

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

JOÃO GABRIEL MISSIA DA SILVA

DESEMPENHO E AMOSTRAGEM DO TRABALHO DE UMA  
SERRARIA NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2010

JOÃO GABRIEL MISSIA DA SILVA

DESEMPENHO E AMOSTRAGEM DO TRABALHO DE UMA  
SERRARIA NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao  
Departamento de Engenharia  
Florestal do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal  
do Espírito Santo, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Engenheiro Industrial Madeireiro.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2010

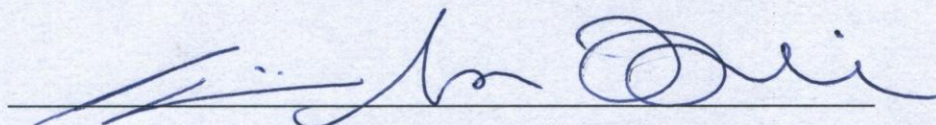
JOÃO GABRIEL MISSIA DA SILVA

DESEMPENHO E AMOSTRAGEM DO TRABALHO DE UMA  
SERRARIA NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 17 de novembro de 2010

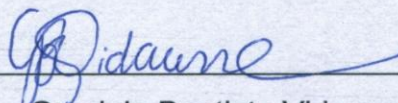
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. MSc. Djeison Cesar Batista

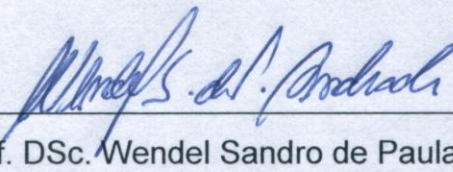
DEF/CCA/UFES

Orientador



Prof.ª DSc. Graziela Baptista Vidaurre

DEF/CCA/UFES



Prof. DSc. Wendel Sandro de Paula Andrade

DEF/CCA/UFES

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da vida, pela saúde e por ter nos concedido a madeira.

Ao meu pai, Sr. João Batista Lourenço da Silva, grande exemplo em minha vida, pela educação e pelos primeiros ensinamentos sobre a madeira e sua usinagem.

À minha mãe, Sr.<sup>a</sup> Célia Maria Missia da Silva, pelo amor, carinho e confiança na minha capacidade.

À minha avó Dona Rosa Jorge Jaccoud, pelo amor, carinho e acolhimento em seu lar.

À minha namorada, Jovana Sater Faria, pelo amor, companheirismo e ajuda nos momentos difíceis desta monografia.

Aos meus tios, Sr. Humbert Jorge Jaccoud (*in memorian*) e Sr. D'alambert Jorge Jaccoud (*in memorian*), pelos conselhos para minha formação pessoal e incentivo ao curso.

Ao tio Kid e a tia Lucília, pelos conselhos, ajuda e acolhimento em seu lar.

Aos meus demais familiares pela força, amparo, pelos momentos de alegria e distração.

A todos os meus amigos e companheiros de curso, que me ajudaram na realização deste trabalho e na graduação.

Ao meu orientador, Professor Djeison Cesar Batista, pelo encaminhamento, paciência e conselhos dados para o desenvolvimento desta monografia.

A todos meus professores, da alfabetização até a formação profissional, pela educação e conhecimento passados.

Ao Sr. Edomar Proveti Vargas, pela ajuda, disposição e oportunidade de realização deste trabalho na sua serraria.

A todos os funcionários da Madeireira e Cerâmica Nossa Senhora de Fátima, pela ajuda no desdobro e empilhamento da madeira.

Às Serrarias Morro Azul e SS beneficiamento de madeiras, pelo acolhimento e troca de experiências.

À Engenharia Industrial Madeireira, todo agradecimento, extrema importância e vocação em minha vida.

## RESUMO

Dentre as indústrias de base florestal, as serrarias possuem particular importância econômica e social, por causa da geração de empregos e renda. Além disso, todos os produtos de maior valor agregado de madeira sólida devem passar pelos processos de desdobro primário e secundário, que são realizados em serrarias de pequeno, médio ou grande porte. O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho e o tempo efetivo de trabalho da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, localizada no município de Alegre, Região Sul do Estado do Espírito Santo, pelo estudo do rendimento em madeira serrada, eficiência e amostragem do trabalho. Foram desdobradas 50 toras de *Eucalyptus* sp. em uma serra de fita vertical simples. As toras foram cubadas pelo método de Smalian e as dimensões das peças serradas foram todas mensuradas, para o cálculo do rendimento. Para o estudo do trabalho produtivo utilizou-se a técnica de amostragem de trabalho. Os resultados obtidos demonstraram que o rendimento médio em madeira serrada por tora, foi igual a 53,58%. A eficiência da serraria não pode ser levantada devido à dificuldades de ordem metodológica, uma vez que a serraria apresentou heterogeneidade de produtos e de matéria-prima. O trabalho produtivo não atingiu o valor mínimo de 75% sugerido pela literatura, resultado do baixo nível de automação da serraria analisada; obsolescência dos equipamentos; falta de manutenção preventiva e problemas no abastecimento de energia e de matéria-prima.

Palavras-chave: Serraria. Rendimento. Eficiência. Método da amostragem de trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 O problema e sua importância .....	3
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo geral .....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Caracterização de serrarias .....	4
2.2 Desdobro .....	6
2.2.1 Desdobro principal .....	6
2.2.2 Desdobro secundário .....	9
2.3 Avaliação de desempenho .....	10
2.3.1 Rendimento .....	10
2.3.2 Eficiência .....	12
2.4 Método da amostragem de trabalho .....	13
3 METODOLOGIA .....	16
3.1 Classificação da pesquisa e coleta de dados .....	16
3.2 Caracterização da serraria .....	17
3.2.1 Localização e classificação .....	17
3.2.2 Pátio de toras e galpão de máquinas .....	17
3.2.3 Descrição das máquinas e equipamentos .....	19
3.2.3.1 Máquina principal .....	19
3.2.3.2 Máquinas secundárias .....	20
3.2.4 Produtos .....	24
3.2.5 <i>Layout</i> e fluxo produtivo .....	25
3.3 Avaliação de desempenho da Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	27
3.3.1 Rendimento .....	27
3.3.2 Eficiência .....	30
3.4 Método da amostragem de trabalho .....	30

3.4.1 Amostragem piloto .....	32
3.4.2 Amostragem real .....	34
4 RESULTADOS .....	35
4.1 Rendimento .....	37
4.2 Eficiência .....	38
4.3 Amostragem do trabalho da Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	38
4.3.1 Amostragem piloto .....	40
4.3.2 Análise geral da amostragem de trabalho .....	40
5 CONCLUSÕES .....	43
6 RECOMENDAÇÕES .....	44
7 REFERÊNCIAS .....	45
APÊNDICES .....	48
Apêndice A – Planilha de rendimento .....	49
Apêndice B – Planilha da amostragem piloto.....	50
Apêndice C – Planilha da amostragem real .....	51
Apêndice D – Roteiro de entrevista .....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área sob a curva normal padronizada .....	34
Tabela 2 – Volume médio das toras e da madeira serrada .....	35



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Serra de fita vertical simples .....	7
Figura 2 – Serra de fita horizontal .....	7
Figura 3 – Serra de fita de resserra ou reaproveitamento .....	8
Figura 4 – Carro porta toras mecânico .....	8
Figura 5 – Vista geral da Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	17
Figura 6 – Pátio de toras Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	18
Figura 7 – Galpão de máquinas Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	19
Figura 8 – Serra de fita vertical simples .....	20
Figura 9 – Serra circular simples de bancada 1 .....	21
Figura 10 – Serra circular simples de bancada 2 .....	22
Figura 11 – Serra circular simples de bancada 3 .....	22
Figura 12 – Serra circular destopadeira de bancada .....	23
Figura 13 – Destopadeira pendular .....	24
Figura 14 – “Pré-cortados” produzidos pela Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	25
Figura 15 – <i>Layout</i> da Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima - sem escala .....	26
Figura 16 – Fluxograma do desdobro das pranchas - estudo do rendimento .....	26
Figura 17 – Diagrama de corte para obtenção das pranchas - estudo do rendimento .....	27
Figura 18 – