

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS - IF

DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS - DPF

DJEISON CESAR BATISTA

"AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE UMA SERRARIA ATRAVÉS
DE ESTUDO DO TEMPO, RENDIMENTO E EFICIÊNCIA: ESTUDO DE CASO
EM PIRAI-R.J."

"Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro".

ORIENTADOR: PROFESSOR ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

SEROPÉDICA - RJ

2006

RESUMO

O objetivo deste estudo foi quantificar e avaliar o tempo gasto nas atividades de produção de madeira de uma serraria de pequeno porte no distrito de Santanésia, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro, visando avaliar a eficiência operacional e o desempenho da mesma. Os resultados obtidos sugerem uma baixa eficiência operacional na linha de produção I, predominando as atividades não produtivas, enquanto que na linha de produção II o trabalho produtivo foi superior às demais atividades. A serraria apresenta um bom desempenho, uma vez que o rendimento médio em madeira serrada observado é o mesmo daquele encontrado na bibliografia especializada para as serrarias nacionais, e a eficiência equipara-se a das serrarias norte-americanas de mesmo nível de automação.

DJEISON CESAR BATISTA

**"AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UMA SERRARIA ATRAVÉS DE ESTUDO DO
TEMPO, RENDIMENTO E EFICIÊNCIA: ESTUDO DE CASO EM PIRAÍ-R.J."**

"Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade federal Rural do Rio de Janeiro".

ORIENTADOR: PROFESSOR ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

APROVADA EM: ____/____/____

PROFESSOR EDVÁ OLIVEIRA BRITO

PROFESSORA ÉRIKA DA SILVA FERREIRA

PROFESSOR ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

SEROPÉDICA -RJ

2006

ABSTRACT

The aim of this study was determine and evaluate the spent time in the production activities of sawn wood of a low capacity sawmill, in Santanesia district, Piraí town, south of Rio de Janeiro state, in order to evaluate its operational efficiency and performance. The obtained results suggest a low operational efficiency in the production line I, where the non productive activities are superior, while in the production line II the productive work is superior to the other activities. The sawmill shows a good performance, once that the average sawn wood yield obtained is similar to those found in the bibliography for national sawmills, and the efficiency compares to the north american sawmills with the same technological level.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, pelo dom da vida e por tão sabiamente ter criado a floresta primeiro que o homem;
- À minha mãe, Sra. Maria Madalena Batista, por ter sempre acreditado em mim e ter cumprido a promessa de dar suporte aos meus estudos;
- Ao meu pai, Sr. Alcir Erasmo Batista, pelas primeiras aulas de engenharia, na escola da vida;
- À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que foi sempre "mãe", desde o pedido de isenção da taxa de inscrição no vestibular até os dias de hoje;
- Ao professor e amigo Edvá Oliveira Brito, por ter me iniciado na pesquisa dos produtos florestais;
- Ao professor Roberto Carlos Costa Lelis, pela amizade, incentivo a continuar os estudos e pelos anos de orientação na monitoria;
- Ao professor João Vicente Figueiredo Latorraca, pela amizade, orientação em trabalhos e incentivo;
- Ao professor Acácio Geraldo de Carvalho, "pai" da minha geração acadêmica, quando desempenhava a função de coordenador do nosso amado curso;

- À Professora Érika da Silva Ferreira, outrora minha "veterana" de curso e hoje participante da banca examinadora dessa monografia;
- Ao meu orientador, professor Alexandre Monteiro de Carvalho, pela amizade, paciência, incentivo e dedicação empregada neste trabalho de monografia;
- A todos os funcionários do Instituto de Florestas e da UFRRJ;
- Ao Engenheiro Mecânico Luis Carlos, por permitir e colaborar, sempre voluntariosamente, para a realização deste trabalho na serraria de sua empresa;
- Ao grande amigo Hiram Feijó Baylão Jr., por me acolher como irmão em sua casa durante a realização deste trabalho e pela ajuda nas medições;
- A todos os meus amigos e companheiros de curso, que sem dúvida contribuíram para a minha formação pessoal e acadêmica;
- A todos os moradores do 1º andar do 6º alojamento masculino da UFRRJ, por enriquecerem a minha formação acadêmica e pessoal;
- À Engenharia Florestal, a extrema gratidão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVAS	5
3. OBJETIVOS	6
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1. SERRARIA.....	7
4.2. FLUXO DE MATÉRIA-PRIMA.....	7
4.3. PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS.....	8
4.3.1. MÁQUINAS AUXILIARES.....	8
4.3.2. SERRAS SECUNDÁRIAS.....	9
4.3.3. SERRAS PRINCIPAIS.....	10
4.4. SERRA DE FITA.....	10
4.5. SERRA CIRCULAR.....	15
4.6. MÉTODO DA AMOSTRAGEM DO TRABALHO.....	17
4.7. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA.....	19
5. MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1. LOCALIZAÇÃO E FLUXOGRAMA DA SERRARIA.....	23
5.2. LINHAS DE PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA.....	25
5.2.1. LINHA DE PRODUÇÃO I.....	25
5.2.2. LINHA DE PRODUÇÃO II.....	26
5.3. DETERMINAÇÃO DO TEMPO GASTO NAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO.....	28
5.3.1. NÚMERO DE AMOSTRAS (N).....	29
5.4. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA.....	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1. MÉTODO DA AMOSTRAGEM DE TRABALHO.....	34
6.1.1. NÚMERO DE AMOSTRAS (N).....	34
6.1.2. LINHA DE PRODUÇÃO I.....	34
6.1.3. LINHA DE PRODUÇÃO II.....	38
6.2. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA.....	42
7. CONCLUSÕES	44

8 .RECOMENDAÇÕES	45
8.1. LINHA DE PRODUÇÃO I.....	45
8.2. LINHA DE PRODUÇÃO II.....	45
8.3. GERAL.....	46
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABELAS

1. Trabalho produtivo diário da linha de produção I.....	35
2. Distribuição do tempo perdido médio na linha de produção I.....	37
3. Trabalho produtivo diário da linha de produção II.....	38
4. Distribuição do tempo perdido médio na linha de produção II.....	40
5. Rendimento médio em madeira serrada.....	42
6. Número de toras processadas por dia na linha de produção II.....	43

INDICE DE FIGURAS

1.Serra circular pendular (A) e serra circular múltipla reserradeira(B).....	10
2.Evolução da serra de fita vertical: da mais antiga (A) para a mais moderna (C).....	15
3.Fluxograma da serraria LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA, distrito de Santanésia, município de Pirai, R,J.....	24
4.Linha I -Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã), serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira Serviços LTDA.....	35
5.Linha I -Trabalho produtivo x tempo perdido (período da tarde), serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira Serviços LTDA.....	36
6.Linha II -Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã), serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira Serviços LTDA	39
7.Linha II -Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã), serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira Serviços LTDA.....	39
8. Linha I em atividade de produção.....	51
9. Serra circular quádrupla em atividade de produção.....	51
10. Produção e um (1) semibloco e duas costaneiras pela serra circular quádrupla.....	52
11. Recebimento do semibloco produzido na serra circular quádrupla para abastecimento da serra circular múltipla....	52
12. Produção de tábuas pela serra circular múltipla.....	53
13. Embalagens de bobinas de papel produzidas com a madeira serrada.....	53

1. INTRODUÇÃO

A madeira foi um dos primeiros materiais utilizados pelo homem na construção de habitações e equipamentos de transporte. De madeira foram os primeiros barcos, carros e trenós; e as primeiras armas, o arco, a flecha, a borduna. Há não muitos anos os automóveis e caminhões ainda tinham muitos componentes de madeira assim como os vagões, os barcos e os aviões. Atualmente, a madeira tem sido substituída em muitos usos pelo aço, alumínio e suas ligas e plásticos. No entanto, é, e continuará sendo um material intensa e extensivamente utilizado principalmente pelos países mais desenvolvidos tecnológica e economicamente (Ponce, 1995).

A madeira é o único recurso natural renovável com propriedades estruturais e um dos materiais mais resistentes por unidade de peso. Além disso, é fácil de se trabalhar, resultando em grande diversidade de formas e seções. Por ser relativamente leve, implica em baixo custo de transporte e montagem, e por ser biodegradável, os seus resíduos podem ser totalmente aproveitados (Melo, 2002).

Em 1555, surgiu o primeiro engenho de desdobro, movido por um braço adaptado ao eixo de uma roda d'água. Na extremidade da serra havia um peso de chumbo, o qual possibilitava o movimento alternativo vertical (Rocha, 1999).

Segundo Latorraca (2004), a primeira serraria surgiu na América do Norte no ano de 1634, e utilizava uma serra do tipo

"gate saw" (serra-de-quadro), precursora das serras de fita múltiplas atuais.

A Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra por volta de 1760, foi um acontecimento histórico muito importante para o real surgimento das serrarias. James Watt, em 1781, aperfeiçoou a máquina a vapor, conferindo à mesma movimento circular. A partir de então, foi possível gerar a força motriz necessária para impulsionar as máquinas de serrar madeira. Entre 1850 e 1900 surgem outras formas de energia, como a hidrelétrica.

Segundo Latorraca (2004), em 1896 surgiu a primeira serra alimentada por motor movido a corrente elétrica. As serrarias passaram a ser construções de grande porte, podendo ser construídas longe dos rios.

Desde então, o progresso no aperfeiçoamento das máquinas para serrar madeira e dos elementos de corte, conjuntamente com os motores elétricos, nos levou a uma tendência cada vez maior à automação dos processos industriais, com produção em série, e os elevados rendimentos na produção.

O setor de florestas plantadas no Brasil é responsável por um faturamento anual de US\$ 21 bilhões, o que corresponde a 4% do PIB; emprega cerca de 4,5 milhões de pessoas, sendo que 1,5 milhão são empregos diretos (Revista da Madeira, 2005).

Em 2005 as vendas externas de produtos de base florestal - madeira, móveis, papel e celulose - atingiram a cifra recorde

de US\$ 7,5 bilhões, superando em 8% o total de exportações do ano anterior, o que posiciona o setor como o segundo colocado no ranking dos produtos agrícolas mais exportados (Revista da Madeira, 2006).

Apesar dos indicadores de renda, emprego e balança comercial do setor florestal serem positivos, sua capacidade de produção de madeira ainda está abaixo de seu potencial. Países como a Finlândia, que não possuem florestas plantadas e têm uma área de 21 milhões de hectares de florestas com baixa produtividade, comercializaram (exportações e importações), em 2004, cerca de US\$ 13,5 bilhões, quase 100% a mais em relação ao comércio brasileiro de produtos florestais (ABRAF, 2006).

Segundo Nahuz (2001), dentre os principais problemas encontrados nas indústrias de processamento mecânico de madeira está a carência de programas de controle de qualidade, que se mostram necessários, pois com a escassez de matéria-prima, é necessário garantir maior aproveitamento e redução dos custos na produção.

Segundo Brown (1982), para garantir qualidade ao produto final, maximizar o valor da matéria-prima e de seus produtos durante a fase de produção, a empresa deve incluir medições e avaliações do processo produtivo no seu programa de controle de qualidade.

Por volta dos anos 30, após aprofundamento dos estudos, o controle de qualidade entrou em fase científica, com os

trabalhos de Schewart. A questão passou a ser vista sob o prisma de controle estatístico da qualidade, onde se identificavam as causas que, durante o processo produtivo, influíam negativamente na qualidade do produto e criavam-se meios de combate às mesmas (Oliveira, 2003). Tais programas compreendem o estudo da utilização do tempo e o seu emprego em diferentes etapas do processo produtivo, obtendo assim bases para avaliações e modificações do processo (Brown, 1982).

A perspectiva crescente de demanda por produtos florestais em todo mundo faz com que o Brasil figure como um país que pode se beneficiar, ocupando importante parcela desse mercado. Isso se explica pela vasta extensão territorial e condições de clima extremamente favoráveis à implantação de florestas de rápido crescimento, possibilitando intensa atividade biológica e elevadas produtividades.

Uma vez organizado, tecnicamente capacitado, e com manejo adequado das florestas para cada tipo de produto, aliado ao melhoramento genético das espécies comerciais, o setor florestal contribuirá muito mais para o desenvolvimento nacional, gerando mais riquezas e empregos para o país.

2. JUSTIFICATIVAS

Muito está sendo falado a respeito da melhoria da qualidade da madeira serrada proveniente de reflorestamentos, principalmente a madeira de eucalipto, bem como do aumento da participação do Brasil no mercado internacional de madeira serrada e produtos florestais em geral, visando o fortalecimento do setor e da economia nacional. Porém, de um modo geral, as serrarias nacionais não possuem estudos a respeito da utilização do tempo de trabalho e do controle do processo produtivo, o que é uma realidade que precisa ser mudada.

3.OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral estudar o tempo de trabalho de uma serraria de pequeno porte no distrito de Santanésia, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro, visando avaliar o desempenho operacional da mesma.

Os objetivos específicos foram:

- Quantificar e analisar o tempo gasto em cada operação desempenhada pelo conjunto homem/máquina nas duas linhas de produção de madeira serrada;
- Determinar o rendimento de madeira serrada em uma das linhas;
- Determinar a eficiência do conjunto homem/máquina em uma das linhas;
- Propor recomendações para a redução dos problemas observados durante as operações nas duas linhas de produção de madeira serrada.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. SERRARIA

Os egípcios, 6000 anos antes de Cristo, já utilizavam serras de bronze para serrar madeira, porém esta não era rígida o suficiente para o esforço requerido. Os romanos com a utilização do ferro desenvolveram uma serra alternativa manual ou, eventualmente, movida por roda d'água (Willinston, 1976).

Denomina-se serraria, o local onde toras são armazenadas e processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um determinado período para secagem. No caso do Brasil, muitas vezes pode-se encontrar anexado à serraria, ou mesmo no interior da mesma, unidades de beneficiamento. Porém, estas unidades nada têm a ver com a definição de serraria (Rocha, 1999).

Segundo Latorraca (2004), uma serraria é constituída basicamente por: depósito de matéria-prima, área destinada ao maquinário, local para a classificação da madeira serrada e o depósito da madeira serrada.

4.2. FLUXO DE MATÉRIA-PRIMA

As toras são transportadas até a serraria por via fluvial ou terrestre (ferrovias, rodovias, tração animal), dependendo da localidade da serraria, e são descarregadas no pátio de toras. Neste, as toras são descascadas e classificadas de acordo com o diâmetro, espécie, qualidade do fuste e

comprimento. Em seguida são cubadas e liberadas para o desdobro. Depois desse processo, a madeira serrada é classificada e enviada para as máquinas beneficiadoras, onde ocorre o dimensionamento do produto final, ou são rejeitadas e reaproveitadas para outros fins. O produto final é armazenado para a secagem natural ou artificial. Depois da etapa de secagem, a madeira é classificada novamente quanto às suas dimensões, cor e qualidade (rachaduras, nós, empenamentos, encurvamentos, encanoamentos, esmoados, furos de insetos, fungos, etc.), para, por fim, ser armazenada no estoque ou expedida para o fim que se destina (Willinston, 1976).

4.3.PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

O volume, qualidade e o tipo de madeira a produzir em uma serraria, dependem basicamente da matéria-prima e das máquinas que se pode contar (Latorraca, 2004). Nas serrarias das indústrias de processamento de madeira encontram-se diversos tipos de serras mecânicas, que se dividem em três grupos (Gomide, 1974; Instituto Florestal, 1989):

4.3.1.MÁQUINAS AUXILIARES

As máquinas auxiliares, segundo Abreu (2005), não participam diretamente da produção, porém são de extrema importância no processo de serragem. As principais máquinas

auxiliares são as afiadoras de serras, as recaladoras de serras e as tensionadoras de serras de fita (Latorraca, 2004).

4.3.2.SERRAS SECUNDÁRIAS

São as máquinas utilizadas em serviços secundários como, por exemplo, as empregadas para cortar pontas irregulares de tábuas (destopadeira) e regularizar as bordas de tábuas (canteadeira) (Gomide, 1974), também chamadas resserradeiras. Para tal, são utilizadas como elemento de corte serras circulares simples ou múltiplas, de um ou mais eixos. Estas podem ter o eixo fixo a uma bancada ou mesa, ou eixo móvel, como no caso das serras pendulares, radiais e de braço articulado (Tuset & Duran, 1979). As máquinas de resserragem também têm a função de recuperar madeira de costaneiras muito grandes, que seriam muito dispendiosas para resserrar na serra principal (Brown, 1965). Quase todas as serrarias que estão munidas de serras de fita possuem serras circulares de diâmetro reduzido ou médio para o alinhamento das margens das tábuas ou pranchas e também para a fabricação de sarrafos e ripas (Gomide, 1974).

De modo geral, a função destas máquinas é dar as dimensões finais das peças de madeira (Latorraca, 2004). Na Figura 1 podem ser observados alguns tipos de serras secundárias.

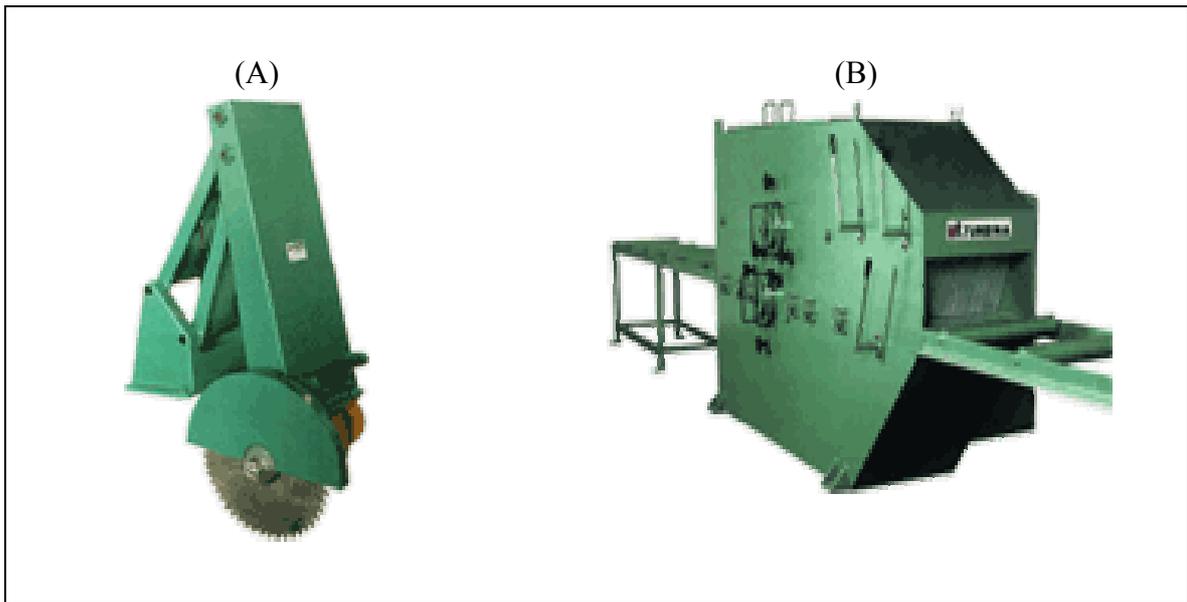


Figura 1. Serra circular pendular (A) e serra circular múltipla resserradeira (B). Fonte: Catálogo da Metalúrgica Turbina, 2006.

4.3.3. SERRAS PRINCIPAIS

O principal corte primário que se faz em uma tora para convertê-la em tábuas, pranchões, etc., se efetua na serra principal. Isto quer dizer reduzir as toras a componentes menores tais como blocos, semiblocos, tábuas e vigas. Utilizam-se vários tipos diferentes de serras principais. As mais comuns em instalação são as serras circulares e as serras de fita (Brown, 1965).

