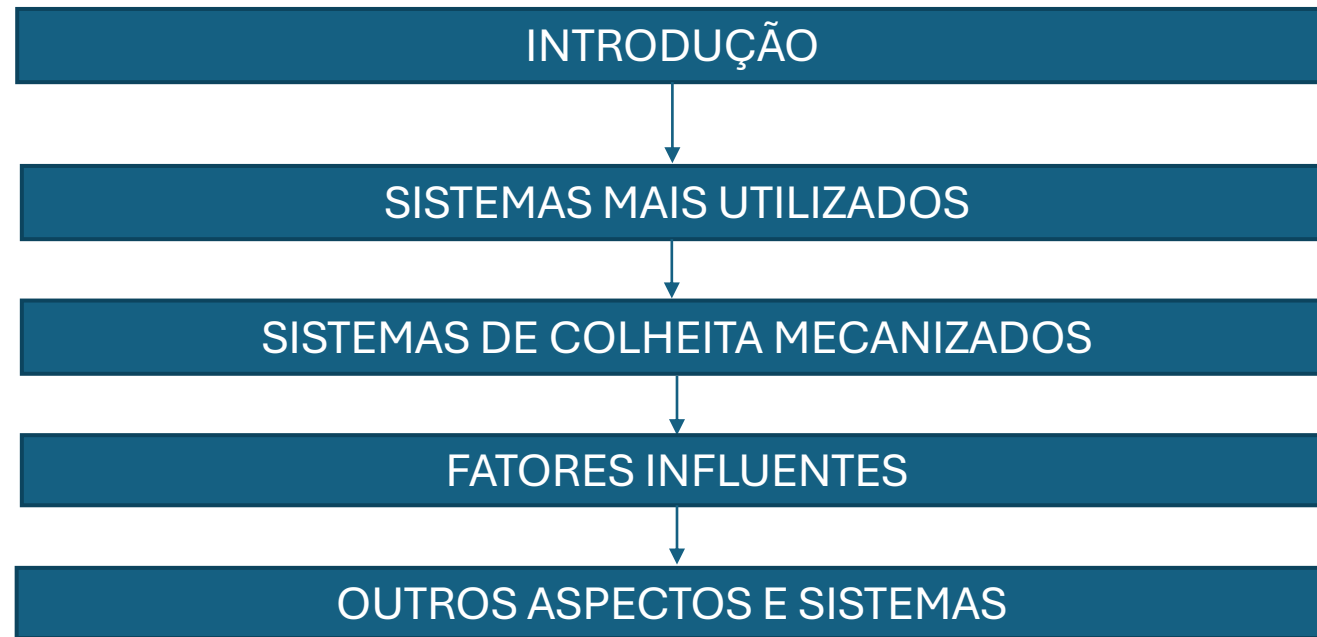


UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
ENGENHARIA FLORESTAL  
Colheita, Transporte e Logística Florestal(40219940)

# Sistemas de Colheita

Prof. Gabriel Agostini Orso  
gabrielorso16@gmail.com

# 1. Tópicos da aula



## 2. Introdução

- O sistema de colheita de madeira compreende um conjunto de elementos e processos que envolve a cadeia de produção e todas as atividades parciais, desde a derrubada até a madeira posta no pátio da indústria transformadora;
- Para o sucesso de um sistema deve-se considerar que todos os elementos componentes atinjam o mesmo objetivo, respeitando a hierarquia e o *input* (energia, informação, material, trabalho etc.);
- A colheita mecanizada, além de racionar a evolução dos custos, proporciona aumento da produtividade e a humanização do trabalho florestal, melhorando a qualidade do produto final.

## 2. Introdução

O processo de mecanização nas operações de colheita florestal tem sofrido algumas mudanças que foram influenciadas principalmente pelos seguintes fatores:

Oferta e custo de mão de obra;

Alíquota de imposto de importação;

Mercado do produto final (papel, celulose ou produtos sólidos de madeira);

Taxas de câmbio e de juros;

Fiscalização trabalhista;

Oferta de prestadores de serviços;

Tarifa paga por serviços (preço de mercado de produtos florestais).

### 3. Sistemas mais utilizados

# 3. Sistemas mais utilizados

## **Alguns dos modais mais utilizados:**

- Motosserra + Skidder;
- Motosserra + autocarregável;
- Motosserra + harvester;
- Harvester + forwarder;
- Feller buncher + skidder;
- Feller buncher + skidder + garra traçadora;
- Feller buncher + skidder + picadores móveis.

