

SISTEMAS

Jorge Roberto Malinovski

Consultor Malinovski Florestal

Carla M. S. Camargo

Universidade Federal do Paraná

Rafael A. Malinovski

Consultor Malinovski Florestal

Ricardo Anselmo Malinovski

Professor Adjunto UPPR

Gustavo Pereira Castro

Engenheiro Florestal

Introdução

A atividade florestal é um dos mais promissores segmentos da economia, em diversos países, considerando-se que a produção madeireira é a condição básica para o desenvolvimento de importantes indústrias na área de siderurgia, de papel e celulose, de movelearia, de construção civil e de outros setores. Há de se considerar ainda que o crescimento da população mundial, tendendo a aumento na demanda por produtos de origem florestal, reflete diretamente na intensificação e ampliação das atividades inerentes à colheita da madeira.

Essa tendência favorece a agregação de valores econômicos e, devido à natureza da atividade, gera impactos ambientais, que, na maioria das vezes, não são adequadamente sanados ou minimizados.

As alterações ambientais causadas pela colheita de madeira são inevitáveis, tanto em extração vegetal rudimentar e predatória, predominante em países em desenvolvimento, quanto na produção manejada e sustentada de florestas naturais, reflorestamentos e atividades industriais florestais altamente mecanizadas, típicas de países desenvolvidos.

O processo de mecanização das atividades de colheita florestal tem sofrido, nos últimos anos, inúmeras e abrangentes variações, as quais são influenciadas principalmente pela 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).

A colheita mecanizada, além de racionar a evolução dos custos, proporciona consideráveis reduções de mão de obra em prazos relativamente curtos, aumentando a produtividade e a humanização do trabalho florestal, melhorando a qualidade do produto final e podendo ainda reduzir o nível de danos ambientais. As atividades de colheita de madeira e transporte florestal em florestas plantadas são consideradas importantes na definição de custos da matéria-prima para as fábricas transformadoras de produtos, correspondendo a 60-70% dos custos totais.

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. As condições ambientais podem alterar parte do sistema, fazendo com que haja necessidade de troca de elementos conforme o trabalho a ser executado. 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.), ou seja, deve-se manter a concordância no plano global. Portanto, podem-se definir sistemas como planificação, método e ordenamento das atividades a serem desenvolvidas.

Além das atividades envolvidas diretamente na produção de madeira, outras operações, como aproveitamento de biomassa e a interface com as atividades silviculturais, necessárias para a reforma ou condução dos talhões também devem ser consideradas.

Histórico

O cronograma a seguir mostra a transformação tecnológica de máquinas e equipamentos que influenciam os sistemas de colheita de madeira no Brasil:

- 1960-1970

- Primeiras motosserras

- Tratores agrícolas com guincho, barra e corrente

- Construção de gruas para carregamento

- 1970-1980

- Modernização das motosserras

- Tratores agrícolas modificados com pinça hidráulica traseira

- Autocarregáveis

- 1980-1990

- Feller Bunchers de disco

- Skidders

- Harvesters

- Forwarders

- Delimiters

- Knuckleboom Loaders Slashers

- Timber Haulers

- 1990 em diante

- Picadores de campo

- Shovel Loggers

- Máquinas Purpose Build

- Flail Debarkers

- Slash Bundlers

- Máquinas combinadas (Harwarder)

- Torres madeireiras com cabeçotes

- Harvester e Forwarder com guincho

A mecanização da colheita florestal vem evoluindo a cada ano, trazendo grandes avanços tecnológicos, como se observa a seguir:

- motosserras mais leves, com menor vibração e ruído;

- máquinas ergonômicas, com cabines fechadas, livres de poeira, menor ruído, assento regulável e com amortecedores, joystick etc.;
- máquinas de corte e acumulador, que permitem fazer feixes prontos para o arraste (Feller Buncher);
- Skidder hidráulico com pinça, que permite o arraste de feixe de árvore;
- máquinas de corte, acumulador e processador, que deixam a madeira pronta para o carregamento;
- tratores autocarregáveis, que deixam a madeira pronta para o transporte;
- cabeçotes processadores com possibilidade de descascamento para eucaliptos;
- descascadores de correntes para múltiplas árvores inteiras (Flail Debarker);
- máquinas para arraste em áreas inclinadas e banhados operadas a distância por controle remoto;
- menor compactação do solo, pneus mais largos ou duplos, de baixa pressão e com esteiras;
- maior produtividade – rendimento do corte superior a 3 st./homem/hora para 50 st./homem/hora;
- maior produtividade – rendimento da extração superior a 1 m³/homem/hora para 50 m³/homem/hora;
- no transporte também foi constatado aumento da capacidade de carga, que variou de 10 a 74 t, utilizando composições veiculares de carga (CVC), com carrocerias adequadas ao transporte de toras compridas;
- maior preocupação com as condições de acesso às áreas de corte e danos ambientais;
- aumento das interfaces com a cadeia produtiva, focando nas atividades silviculturais subsequentes; e
- aproveitamento de biomassa para fins energéticos.

Atualmente, a colheita florestal pode ser assim dividida: grandes empresas, que dispõem de máquinas leves, médias e pesadas, altamente sofisticadas; pequenas empresas, que utilizam métodos rudimentares,

tradicionais, baseados na mão de obra não especializada e barata; e, finalmente, as empresas de médio porte, que constituem a grande maioria, as quais utilizam sistemas intermediários, baseados em maquinaria leve, de fabricação nacional e emprego de mão de obra especializada.

Os principais modais de sistemas de colheita mecanizada utilizados atualmente pelas empresas são:

- Motosserra + mini-Skidder.
- Motosserra + autocarregável.
- Motosserra + guincho.
- Motosserra + torre madeireira + Delimber + Slasher
- Motosserra + torre madeireira + Harvester
- Harvester + Forwarder
- Harvester + Skidder + Slasher ou garra traçadora
- Slingshot + Forwarder.
- Feller Buncher + Slingshot + Forwarder Feller Buncher + Skidder + processador.
- Feller Buncher + Skidder + grade desgalhadora.
- Feller Buncher + Shovel Logger + Skidder + processador
- Feller Buncher + Skidder + Stroke Delimber + Slasher.
- Feller Buncher + Harvester + Forwarder
- Feller Buncher + Skidder + Flail Debarker + Slasher
- Feller Buncher + Skidder + Knuckleboom Loader
- Feller Buncher + Clambunk + processador.
- Feller Buncher + Clambunk + garra traçadora.
- Feller Buncher + Skidder + picadores móveis.
- Combo: cabeçote de Harvester e Forwarder em uma mesma máquina.

Sistemas mais utilizados

A integração de máquinas relacionadas com atividades parciais é um fator que caracteriza sistemas de madeira a serem adotados. Em desbaste, foram utilizados com frequência sistemas de colheita em que as atividades de corte, desgalhamento, traçamento e empilhamento eram efetuadas manualmente, com rendimentos relativamente baixos, conforme se verifica na Figura 6.1.

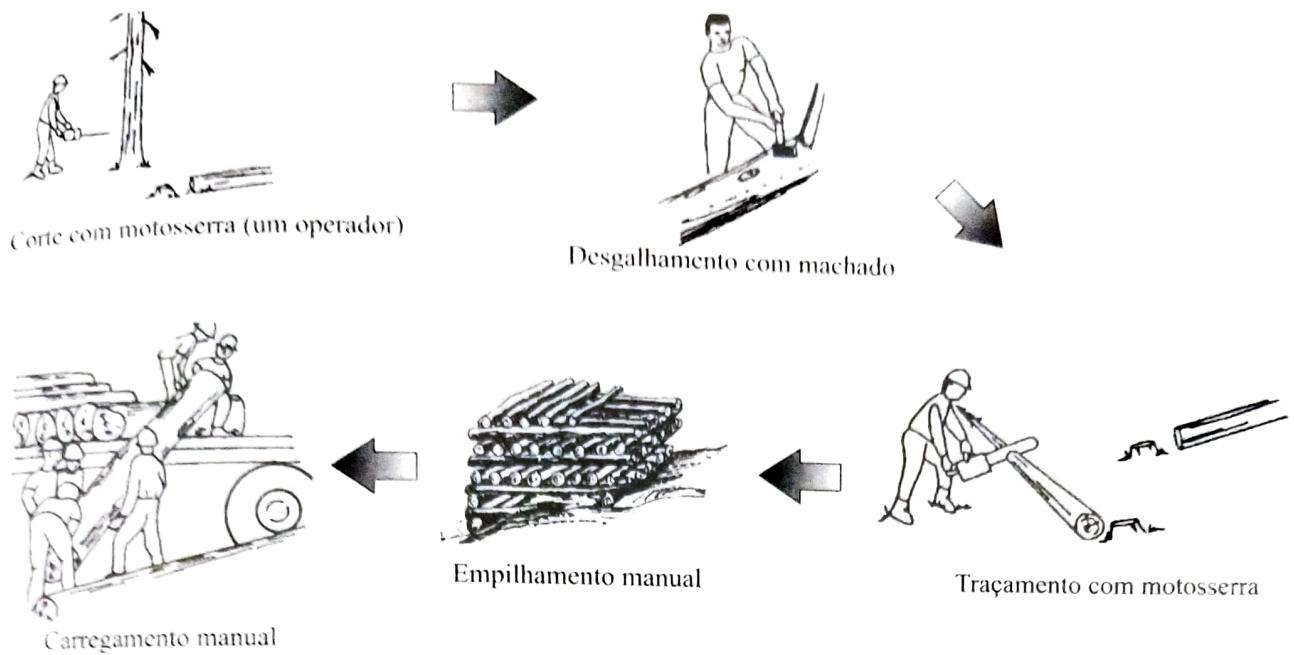


Figura 6.1 - Sistema de toras curtas manual.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

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 pírus e eucalipto, conforme Figura 6.2.

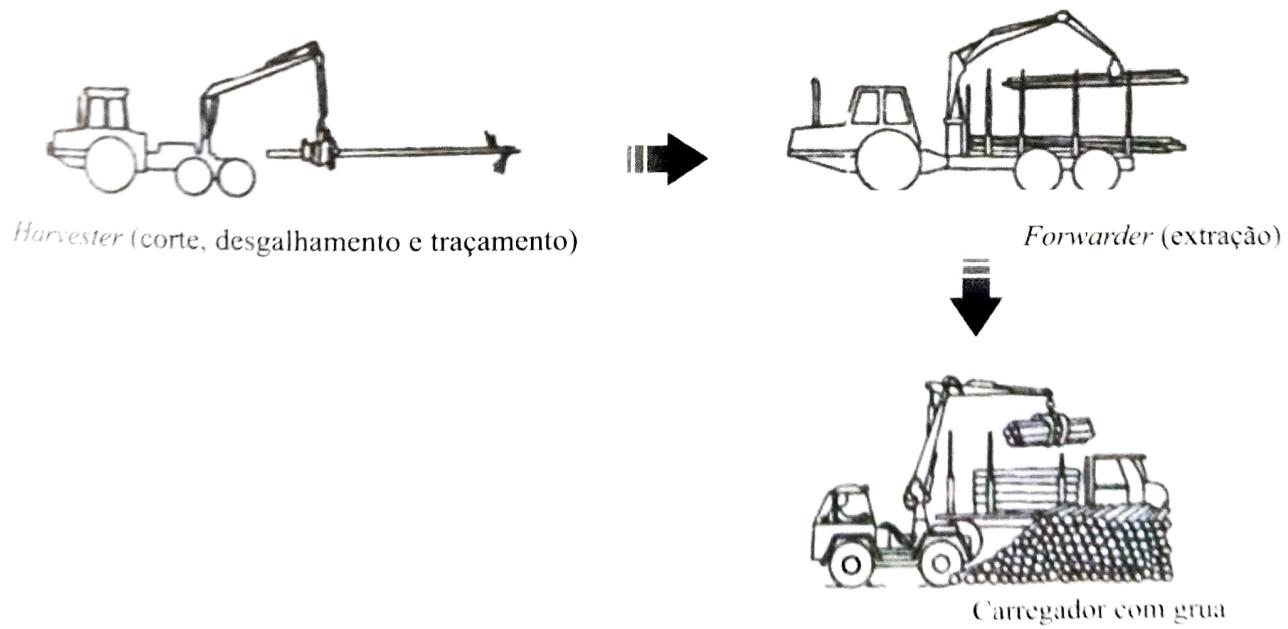


Figura 6.2 - Sistema de toras curtas mecanizado.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

No sistema fuste (*tree length*), usado na colheita de pírus, o corte era efetuado com motosserra; o arraste e o desgalhamento eram

anteriormente feitos através de mini Skidder, com baixo rendimento (Figura 6.3).

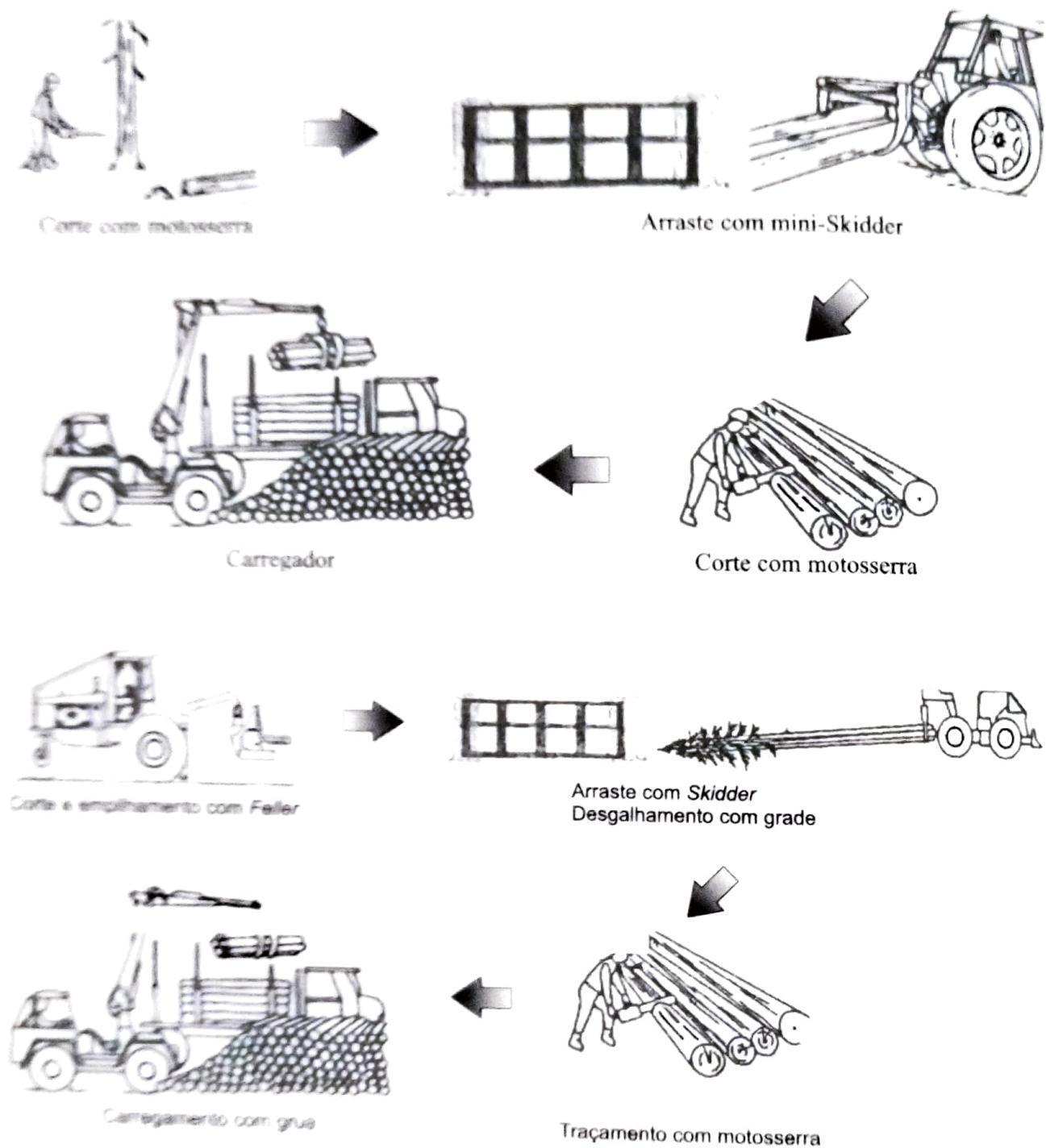


Figura 6.3 - Sistema de toras longas mecanizado.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

Atualmente, utilizando Feller Buncher e Skidder, aumentou significativamente a produtividade.

Sistemas de colheita mecanizados

De acordo com as condições locais, há uma combinação de atividades manuais e mecânicas dentro de cada sistema de colheita de madeira, as quais baseiam-se, essencialmente, no comprimento das toras a serem retiradas da floresta. Existem cinco sistemas de colheita de madeira no que se refere à forma da matéria-prima: sistema de tora curta, sistema de fuste, sistemas de árvores inteiras, sistemas de árvores completas e sistema de cavaqueamento. Com esses sistemas de acabamento de árvores, há diversas alternativas, as quais apresentam restrições. É interessante, no entanto, que se conheçam metodologias adequadas para que se possa optar pela mais conveniente (MACHADO, 1984).

Sistema 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. O comprimento em que as toras serão seccionadas dependerá da finalidade da madeira para a indústria, da capacidade e dimensão das máquinas utilizadas no baldeio, bem como dos veículos de transporte (caminhões) e, ainda, do índice de mecanização da operação, apresentando assim até 7 m de comprimento. Após essas atividades a madeira é baldeada para a margem da estrada ou pátio temporário por outra máquina (Figura 6.4), como um Forwarder.

Este sistema não era indicado para regiões com topografia acentuada, porém já existem máquinas com guinchos ou cabos de tração auxiliar que permitem a colheita e a extração até 80% de declividade.

No Brasil, sua principal justificativa deve-se ao fato de o sistema de toras curtas poder ser utilizado com menor grau de mecanização, pois o corte e o traçamento podem ser feitos com traçadeiras; o desgalhamento, com machado; e o carregamento, manualmente, caso as toras sejam de pequenas dimensões. Outras vantagens são:

- Causa baixo impacto negativo no meio ambiente, no que se refere a solos, mesmo com equipamentos sofisticados, como Harvester e Forwarder.
- Facilita o deslocamento a pequenas distâncias.
- Pode de ser utilizado de forma mais eficiente em colheitas de 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 carreadores 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.

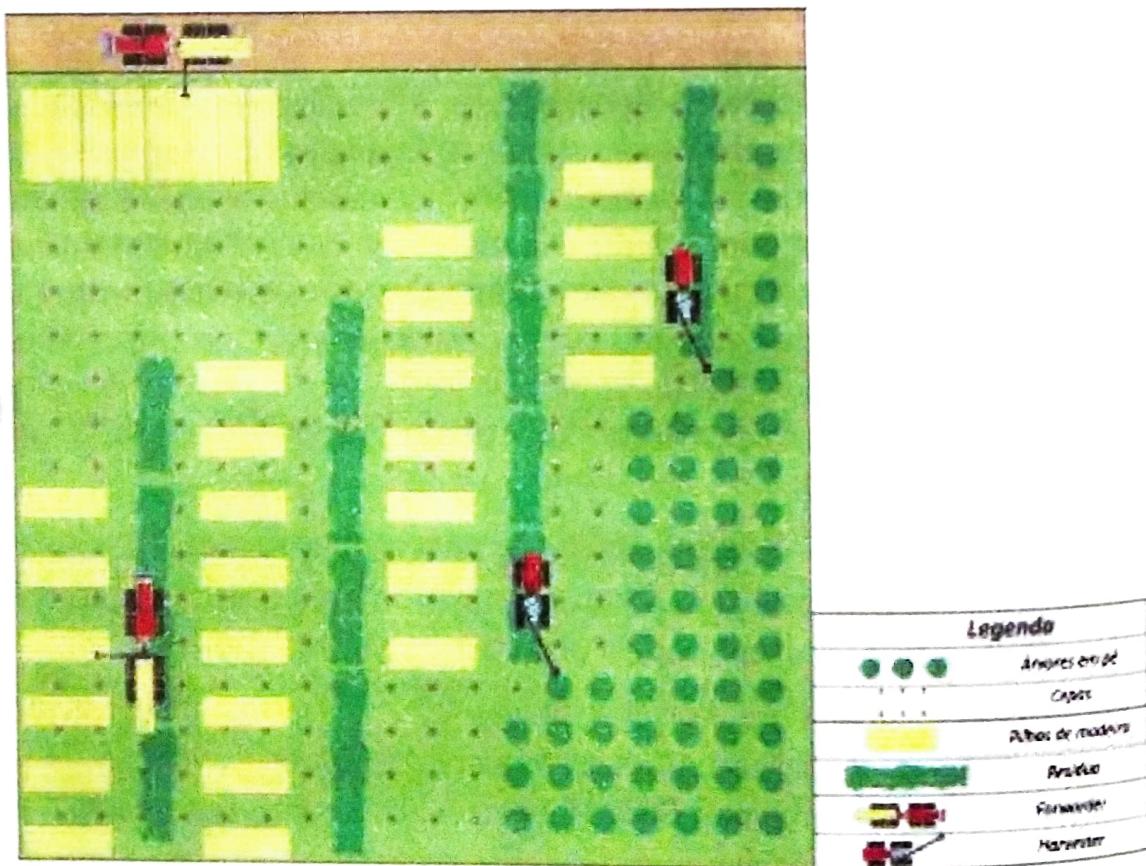


Figura 6.4 - Sistema de colheita *cut to length*.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

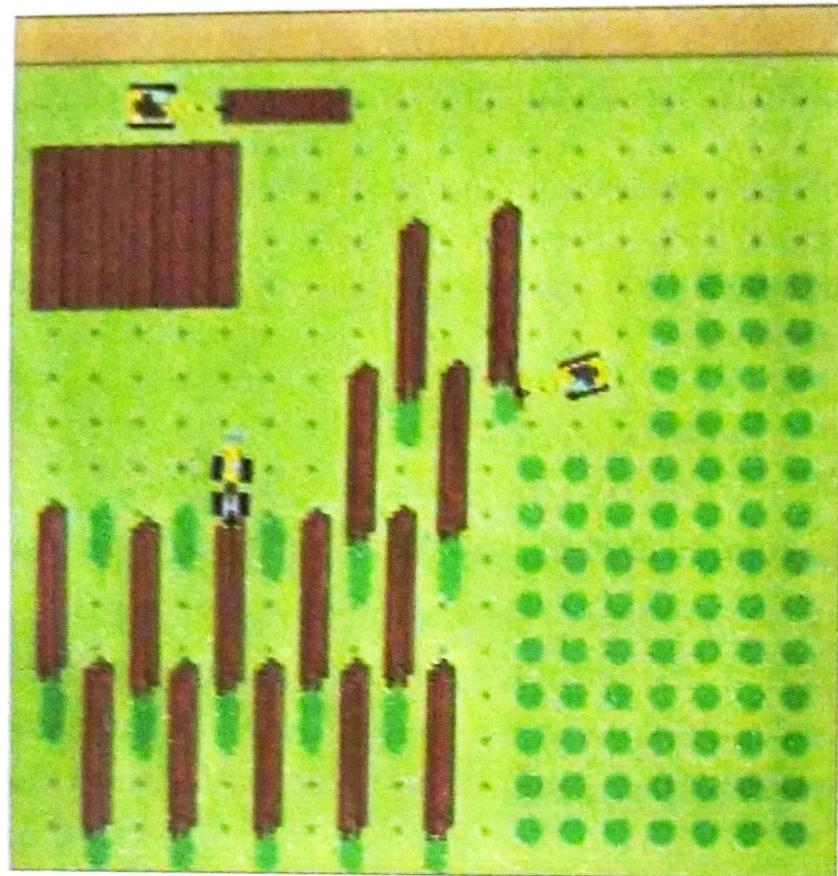
Este sistema possui, ainda, outras nomenclaturas, como: *short wood* e *log length*, porém a nomenclatura *cut to length* é conhecida internacionalmente.

As principais máquinas utilizadas, atualmente, neste sistema de colheita são: Harvesters, Forwarders, autocarregáveis e Skidders de cabo (*piggyback*).

Sistema de toras longas ou fuste (*tree length*)

Neste sistema de colheita, as árvores são semiprocessadas (desgalhamento, descascamento e destopamento) 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, como pode ser visto na Figura 6.5. 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, garras traçadoras e em terrenos acidentados juntos com torres madeireiras.

Este sistema pode ser considerado um dos mais baratos quando mecanizado, e sua principal origem encontra-se nos países norte-americanos, onde cerca de 90 a 95% de toda a colheita da madeira, até 1996, era realizada por esse sistema. As principais justificativas seriam a grande eficiência mecânica dos equipamentos quando comparados ao sistema anterior, 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.



Legenda	
Árvores em pé	Casca
Árvores processadas	Pilhas de madeira
Arrasto	Harvester
Hasteira	Scatter
Durro Disponível	

Figura 6.5 - Sistema de colheita tree length.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

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 (Figura 6.6). Este sistema requer elevado índice de mecanização e normalmente é aplicado para a colheita de árvores de grande porte, necessitando, portanto, de máquinas e equipamentos especialmente dimensionados para esse tipo de operação. Pode ser utilizado tanto em terrenos planos quanto nos acidentados.

Em casos de uso de biomassa para energia, este sistema é indicado devido à potencialidade de uso de casca, ramos e acículas ou folhas que ficam dispostas à beira do talhão, facilitando assim o amontoamento e a picagem dos resíduos florestais. Caso não seja utilizada como biomassa, os resíduos poderão ser redistribuídos pelo talhão. Outra forma de utilização desse sistema ocorre com frequência na Alemanha, onde as árvores são transportadas com galhos e somente destopadas em um pátio estacionário, em que são efetuadas as

atividades de desgalhamento, descascamento, mensuração eletrônica dos fustes, traçamento de acordo com programas de computador, pedidos de sortimento dos clientes e armazenamento em boxes com sortimento iguais em uma verdadeira linha de produção. Hoje, este sistema vem sendo substituído pelos de Harvester e Forwarder.

As maiores empresas no Sul do Brasil utilizam este sistema em suas operações, principalmente em corte raso, diferenciando-se quanto ao equipamento empregado e ao destino final da madeira. O baixo custo e a tradição de uso deste sistema por empresas americanas, são os fatores responsáveis pelo seu desenvolvimento no país.

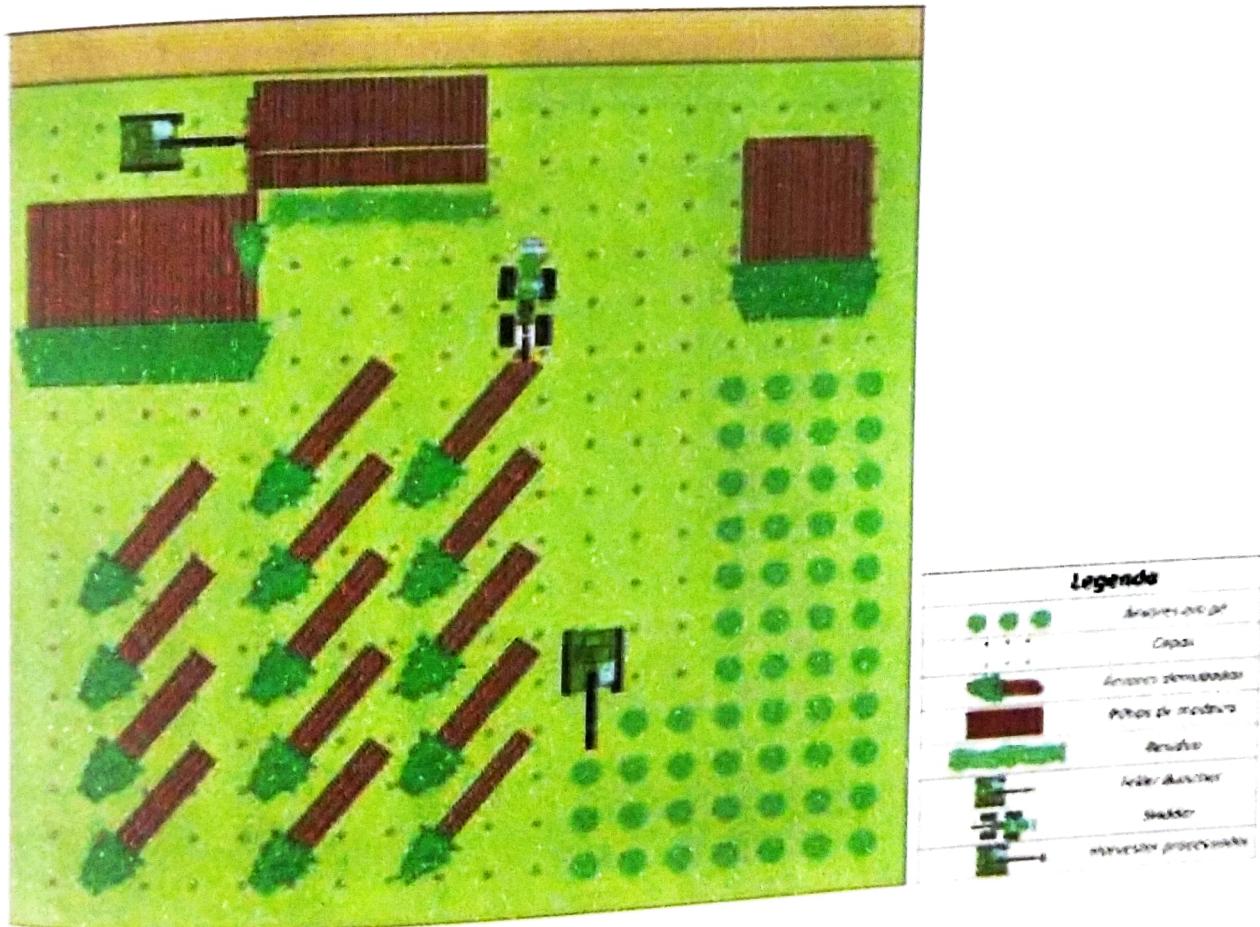


Figura 6.6 - Sistema de colheita full tree.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

Outra variação que vem sendo implementada para o corte do eucalipto é a derrubada com Feller Bucher, o arraste com Skidder e o descascamento com Flail Debarkers (descascadores de correntes) sendo o traçamento realizado com Slasher ou garra traçadora.

Geralmente as principais máquinas utilizadas neste sistema de colheita são: Feller Bunchers, Shovel Loggers, Skidders, Clambunk

Skidders, Stroke Delimbers, Knuckleboom Loaders, Slashers processadores e garra traçadora.

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, conforme se verifica na Figura 6.7. Somente nos casos em que as raízes apresentam valor comercial este sistema é viável, a exemplo de 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, que provavelmente, seria prejudicial para manutenção da produtividade dos sítios.

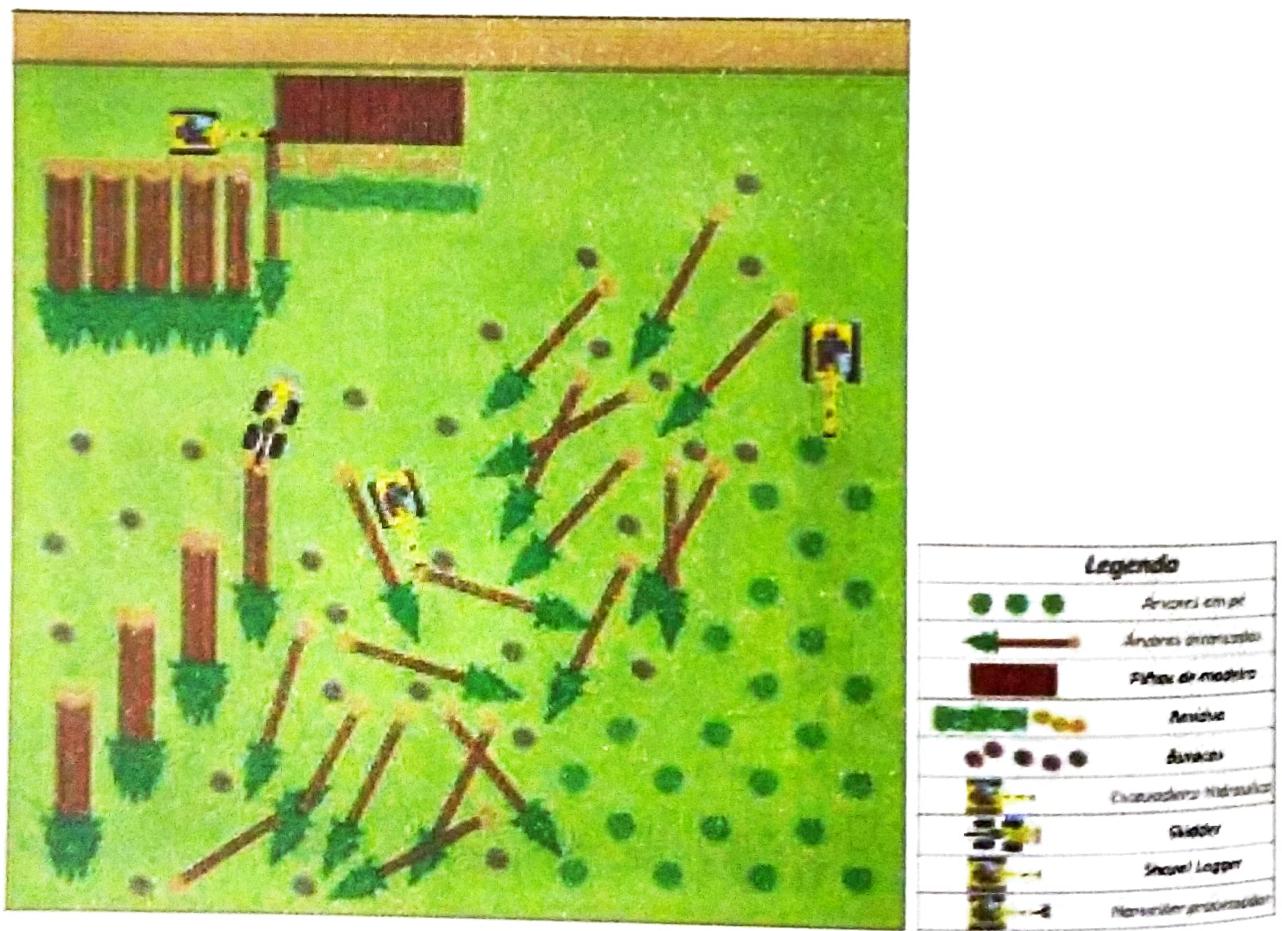


Figura 6.7 - Sistema de colheita whole tree.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

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.

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 da madeira em cavaco por picadores florestais móveis de campo (Figura 6.8). Posteriormente, são transportadas para a indústria em veículos apropriados ao transporte de cavaco.

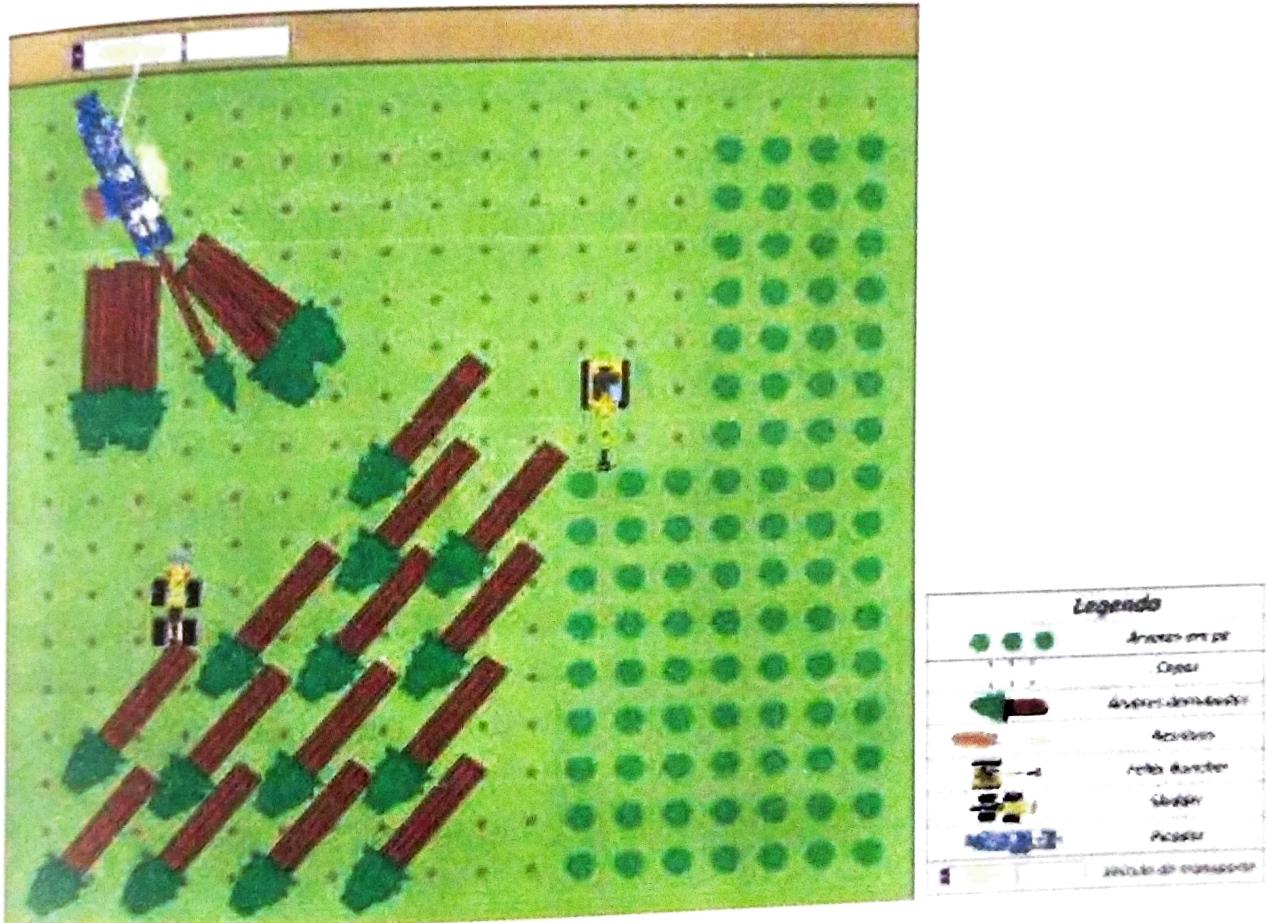


Figura 6.8 - Sistema de colheita *chipping*.

Fonte: Jorge Roberto Malinovski.

Fatores influentes

A colheita de madeira, do corte ao centro de transformação, geralmente passa pelas seguintes fases: derrubada, desgalhamento, traçamento, extração e carregamento. Essas fases podem apresentar variações quanto à sua ordem – com exceção do corte – e ao índice de mecanização, em virtude da disponibilidade de mão de obra e equipamentos.

A aquisição e introdução de qualquer equipamento devem ser procedidas de detalhado estudo sobre custos e rendimentos envolvidos, infraestrutura de assistência técnica dos fornecedores e treinamento dos operadores. Devem também ser acompanhadas de eficiente serviço de manutenção e avaliações periódicas de resultados, eficiente de atender plenamente à segurança dos operadores.

Os principais aspectos determinantes da produtividade e dos custos de máquinas e equipamentos que compõem sistemas de colheita da madeira são abordados a seguir.

Aspectos legais

Correspondem ao conjunto de fatores que envolvem legalmente a colheita florestal e determinam os custos, considerados muito altos e com prazos de retorno relativamente longos. Estão inseridas nestes aspectos as legislações trabalhista, ambiental, fiscal e aduaneira, bem como as políticas governamentais, conforme apresentadas a seguir:

- Legislação trabalhista: higiene, segurança do trabalho, escala de serviços e frequência.
- Legislação ambiental: sistemas e equipamentos, extensão das áreas de corte, danos ao solo (compactação e erosão), danos ao povoamento remanescente (injúrias no fuste das árvores, esmagamento das raízes e redução do volume das copas), danos à rede hidrográfica (prejudicando a qualidade da água) e aproveitamento de resíduos florestais.
- Legislação fiscal e aduaneira: restrições a importações de máquinas e peças e incidência em impostos sobre prestadores de serviços e custos dos financiamentos.
- Políticas governamentais: preços de insumos, combustíveis e lubrificantes, política salarial e diretrizes para educação e treinamento de mão de obra.

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. Estão inseridos nestes aspectos

planejamento operacional, políticas e estratégias, qualificação de mão de obra, *turnover* e padronização, assim descritos:

- Planejamento operacional: zonas de aplicação, escolha do sistema operacional, seleção de equipamentos, plano operacional de colheita, areia na madeira, mortalidade dos tocos, conservação de solos e povoamento remanescente.
- Política e estratégias: recursos humanos, questões salariais, suprimento, fornecedores, estoques, manutenção, desenvolvimento tecnológico e terceirização.
- Qualificação de mão de obra: recrutamento e seleção, contratação para operação, manutenção e supervisão, custos de treinamento e aperfeiçoamento de pessoal.
- Turnover: custos de reposição de pessoal.
- Padronização: qualidade, processos críticos ao meio ambiente e certificação.

Aspectos do ambiente físico

Correspondem ao conjunto de fatores ambientais em que a colheita florestal está inserida. Representam custos muito altos e com prazos de reversão relativamente longos. Estão inseridos nestes aspectos as áreas, a topografia, o solo e o clima, descritos a seguir:

- Áreas: extensão total, dispersão, tamanho médio dos blocos e índice de aproveitamento.
- Topografia: declividades, macrorrelevos, extensão e formato das bacias de drenagem, microrrelevo, rugosidade e obstáculos da superfície.
- Solo: textura, granulometria, capacidade de suporte, drenagem no perfil, fertilidade, compactação, erosividade e erodibilidade.
- Clima: regime de chuvas e distribuição anual, extensão dos períodos secos e chuvosos, intensidade, duração das chuvas, amplitude térmica e umidade relativa do ar.

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. Nesse conjunto de fatores estão inseridos: espécie, origem do povoamento, estágio atual, árvore, qualidade dos plantios e potencialidade para diversos sortimentos, conforme descrito na seguir:

- Espécie: diâmetro e rigidez dos galhos, porcentagem de copa, espessura e rugosidade da casca, acúmulo de material abrasivo e densidade da madeira.
- Origem do povoamento: sementes, estacas, clones e brotação.
- Estágio atual: idade do corte, incremento médio anual, volume por hectare, porcentagem e distribuição das falhas do sub-bosque.
- Árvore: volume individual, diâmetro, fator de forma, conicidade e altura total e comercial.
- Qualidade dos plantios: homogeneidade, tortuosidade na base das árvores e espaçamento.
- Potencialidade para diversos sortimentos: objetivo da madeira (processo, serraria, laminação, faqueado etc.).

Aspectos operacionais

Correspondem ao conjunto de fatores concernentes à operação de colheita florestal, com baixo custo e prazo de reversão relativamente curto no que se refere a nível de treinamento, consumo de energia, manutenção de estoque, custos considerados altos com prazos médios de reversão em relação à frota, logística, rede viária, regime de manejo, utilização, sortimento de madeira e interfaces, conforme especificados a seguir:

- Nível de treinamento: do operador, da supervisão e dos instrutores.
- Consumo de energia: total ou por unidade produzida.
- Manutenção de estoques: intermediários, finais, cavacos e tempo de corte da madeira.
- Frota: idade, renovação, padronização, disponibilidade mecânica e utilização.
- Logística: de abastecimento, de manutenção e de suprimentos para partes e componentes.

- Rede viária: extensão, traçados e parâmetros técnicos (raios de curvatura, pontes, aterros, passagens estreitas, erosão, drenagem de superfície e subterrânea, sinalização e porcentagem de rampas).
- Regime de manejo: corte raso e desbaste inicial e intermediário.
- Utilização: múltiplo ou único uso e nível de aproveitamento de resíduos.
- Sortimento da madeira: rigor das especificações, comprimento das toras, diâmetro mínimo de aproveitamento, separação e classificação.
- Interfaces: pátio industrial, suprimentos, financeiro e planejamento corporativo.

Aspectos econômico-financeiros

Nestes aspectos estão inseridos – além dos fatores que envolvem custos na colheita florestal e representam custos baixos e com prazos de reversão relativamente curtos – o volume de recursos, os custos financeiros e reinvestimentos e a rentabilidade do negócio e, ou, rentabilidade florestal, assim descritos:

- Volume de recursos: disponibilidade de créditos, prazos de pagamento, fluxo de caixa, endividamento de curto e longo prazos e geração líquida de caixa.
- Custos financeiros e reinvestimentos: custos de oportunidade, custos operacionais, ponto ótimo de reposição, custos de manutenção e custo unitário de produção.
- Rentabilidade do negócio e, ou, rentabilidade florestal: continuidade das políticas de estratégia de longo prazo.

Quanto à escolha de equipamentos a serem utilizados na colheita de madeira, deve-se atentar para os aspectos anteriormente citados, os quais influenciam a relação benefício/custo, considerando que todo projeto visa atender às condições aparentemente adversas, relacionadas com o capital a ser investido, que deve ser mínimo e com máxima produção, diminuindo os custos a longo prazo, mantendo a humanização no trabalho florestal e reduzindo os impactos ambientais, satisfazendo às seguintes condições:

- controlar melhor os fatores determinantes de custos, com reduções claramente quantificáveis;

- reduzir refugos no processo (melhorar e quantificar);
- aumentar a produtividade das operações e do sistema administrativo;
- melhorar o nível de satisfação do cliente interno;
- aumentar a confiabilidade operacional;
- permitir evolução tecnológica;
- melhorar as condições de trabalho, de conforto, bem-estar e segurança individual dos empregados;
- reduzir trabalhos burocráticos, impactos ambientais e o consumo de energia;
- estar interligado com as atividades silviculturais subsequentes;
- aumentar a agilidade interna e possibilitar maior flexibilidade operacional; e
- observar outros pontos, como eficiência, disponibilidade mecânica, custos por unidade volumétrica de madeira em atividade equivalente, assistência técnica, impacto ambiental etc.

Os diferentes pontos analisados não têm necessariamente o mesmo peso sobre o total, devendo cada um sempre ser ponderado de acordo com os objetivos e as necessidades da empresa.

Tipo de povoamento e objetivo da colheita

A escolha de equipamentos utilizados na colheita florestal envolve **aspectos ambientais**: extensão e dispersão das áreas, topografia (declividade do terreno, microtopografia), condições climáticas (temperatura e precipitação principalmente), tipo de solo (textura, granulometria, compactação, erosão); **aspectos do povoamento em si**: espécie utilizada, origem do povoamento, estágio atual, árvore, qualidade do plantio (principalmente o diâmetro médio da base das árvores, o espaçamento entre as linhas e o sentido do alinhamento principal); e **aspectos operacionais**: nível de treinamento, consumo de energia, estoques, frota, logística, rede viária, regime de manejo (desbastes sistemáticos, desbastes seletivos, até quatro a cinco por rotação, corte final ou corte raso sem desbaste), uso final da madeira (energia, celulose, serrarias e chapas), em que cada tipo requer alguns cuidados especiais com a qualidade do fuste, sobretudo no desgalhamento e traçamento.

A análise criteriosa dos objetivos e da forma em que se encontram os povoamentos definirá os modelos dos maquinários adequados para diferentes situações.

Produtividade

Na definição real da produtividade de determinado equipamento estão envolvidos os aspectos operacionais anteriormente citados, de fundamental importância no dimensionamento das máquinas necessárias para realização das produções diárias, a fim de atender às fontes consumidoras, bem como aos aspectos ambientais, operacionais, administrativos e do povoamento em si.

Quando se refere à corte, as principais fontes de variação para uma mesma atividade, normalmente, são volume individual das 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. É necessário que se faça uma “análise de sistema”, objetivando o equilíbrio nesse processo de colheita.

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 se ter 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.

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. Pode-se considerar como o tempo em que a máquina está em condições de produzir, mas não está em operação. O tempo perdido pode ser influenciado pela experiência, pelo dia da semana e pelo estado de ansiedade do operador.

Disponibilidade mecânica

A disponibilidade mecânica é o tempo em que a máquina está disponível para trabalho. Em alguns casos, apresenta percentuais decrescentes, em razão da vida ou do tempo de operação; com isso, os custos de manutenção crescem com o número de horas por ela trabalhadas. Quanto maior o investimento na aquisição do equipamento, mais rigoroso deve ser o controle. Deve-se observar a assistência técnica, disponibilidade de peças de reposição no mercado e a forma de manutenção indicada pelo fabricante.

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 e mão de obra e almoxarifado. O outro aspecto é quando se utilizam equipamentos importados, em que ocorrem gastos com taxas de importações e pessoal treinado para o seu manuseio.

Para redução de gastos com manutenção, os quais vão incidir sobre o custo horário da máquina, deve-se manter eficiente uma estrutura de manutenção, interagindo com a assistência técnica dos revendedores.

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.

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. Devem-se considerar os riscos também ao ambiente, incorporando-os ao custo total da operação, pois o objetivo é obter uma produção sustentável durante várias rotações.

Em povoamentos sob regime de manejo com desbaste, deve-se conhecer qual é a quantidade de árvores remanescentes que poderá ficar comprometida (tanto por problemas de compactação do solo, sulcamento, como por injúrias nas raízes ou nos fustes das árvores remanescentes) conforme o sistema de colheita adotado. É importante ressaltar que se deve manter a capacidade produtiva dos sítios florestais, planejar a extração de forma eficiente com equipamentos adequados e conscientizar e treinar os operadores.

Considerações finais

A manutenção da produtividade dos plantios florestais, independentemente da rotação, é o principal desafio das empresas que buscam incessantemente uma inter-relação entre as atividades de colheita e a condução dos povoamentos florestais, elaborando planos

de manejo adequado, mantendo os danos ambientais causados pela colheita sob controle e ainda ser economicamente viável, respeitando os aspectos sociais regionais. Portanto, a condução de povoamentos florestais deve atender à seguinte matriz (Figura 6.9):

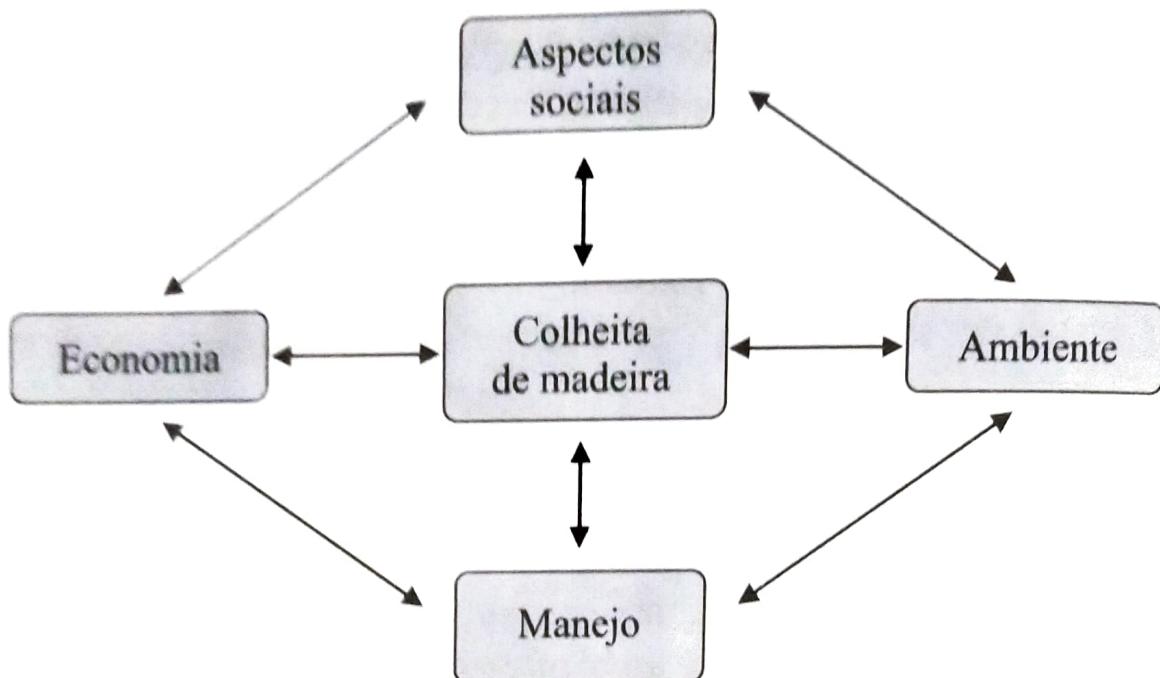


Figura 6.9 - Matriz de condução de povoamentos florestais.

A necessidade de desenvolver sistemas de colheita de madeira deve-se principalmente ao fato de haver diversos locais para transformação da árvore em sortimento, desde a floresta até o centro consumidor. Dessa forma, as várias atividades podem ser desenvolvidas nos seguintes locais:

- na floresta, onde as árvores foram derrubadas;
- no pátio, onde se concentra a madeira a ser transportada;
- à beira de estrada, local ao longo das estradas ou bordadura de talhões; e
- no pátio de indústria, local próximo ao centro de transformação das toras ou dos fustes em produtos.

De acordo com a atividade, esta pode ser desenvolvida em algum local entre aquele em que a árvore cresceu e o centro de transformação. A definição do local depende basicamente da máquina ou do implemento que se utilizará para desenvolver determinada tarefa.

Entre os vários equipamentos utilizados no sistema de colheita de madeira, a máquina é essencial nas atividades parciais e deve trabalhar sempre de acordo com a atividade de maior custo ou maior rendimento. O sistema de colheita pode definir inclusive o tipo de veículo (composição) a ser utilizado no transporte até a fábrica, pois, dependendo da forma como a madeira fica no pátio (tora ou fuste), ele determinará o tipo de carroceria a ser empregado.

Outra definição importante nesse contexto é sobre o tipo de colheita adotado e que vem ao encontro do tipo de matéria-prima desejada (mais seca ou mais verde), para o uso industrial. Há, no entanto, dois tipos básicos de sistema (a seguir).

Sistema quente de colheita de madeira

Nele, todas as atividades parciais entre corte e carregamento são realizadas em curto espaço de tempo, com pouca espera entre uma atividade e outra, mantendo o teor de umidade da madeira. É um fator importante para alguns tipos de processo, como a produção de papel pelo sistema termomecânico, pois, nessa situação, quanto mais verde a madeira, melhor será o rendimento – por exemplo, uso de madeira de pinus para serraria, em que a entrada de fungos não é desejada, pois causará o que se chama mancha azul.

Sistema frio de colheita de madeira

As atividades que compõem este sistema não são desenvolvidas em uma sequência de operações, ou seja, há um tempo de espera entre uma atividade e outra, formando frentes de trabalho nos diversos estados em que se encontram as partes da árvore. Assim, o tempo de carregamento da madeira e seu uso é muito maior que no sistema quente, formando “estoques” de madeira na floresta. Este sistema é comumente utilizado por empresas que necessitam de madeiras mais secas, como é o caso do segmento de produção de papel, chapas de partículas ou mesmo de carvão vegetal. A grande vantagem deste método é que não se transporta tanta água, como no sistema quente, porém há um custo maior de estocagem no campo e riscos de incêndios em pilhas de madeira já secas pelo tempo.