4.4. SERRA DE FITA

As grandes serras de fita para desdobro de toras foram utilizadas pela primeira vez em 1865, nos Estados Unidos, mas o seu uso só se generalizou entre 1887 e 1889. O invento é atribuído a Willian Newberry, em 1808, na Inglaterra. Devido,

porém, à dificuldade de lâminas para tamanho esforço, o invento foi muito pouco utilizado até 1855, quando Perin conseguiu aperfeiçoar a têmpera das lâminas francesas, possibilitando o uso prático dessa máquina (Souza, 1947).

As serras de fita verticais representam a maior parte do mercado nacional de serras de fita, pela robustez e facilidade de automação no processo produtivo. Podem apresentar as formas simples e geminadas (tandem), sofrendo modificações no processo de condução das toras para o desdobro. No caso das serras simples, utiliza-se um carro porta-toras com esquadros e sistemas de avanço para a definição da espessura das peças desdobradas. Nestes, as toras são fixadas por sistema de garras que auxiliam na estabilidade das toras durante o corte (Carmo, 1999).

A serra de fita vertical consta de uma lâmina de aço contínua e denteada, que se apóia em duas polias denominadas volantes, sendo uma móvel e disposta superiormente em relação ao piso da serraria, e a outra fixa e disposta inferiormente. A força motriz é aplicada no volante inferior que é mais pesado, o qual move a lâmina de serra para baixo, através da tora, à medida que esta é impulsionada pelo carro porta-toras contra a serra (Gomide, 1974).

As serras de fita verticais compõem-se principalmente de:

- Uma lâmina sem-fim, com um lado denteado (Souza, 1947; Tuset & Duran, 1979);

- Um volante inferior ou motriz, que é maciço, fixo e colocado sobre um eixo, no qual também se dispõe uma polia que recebe a potência do motor (Tuset & Duran, 1979);
- Um volante superior, que pode ser maciço, raiado ou com orifícios que tendem a reduzir o peso (Tuset & Duran, 1979);
- Um montante ou corpo da máquina, que sustenta os volantes (Tuset & Duran, 1979; Souza, 1947);
- Guias para a serra sem-fim (Tuset & Duran, 1979);
- Outros dispositivos de tensionamento da lâmina sem-fim (Tuset & Duran, 1979);
- Dispositivos de regulagem do volante superior (Tuset & Duran, 1979);
- Limpadores, que estão localizados no volante superior e tem finalidade de impedir a entrada de resíduos de madeira entre o volante e a lâmina sem-fim (Carmo, 1999);
- Defletor de resíduos, que é posicionado no volante inferior e que geralmente é feito em madeira, tendo por finalidade impedir a entrada de pó de serra entre o volante e a lâmina sem-fim (Carmo, 1999);
- Uma mesa, quando se trata de serras de fita pequenas para resseragem ou um carro porta-toras, quando se trata de serras grandes para desdobro (Souza, 1947; Gomide, 1979).

Os diferentes modelos de serra de fita para desdobro de toras podem ser classificados principalmente (Carmo, 1999):

- Pela disposição dos volantes (vertical, horizontal ou inclinada);
- Pelo número de volantes simultaneamente associados com a finalidade de realizar vários fios de corte em um único movimento (serras duplas chamadas igualmente de serras geminadas ou tandem, serras triplas ou quádruplas);
- Pela natureza do dispositivo de movimentação lâmina-madeira (lâmina fixa - madeira móvel ou madeira fixa - lâmina móvel);
- Pela possibilidade de serrar em único sentido de corte ou mesmo na ida e no retorno do carro porta-toras (lâminas denteadas nas duas bordas).

Vantagens que fazem com que a serra de fita seja escolhida para serra principal, em relação a serra circular:

- É a máquina mais indicada para toras com diâmetros variados (Frühwald, 1978; Manual do Grupo Andino, 1992; Hernández, 1998);
- Realiza bons cortes em madeira de alta densidade (Manual do Grupo Andino, 1992);
- Maior velocidade de corte (Gomide, 1974);

- Maior velocidade de avanço (Frühwald, 1978);
- Maior precisão de corte, de acordo com as características indesejáveis das toras. Pode serrar toras mal conformadas (Gomide, 1974; Frühwald, 1978; Manual do Grupo Andino, 1992; Hernández, 1998);
- A potência requerida é geralmente mais baixa (Hernández, 1998);
- Somente alguns dentes são empregados durante o corte em proporção ao comprimento da lâmina sem-fim. O efeito de aquecimento da lâmina, produzido pelas forças de corte é menor (Hernández, 1998);
- A serra sem-fim corta principalmente em linha reta, de maneira que as forças de corte são mais constantes em toda a trajetória da lâmina na madeira. Isto favorece a estabilidade da lâmina e uma menor variação no corte (Hernández, 1998);
- Menor espessura de corte, reduzindo as perdas (Hernández, 1998; Manual do Grupo Andino, 1992; Frühwald, 1978; Gomide, 1974).

Algumas desvantagens:

- As salas de afiação são mais complexas do que para outras serras (Frühwald, 1978; Manual do Grupo Andino, 1992);

- Sua capacidade de produção é inferior à de serras com cortes múltiplos devido às diversas passagens por uma unidade de máquina, principalmente nas toras de pequeno diâmetro (Frühwald, 1978; Manual do Grupo Andino, 1992);

Na Figura 2 podem ser observados alguns tipos de serras de fita.

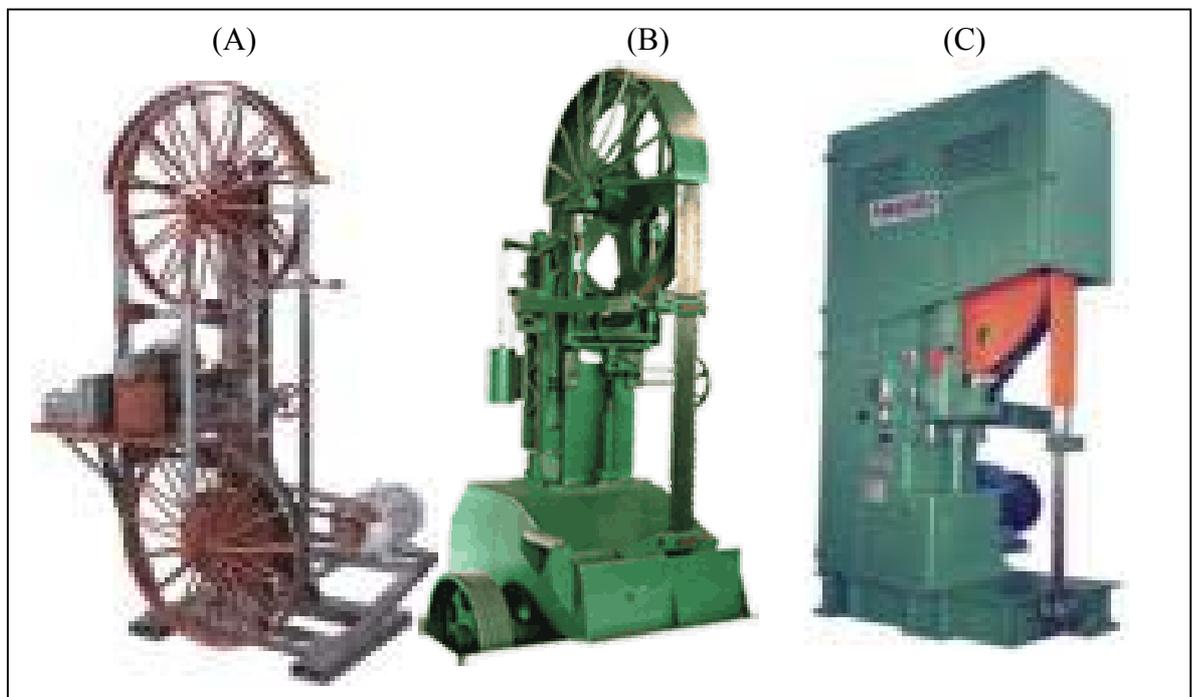


Figura 2. Evolução da serra de fita vertical: da mais antiga (A) para a mais moderna (C). Fonte: Catálogo da Metalúrgica Turbina, 2006.

4.5. SERRA CIRCULAR

A primeira patente para uma serra circular foi concedida em 1777 na Inglaterra (Brown, 1965). Nas serras circulares o elemento de corte é uma folha circular ou disco, dentado em

sua periferia, aplicado sobre um eixo que gira a uma velocidade variável; ao girar, os dentes penetram na madeira e a cortam (Tuset & Duran, 1979). São serras de simples operação, e por isso, as mais empregadas nas etapas de processamento da madeira, tanto no desdobro primário quanto nas atividades de resserragem (Hernández, 1998).

As serras circulares quando utilizadas como serras principais são adequadas somente para toras de pequenos diâmetros e matéria-prima de baixo custo, devido à grande perda em serragem, pois quanto maior for o diâmetro do disco, maior será a sua espessura, aumentando a produção de serragem. Estas serras são mais utilizadas em serrarias modernas, que compensam o baixo custo da matéria-prima e a grande perda em serragem com alta produtividade. São serras de simples instalação e boa produção de madeira serrada e seus dentes têm formas variadas, de acordo com a finalidade da serra (Rocha, 1999).

A serra circular múltipla dispõe de mais de dois discos de serra, o que permite à mesma a execução de quantos cortes forem necessários simultaneamente. São equipadas com três a dez discos de diâmetros entre 35 e 60 centímetros. Esta serra pode aplicar-se para desdobrar peças já serradas e para cantear tábuas, pranchões e similares, dando as dimensões finais da madeira. Existem modelos de um só eixo e com dois eixos (Tuset & Duran, 1978). As serras múltiplas têm também a

opção de um disco ou conjunto de discos móveis, o que permite a mudança de bitolas com rapidez (Rocha, 1999).

As serras circulares têm a opção em dois eixos, ou seja, funcionam com discos em um eixo inferior e um eixo sobreposto com discos coincidindo com os discos do eixo inferior (Rocha, 1999). As vantagens de uma máquina de dois eixos são óbvias. Cada serra de cada par (serra superior com serra inferior) precisa cortar apenas metade do diâmetro de cada tora, então uma lâmina de serra de menor diâmetro e, portanto, menos espessa, pode ser utilizada. Tal fato reduz a produção de serragem e as vibrações da serra, melhorando a qualidade da madeira serrada (Willinston, 1976).

A opção de dois eixos geralmente é utilizada em serras circulares duplas ou múltiplas. Desta forma, as serras passam a se chamar circular dupla de dois eixos ou circular múltipla de dois eixos (Rocha, 1999).

4.6.MÉTODO DA AMOSTRAGEM DO TRABALHO

A Amostragem do Trabalho é uma técnica estatística desenvolvida e aplicada por L. H. C. Tippett a partir de 1930, na indústria têxtil inglesa (Moreira, 1998), e este método também é conhecido por Snap Reading Technique e Work Delay Ratio. Esta técnica de medição de trabalho consiste em tomar observações aleatórias ou sistemáticas de operários para determinar a proporção de tempo que eles ocupam exercendo

várias atividades. A informação é registrada na forma de contagem de tempo de trabalho ou tempo ocioso em vez de tempos cronometrados (Monks, 1987). Segundo Moreira (1998) as observações devem ser feitas partindo de uma classificação de atividades desempenhadas preestabelecida. Além da classificação das atividades, há dois outros problemas a resolver com a amostragem de trabalho: o primeiro refere-se à fixação do número de observações (N) que devem ser feitas e o segundo refere-se à escolha dos horários em que serão feitas essas observações (Moreira, 1998).

De acordo com Latorraca (2004) os tipos de operações em uma serraria podem ser classificados como:

- Trabalho Produtivo: definido como o complemento homem e máquina para cortar madeira;
- Tempo Perdido, que se subdivide em:
 - a) Trabalho não produtivo: definido como as atividades do conjunto operador mais máquina, diferentes da produção de madeira;
 - b) Tempo ocioso: definido como falta de matéria-prima para a execução da atividade produtiva;
 - c) Demoras: definido como o resultado de uma má operação do sistema.

No trabalho de Abreu (2005), este cita como problemas que contribuem para o trabalho não produtivo em serras de fita: ajustes no carro porta-toras, troca de serra, problemas na

serra, problemas no sistema elétrico, ajuste na guia e troca de óleo do bitolador; demoras: problemas na esteira; e tempo ocioso: problemas no carregamento da esteira.

4.7. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA

O rendimento e a eficiência, segundo Gomide (1974), são termos básicos de características de uma serraria. Para que se possa ter uma noção do desempenho de uma serraria, ou seja, para que a gerência tenha subsídios para julgar se as operações vêm sendo executadas de forma correta, existem vários parâmetros. Dentre estes vários parâmetros, o rendimento e a eficiência revelam com relativa transparência o desempenho de uma serraria (Rocha, 1999).

Segundo Latorraca (2004), o rendimento ou porcentagem de aproveitamento depende basicamente de:

- Volume total de madeira em tora utilizada pela serraria;
- Tipo de desdobro utilizado;
- Dimensões finais da peça desejada (número de cortes feitos);
- Máquinas utilizadas;
- Tipo de mão-de-obra utilizada (especializada ou não).

O rendimento de uma serraria é a relação entre o volume de toras serradas num período ou turno e o volume de madeira serrada obtido destas toras (Rocha, 1999; Latorraca, 2004).

No trabalho de Scanavaca Jr. & Garcia (2003), foi observado um rendimento médio de 42,53% com amplitude de 12,64% a 83,53% em toras de *Eucalyptus urophylla* aos 19 anos de idade, processadas em serra de fita vertical simples.

Oliveira et al. (2003) encontraram rendimento médio de 49,28% com amplitude de 34,78% a 90,43% em toras de quinze diferentes espécies nativas, em três serrarias do município de Jaru no estado de Rondônia, utilizando serra de fita vertical simples no desdobro primário e serras variadas no desdobro secundário das toras.

Dutra & Nascimento (2006), objetivando quantificar os resíduos de uma indústria madeireira no município de Moju, estado do Pará, observaram rendimento médio de 36,50% com amplitude de 32,30% a 41,20%, em toras de madeira de três espécies nativas.

Acosta (1999) cita rendimentos entre 45% e 60% nas serrarias argentinas, processando madeira de *Eucalyptus grandis* em serra de fita vertical simples.

Gomide (1974) cita que em coníferas um rendimento de 55% a 65% é considerado normal, enquanto que em folhosas esse mesmo rendimento varia entre 45% e 55%. A razão desta diferença deve-se ao fato das coníferas apresentarem tronco menos

tortuoso, com menos defeitos e terem o alburno sempre utilizável.

A eficiência expressa a relação entre o volume de toras serradas por período ou turno e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro (Rocha, 1999).

Segundo Latorraca (2004) a avaliação da eficiência está em desuso atualmente, devido à automação, onde o processo é controlado por poucos ou apenas um operador, através de comandos eletrônicos. Porém, o autor afirma que, em serrarias de pequeno e médio porte, onde o grau de automatização é baixo, tal informação é importante para as tomadas de decisão do remanejamento do número de operários utilizados em cada atividade, além de se saber a produtividade de cada operário por ciclo de trabalho, o que possibilita uma avaliação custo/benefício de cada operário.

Utiliza-se o volume de toras para o cálculo da eficiência, para que os diâmetros das mesmas e o rendimento não afetem o resultado. Porém, a eficiência é afetada por alguns fatores (Rocha, 1999):

- Uso de coníferas ou folhosas (madeira mais leve ou mais pesada, com baixa ou alta densidade, fuste mais retilíneo ou menos, etc.);
- *Layout* da serraria;
- Uniformidade da matéria-prima e produtos (padronização);

- Características e condições do maquinário;
- Disponibilidade de energia;
- Grau de mecanização e automatização da serraria.

Rocha (1999) cita alguns exemplos de Eficiência em serrarias de diversas partes do mundo:

- Alta mecanização e automação na América do Norte:
22m³/operário/turno;
- Serrarias comuns e portáteis na América do Norte:
4,8m³/operário/turno;
- Suécia: em média 2,8m³/operário/turno;
- Europa Central: em média 1,2m³/operário/turno;
- Guiana Inglesa: 0,5m³/operário/turno;
- Amazonas: 0,3m³/operário/turno;
- Sudão: 0,1m³/operário/turno.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. LOCALIZAÇÃO E FLUXOGRAMA DA SERRARIA

Este estudo foi realizado na serraria da empresa L.P.Z. Artefatos de Madeira e Serviços LTDA., localizada no distrito de Santanésia, município de Pirai, sul do estado do Rio de Janeiro.

A serraria possui duas linhas principais de produção. A primeira linha está equipada com uma serra de fita vertical simples, que é utilizada para o desdobro primário de toras de madeira de *Pinus* sp, produzindo semiblocos após a retirada de duas costaneiras, com a realização de dois cortes tangenciais. Nessa linha trabalham três operários. A segunda linha está equipada com uma serra circular quádrupla para o desdobro principal e uma serra circular múltipla para o desdobro secundário de toras de madeira de *Eucalyptus* sp. Ambas as máquinas realizam cortes tangenciais nas toras. Nessa última linha, é utilizada uma serra circular simples para o canteamento da madeira produzida e para a resserragem das costaneiras maiores, objetivando o aproveitamento de madeira. Nessa linha trabalham nove operários. Na serra circular múltipla também são resserrados os semiblocos de madeira de *Pinus* sp produzidos na linha I. Na figura 3 pode ser observado o fluxograma da serraria.

O abastecimento de madeira das serras principais é feito por um trator carregador, que retira as toras do pátio e as

conduz até as máquinas principais. Após o canteamento, as tábuas de madeira produzidas são empilhadas e carregadas por uma empilhadeira. Esta as leva até o galpão da fábrica, onde outros operários dão as dimensões finais das peças com o auxílio de serras circulares pendulares. A madeira serrada é utilizada para a confecção de embalagens de bobinas de papel. Nos anexos encontram-se fotos das linhas e das embalagens produzidas.

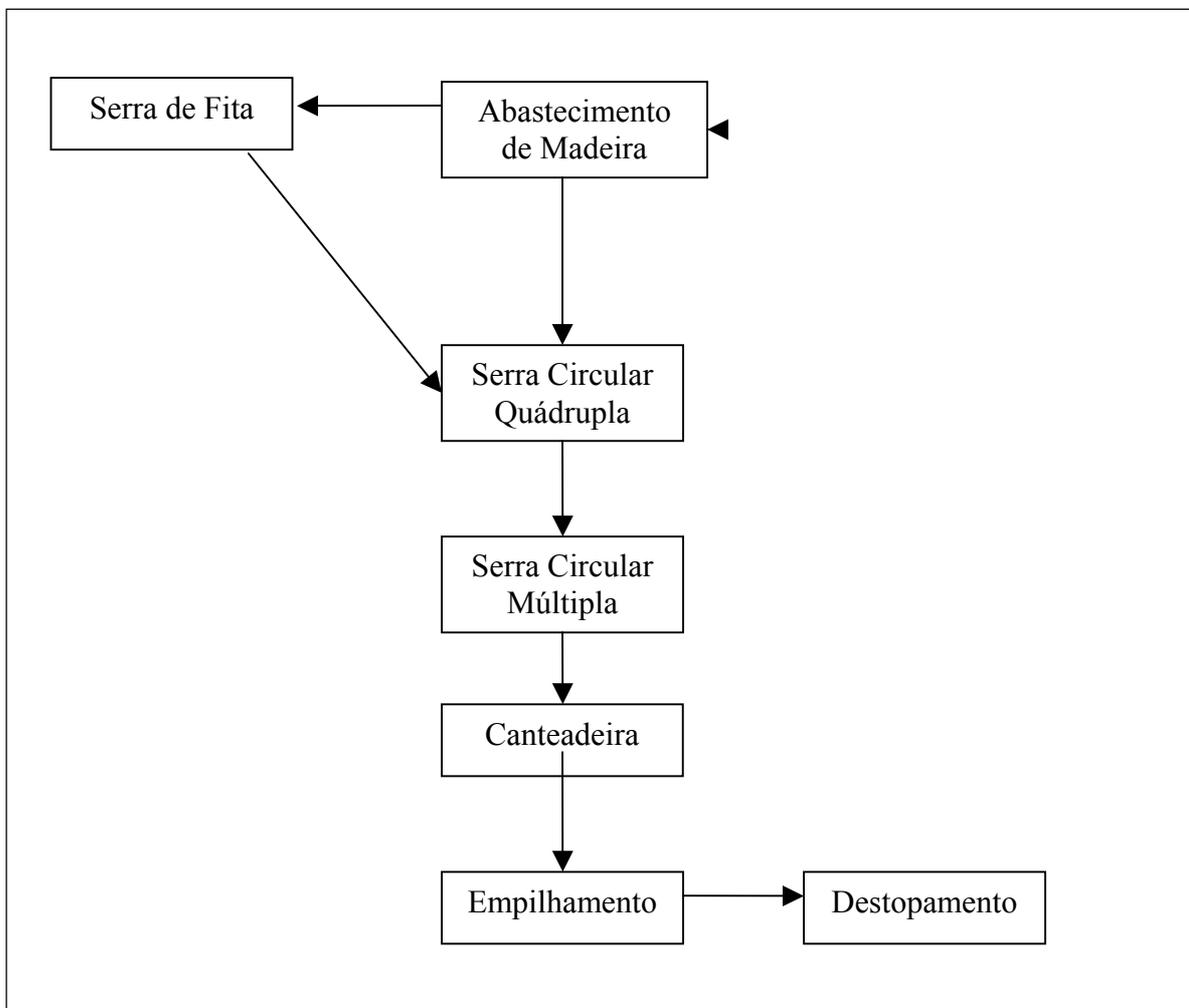


Figura 3. Fluxograma da serraria LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA., distrito de Santanésia, município de Piraí, R.J.

5.2.LINHAS DE PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA

Neste trabalho foram avaliadas as máquinas principais das duas linhas de produção da serraria: a serra de fita vertical simples da primeira linha e as serras circulares quádrupla e múltipla da segunda linha de produção.

5.2.1. LINHA DE PRODUÇÃO I

A serra de fita vertical simples dessa linha de produção foi fabricada pela Metalúrgica Turbina S.A. no ano de 1988, modelo SFD 1 e pesa 1400 kg. O diâmetro dos volantes é de 80 centímetros, ambos maciços. A lâmina de serra utilizada pertence à marca Baukus, modelo Cinco Estrelas, com 630 centímetros de comprimento, 5 polegadas de largura (127 milímetros), espessura de corte de 0,096 polegada (2,44 milímetros), espessura da lâmina de 0,043 polegada (1,1 milímetro) e dentes do tipo misto. O mecanismo motriz da serra de fita é um motor elétrico de indução, trifásico, de 30 CV e 1760 RPM. O elemento de avanço é um carro porta-toras de mesmo fabricante da serra de fita, ano 1987 e modelo CPEX2. O comprimento deste é 250 centímetros, bitolador manual com garras pneumáticas de abertura máxima de fixação igual a 60 centímetros como mecanismo de fixação das toras. A movimentação do carro porta-toras é feita por um sistema de roldanas e cabos de aço interligados a um motor elétrico.

Nessa linha são produzidos semiblocos de madeira de *Pinus sp* através de cortes longitudinais, onde são retiradas duas costaneiras. O trator carregador abastece a rampa de toras com a madeira, que em seguida é direcionada por um operário até o carro porta-toras. Com o auxílio de outro operário, cada tora é acomodada no carro, que é movimentado em direção à lâmina da serra de fita. Esses dois operários são os responsáveis pelo abastecimento, bitolamento e movimentação do carro porta-toras, além da retirada e empilhamento do semibloco produzido. Um terceiro operador retira as costaneiras e as empilha.

5.2.2. LINHA DE PRODUÇÃO II

As máquinas avaliadas nessa linha de produção foram a serra circular quádrupla, constituída por dois eixos sobrepostos com dois discos em cada eixo, e a serra circular múltipla, constituída por dois eixos com 5 discos em cada eixo. Ambas foram produzidas no ano de 1996 pelas Indústrias Klüpel S.A. A serra circular quádrupla, modelo CK-550, é movida por 2 motores elétricos de 25 CV e outros dois de 20 CV, com velocidade de corte de 1750 RPM, o que corresponde a 50 metros por segundo. Cada um dos quatro discos de serra possui as seguintes características: marca SANTI, 50 centímetros de diâmetro, espessura de 4 milímetros e espessura de corte de 6 milímetros. O avanço das toras é feito por intermédio de roletes fixos seguidos por uma corrente de

alimentação e a velocidade de avanço é de 15 metros por minuto. Esta máquina possui abertura mínima e máxima das lâminas de, respectivamente, 7,6 centímetros e 20,3 centímetros, serra toras com o diâmetro máximo de até 35 centímetros e comprimento variável entre 1,2 e 3,0 metros.

A serra circular múltipla, modelo CM2-350, é movida por dois motores elétricos de 40 CV e 3200 RPM. Cada um dos 10 discos tem as seguintes características: marca SANTI, 30 centímetros de diâmetro, espessura de 3 milímetros e espessura de corte de 4,5 milímetros. A largura útil de corte é igual a 35 centímetros, e com discos deste diâmetro, a altura máxima de corte corresponde a 15,3 centímetros.

Nessa linha são processadas toras de *Eucalyptus* sp e os semiblocos de *Pinus* sp advindos da linha de produção I, por meio de cortes longitudinais. Os produtos são peças quadradas de 9 centímetros de lado e comprimento variável de acordo com a tora, e tábuas de 9 centímetros de largura, 2 centímetros de espessura e comprimento também variável. A rampa de toras é abastecida por um trator carregador, e cada tora é redirecionada por um operário a uma mesa com roletes fixos. Cada tora é alimentada manualmente, movida por sobre os roletes até encontrar uma corrente de alimentação automática montada sobre uma mesa contígua à primeira. Esta corrente conduz a tora até a serra circular quádrupla. Depois da tora ser desdobrada, é produzido um semibloco e duas costaneiras,

que são recebidos por dois operários; um é responsável pela retirada das costaneiras e condução destas até a serra circular canteadeira, para resserragem, enquanto o outro alimenta manualmente o semibloco na serra circular múltipla, por intermédio de uma mesa com roletes fixos. Outros três operários são responsáveis pelo recebimento de duas costaneiras e até quatro tábuas, resultantes da resserragem do semibloco. Então, essas tábuas são classificadas e empilhadas. Algumas tábuas, não adequadas, são levadas para a serra circular canteadeira, juntamente com as duas costaneiras, para resserragem. A serra circular canteadeira é operada por três operários; um alimentando a serra e dois classificando as tábuas, rejeitando-as ou não e empilhando as adequadas. No total, nove operários trabalham na linha de produção II. As peças de madeira adequadas são empilhadas e carregadas por empilhadeira em direção ao galpão da fábrica, onde recebem as dimensões finais pelo uso de serras circulares pendulares.

5.3. DETERMINAÇÃO DO TEMPO GASTO NAS OPERAÇÕES

O Método da Amostragem de Trabalho (Monks, 1987; Moreira, 1998) foi a técnica utilizada nesse estudo para quantificar e analisar o tempo gasto em cada operação desempenhada pelo conjunto homem/máquina nas duas linhas de produção da serraria.

A coleta de dados em ambas as linhas de produção constituiu-se de uma amostragem sistemática, através da observação direta das atividades desempenhadas pelo conjunto homem/máquina. Neste estudo adotou-se uma amostragem de 2 em 2 minutos durante todo o dia de trabalho, que dura 8 horas. As atividades desempenhadas foram classificadas em trabalho produtivo e tempo perdido, sendo este último subdividido em trabalho não produtivo, demoras e tempo ocioso. Cada linha foi avaliada por três dias consecutivos, sempre operada pelos mesmos operários. Nos anexos encontra-se o modelo de ficha utilizado para a coleta dos dados da amostragem.

5.3.1. NÚMERO DE AMOSTRAS (N)

Para a determinação do número de amostras (N) a ser tomada em cada linha de produção, foi feita uma amostragem-piloto de cada linha, com número de amostras igual a 100. Deste modo, determinou-se para cada linha a menor proporção (p) inferida dentre as atividades de trabalho produtivo e tempo perdido (Monks, 1987). A equação 1 foi utilizada para calcular o valor "p" das amostragens-piloto.

$$p = n/N \quad \text{(equação 1)}$$

Onde:

p: proporção de uma determinada atividade avaliada;

n: n° de observações de uma atividade;

N: número total de observações (100).

A amostragem-piloto é necessária para estimar o valor das proporções de tempo gasto em atividades específicas nunca estudadas, onde esses valores não são conhecidos. Com posse da estimativa do menor valor "p" das duas linhas, utiliza-se esse valor para a determinação do número real de amostras (N) que devem ser avaliadas (equação 2).

$$N = (z^2 \times p \times q) / e^2 \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

N: número real de amostras;

z: desvio normal padrão para o nível de confiança desejado;

p: menor proporção avaliada na amostragem piloto;

q: 1 - p;

e: erro máximo por nível de precisão.

Neste trabalho adotou-se o nível de confiança de 5% e erro máximo de $\pm 4\%$ (Monks, 1987; Moreira, 1998).

5.4. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA

O rendimento em madeira serrada foi avaliado somente na linha de produção II, porque somente nesta as toras são desdobradas completamente até o produto final. Nesta avaliação foram utilizadas trinta toras de *Eucalyptus* sp. À medida que a rampa de toras era abastecida as mesmas eram mensuradas aleatoriamente.

O comprimento das toras foi mensurado com o auxílio de uma trena de cinco metros, com precisão de 0,1 centímetro,

enquanto o diâmetro sem casca das duas extremidades foi medido com o auxílio de uma fita métrica, com precisão de 0,1 centímetro. Para a determinação do volume sem casca das toras foi utilizada a equação de Smalian (equação 3).

$$VSC = [(g1 + g2)/2] \times l \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

VSC: volume sem casca da tora, em m³;

g1: área basal do diâmetro 1 da tora, em m²;

g2: área basal do diâmetro 2 da tora, em m²;

l: comprimento da tora, em m;

A equação 4 foi utilizada para o cálculo da área basal para um diâmetro n qualquer.

$$gn = [(d^2 \times \pi)]/40000 \quad (\text{equação 4})$$

Onde:

gn: área basal, em m²;

π : valor da constante pi, equivalente a 3,1416;

Depois de mensuradas, as toras foram numeradas e encaminhadas para o processamento. A madeira serrada de cada tora foi marcada com o respectivo número e empilhada, formando uma pilha para cada tora processada. Posteriormente, foram mensurados o comprimento e a largura, com o auxílio de uma trena. A largura foi mensurada em três pontos: nas extremidades (a dez centímetros dos topos) e na porção mediana. A espessura foi medida nos mesmos pontos que a largura, utilizando-se um espessímetro de precisão igual a

0,01 centímetro. O volume de cada peça de madeira serrada foi determinado de acordo com a equação 5.

$$V = l \times b \times e \quad (\text{equação 5})$$

Onde:

V: volume da peça, em m³;

L: comprimento da peça, em m;

b: largura média da peça, em m;

e: espessura média da peça, em m.

O volume de madeira serrada por tora foi determinado somando-se o volume de cada peça obtida da tora (equação 6).

$$VT = \Sigma(V1 + V2 + \dots + Vn) \quad (\text{equação 6})$$

Onde:

VT: volume total de madeira serrada por tora, em m³;

Vn: volume de madeira de cada peça serrada n, em m³.

O rendimento de madeira por tora é expresso pela equação 7 (Gomide, 1974; Rocha, 1999; Latorraca, 2004):

$$R = (VT/VSC) \times 100 \quad (\text{equação 7})$$

Onde,

R: rendimento ou porcentagem de aproveitamento, em %;

VT: volume total de madeira serrada por tora, em m³;

VSC: volume sem casca da tora, em m³.

Por conseqüência, a eficiência só foi avaliada na linha de produção II, anotando-se o número de toras desdobradas por ciclo de trabalho, multiplicado pelo volume médio de madeira

em tora, obtido no rendimento. Este produto foi dividido pelo número de operários da linha de produção.

A eficiência é expressa pela equação 8 (Gomide, 1974; Rocha, 1999; Latorraca, 2004):

$$E = (N \times V) / O \quad (\text{equação 8})$$

Onde:

E: eficiência, em m³/ operário/ dia;

N: número de toras processadas por dia, em m³;

V: volume médio por tora, em m³;

O: número de operários.

6.RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1.DETERMINAÇÃO DO TEMPO GASTO NAS OPERAÇÕES

6.1.1.NÚMERO DE AMOSTRAS (N)

Na amostragem piloto foram consideradas somente as informações "trabalho produtivo" e "tempo perdido".

Para a linha de produção 1 a amostragem piloto revelou a menor proporção "p" igual a 0,35 ou 35%, para a informação "trabalho produtivo". Desta forma, com 95% de certeza e exatidão de $\pm 4\%$, o número de amostras (N) para esta linha ficou compreendido entre o intervalo de 524 e 568.

Para a linha de produção 2 a amostragem piloto revelou a menor proporção "p" igual a 0,45 ou 45%, para a informação "trabalho produtivo". Desta forma, com 95% de certeza e exatidão de $\pm 4\%$, o número de amostras (N) para esta linha ficou compreendido entre o intervalo de 570 e 618.

No entanto, neste trabalho, cada linha foi avaliada 240 vezes por dia, durante três dias, totalizando 720 amostras. A amostragem diária foi dividida em dois turnos: manhã (120 amostras) e tarde (120 amostras).

6.1.2. LINHA DE PRODUÇÃO I

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram o trabalho produtivo obtido da amostragem da serra de fita vertical simples, descritos como Dia 1, Dia 2 e Dia 3, além do valor

médio. Cada dia de amostragem do trabalho foi dividido em manhã e tarde.

Tabela 1. Trabalho produtivo diário da linha de produção I

Trabalho Produtivo (%)			
Linha de Produção I			
	Dia 1	Dia 2	Dia 3
Manhã	20,83	13,33	36,67
Tarde	36,67	35,83	28,33
Média	28,75	24,58	32,50

A interação homem-máquina, onde o produto resultante é madeira serrada, observada nesta linha foi muito baixa, observando-se valores médios diários entre 24,58% (Dia 2) e 32,50% (Dia 3). O resultado também pode ser observado nos Gráficos 1 e 2.

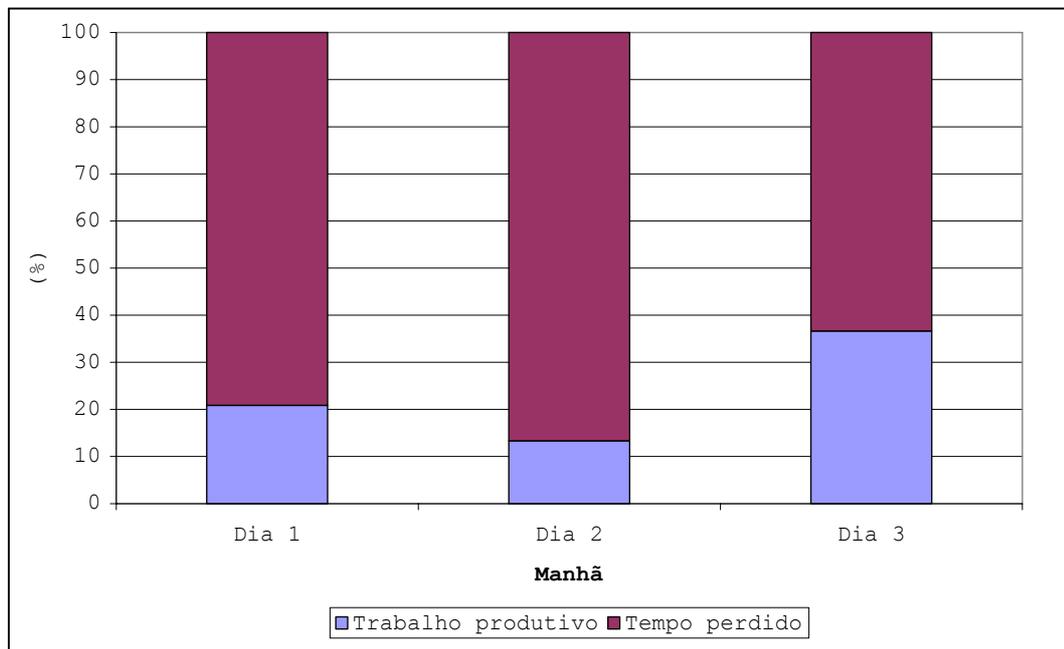


Figura 4. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã), na serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA, Santanésia, Piraí, R.J.

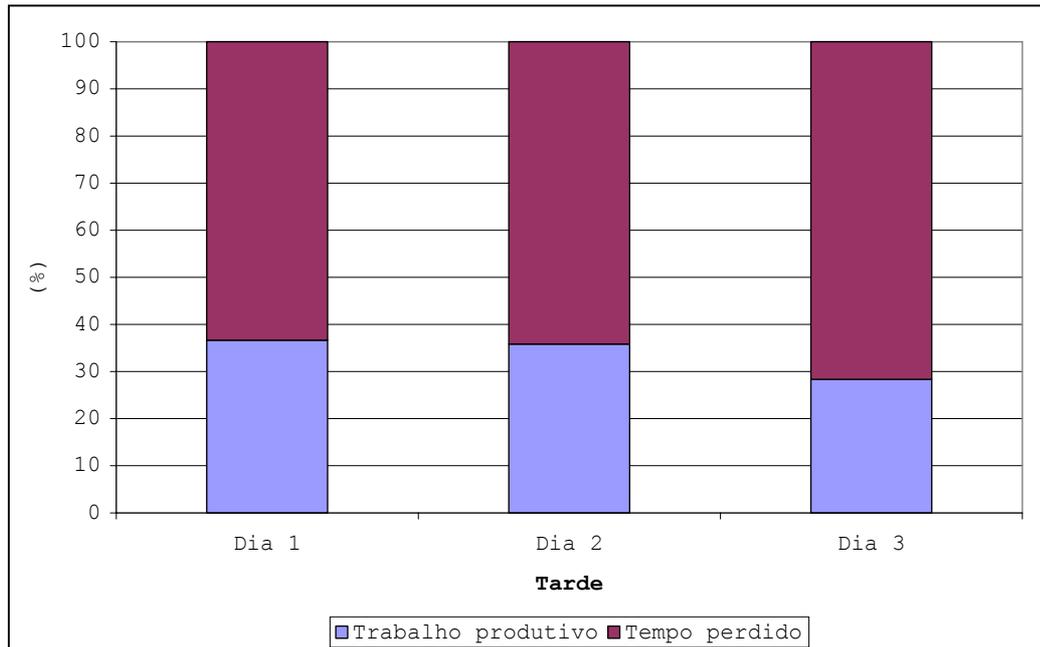


Figura 5. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da tarde), na serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA, Santanésia, Pirai, R.J.

Para esta linha, foi observada maior atividade produtiva durante o período da tarde, com valores superiores em dois dias contra um dia de maior atividade no período da manhã. Por dedução, o dia que ocorreu o maior trabalho produtivo médio foi o que obteve menor tempo perdido e vice-versa.

O tempo perdido, que se configura por qualquer outra atividade que não seja a produção de madeira serrada, predominou nesta linha de produção. Sendo subdividido em: trabalho não produtivo, demoras e tempo ocioso. A Tabela 2 mostra a divisão do tempo perdido médio dos três dias nesta linha de produção.

Tabela 2. Distribuição do tempo perdido médio na linha de produção I

Tempo Perdido Médio (%)		
Linha de Produção I		
	Manhã	Tarde
Trabalho não produtivo	45,96	52,54
Demoras	37,31	38,56
Tempo ocioso	16,73	8,90
Total	100,00	100,00

Observou-se que o trabalho não produtivo foi de maior relevância para a constituição do tempo perdido médio tanto pela manhã, quanto pela tarde, respectivamente com 45,96 e 52,54%. Os problemas que contribuíram para o trabalho não produtivo foram, em ordem de importância, movimento do carro porta-toras (tanto vazio, quanto recuando e avançando com a tora), giro de 180° da tora no carro porta-toras; regulagem do bitolador no carro porta-toras; conserto do bitolador do carro porta-toras e regulagem da guia.

Os problemas que contribuíram para as demoras foram, em ordem de relevância, manejo da tora na rampa de toras até o carro porta-toras; empilhamento do semibloco produzido; limpeza do fosso de serragem; e problemas no trilho.

Os problemas que ocasionaram o tempo ocioso foram o atraso do trator abastecedor da rampa de toras e pausa dos operadores para necessidades pessoais.

6.1.3.LINHA DE PRODUÇÃO II

Os dados apresentados na Tabela 3 demonstram o trabalho produtivo obtido da amostragem da linha de produção II, descritos como Dia 1, Dia 2 e Dia 3, além do valor médio. Cada dia de amostragem do trabalho foi dividido em manhã e tarde.

Tabela 3. Trabalho produtivo diário da linha de produção II

Trabalho Produtivo (%)			
Linha de Produção II			
	Dia 1	Dia 2	Dia 3
Manhã	41,70	60,00	60,00
Tarde	52,50	53,33	56,67
Média	47,10	56,67	58,34

Como observado, o trabalho produtivo desta linha foi predominante sobre as demais atividades, obtendo-se valores médios diários variando entre 47,10% (Dia 1) e 58,34% (Dia 3). Em dois dias o trabalho produtivo foi superior durante a manhã, contra um dia de maior trabalho produtivo durante a tarde. Por dedução, o dia que ocorreu o maior tempo produtivo médio foi o que obteve menor tempo perdido e vice-versa. Os gráficos 3 e 4, a seguir, auxiliam a visualização destes resultados.

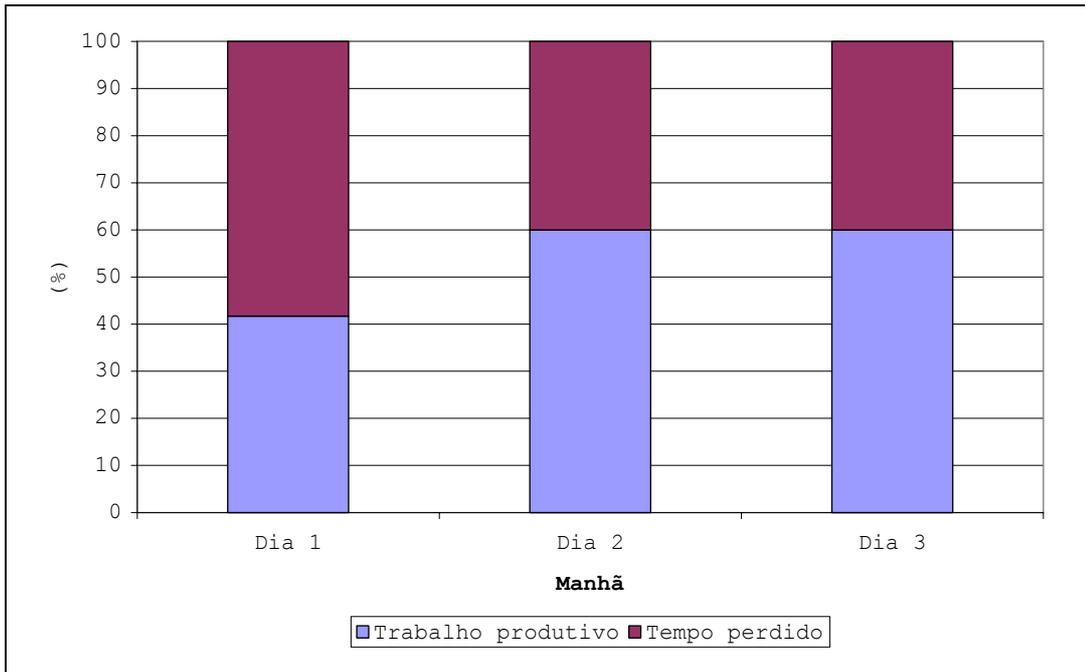


Figura 6. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã), na serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA, Santanésia, Pirai, R.J.

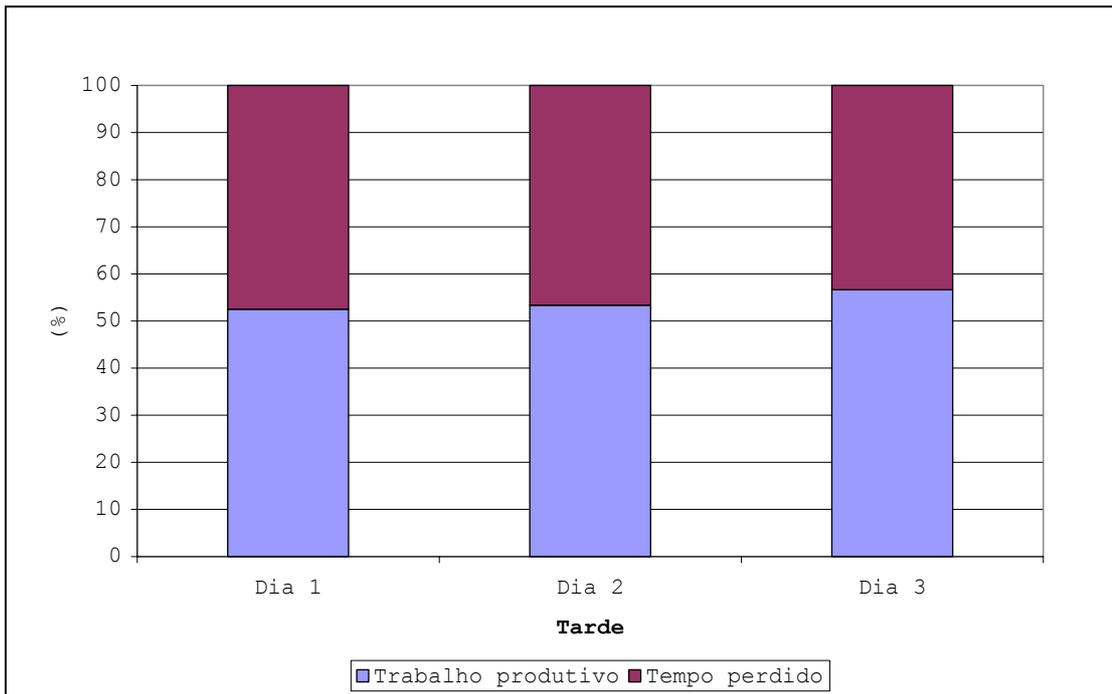


Figura 7. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da tarde), na serraria da empresa LPZ Artefatos de Madeira e Serviços LTDA, Santanésia, Pirai, R.J.

Como na linha produtiva anterior, o tempo perdido foi subdividido em: trabalho não produtivo, demoras e tempo ocioso. A Tabela 4 mostra a divisão do tempo perdido médio nesta linha de produção.

Tabela 4. Distribuição do tempo perdido médio na linha de produção II

Tempo Perdido Médio (%)		
Linha de Produção II		
	Manhã	Tarde
Trabalho não produtivo	16,19	0,00
Demoras	42,84	58,58
Tempo ocioso	40,97	41,42
Total	100	100

Observou-se que as demoras contribuíram com a maior parte do tempo perdido médio, tanto para o período da manhã quanto para o da tarde, com respectivamente 42,84 e 58,58%. Os problemas que constituíram as demoras foram, em ordem de importância, o manejo da tora da rampa até a mesa alimentadora; travamento da serra circular múltipla por superaquecimento; travamento da esteira coletora de serragem; limpeza da esteira; travamento do rolete da entrada da serra circular múltipla; travamento da serra circular quádrupla por superaquecimento; e limpeza da caixa protetora da serra circular quádrupla.

Os principais problemas que constituíram o tempo ocioso foram, em ordem de importância, retorno do semibloco para resserragem na serra circular múltipla; atraso do trator que

abastece a rampa de toras; pausa dos operadores para necessidades pessoais; e demora no abastecimento do semibloco na serra circular múltipla.

O único problema que constituiu o trabalho não produtivo ocorreu durante apenas um dia pela manhã, e foi a troca dos discos da serra circular múltipla.

São escassos os trabalhos avaliando o estudo do tempo nas atividades das serrarias nacionais, principalmente nas de pequeno porte. Porém, Abreu (2005) estudou duas serrarias no município de Paragominas, Pará, que operavam com serra de fita vertical simples. Observou-se para as duas serrarias atividades de trabalho produtivo superior a 90%. No entanto, estas serrarias avaliadas pertencem a uma empresa de grande porte, onde o nível de automação é superior ao do presente trabalho.

Ressalta-se que o tempo produtivo, mesmo para a linha de produção com o melhor desempenho (linha II), não atingiu o valor mínimo de 75% sugerido por Martins & Laugeni (2003). Onde a tolerância para necessidades pessoais dos operadores gira em torno de 5%, enquanto que para o alívio da fadiga 20%. Então, trabalhando-se com valores máximos de trabalho produtivo ainda restaria 75% do tempo total.

6.2.RENDIMENTO E EFICIÊNCIA (LINHA DE PRODUÇÃO II)

Na tabela 5 encontram-se os resultados do volume serrado por tora, do volume de madeira por tora e do rendimento em madeira serrada por tora. Os valores da estatística descritiva são, a média, o desvio padrão (DP), o coeficiente de variação (CV%) e o intervalo de confiança (IC+ e IC-) para um nível de 95 % de certeza.

Tabela 5. Rendimento médio em madeira serrada

Variáveis	Estatística Descritiva				
	Média	DP	CV%	IC+	IC-
Volume serrado/tora(m³)	0,03501	0,01395	39,84	0,03999	0,03001
Volume por tora(m³)	0,07803	0,02796	35,83	0,08804	0,06803
Rendimento (%)	44,86	5,36	12,11	46,19	42,36

O diâmetro médio das toras avaliadas teve amplitude de 13,2 centímetros a 27,3 centímetros, enquanto para o rendimento foi de 32,76% a 53,50%.

O rendimento médio de 44,86% da linha II foi superior aos rendimentos médios de 42,53% e 36,50%, observados, respectivamente por Scanavaca Jr. & Garcia (2003) e Dutra & Nascimento (2006). Porém, foi inferior ao rendimento médio de 49,28%, observado por Oliveira et al. (2003) e às amplitudes de rendimento de madeira de folhosas sugeridas por Gomide (1974) e Acosta (1999).

A Tabela 6 mostra o número de toras processadas por dia na linha de produção II.

Tabela 6 - Número de toras processadas por dia na linha de produção II

Toras Processadas na Linha de Produção II				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Média
Manhã	287	221	408	305,33
Tarde	192	328	280	266,67
Total	479	549	688	572

De um modo geral, durante o período da manhã mais toras foram processadas. A serraria processa em média, na linha de produção II, 572 toras, o que confere um volume de madeira serrada de 20,02 m³/dia, e a eficiência média de 4,96 m³/operário/dia, com variação de 4,14 a 5,95 m³/operário/dia. Portanto, a eficiência da serraria é superior a eficiência média de 4,8m³/operário/turno, observada nas serrarias norte-americanas de mesmo nível de automação e inferior a eficiência de 20m³/operário/turno obtidas pelas serrarias norte-americanas de elevado nível tecnológico (Rocha, 1999).

7. CONCLUSÕES

Pode-se concluir deste trabalho que:

- Na linha I são predominantes as atividades que constituem tempo perdido, portanto, esta linha desempenha mal a função de produção de madeira serrada;
- Na linha II a atividade de produção de madeira é superior às demais atividades, sendo considerada uma linha de bom desempenho operacional;
- A serraria apresenta um bom desempenho, uma vez que o rendimento médio em madeira serrada observado é aproximado (vezes maior, outras menor) daquele encontrado na bibliografia especializada;
- A eficiência da serraria equipara-se a das serrarias norte-americanas de mesmo nível de automação, comprovando o bom desempenho da serraria.

8 .RECOMENDAÇÕES

8.1. LINHA DE PRODUÇÃO I

Nesta linha o trabalho não produtivo constituiu a maior parte do tempo perdido durante as operações. Porém, a própria concepção da máquina é o fator determinante para tal resultado, uma vez que o tempo gasto nas atividades de manejo do carro porta-toras são inevitáveis.

Para minimizar as demoras seria importante que mais um operário trabalhasse nessa linha; este auxiliaria no empilhamento do semibloco e no manejo das toras pela rampa de toras, minimizando tais perdas de tempo. Para compensar o baixo desempenho produtivo com a serra de fita deveria ser serrada madeira de maiores diâmetros, compensando o pouco trabalho produtivo com maiores volumes de madeira serrada. Porém, tal manejo não se aplica a essa situação, porque aqui a serra de fita é utilizada somente para a produção de semiblocos para resserragem. Observa-se, no entanto, que a máquina é superdimensionada em relação às toras que processa.

8.2. LINHA DE PRODUÇÃO II

Apesar da boa eficiência operacional observada nesta linha, as demoras constituíram maior parte do tempo perdido durante as operações. O manejo da tora na rampa até a máquina deveria ser realizado com o emprego de mais um operário, facilitando esta operação e minimizando a perda de tempo.

O tempo ocioso desta linha seria reduzido se os semiblocos produzidos não tivessem que retornar tantas vezes para serem resserrados e se as máquinas não parassem de operar por superaquecimento. Tais fatos se devem ao fato de algumas toras processadas possuírem diâmetros superiores ao máximo recomendado pelo fabricante das máquinas, que é de 35 centímetros. Então, a classificação das toras no pátio antes do processamento é recomendada.

8.3. GERAL

Para reduzir o tempo perdido com o tempo ocioso, seria interessante implementar um sistema de comunicação via rádio entre as linhas de produção e o operador do trator que abastece as toras nas rampas. Porque se perde muito tempo na comunicação pessoal entre os encarregados de cada linha com operador, para avisar a este último que recarregue as rampas.

Os demais problemas observados devem-se à exaustão das máquinas, que possuem 18 anos (linha de produção I) e 10 anos (linha de produção II) de fabricação. A manutenção preventiva e regular, direcionada aos problemas mais frequentes observados minimizaria a perda de tempo durante as operações durante o turno de trabalho.

Para todas as recomendações de aumento do número de operários na linha produtiva, deve ser feito um estudo da relação custo x benefício deste operário adicional.

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. Anuário Estatístico, Ano Base: 2005. Brasília: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS, 2006. 1 CD-ROM.
- ABRAF. Exportações chegam a US\$ 7,5 bilhões em 2005. **Revista da Madeira**, Curitiba, p. 04-08, fev., 2006.
- ABRAF. Brasil comemora 100 anos de florestas plantadas. **Revista da Madeira**, Curitiba, p. 24-26, ed.89, abr., 2005.
- ABREU, F.A. **Eficiência operacional de serra de fita: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA.** 2005. 30p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ACOSTA, M.S. Experiencia argentina en la producción y utilización de la madera de eucalipto, panorama a 1999. In: Workshop: Técnicas de abate, Processamento e Utilização da madeira de eucalipto, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Florestal, SIF, IEF, 1999. p. 1-27.
- BROWN, N.C.; BETHEL, J.S. **La Industria Maderera.** 1ªed. México D.F.: Centro Regional de Ayuda Técnica/Agencia para el Desarrollo Internacional, 1965. 397p.
- BROWN, T.D. **Quality control in lumber manufacturing.** 1ª ed. San Francisco: Editora Miller Freeman Publications, 1982. 288p.
- CARMO, J.F. do. **Utilização e Manutenção de Serra de Fita.** 1999. 72p. Monografia (Especialização em Administração e Processamento Madeireiro) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- DUTRA, R.I.J.; NASCIMENTO, S.M. do. **Resíduo de indústria madeireira.** Disponível em: <<http://www.uepa.br>>. Acesso em: 28 jun. 2006.
- FRÜHWALD, A. Situação da técnica e novos desenvolvimentos na produção de madeira serrada de povoamentos artificiais e de madeiras tropicais. In: Seminário de Utilização de Madeiras Tropicais de Povoamentos Naturais e Artificiais na Indústria Madeireira Moderna, 1978, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1978. p. 26-32.
- GOMIDE, J.L. **Serraria.** Reimpressão. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa-Imprensa Universitária, 1974. 119p.

HERNÁNDEZ, R. **Curso de especialização sobre transformação mecânica de madeira serrada**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), 1998.

INSTITUTO FLORESTAL. **Principios e organizacion y operacion del aserradero**. Manual n°16. Chile, 1989. 217p.

LATORRACA, J.V.F. **Processamento mecânico da madeira**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 116p.

MANUAL DEL GRUPO ANDINO PARA ASSERIO Y AFILADO DE SIERRAS CINTAS Y SIERRAS CIRCULARES. Lima: Junta del Acuerdo de Cartagena, 1992. 270p.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 1ª ed., 7ª tiragem. São Paulo: Editora Saraiva, 2003. 445p.

MELO, J.E. **Madeira: Características e aplicações**. 1ª ed. Brasília: MMA, IBAMA, LPF, 2002. 30p.

METALÚRGICA TURBINA. **Equipamentos para serrarias e Finger Joint**, 2006. 20p.

MONKS, J.G. **Administração da Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. 502p.

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998. 619p.

NAHUZ, M.A.R. **Uso racional de Produtos Florestais**. **Revista da Madeira**, Curitiba, p.04-08, n°60, 2001.

OLIVEIRA, A.D. de; MARTINS, E.P.; SCOLFORO, J.R.S.; REZENDE, J.L.P.; SOUZA, A.N. de. Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas: o caso do município de Jarú, estado de Rondônia. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p.001-015, 2003.

OLIVEIRA, J. **Material para aulas da disciplina Gestão Industrial 1: Tópico 01, Conceitos de Controle de Qualidade**. Cornélio Procópio: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), 2003. 25p.

PONCE, R.H. **Madeira Serrada de Eucalipto: Desafios e Perspectivas**. In: Seminário Internacional de Utilização de Madeira de Eucalipto para Serraria. **Anais...**São Paulo, 1995. p.50-58.

ROCHA, M.P. **Desdobro primário da madeira**. Série Didática n° 02/99, Curitiba: Fupef, 1999. 61p.

SCANAVACA JR.,L.; GARCIA, J.N. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.63, p. 32-43, jun., 2003.

SOUZA, P.F. **Indústria Madeireira**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. 344p.

TUSET, R.; DURAN, F. **Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilizacion (aserado, secado, preservacion, descortezado, partículas)**. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur, 1979. 688p.

WILLINSTON, E.M. **Lumber Manufacturing: The Design and Operation of Sawmills and Planer Mills**. San Francisco: Editora Miller Freeman Publications, 1976. 512p.

ANEXOS



Figura 8. Serra de fita da linha I da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA. em atividade de produção.



Figura 9. Serra circular quádrupla da linha II da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA. em atividade de produção.



Figura 10. Produção de um semibloco e duas costaneiras pela serra circular quádrupla da linha II da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA.



Figura 11. Recebimento do semibloco produzido na serra circular quádrupla para abastecimento da serra circular múltipla da linha II da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA.



Figura 12. Produção de tábuas pela serra circular múltipla da linha II da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA.



Figura 13. Embalagens de bobinas de papel produzidas com a madeira serrada da serraria da Empresa LPZ Artefatos de Madeira LTDA.

FICHA DA AVALIAÇÃO DE MÁQUINAS DE SERRAR MADEIRA

MÁQUINA: SERRA FITA SERRA CIRCULAR

DATA: _____ HORA: _____ AVALIADOR: _____

TP: tempo produtivo (homem+madeira=produção de madeira); **TNP:** tempo não produtivo (homem+máq.=não produz madeira); **D:** demoras (atrasos dos operadores, problemas na esteira);

TO: tempo ocioso (atrasos no abastecimento).

N	TP	TNP	D	TO	OBSERVAÇÕES -----
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					