

# **ANÁLISE DE SISTEMA NA EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE EM FLORESTAS**

## **PLANTADAS\***

**Gerhard Wilhelm Dittmar Stöhr\*\***

### **SUMMARY**

*This article is meant to show the methodology of system analysis and its application in practice, and to suggest a suitable terminology for its use.*

*As a practical example, the thinning of an even-aged stand of PINUS SPP. has been elaborated.*

### **1. Introdução**

A necessidade de racionalizar as atividades florestais em especial a exploração, por ser um dos itens de maiores custos nas atividades florestais durante a vida de um povoamento, levou nos últimos anos ao desenvolvimento de sistemas de coleta de madeira altamente mecanizados.

Nos países florestais do hemisfério norte já existem numerosos sistemas e procedimentos nos quais são empregadas sofisticadas máquinas semi-automáticas ou completamente automáticas que podem ser agrupadas em diferentes seqüências de acordo ao sortimento a produzir.

Embora algumas das atividades florestais no Brasil, por exemplo o desmatamento e preparo do terreno para futuros plantios, já atingiram, em muitas partes, altos graus de mecanização, no entanto, existem outras que estão atualmente dando os primeiros passos nessa direção.

Embora a mecanização não seja a única forma de racionalização nos trabalhos florestais ela tem um lugar de elevada importância nos esforços para reduzir os custos e tornar mais humano o trabalho nas florestas.

Até agora a exploração florestal, em especial, a coleta da madeira, foi analisada em forma de blocos, de acordo com os trabalhos que se efetuam em forma conjunta ou consecutiva num tempo determinado. Na medida que melhora a

acessibilidade das florestas, e aumenta a mecanização, uma melhor planificação dos trabalhos florestais e uma previsão mais exata dos custos é cada vez mais imprescindível quando se deseja continuar competindo com outras empresas na área florestal. Com o aumento da mecanização nos trabalhos florestais torna-se cada vez mais importante um aproveitamento apropriado das capacidades de produção das distintas máquinas empregadas nas respectivas operações florestais.

A otimização na utilização dos distintos fatores de produção, diminuindo por sua vez ao máximo o tempo de estocagem da madeira entre as distintas operações, é possível obter através de uma apurada análise de sistema.

A técnica da análise de sistema, ultimamente muito utilizada na Europa e Estados Unidos, é aplicável para os distintos tipos de trabalho, sejam estes florestais ou outros.

Estudar-se-á a análise de sistema em relação com a coleta e o transporte da madeira, porque é neste setor da atividade florestal em que melhor pode ser demonstrado sua utilidade, e onde por ora pode-se obter seu maior sucesso na aplicação prática.

Por isso apresenta-se na continuação algumas considerações gerais sobre as características da estrutura dos trabalhos florestais, sua seqüência e seus custos na fase da exploração florestal lenhosa (madeira).

\* Trabalho revisado apresentado por ocasião do II Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais — Mossoró — 18-24 Julho 1976.

\*\* Engº Florestal; Doutor (Ph.D.) em Ciências Florestais pela Universidade de Munique, R.F. da Alemanha, Professor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal — Convênio Universidade Freiburg e Universidade Federal do Paraná — Curitiba.

## 2. A posição da exploração florestal na economia florestal e madeireira.

### 2.1 Etapas de produção na economia florestal e madeireira.

A atividade florestal-madeireira pode-se classificar à grosso modo em 3 importantes etapas, a saber:

- etapa da produção biológica da madeira (plantio, limpeza, proteção etc.)
- etapa da produção mecânica da madeira ou exploração florestal (desbastes, corte final e transporte)
- etapa do processamento industrial da madeira compreendendo indústria de:

**primeiro grau:** serraria e beneficiamento

**segundo grau:** indústria de compensado e aglomerado

**terceiro grau:** indústrias de chapas de fibras, polpa e papel.

A classificação dos distintos graus de processamento baseia-se no critério da intensidade do processamento da madeira, ou seja seu grau de transformação.

Entre estas etapas existem distintas formas de interrelação podendo ser estas, somente uma simples inter-dependência até uma integração vertical das 3 etapas. A etapa da produção mecânica da madeira abrange todos os trabalhos físicos desde o abate até o transporte, como também os trabalhos administrativos que fazem possíveis e controláveis os primeiros. A madeira passa desde a derrubada até o momento de sua entrega na indústria por sucessivos graus de acabamento. A produção mecânica da madeira pode ser levada a cabo tanto por seus donos como por empreiteiros. Entre os proprietários de floresta distingue-se:

- camponezes
- cooperativas florestais
- empresas florestais privadas (sem integração vertical)
- empresas florestais e industriais (com integração vertical)

### 2.2 Importância da exploração florestal (etapa da produção mecânica da madeira).

Do ponto de vista econômico a exploração florestal é uma das atividades de maior importância numa empresa florestal. Assim p.ex. na R.F. da Alemanha com rotações médias de 80 a 140 anos<sup>1</sup>, 50 — 60% das horas produtivas dos operários de uma empresa florestal recaem na exploração o que corresponde a aproximadamente 10 homem-hora/ha/ano, isto é entre 30-50% do gasto total por hectare empreendimento florestal.

Os custos de exploração apresentam em geral uma marca da alta anual que varia segundo a taxa de depreciação e em menor escala segundo a melhoria gradual dos salários reais de cada país. Sobre a primeira um empréstimo quase não tem influência. Mas a alta, devido a um aumento gradual dos salários reais, pode ser neutralizada ou diminuída através de um aumento da produtividade técnica, isto é, melhorando a tecnologia e metodologia nos trabalhos florestais.

### 2.3 Rendimento na exploração florestal.

Rendimento define-se como produtividade técnica do trabalho, e é expressada em m<sup>3</sup>/homem e hora. Os fatores que incidem no rendimento são entre outros DAP, topografia, volume a derrubar/ha, sistema de exploração, grau de acabamento (elaboração) e preparação do operário florestal.

Para visualizar melhor a influência de alguns dos fatores citados apresenta-se dados de rendimento de operários florestais da floresta negra (RFA)

1955	: 0,25 m <sup>3</sup> /homem e hora
1970	: 0,60 m <sup>3</sup> /homem e hora
1975	: 1,00 m <sup>3</sup> /homem e hora

1 — **Picea abies** : 80-100 anos  
**Pinus silvestris** : 100-120 anos  
**Fagus sylvatica** : 120-140 anos

A quadruplicação do rendimento em 20 anos deve-se principalmente à evolução dos sistemas de exploração e os graus de acabamento, em especial pela:

- mecanização: introdução da moto-serra, tratores florestais e outras máquinas e equipamentos,
- aumento da densidade de estradas,
- diminuição do grau de acabamento da madeira: evolução na venda de madeira curta para comprida, e de sem casca para com casca,
- subida do diâmetro limite de exploração de aproximadamente 8 cm até 12 cm DAP, e
- melhor preparação dos operários e técnicos florestais.

### 3. Estrutura da exploração florestal

A estrutura da exploração florestal de um empreendimento depende dos trabalhos parciais que se efetuarem, do lugar em que se desenvolvem, e do maquinário empregado.

#### 3.1 Trabalhos parciais

A estrutura da exploração florestal de um empreendimento depende dos trabalhos parciais que se efetuarem, do lugar em que se desenvolvem, e do maquinário empregado.

#### 3.1 Trabalhos parciais

A produção mecânica da madeira pode ser sub-dividida nos seguintes trabalhos parciais:

- derrubada (abate)
- desgalhamento e destopamento
- descascamento
- traçamento
- rachamento
- cavaqueamento (madeira picada)
- medição (número, comprimento, diâmetro, volume, peso)
- transporte
  - \* arraste preliminar manual, animal ou mecânico (na floresta ou quadra)
  - \* arraste principal (nos ramais ou trilhas)
  - \* transporte (sobre estradas florestais ou públicas)
- empilhagem na:

- \* trilha ou ramal
- \* estrada florestal (estaleiro)
- \* postos temporários de acabamento (sítios de conversão temporária)
- \* postos permanentes de acabamento (sítios de conversão permanente)
- \* indústria madeireira

- registro de madeira

Esta série de trabalhos parciais não corresponde sempre à seqüência na prática, dependendo isto, dos sistemas e métodos de exploração empregados.

Para casos especiais por ex. estudos de tempo é vantajoso sub-divider ainda mais os trabalhos parciais. Em estudos de movimento (Motion Study) sub-divide-se estes ainda até os tempos elementais.

A seqüência dos trabalhos parciais muitas vezes interrelacionados e dependentes chama-se **Cadeia de Trabalho**.

Os trabalhos parciais podem ser agrupados em:

- grupo de acabamento (preparo da madeira): critério: a condição do objeto de trabalhos é modificada, em alguns casos até transformada; trabalhos parciais: derrubar, desgalhar e destopar, descascar, traçar, picar ou lascar.

- grupo de transporte: critério: a mudança de lugar do objeto de trabalho; trabalhos parciais: arraste preliminar, arraste principal, transporte.

- grupo de empilhagem: critério: a concentração de madeira prévia ao arraste e o transporte. Empilhagem é uma acumulação mais ou menos ordenada que implica um trabalho adicional após da derrubada ou do arraste preliminar. A madeira empilhada pode ter alcançado distintos graus de acabamento.

- grupo dos trabalhos terminais: critério: trabalhos parciais que não implicam modificação do objeto de trabalho, nem sua mudança de lugar, mas que são imprescindíveis para iniciar os processos seguintes: os trabalhos parciais marcar, medir, registrar.

#### 3.2 Lugares de execução dos trabalhos parciais

Os diferentes trabalhos parciais podem ser realizados em diversos lugares. Pode-se diferenciar os trabalhos parciais segundo aconteçam na:

— floresta: lugar junto ao toco dentro da área de corte,

— trilha: linha destinada a permitir ou facilitar a movimentação das máquinas processadoras e meios de transporte numa área explorada, não sendo necessário sua transitabilidade permanente, mas com capacidades de suporte superiores a 1-1,5 kp/cm<sup>2</sup>. Segundo a topografia temos: a) trilhas simples (sem movimentação de terra); b) trilhas preparadas (com movimentação de terra)

— estradas florestais: meio de acesso transitável por qualquer meio de transporte durante todo o ano permitindo velocidades de 15-40 km/h e cargas estáticas superiores a 6-8 kp/cm<sup>2</sup>.

— Posto de acabamento ou de preparo de toras: lugar de concentração dos maquinários (conversion site) no qual podem ser realizados a maior parte dos trabalhos parciais que seguem a derrubada. Os postos são temporários se o maquinário empregado neles é móvel (ou semimóvel) e permanentes se o maquinário é estacionário.

— Indústria madeireira com processamento de 1º, 2º ou 3º grau. Estas podem receber a madeira já elaborada ou para ser elaborada num processo integral.

### 3.3 Maquinário

Qualquer trabalho parcial pode ser efetuado com distintas máquinas ou ferramentas. As máquinas podem ser caracterizadas segundo os seguintes critérios:

- função,
- princípio de trabalho,
- tamanho, e
- mobilidade.

— A função é determinada pelos trabalhos que efetua a máquina. Por exemplo:

máq. derrubadora

máq. descascadora

máq. desgalhadora

— Segundo o princípio de trabalho são diferenciadas máquinas que:

- \* serram
- \* cortam
- \* fresam
- \* descascam
- \* empurram
- \* puxam
- \* carregam

— O tamanho de uma máquina é mais difícil de determinar. Ainda não existe acordo sobre o critério a empregar. Foram propostos entre outros os seguintes critérios:

\* capacidade técnica de produção por unidade de tempo ou produtividade técnica de trabalho, ou a superfície de trabalho num ano.

\* Custos de adquisição (problema: desvalorização da moeda)

\* Custos por hora e a percentagem dos custos pessoais

\* Número de trabalhos parciais que pode efetuar a máquina.

— Segundo a mobilidade diferenciam-se:

\* ferramentas portáteis sem motor, p.ex.: machado

\* máquinas portáteis com motor, p.ex.: moto-serra

\* máquinas móveis com possibilidade de movimentar-se e efetuar o trabalho na: quadra, trilha, ou estrada florestal, p.ex.: trator, descascadora acoplada a trator

\* máquinas semi-móveis: sem condições de auto-movimentar-se, mas podem ser aprontadas para sua transferência a outro local de trabalho, p.ex.: cabo aéreo sobre trilhos.

\* máquinas estacionárias — p.ex.: descascadoras mecânicas em pátios de indústria

\* casos especiais: animais, helicópteros, balões, etc.

### 3.4 Conceitos de ordem

Na exploração florestal um trabalho determinado pode ser efetuado de diferentes formas e em diferentes locais. As opções de variação e combinação dos distintos trabalhos parciais são por isso numerosas. Podemos diferenciar:

\* o lugar onde se efetua os trabalhos,

\* os tipos de ferramentas e máquinas a utilizar,

\* a seqüência dos trabalhos parciais,

\* o tamanho do grupo de trabalho,

\* a técnica empregada pelos operários.

Existem várias proposições para ordenar as numerosas possibilidades segundo determinados critérios. Os termos de or-

dem mais usados são: Sistema, Procedimento, Métodos de trabalho, e Modo de trabalho.

Lamentavelmente não existe uma norma comum para definir estes conceitos. Por isso faz-se necessário apresentar a continuação dos mais usados e eleger aquele que mais convenha para nosso caso.

#### 3.4.1 Sistema

Sistema é definido como um conjunto formado por elementos e processos. Este conceito é considerado geralmente como o termo de ordem (noção) de categoria mais alta. Existem vários critérios na adjunção de uma cadeia de trabalho a um determinado sistema.

Os três critérios mais empregados são:

- o estado do objeto de trabalho na fase do arraste
- o lugar onde é feito o acabamento das toras obtendo sortimentos comerciáveis
- o grau de mecanização.

a) **Estado do objeto de trabalho** (árvore, tronco, tora) na fase do arraste. Este critério baseia-se numa proposição da FAO e diferencia os seguintes sistemas:

— Sistema de toras ou de sortimentos (assortment-logging). O preparo das toras efetua-se no lugar de derrubada da árvore, ficando em condições tais, que permita sua imediata comercialização, p. ex.: pilhas para polpa na beira do ramal.

— Sistema de fustes ou tronco comprido (tree-length-logging). A árvore é desgalhada e destopada no lugar em que foi derrubada para ser logo arrastada até uma estrada florestal e ficar pronta para sua comercialização (seja para postes ou serraria), ou ser arrastada ou transportada até um posto temporário ou permanente de acabamento, onde os troncos são descascados e traçados segundo as necessidades das serrarias e outras indústrias de processamento.

— Sistema de árvore completa (full-tree-logging). A árvore é derrubada e arrastada com a copa (árvore sem desga-

lhar e sem destopar) até a estrada florestal ou um posto de preparo de toras para efetuar o acabamento, obtendo finalmente um sortimento de toras ou fustes comerciáveis.

b) **Lugar onde é feito o acabamento** ou o preparo das toras obtendo-se sortimentos comerciáveis. Segundo este critério os sistemas classificam-se em:

— Acabamento das toras no lugar da derrubada.

Este sistema é principalmente manual pois é derrubada a árvore e logo desgalhada, destopada, traçada, e eventualmente descascada no mesmo lugar da derrubada. O arraste é então por sortimento.

— Acabamento das toras na estrada florestal.

Neste caso as árvores são derrubadas podendo receber antes do arraste um preparo preliminar dos troncos (arraste de troncos compridos), ou ser arrastados imediatamente após da derrubada (arraste de árvores completas) até a estrada onde serão produzidos os sortimentos comerciáveis.

— Acabamento das toras em postos temporários ou permanentes.

Neste caso os troncos ou árvores são levados desde o lugar da derrubada até estes postos, recebendo lá todo o acabamento (arraste ou transporte de troncos compridos).

— Acabamento das toras na indústria madeireira.

Também existe a possibilidade de transportar as árvores com copas ou só seus fustes desde um estaleiro até a indústria mesma, que os processará segundo suas próprias necessidades. Este sistema permite o aproveitamento integral das árvores ou troncos trazendo para indústria economias notáveis. O aproveitamento integral de árvores ganha cada dia mais em importância na Europa do Norte e na América do Norte, devido ao fato de ter atingido lá, níveis de corte iguais a produção biológica da madeira. Por isso, um crescimento da indústria madeireira nestes países só é possível quando aumen-

tar o grau de aproveitamento do produto florestal.

c) **Grau de mecanização.** Diferencia-se neste critério o sistema manual, o sistema levemente mecanizado, o sistema altamente mecanizado e o sistema completamente mecanizado. Embora seja utilizado amplamente o grau de mecanização, tem o inconveniente de ser pouco preciso, devido a dificuldade de definir os limites entre os distintos graus.

Para os fins de nossa classificação dos sistemas vamos utilizar aquele que tem por critério o lugar onde são obtidos os sortimentos comerciáveis. Mas para definir ainda melhor cada sistema, recomenda-se utilizar o grau de acabamento da madeira arrastada e/ou transportada até seu lugar de acabamento definitivo, a espécie florestal e a utilização da madeira. Assim no caso do "sistema móvel de acabamento mecânico de toretes de *Pinus spp.* para polpa na estrada florestal", fica caracterizado com poucas palavras um extenso sistema de produção de madeira e transporte.

#### 3.4.2 Procedimento

Dentro de um sistema diferencia-se em um nível inferior de classificação os procedimentos empregados na exploração. O critério para a classificação dos procedimentos é a máquina utilizada, e o lugar onde é efetuado o trabalho.

Como os diferentes trabalhos parciais de uma cadeia de trabalho são levados a cabo com máquinas diferentes em lugares também diferentes, é necessário definir os procedimentos para cada trabalho parcial ou grupo de trabalhos parciais.

Assim, temos por ex.: **o procedimento de arraste** "choker-logging" (arraste com cabo de aço coletor: no cabo de aço de um trator de esteira ou rodas estão localizadas várias argolas corrediças, nas quais podem ser presos os laços com as toras para que sejam puxadas desde o lugar da derrubada até a estrada florestal, trilha ou ramal para ser logo arrastada até um estaleiro), **o procedimento de arraste** "high lead logging" (araste com cabo aéreo mantendo em alto uma ponta

da árvore, tronco ou tora: o arraste é efetuado com unidades móveis de cabos aéreos de 2 ou mais cabos de aço e torre hidráulica que permite arrastar madeira em qualquer de seus estados de acabamento, sejam árvores completas ou sortimentos comerciáveis desde o toco até a estrada florestal, em lugares inacessíveis, rochosos, pantanosos ou inclinados. Durante o arraste um extremo do tronco vai sujeito a um carrinho transportador mediante um laço e o outro extremo desliza sobre o chão), **o procedimento de transporte por balsa ou jangada**, e outros procedimentos.

#### 3.4.3 Métodos e modo de trabalho

Descendo na categoria em termos de classificação segue ao sistema e procedimento, o método de trabalho e o modo de trabalho.

##### 3.4.3.1 Método de trabalho

O método de trabalho descreve especialmente o tamanho e o grau de colaboração dentro de uma equipe de operários florestais, a seqüência do trabalho e a técnica empregada nas distintas tarefas. Assim temos p.ex. grupos de trabalhos de 1, 2, 4, ou mais operários que trabalham juntos ou espalhados, mas prontos para ajudar-se mutuamente se algum deles o precisar. Em relação a seqüência de trabalho pode ser efetuado o trabalho em forma consecutiva para cada árvore ou em série (derruba-se primeiro várias árvores para logo começar com o desgalhamento, destopamento, traçamento, descascamento etc.).

##### 3.4.3.2 Modo de trabalho

O modo de trabalho refere-se ao ritmo pessoal de trabalho de cada operário e os jeitos utilizados para efetuar a tarefa que lhe foi encomendada, que resultam da sua experiência com as ferramentas que usa diariamente.

O modo de trabalho é decidido pelo próprio operário, enquanto o sistema, procedimento e método de trabalho são indicados pelo empreendimento.

### **3.5 Análise de sistema na exploração e transporte**

Prévia a qualquer inovação tanto no método de transporte como no procedimento é necessário submeter as alternativas a um rigoroso exame. Este exame consta de uma avaliação total dos sistemas a empregar. A decisão em favor de um sistema, procedimento ou método de trabalho determinado não pode ter como critério de avaliação, só a importância dos custos diretos, deve considerar também os custos indiretos (custos que resultam por medidas necessárias após a exploração) e os critérios extra-econômicos.

Esta avaliação integral pode-se efetuar através de complicados métodos de análise do "operation research" (pesquisa de operações) p.ex. através da análise de custos e benefícios, da análise de custos e eficiência, da análise dos benefícios valorizados etc., sendo só o último deles projetado para considerar também critérios extra-econômicos. Explicar em detalhe o método da análise dos benefícios valorizados e sua aplicação será por sua extensa e complicada matéria base para outras palestras. Nesta oportunidade apresenta-se um método de avaliação dos sistemas de produção mecânica da madeira que considera só critérios econômicos diretos na sua avaliação, ficando po rrisso, só uma análise incompleta, mas relativamente fácil de aplicar.

A análise de sistemas de procedimentos consta de três partes:

1<sup>a</sup> — Descrição precisa das características dos sistemas.

2<sup>a</sup> — Representação gráfica suscinta, clara e precisa dos sistemas a considerar.

3<sup>a</sup> — Avaliação dos sistemas (critérios econômicos).

#### **3.5.1 Descrição das características dos sistemas**

O primeiro passo é descrever o(s) sistema(s) e o(s) procedimento(s) e indicar os custos e rendimentos nos quais será baseada a análise de sistema. A descrição dos sistemas e procedimentos terá, por isso, que conter informações sobre:

— as condições do lugar a explorar:

\* espécie e dimensões

\* topografia e acessibilidade

\* estação do ano e condições atmosféricas

\* nº e preparação dos operários, técnicos e engenheiros

\* recursos financeiros e mecânicos;

— as condições que impõe o mercado sobre os produtos (sortimentos comerciais);

— rendimento e custos em função das características do objeto de trabalho (DAP, espécies, volume unitário etc.), da topografia e acessibilidade, e o aproveitamento da capacidade de produção;

— estrutura de custos dos meios de produção e pessoal, e a tendência do seu desenvolvimento;

— o grau da necessidade de planificação e organização e seus custos adicionais (eventuais custos por erros de organização);

— capacidade de produção das máquinas e as condições para seu aproveitamento ótimo, p.ex.: volume por unidade de superfície, volume total da área explorada etc.;

— tempo de aprendizagem e domínio no caso de máquinas novas;

— a influência dos procedimentos sobre o chão, as árvores remanescentes e a madeira explorada em função do povoamento, topografia, acessibilidade, condições atmosféricas, meios de produção, e aptidão dos operários e técnicos;

— aspectos fisiológicos especialmente carga por ruído, vibração e gases de escape;

— forma apropriada de remuneração.

#### **3.5.2 Representação gráfica de sistemas e procedimentos**

Para facilitar a análise do ou dos sistemas, convém utilizar uma forma de representação que garante um máximo de conteúdo informativo num espaço reduzido, no qual fiquem caracterizados o sistema, o procedimento e o método de trabalho.

Em especial interessa representar o nº de operários e as máquinas a empregar nos diferentes trabalhos parciais, a se-

quência e a inter-dependência destes trabalhos parciais e o lugar onde serão desenvolvidos.

A representação gráfica dos sistemas e procedimentos pode ser feito através de diferentes formas, embora prevaleçam 2 tipos básicos: representação linear e representação em matriz. Cada tipo de representação gráfica recorre a distintos códigos de números ou letras e ou símbolos (vide fig. nº 1).

A caracterização dos sistemas e procedimentos pode orientar-se segundo a atividade ou o resultado. Para a representação dos sistemas se utilizará aquele com forma de matriz, no qual um vetor indica o lugar de trabalho, e o outro os trabalhos parciais que acontecem nestes lugares.

Em nosso caso (produção de madeira de desbaste) diferenciam-se os seguintes lugares de execução dos trabalhos:

- 1º — o povoamento
- 2º — a trilha ou ramal
- 3º — a estrada florestal
- 4º — a indústria.

Os trabalhos parciais nos 5 sistemas apresentados a modo de ilustração correspondem à seqüência com que eles acontecem.

Na figura nº 2 p.ex. representa-se o sistema móvel de acabamento manual de toretes de *Pinus spp.* para polpa no povoamento (quadra). Este sistema corresponde à exploração tradicional nos desbastes em plantios de *Pinus spp.*. No povoamento são levados a cabo os trabalhos parciais: derrubar, desgalhar, medir, traçar, e descascar em equipes de 2 operários.

As toras são logo arrastadas manualmente pela própria equipe desde o povoamento até o ramal onde são empilhadas, para ser transportadas em caminhão até as indústrias de papel e polpa. Neste caso o caminhão pelo fato de entrar na floresta através dos ramais poupa o arraste mecânico desde o ramal até o estaleiro.

O sistema nº 2 (fig. nº 3) define-se como: sistema móvel de acabamento mecânico de toretes de *Pinus spp.* para polpa na estrada florestal. A utilização de tratores carregadores (forwarder) que levam a madeira desde os ramais até os es-

taleiros nas estradas florestais só compensa, se, nas estradas florestais podem ser instalados postos de acabamento móvel ou semi-móvel que permitem completar o preparo das toras com máquinas de alta produtividade. Desta forma lograr-se-ia uma redução dos custos unitários. A outra razão para utilizar meios de produção mecânicos no arraste desde a pilha no ramal até a estrada pode ser a topografia ou a capacidade de suporte do chão que não permite a entrada dos caminhões pelos ramais. Outra vantagem do acabamento mecânico na estrada florestal é o transporte da madeira em caminhões grandes (caminhões com carreta), com capacidade de carregamento de 15 a 20 toneladas o que implica uma diminuição dos custos por m<sup>3</sup>.

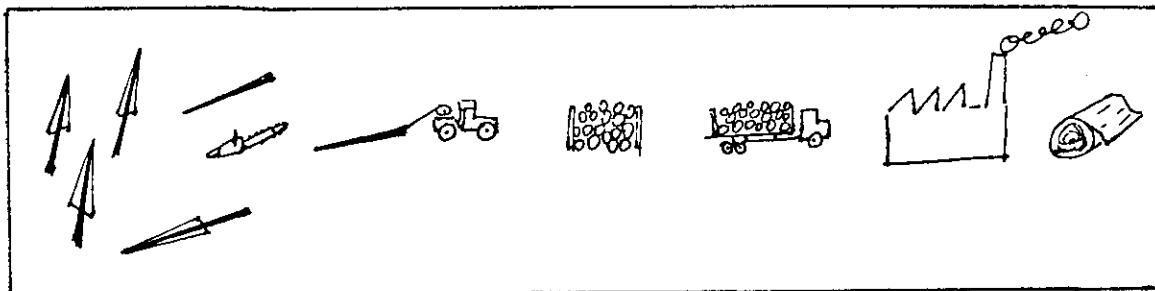
O sistema nº 3 (fig. nº 4) corresponde ao sistema móvel de acabamento manual de fustes de *Pinus spp.* para serraria na estrada florestal. A diferença com os sistemas anteriores, o arraste preliminar e o arraste principal é efetuado de uma só vez com um trator florestal. Este sistema por um lado poupa o empilhamento manual e por outro diminui os custos devido ao arraste de fustes o que permite um aumento da produtividade técnica. Na estrada florestal os fustes são recebidos por uma equipe de acabamento que faz a toragem (divisão do fuste em toras) em madeira para serraria e para polpa, visando com ela um maior lucro por m<sup>3</sup>. A empilhagem das toras de serraria é efetuado com o trator florestal. A madeira para polpa é empilhada manualmente na beira da estrada. O transporte finalmente realiza-se com caminhões com carreta equipados com guindaste para garantir um carregamento mais rápido, o que implica um menor número de operários.

No sistema móvel de acabamento mecânico de árvores de *Pinus spp.* para aglomerado na estrada florestal (fig. nº 5) o arraste preliminar e principal efetua-se com unidades móveis de cabos aéreos. As árvores já destopadas no lugar do abate são recebidas após o arraste por tratores com pinças que os levam a um posto temporário de acabamento, lá é feito o desgalhamento e descascamento com máquinas móveis. Os fustes descascados são logo levados até a indústria de aglomerados, mediante caminhões de

Fig. 1

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE SISTEMAS E PROCEDIMENTOS

a) Forma lineal



b) Forma de matriz

		Lugares de trabalho				
		Povoamento	Ramal	Estrada Flor.	Indústria	
Trabalhos Parciais						

Fig. 2

Parte I: Representação gráfica

Sistema 1: Sistema móvel de acabamento manual de toretes  
de Pinus spp. para polpa no povoamento (quadra)

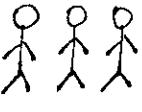
Lugar de trabalho Trabalhos parciais	Povoamento	Ramal	Estrada Florestal	Indústria
Código	1	2	3	4
1. - derrubar 2. - desgalhar 3. - medir 4. - traçar 5. - descascar	   			
6. - arraste preliminar 7. - empilhar 8. - cubicar	 			
9. - transportar				

Fig. 3

Parte I: Representação gráfica

Sistema 2: Sistema móvel de acabamento mecânico de toretes  
de Pinus spp. para polpa na estrada florestal

Lugar de trabalho Trabalhos parciais	Povoamento	Ramal	Estrada Florestal	Indústria
---	------------	-------	-------------------	-----------

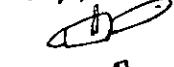
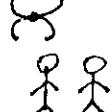
Código	1	2	3	4
1. - derrubar 2. - desgalhar 3. - medir 4. - traçar	  			
5. - arraste preliminar 6. - empilhar 7. - cubicar	 			
8. - arraste principal 9. - empilhar		 		
10. - descascar 11. - empilhar			 	
12. - transportar			 	

Fig. 4

Parte I: Representação gráfica

Sistema 3: Sistema móvel de acabamento manual de fustes  
de Pinus spp. para serraria na estrada florestal

Lugar de trabalho parciais	Povoamento	Ramal	Estrada Florestal	Indústria
----------------------------	------------	-------	-------------------	-----------

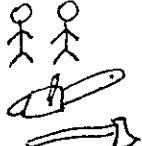
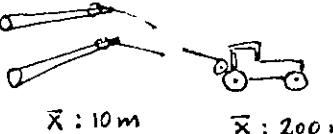
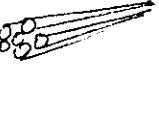
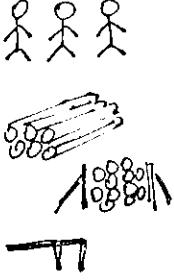
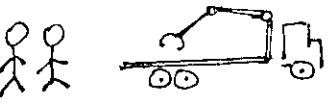
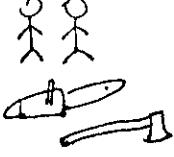
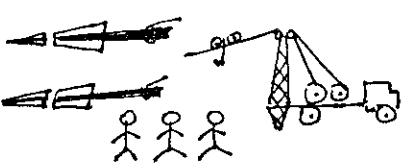
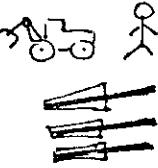
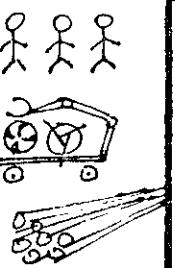
Código	1	2	3	4
1. - derrubar 2. - desgalhar				
3. - arrastar				
4. - marcar 5. - traçar 6. - empilhar 7. - cubricular				
8. - transportar				

Fig. 5

Parte I: Representação gráfica

Sistema 4: Sistema móvel de acabamento mecânico de árvores  
de Pinus spp. para aglomerados na estrada florestal

Lugar de trabalho Trabalhos parciais	Povoamento	Ramal	Estrada Florestal	Indústria
---	------------	-------	-------------------	-----------

Código	1	2	3	4
1. - derrubar 2. - despontar				
3. - arrastar 4. - empilhar				
5. - desgalhar 6. - descascar 7. - empilhar				
8. - transportar				

grande capacidade de carga. Este sistema já é utilizado nos países da Europa central há vários anos, e teve sua origem no deficit cada vez maior de madeira para estes fins. Este sistema aproveita todo o fuste, e é especialmente vantajoso para indústrias de aglomerado e serraria integrada, já que desta forma garante-se uma otimização do aproveitamento do material lenhoso.

No sistema nº 5 (fig. nº 6) apresenta-se um sistema estacionário de acabamento mecânico de árvores de *Pinus spp.* na indústria de aglomerado. A diferença do sistema nº 4 as árvores destopadas são processadas na indústria mesma e não num posto temporário, portanto, o transporte realiza-se de árvores com copa. Este sistema possibilita adicionalmente o aproveitamento de galhos e folhas tanto na fabricação de placas de aglomerados como também como combustível.

### 3.5.3 Avaliação dos sistemas e procedimentos

Como foi dito a avaliação dos sistemas e procedimentos pode incluir tanto os critérios econômicos como os não diretamente avaliáveis economicamente. O método apresentado na continuação só abrange os custos diretamente avaliáveis, portanto, é uma análise incompleta, mas também assim, é uma ferramenta importante na tomada de decisão num empreendimento.

O esquema para avaliar cada sistema, e permitir assim, uma comparação objetiva com outras alternativas, está formado por 4 tabelas:

- a) tempo de trabalho e rendimento segundo os trabalhos parciais,
- b) custos de pessoal e meios de produção,
- c) custos por trabalho parcial e total, e
- d) balanço do sistema.

A tabela nº 1 é o ponto de partida das cálculos posteriores, já que nela é estimada para cada trabalho parcial os tempos requeridos pelo pessoal na realização dos trabalhos como também os tempos de trabalho e respectivos rendimentos dos meios de produção utilizados. Na tabela nº 2 são calculados os custos subtotais e total baseando-se nos tempos

da tabela nº 1 e os respectivos custos por hora e por minuto. A tabela nº 3 serve para analisar separadamente os custos, segundo pessoal e meios de produção, e obter assim os trabalhos parciais de menor e maior intensidade de mão-de-obra e suas possibilidades de racionalização.

Finalmente a tabela nº 4 fornece as unidades de produção necessárias por trabalho parcial para garantir uma realização harmoniosa da cadeia de trabalho, quer dizer, uma seqüência dos trabalhos florestais de tal forma, que garante uma otimização do aproveitamento das capacidades de produção do pessoal e dos meios de produção, como também diminuir ao máximo os tempos de armazenagemda madeira em processamento.

A modo de ilustração apresenta-se os cálculos descritos baseando-se no sistema nº 3 (fig. nº 4), quer dizer, o sistema móvel de acabamento manual de fustes de *Pinus spp.* para serraria na estrada florestal. A madeira provém de um desbastete de plantio de *Pinus spp.* As árvores tiradas apresentam um DAP de 20 cm. A derrubada é efetuada com moto-serra, e o desgalhamento com machado. O arraste preliminar com guincho abrange em média 10 m e o arraste principal em média 200 m desde o povoamento até um posto temporário de acabamento. Neste posto são traçados os fustes em toras de serraria, e madeira para aglomerado ou polpa e papel. A distância de transporte tanto para a serraria como para a indústria é aproximadamente 20 km.

Sob as condições anteriormente descritas obteve-se os seguintes resultados (vide tab. 1, 2, 3):

- rendimento médio:  $0,43 \text{ m}^3/\text{h/a}$
- custo da madeira posto serraria ou indústria:  $78,17 \text{ Cr\$}/\text{m}^3$
- percentagem do custo de pessoal do total: 46,2%
- trabalho parcial mais oneroso:
  - arraste:  $35,53 \text{ Cr\$}/\text{m}^3$  (45,5%).

Os tempos de trabalho e os custos deste exemplo, nos quais baseiam-se os cálculos, correspondem a estimativas globais sem base real e portanto não devem ser tomados como base para futuros cálculos reais. Igualmente carecem de base real os resultados acima apresentados.

O balanço do sistema nº 3 baseia-se nas seguintes suposições:

Fig. 6

Parte I: Representação gráfica

Sistema 5: Sistema estacionário de acabamento mecânico de árvores de Pinus spp. na indústria de aglomerado.

<del>Lugar de Trabalhos parciais</del>	Povoamento	Ramal	Estrada Florestal	Indústria
Código	1	2	3	4
1. - derrubar 2. - despontar				
3. - arrastar 4. - empilhar				
5. - transportar 6. - empilhar				
7. - desgalhar 8. - descascar 9. - traçar 10. - empilhar				

Parte II: Tempo de trabalho e rendimento<sup>1)</sup>

Sistema : Sistema móvel de derrubada e acabamento manual de fustes de  
Pinus spp. para serraria e aglomerado em desbaste

Trabalho parcial Código -	Pessoal		Meios de produção		
	Tempo de trabalho (Tempo bruto) min/m <sup>3</sup>	Rendimento m <sup>3</sup> /h/h	Tipo do meio de produção	Tempo de trabalho (Tempo bruto) min/m <sup>3</sup>	Rendimento m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5	6
1.1	50 ± 5 (± 10%)	<u>1,09 - 1,33</u> 1,20	Motoserra (Machados)	12 ± 1,2	<u>4,55 - 5,56</u> 5,00
2.1					
3.1/3	25 ± 2,5 (± 10%)	<u>2,18 - 2,67</u> 2,40	Trator M.F.	25 ± 2,5 <sup>2)</sup>	<u>2,18 - 2,67</u> 2,40
4.3					
5.3	40 ± 4 (10%)	<u>1,36 - 1,67</u> 1,50	Motoserra (Machados) (Trator M.F.)	8 ± 0,8	<u>6,82 - 8,33</u> 7,50
6.3					
7.3					
8.3/4	24 ± 3,6 (± 15%)	<u>2,17 - 2,94</u> 2,50	Caminhão c/ guindaste	12 ± 1,8 <sup>3)</sup>	<u>4,35 - 5,88</u> 5,00
$\Sigma$ ou $\bar{x}$	139 ± 7,76	<u>0,41 - 0,46</u> 0,43			

- 1) Os tempos de trabalho do pessoal e dos meios de produção não têm validade prática, já que não foram feitos estudos de tempo em desbastes.
- 2) A distância média do arraste preliminar é 10 m, e a distância média do arraste principal é 200 m.
- 3) A distância média de transporte por caminhão é 20 km.

Parte III: Custos de pessoal e meios de produção<sup>1)</sup>

Sistema : Sistema móvel de derrubada e acabamento manual de fustes  
de Pinus spp. para serraria e aglomerado em desbaste

Trabalho parcial - Código -	Características do pessoal e meios de produção	Custos unitários (bruto)		Tempo de trabalho (Parte II) min/m <sup>3</sup>	Custos subtotais	
		Cr. \$/h	Cr. \$/min		Cr. \$/m <sup>3</sup>	% do Total
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Op. florestal (1)	19,00	0,32	25 $\pm$ 2,5	8,00 $\pm$ 0,80	10,2
2.1	Ajudante (1)	9,00	0,15	25 $\pm$ 2,5	3,75 $\pm$ 0,38	4,8
	Motoserra	12,10	0,20	12 $\pm$ 1,2	2,42 $\pm$ 0,24	3,1
3.1/3	Tratorista (1)	24,30	0,41	25 $\pm$ 2,5	10,25 $\pm$ 1,03	13,1
	Trator M.F.	60,68	1,01	25 $\pm$ 2,5	25,28 $\pm$ 2,53	32,3
4.3	Op. florestal (1)	19,00	0,32	13,3 $\pm$ 1,3	4,26 $\pm$ 0,43	5,5
5.3	Ajudante (2)	9,00	0,15	26,7 $\pm$ 2,7	4,01 $\pm$ 0,40	5,1
6.3	Motoserra	12,10	0,20	8,0 $\pm$ 0,8	1,60 $\pm$ 0,16	2,1
8.3/4	Motorista (1)	20,25	0,34	12 $\pm$ 1,8	4,08 $\pm$ 0,16	5,2
	Ajudante (1)	9,00	0,15	12 $\pm$ 1,8	1,80 $\pm$ 0,27	2,3
	Caminhão	63,51	1,06	12 $\pm$ 1,8	12,72 $\pm$ 1,91	16,3
T O T A L:					78,17 $\pm$ 3,57	100,0

- 1) Os custos por hora do pessoal baseam-se nos salários pagos a pessoal permanente de uma empresa no 2º semestre 1976 incluindo os encargos sociais assumidos em 80%. Os custos/h dos meios de produção foram calculados em base a dados aproximados fornecidos por empresas do Est. do Paraná.

Parte IV: Custos por trabalho parcial e total<sup>1)</sup>

Sistema : Sistema móvel de derrubada e acabamento manual de fustes  
de Pinus spp. para serraria e aglomerado em desbastes.

Trabalho parcial - Código -	Custo do pessoal		C. do meio de produção Cr. \$/m <sup>3</sup>	Custos parciais	
	Cr. \$/m <sup>3</sup>	% de col. 5		Cr. \$/m <sup>3</sup>	% do Total
1	2	3	4	5	6
1.1	8,00 ± 0,80		2,42 ± 0,24	14,17 ± 0,92	18,1
2.1	3,75 ± 0,38	82,9			
3.1/3	10,25 ± 1,03	8,7	25,28 ± 2,53	35,53 ± 2,73	45,5
4.3	4,26 ± 0,43				
5.3					
6.3	4,01 ± 0,40	83,8	1,60 ± 0,16	9,87 ± 0,61	12,6
7.3					
8.3/4	4,08 ± 0,61		12,72 ± 1,91	18,60 ± 2,02	23,8
	1,80 ± 0,27	31,6			
Total	36,15 ± 1,62	46,2	42,02 ± 3,18	78,17 ± 3,57	100,00

1) Referente aos custos calculados para os distintos trabalhos parciais e total  
valem as observações das partes II e III desta análise.

Parte V: Balanço de sistema

Sistema: Sistema móvel de derrubada e acabamento manual de fustes de Pinus spp. para serraria e aglomerado em desbastes.

Trabalhos parciais ou unidades de produção	Rendimento da unidade de produção (equipe) $m^3/h$	Unidade de produção com ..... horas produtivas/ano				
		e uma produção anual de (.....) $m^3/ano$				
1	2	3	4	5	6	7
Serraria ( $5 m^3/h$ ) e Ind. de 2º grau ( $7,50 m^3/h$ )	12,50	(27.500)				
Transporte 8.3/4	5,00	(11.000)	2,5 (10.000)	2,8 (10.000)	3,1 (9.000)	
Acabamento (toragem) 4.3, 5.3, 6.3, 7.3	4,50		3,1 (9.000)	3,4 (8.100)	3,8 (7.200)	
Arraste 3.1/3	2,40		5,7 (4.800)	6,4 (4.320)	7,2 (3.840)	
Derrubada 1.1, 2.1	2,40		5,7 (4.800)	6,4 (4.320)	7,2 (3.840)	

----- = Zona das produções anuais prováveis para cada unidade de produção ou trabalho parcial

Observações: 40% da madeira elaborada e comercializada vai para serraria, o saldo (60%) é vendido para uma indústria de aglomerados.  
Se a serraria tem um rendimento de  $5 m^3/h$  (prod. anual de  $11.000 m^3$ ) a fiorresta terá que fornecer  $12.50 m^3/h$  (prod. anual de  $27.500 m^3$ ).

— a madeira proveniente do desbaste destina-se aproximadamente 40% para indústria de primeiro grau (serraria) e 60% para indústria de segundo e terceiro grau. Estas percentagens devem-se a suposições, que só 70% das árvores desbastadas entregam uma tora de 3,50 m a 5,0 m de comprimento para serraria.

— a capacidade de produção da serraria atinge aproximadamente 11.000 m<sup>3</sup>/ano o que equivale a um rendimento de 5 m<sup>3</sup>/h. Se as necessidades da serraria a satisfazer provém de 40% da madeira desbastada, o sistema terá que produzir 27.500 m<sup>3</sup>/ano, quer dizer 12,50 m<sup>3</sup>/h;

— os 60% restantes, quer dizer 7,50 m<sup>3</sup>/h são absorvidos por indústrias de 2º e 3º grau situadas perto da serraria.

Para garantir um trabalho harmonioso nos distintos trabalhos parciais ou unidades de produção, o balanço do sistema sugere formar uma equipe de exploração e transporte que consta de:

- 2,8 caminhões
- 3,4 equipes de acabamento (toragem)
- 6,4 tratores de arraste, e
- 6,4 equipes de derrubada (abate).

Tornar a análise de sistema em uma ferramenta eficaz, implica conhecer os rendimentos e os custos da mão-de-obra,

e das máquinas no respectivo sistema. Estes dados podem ser obtidos através de estudos de tempo, no caso de procedimentos e métodos novos de trabalho, ou dados empíricos, no caso de se tratar de procedimentos e métodos de trabalho conhecidos e amplamente utilizados.

Finalmente pode-se concluir que a aplicação da técnica de análise de sistema é recomendável naqueles casos em que as diferentes unidades de produção de uma cadeia de trabalho apresentam-se como unidades físicas separadas com rendimentos distintos, e horas produtivas por ano diferentes. Esta técnica pode-se empregar, tanto na floresta como na indústria. Sua fácil aplicação e seu grande valor como ferramenta na planificação, organização e controle a fazem imprescindível nas decisões de um empreendimento.

#### 4. Resumo

O propósito deste trabalho é apresentar a metodologia da análise de sistema e sua aplicação, e sugerir uma terminologia adequada para seu uso. Como exemplo prático abordar-se neste contexto o desbaste de um povoamento coetâneo de *Pinus spp.*

#### 5. Bibliografia

1. LÖFFLER, H.D. Holzerte und Verfahrenstechnik. Skriptum Universität München. 1974.
2. MAHLER, G. e BECKER, G. Systemanalyse neuer Holzernteverfahren. Teil I u. II Holz-Zentralblatt Nr. 38/120. Stuttgart. 1973.
3. TIMINGER, J., Erntesysteme in Durchforstungsbeständen. Teil I u. II Holz-Zentralblatt Nr. 11/68 Stuttgart. 1974.
4. TIMINGER, J., Beispiel einer Nutzwertanalyse aus der Holzernte. Allg. Forst Zeitschrift Nr. 16 München. 1974.