### 3. Sistemas mais utilizados

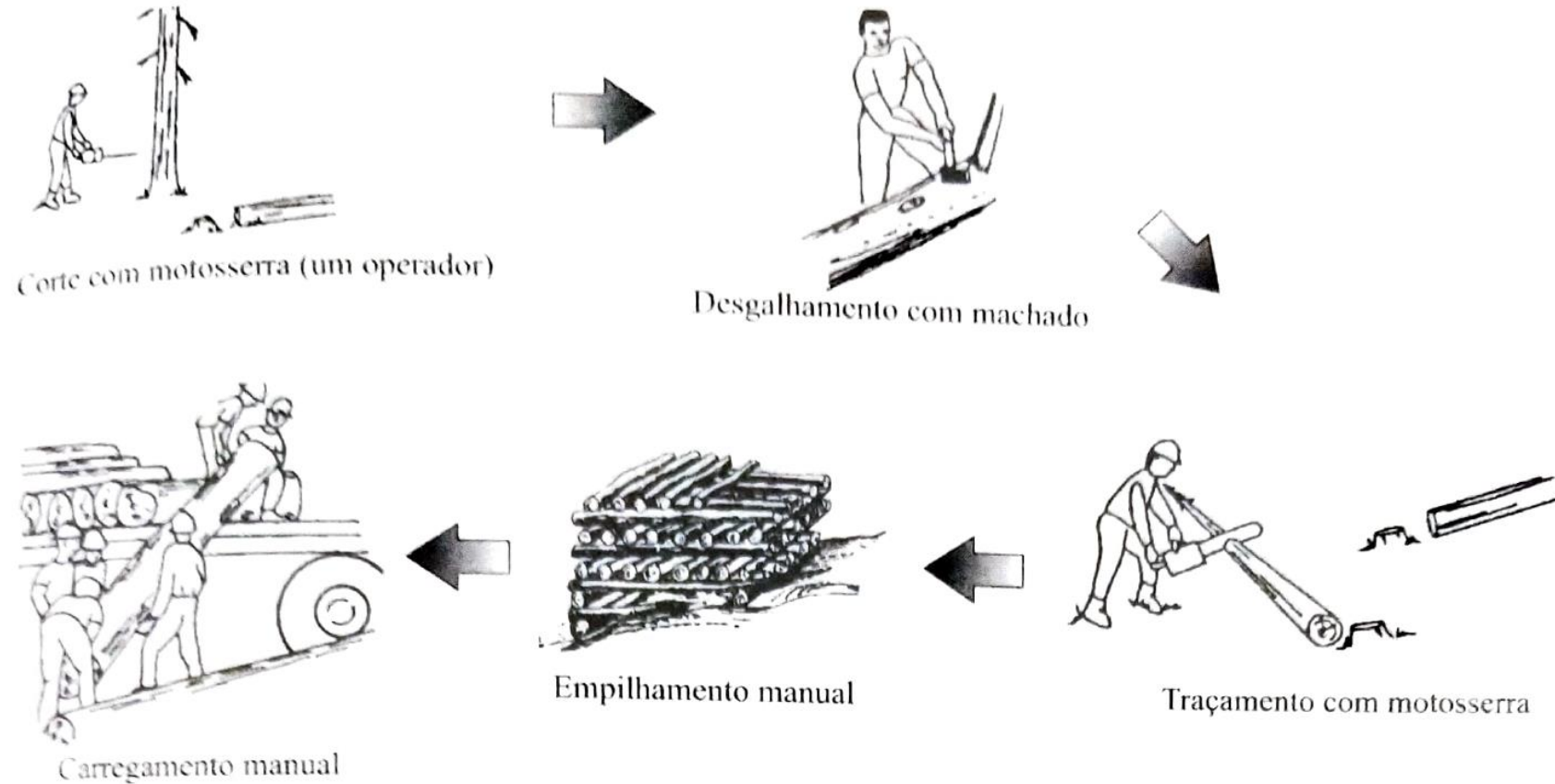


Figura 1 – Sistema de toras curtas manual. Fonte: Malinovski apud Machado (2014).

### 3. Sistemas mais utilizados

- O sistema de colheita de tora curta (*cut to length*) pode ser usado tanto em regime de manejo submetido a corte raso como em desbastes, em pinus e eucalipto;

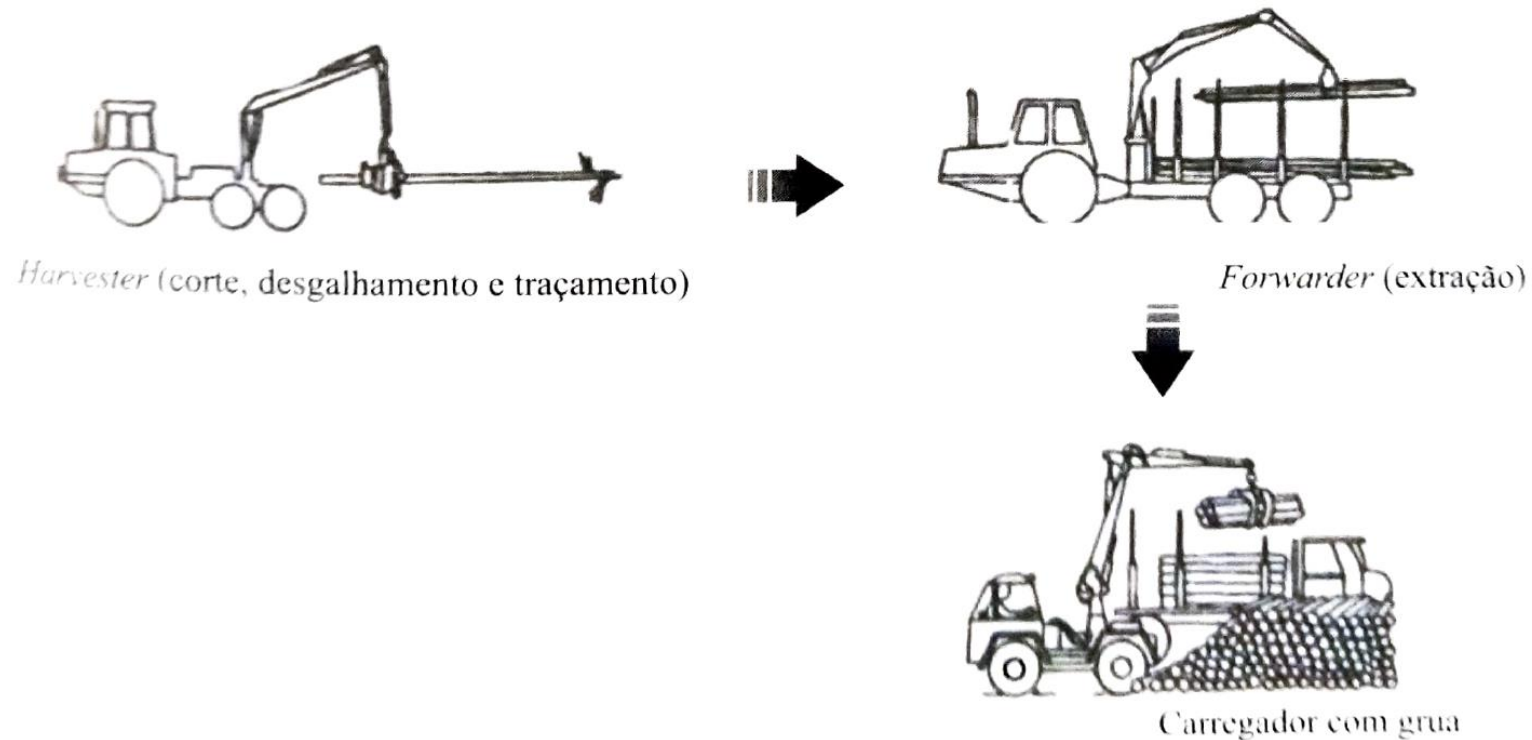


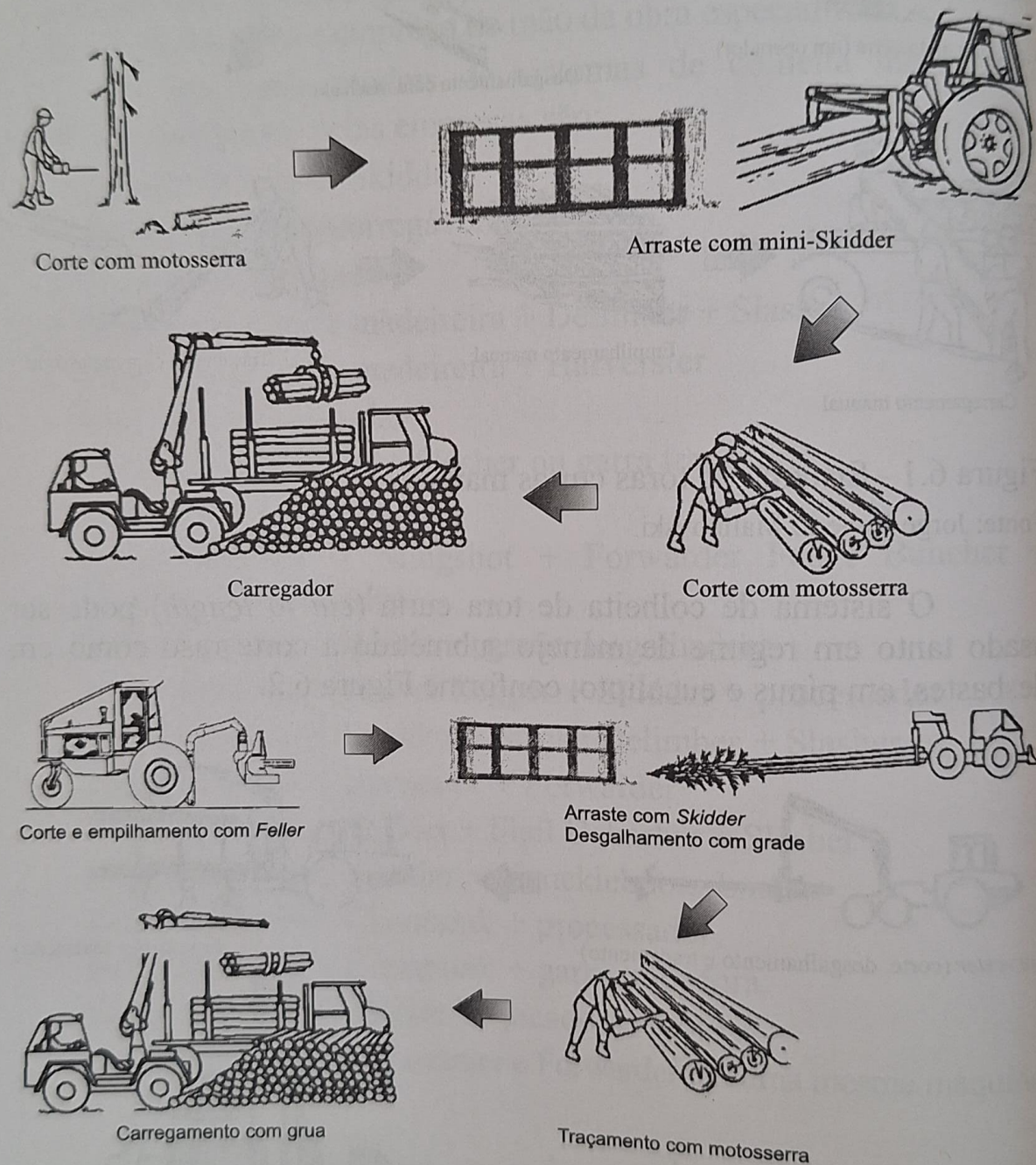
Figura 2 – Sistema de toras curtas mecanizado. Fonte: Malinovski apud Machado (2014).



### 3. Sistemas mais utilizados

- No sistema fuste (*full tree*), usado na colheita de pinus, o corte era efetuado com motosserra; o arraste e o desganhamento eram anteriormente feitos através de Skidder adaptado, com baixo rendimento;
- Atualmente, utilizando Feller Buncher e Skidder, aumentou significativamente a produtividade.

Figura 3 – Sistema de toras longas mecanizado.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).



## 4. Sistemas de colheita mecanizados

# 4. Sistemas de colheita mecanizados

## 4.1 introdução

- A definição das técnicas e máquinas utilizadas baseiam-se, essencialmente, no comprimento das toras a serem retiradas da floresta;
- Existem cinco sistemas de colheita de madeira no que se refere a forma da matéria-prima: sistema de tora curta, sistema de tora longa, sistemas de árvores inteiras, sistemas de árvores completas e sistema de cavaqueamento.

# 4. Sistemas de colheita mecanizados

## 4.2 sistemas de toras curtas (Cut to length)

- É o principal sistema de colheita de madeira utilizado nos países escandinavos e o mais antigo empregado no Brasil;
- É caracterizado pela realização de todas as atividades complementares ao corte (desgalhamento, destopo, toragem ou traçamento e descascamento) no próprio local onde a árvore foi derrubada;
- Normalmente estas atividades são desenvolvidas por um Harvester;
- Comprimento das toras até 7 metros;
- Após essas atividades a madeira é baldeada para a margem da estrada ou pátio temporário por outra máquina, como um Forwarder.

## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.2 sistemas de toras curtas (Cut to length)

- As principais máquinas utilizadas, atualmente, neste sistema de colheita são: Harvesters, Forwarders, autocarregáveis e Skidders de cabo.



## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.2 sistemas de toras curtas (Cut to length)

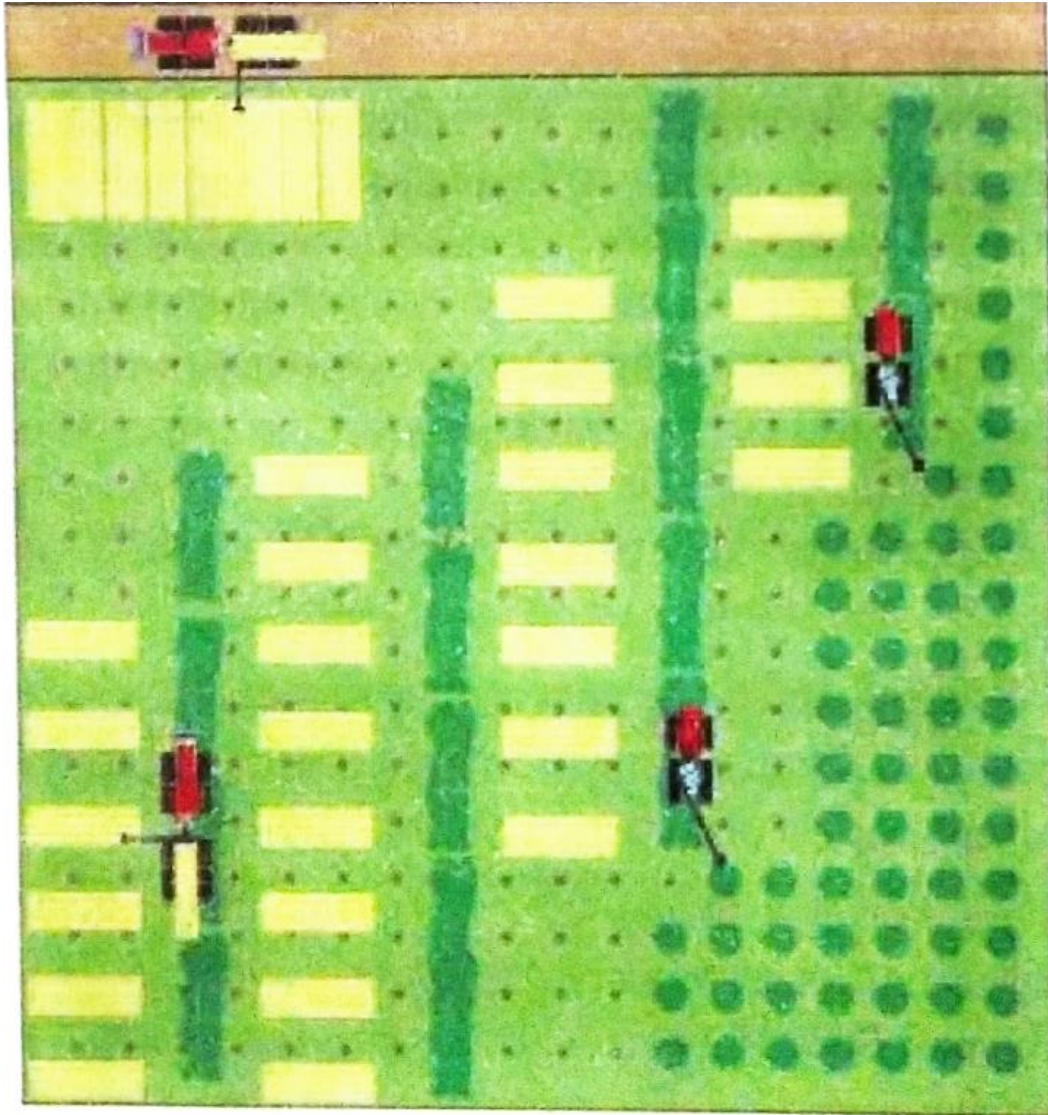


Figura 4 – Sistemas de toras curtas.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).

# 4. Sistemas de colheita mecanizados

## 4.2 sistemas de toras curtas (Cut to length)

- Facilita o deslocamento a pequenas distâncias;
- Pode de ser utilizado de forma mais eficiente em colheitas da regeneração e operações de desbastes, pois transforma as árvores em toras com menor comprimento no próprio local do corte, minimizando danos ao povoamento residual e reduzindo a remoção de nutrientes, pois os resíduos (galhos cascas e folhas) são deixados no povoamento;
- Demanda menor espaço para estocagem de madeira nas laterais das estradas;
- Não há necessidade da criação de trilhas de arraste e os carregadores utilizados podem ser estreitos e alternados;
- Os equipamentos trabalham bem em áreas mais úmidas e solos sensíveis em virtude de trafegar sobre uma camada de resíduos produzida pelo Harvester durante a operação de corte e processamento.





## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.3 Sistema de toras longas ou fuste (tree length)

- Neste sistema de colheita, as árvores são semiprocessadas (desgalhadas, descascadas e destopadas) no local de derrubada e levadas para a margem da estrada ou pátio temporário em forma de fuste com mais de 7 m de comprimento;
- A operação complementar de toragem (traçamento) é realizada à beira das estradas que circundam o talhão ou em pátios intermediários de processamento;
- É um sistema comumente desenvolvido para terrenos acidentados, porque o transporte físico das toras exige equipamentos mais sofisticados, devido ao peso e à dimensão da madeira;
- As principais máquinas e equipamentos utilizados neste sistema são: motosserras, Harvesters, Skidders e mini-Skidders, Slashers e garras traçadoras.

## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.3 Sistema de toras longas ou fuste (tree length)

- O uso deste sistemas pode ser justificado pela grande eficiência mecânica dos equipamentos quando comparados ao sistema de toras curtas, o menor custo por tonelada de madeira posta no pátio das empresas e por permitirem maior maleabilidade na definição das atividades por máquina, em razão das condições de sítio.



## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.3 Sistema de toras longas ou fuste (tree length)

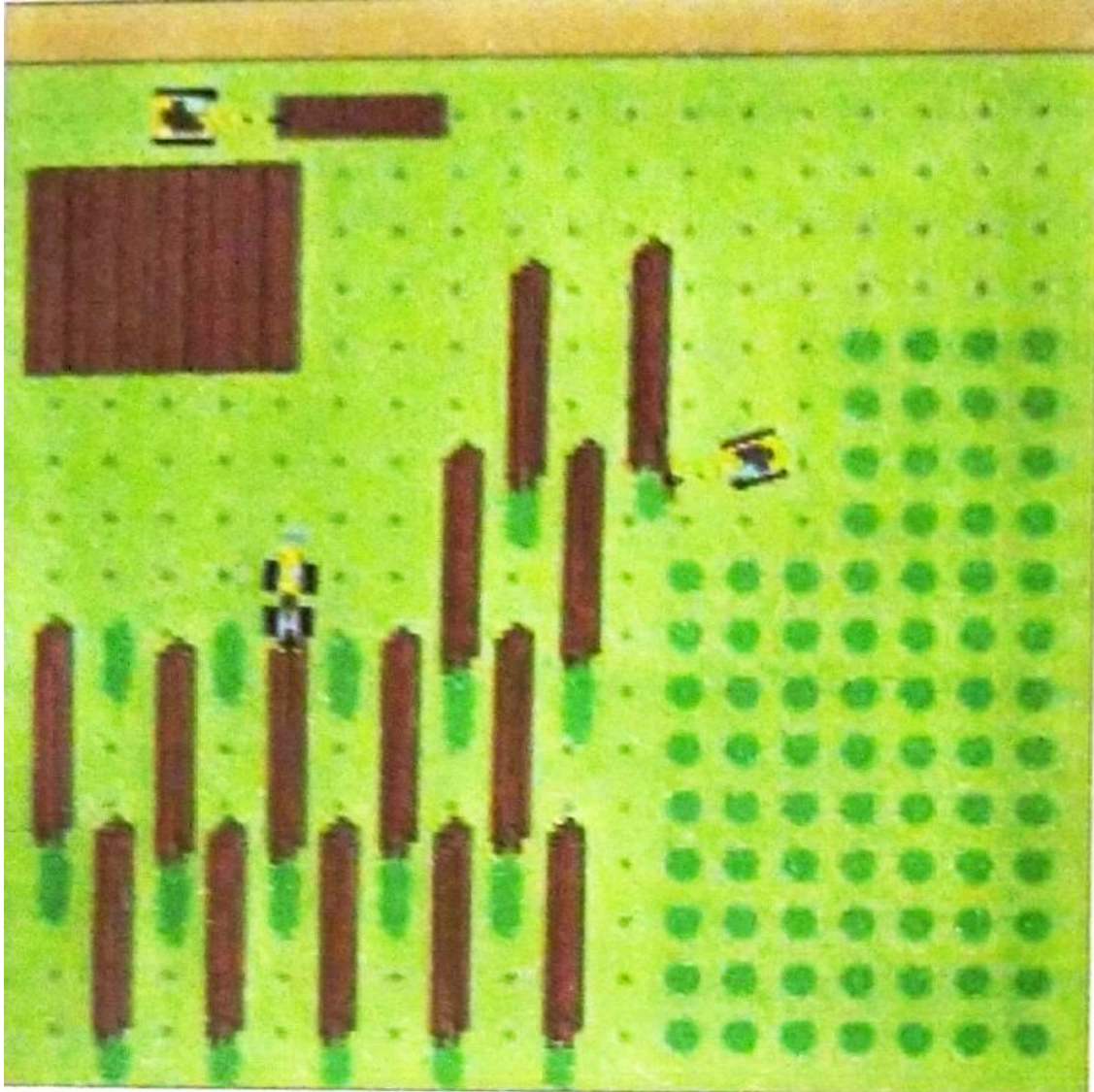


Figura 5 – Sistemas de toras longas.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).

## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.4 Sistema de árvores inteiras (full tree)

- A utilização deste sistema de colheita de madeira implica remover do talhão a árvore sem raízes, como operação subsequente ao corte;
- O processamento completo é feito em local previamente escolhido, geralmente ocorrendo nas laterais das estradas ou em pátios temporários;
- Este sistema requer elevado índice de mecanização e normalmente é aplicado para a colheita de árvores de grande porte, necessitando, portanto, de máquinas e especialmente dimensionadas para esse tipo de operação;
- Pode ser utilizado tanto em terrenos planos quanto nos acidentados;
- As principais máquinas utilizadas são: Feller Bunchers, Shovel Loggers (Feller direcional), Skidders e garra traçadora.

## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.4 Sistema de árvores inteiras (full tree)

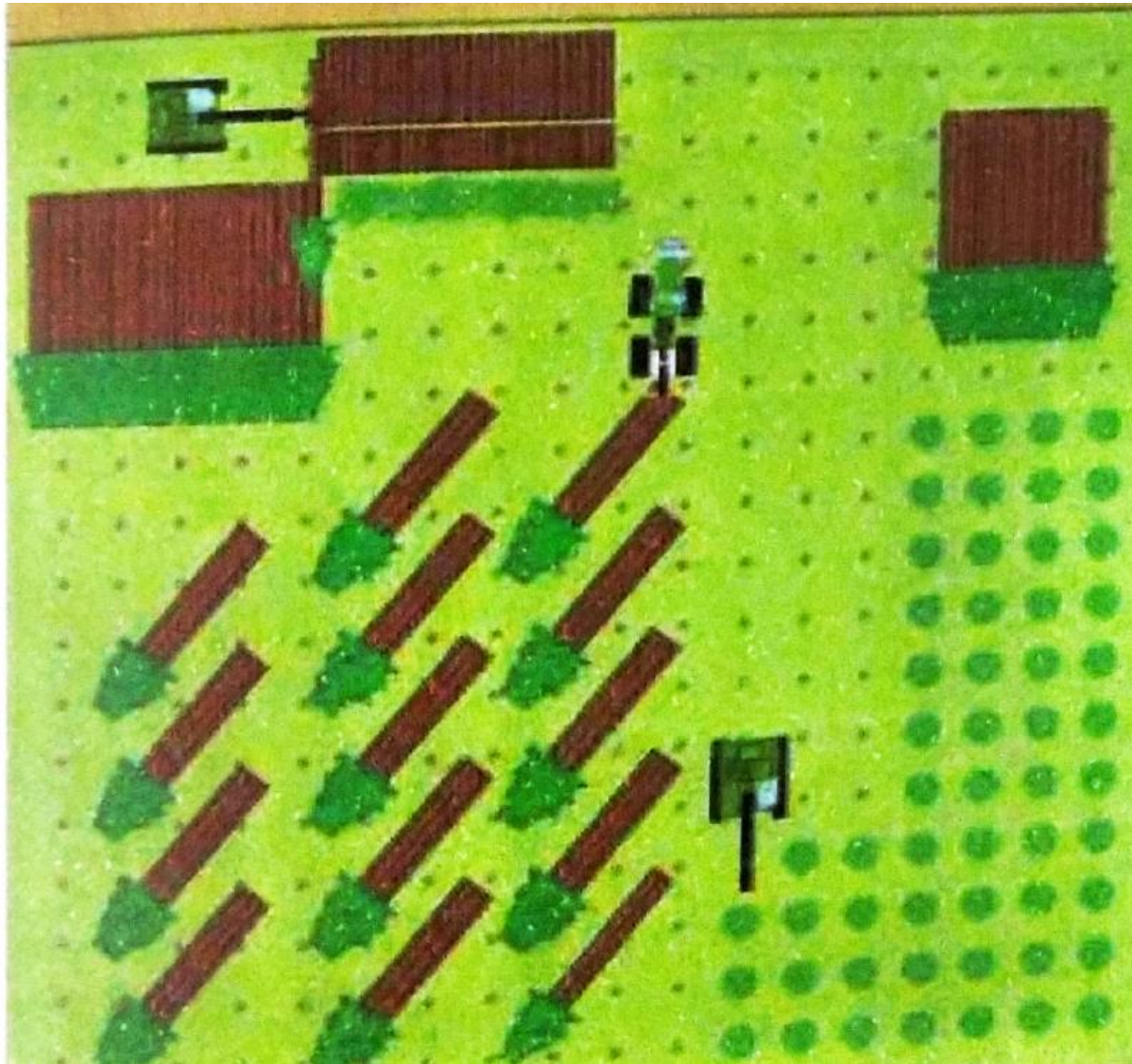


Figura 6 – Sistema de árvores inteiras.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).





## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.5 Sistema de árvores completas (whole tree)

- Este sistema tem por estratégia retirar a árvore, inclusive as raízes, de forma que seja possível a sua utilização completa;
- Somente nos casos em que as raízes apresentam valor comercial este sistema é viável, como por exemplo árvores com alta concentração de resina nos potenciais tocos ou de árvores consideradas medicinais e ainda quando se deseja utilizar o sistema radicular da árvore como biomassa;
- Atualmente são poucas as tecnologias apropriadas para o uso deste sistema, uma vez que a retirada da árvore com raiz é uma atividade difícil, trabalhosa e requer grande potência dos equipamentos.



## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.5 Sistema de árvores completas (whole tree)

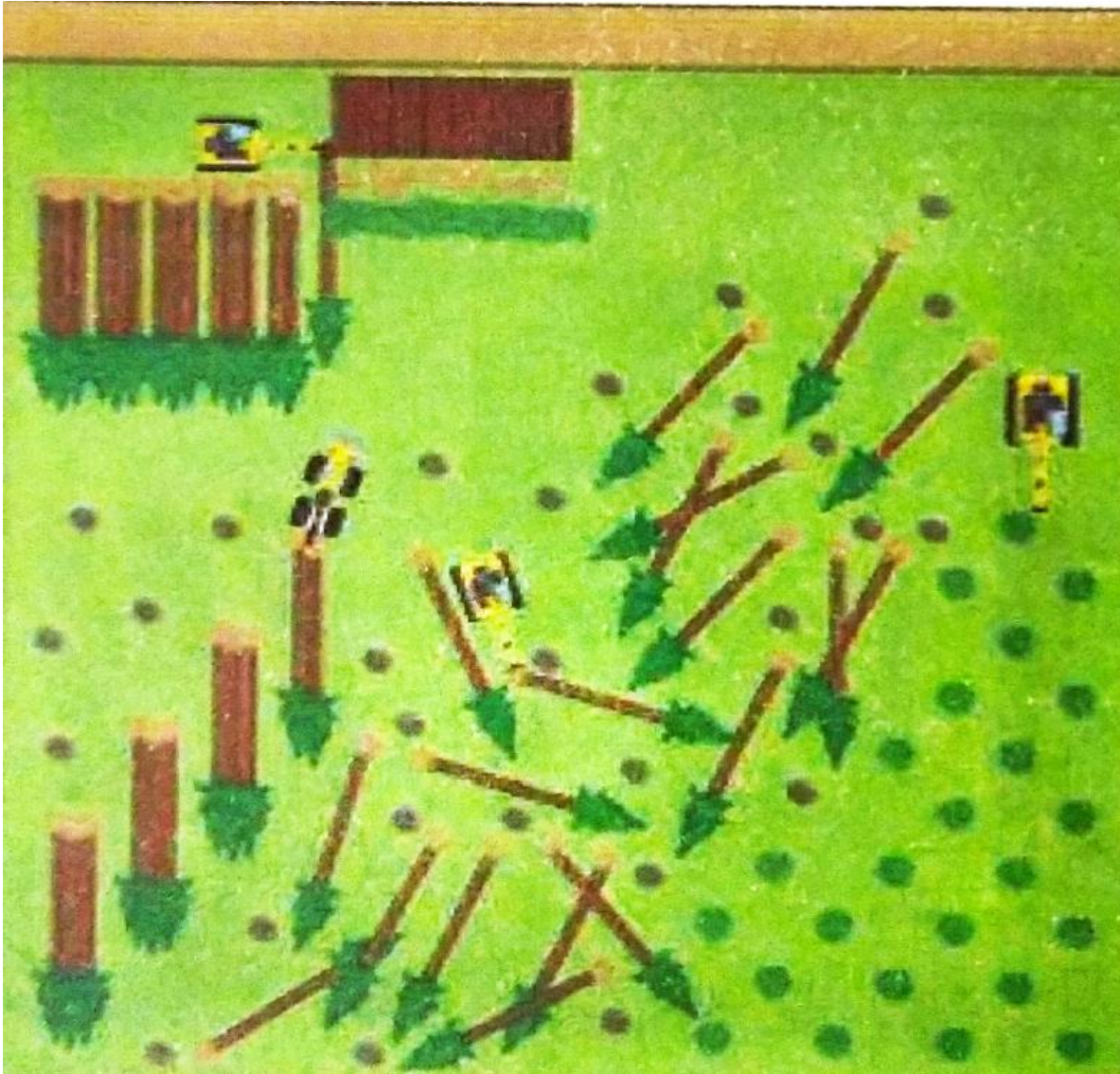


Figura 7 – Sistema de árvores completas.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).









## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.6 Sistema de cavaqueamento (chipping)

- Neste sistema, as árvores são cortadas, derrubadas e removidas para a lateral do talhão onde será realizada a atividade de desgalhamento, descascamento e transformação e transformação da madeira em cavaco por picadores florestais móveis de campo;
- Após o processamento os cavacos são transportados para a indústria em veículos apropriados ao transporte de cavacos.



## 4. Sistemas de colheita mecanizados

### 4.6 Sistema de cavaqueamento (chipping)

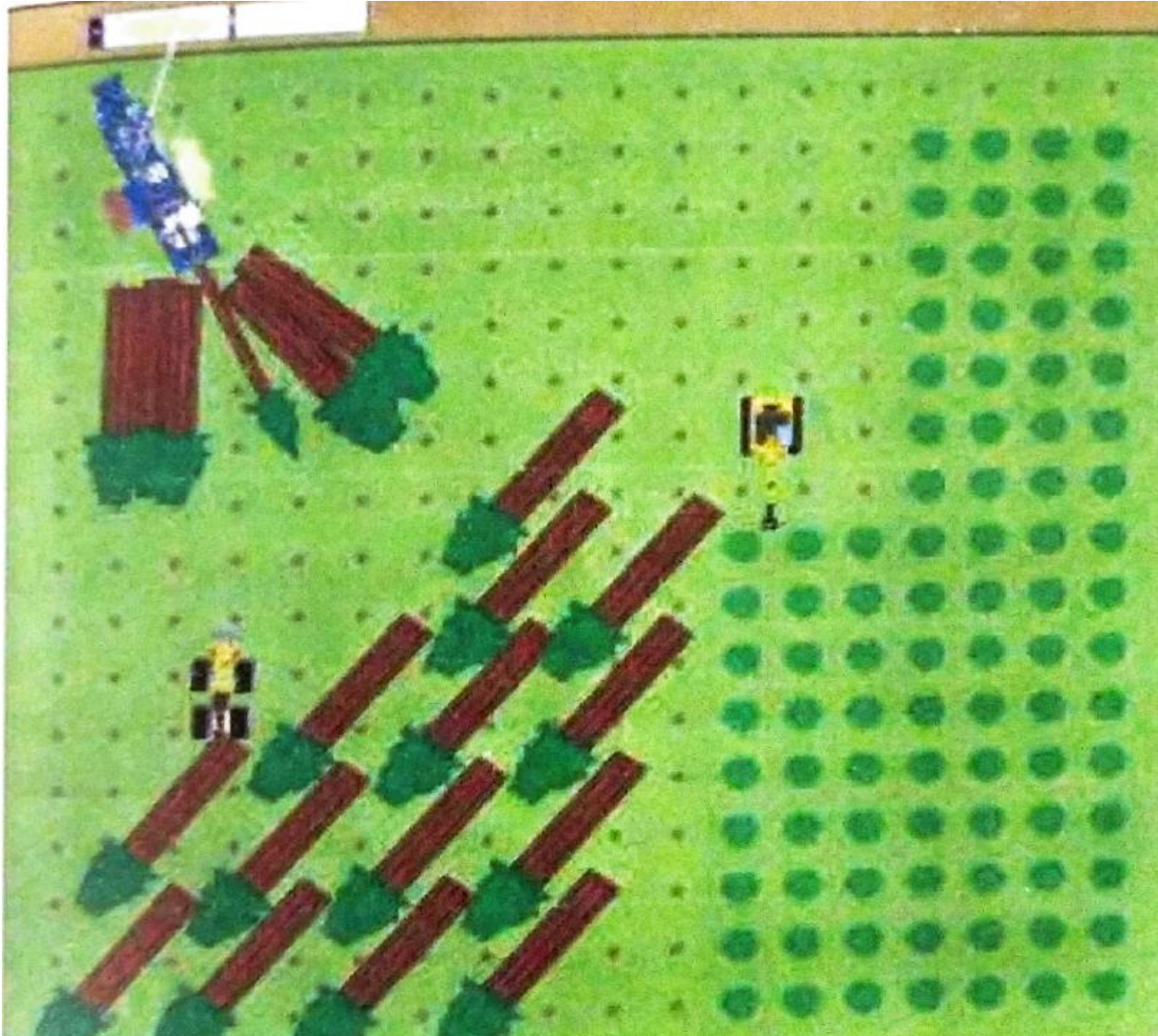


Figura 8 – Sistema de cavaqueamento.  
Fonte: Malinovski apud Machado (2014).



## 5. Fatores influentes



# 5. Fatores influentes

- Aspectos legais
- Aspectos administrativos
- Aspectos do ambiente físico
- Aspectos operacionais
- Aspectos econômicos
- Aspectos do povoamento
- Produtividade
- Custos
- Grau de utilização
- Disponibilidade mecânica
- Assistência técnica
- Segurança e treinamento
- Danos ambientais

# 5. Fatores influentes

## 5.1 aspectos legais

- Correspondem ao conjunto de fatores que **envolvem legalmente** a colheita florestal.

Pode-se citar:

- Legislação trabalhista;
- Legislação ambiental;
- Legislação fiscal e aduaneira;
- Políticas governamentais.

# 5. Fatores influentes

## 5.2 aspectos administrativos

- Correspondem ao conjunto de fatores administrativos que envolvem a colheita florestal, em que os custos são relativamente baixos e com curto prazo de reversão;

Pode-se citar:

- Planejamento operacional;
- Política e estratégias;
- Qualificação de mão de obra;
- Turnover;
- Padronização.

# 5. Fatores influentes

## 5.3 Aspectos do ambiente físico

- Correspondem ao conjunto de fatores ambientais em que a colheita florestal está inserida;

Pode-se citar:

- Áreas;
- Topografia;
- Solo;
- Clima.

# 5. Fatores influentes

## 5.4 Aspectos operacionais

- Correspondem ao conjunto de fatores que envolvem a operação de colheita florestal;

Pode-se citar:

- Nível de treinamento;
- Consumo de energia;
- Manutenção de estoques;
- Frota;
- Logística;
- Rede viária;
- Regime de manejo;
- Sortimento da madeira;
- Interfaces.

# 5. Fatores influentes

## 5.5 Aspectos econômicos

Os aspectos econômicos pode-se citar:

- Volume de recursos;
- Custos financeiros e reinvestimentos;
- Rentabilidade do negócio e, ou, rentabilidade florestal.

# 5. Fatores influentes

## 5.6 Aspectos do povoamento

- Referem-se ao conjunto de fatores inerentes ao povoamento florestal, em que o impacto nos custos é considerado relativamente baixo e com reversão a médio prazo;

Pode-se citar:

- Espécie;
- Origem do povoamento;
- Estágio atual;
- Árvore;
- Qualidade dos plantios;
- Potencialidade para diversos sortimentos.

# 5. Fatores influentes

## 5.7 Produtividade

- Quando se refere à **corte**, as principais fontes de variação para mesma atividade, normalmente, são **volume individual das uma árvores**, **modelo do equipamento** e **tempo de experiência e técnica do operador**;
- Já para a **retirada da madeira**, além das variações citadas, a **distância média de extração** é muito importante;
- A determinação da capacidade produtiva sob certa condição permite bom planejamento do tempo de execução dos trabalhos;
- A produção das máquinas depende da disponibilidade mecânica e da eficiência, haja vista a importância de técnicos qualificados para o estudo de tempos e movimentos dos equipamentos.



# 5. Fatores influentes

## 5.8 custos

- Os custos estão diretamente relacionados a aspectos operacionais, administrativos e econômico-financeiros, os quais influenciam o custo por tonelada de madeira, que é de fundamental importância na decisão da escolha dos equipamentos;
- O **custo fixo** é de fácil cálculo, depende somente das condições em que a empresa deseja recuperar o capital investido e qual o lucro que ela almeja em virtude do risco, da liquidez e rentabilidade do investimento;
- O **custo variável** torna-se mais sensível, devido à necessidade de ser controle efetivo de todo o gasto com combustível, pneus, lubrificantes e peças de reposição, manutenção, salário, encargos e benefícios do operador e, ainda, quando necessário, seguro e vigilância da máquina.

# 5. Fatores influentes

## 5.9 Grau de utilização

- O grau de utilização está ligado em grande parte ao operador e às condições de operação;
- Quanto ao operador, os principais pontos de influência são o tempo de alimentação (lanches e água) descanso e higiene pessoal, que ocupam em média 10 a 15% do tempo total disponível da máquina para o trabalho;
- Já a operação é influenciada normalmente pelo tempo de deslocamento, por obstáculos que existem no percurso e também pelas paradas técnicas.

## 5. Fatores influentes

### 5.10 Disponibilidade mecânica

- A disponibilidade mecânica é o tempo em que a máquina está disponível para trabalho;
- Deve-se observar a assistência técnica, disponibilidade de peças de reposição no mercado e a forma de manutenção indicada pelo fabricante.

## 5. Fatores influentes

### 5.11 Assistência técnica

- Uma eficiente assistência técnica dos equipamentos, que garante suporte de peças, deve ser analisada sob dois aspectos, sendo o primeiro o custo com oficina mecânica, gerando gastos com infraestrutura, mão de obra e almoxarifado.

# 5. Fatores influentes

## 5.12 Segurança e treinamento

- A segurança do operador é de vital importância e a prevenção é essencial, uma vez que o trabalho florestal é considerado de alto risco;
- Equipamentos com níveis aceitáveis de ruídos e boas condições ergonômicas fadigam menos o operador, reduzindo o risco de acidentes;
- O treinamento e as consequentes reciclagens são condições necessárias para manter níveis aceitáveis de produtividade, principalmente em máquinas mais sofisticadas, que exigem melhor qualificação dos operadores, pois, quanto melhor o treinamento, menores serão as discrepâncias entre operadores.

## 5. Fatores influentes

### 5.13 Danos ambientais

- As recuperações dos danos ambientais estão amparadas pelo aspecto legal, em se considerar que há sistemas com alta produtividade e custos reduzidos por unidade produzida e que provocam danos severos ao ambiente quando comparados a outros sistemas com menor produtividade e custos mais elevados.

## 6. Outros aspectos e sistemas

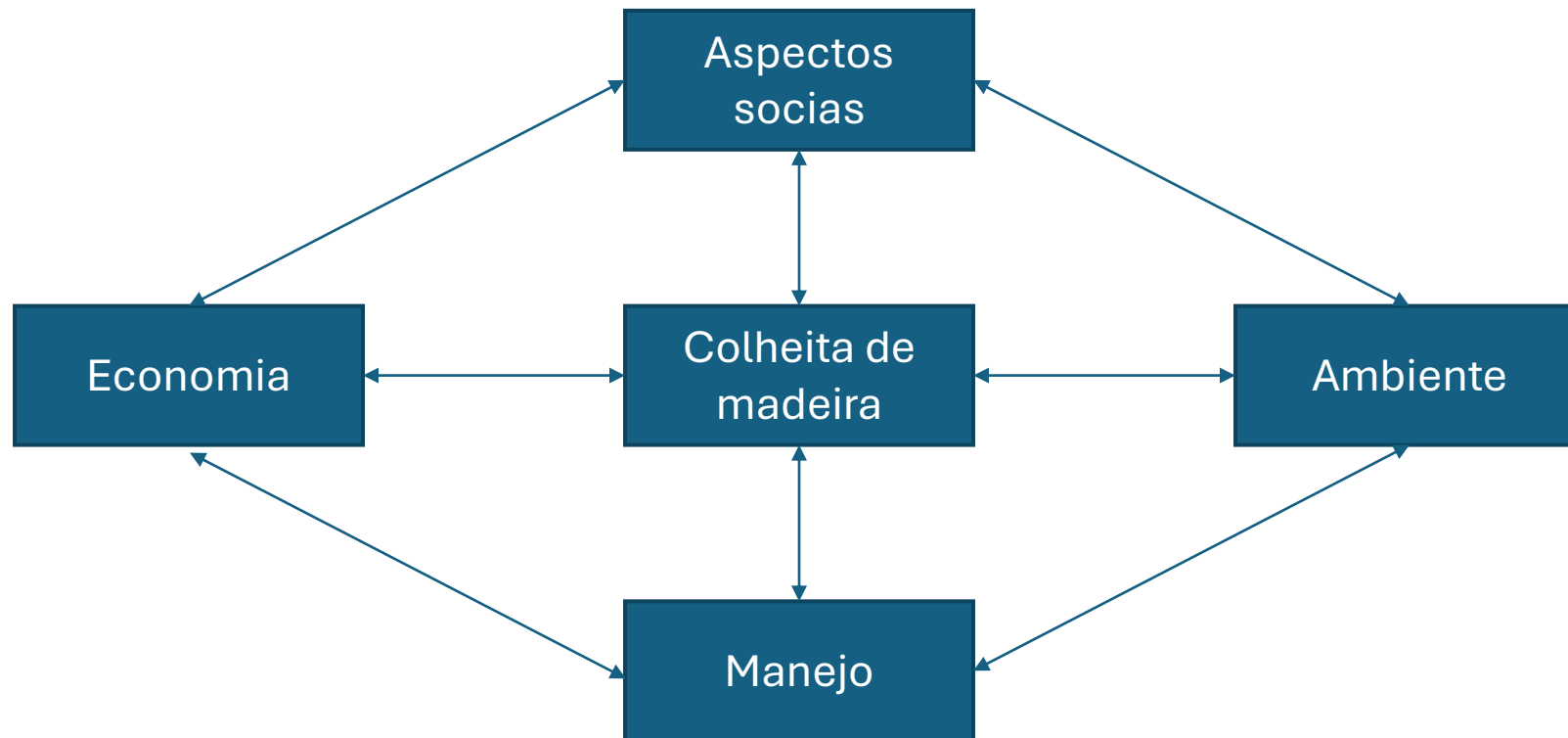


Figura 9 – Matriz de condução de povoamentos florestais. Fonte: Machado (2014)

## 6. Outros aspectos e sistemas

### 6.1 Sistema quente de colheita de madeira

- Nele, todas as atividades parciais entre o corte e carregamento são realizadas em curto espaço de tempo, mantendo o teor de umidade da madeira.



## 6. Outros aspectos e sistemas

### 6.2 Sistema frio de colheita de madeira

- As atividades que compõem este sistema não são desenvolvidas em uma sequência de operações;

# 7. Referências

- SOUSA, R. A. T. M. **Colheita e transporte florestal**. Notas de aula, 82 p. 2021.
- MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 2014.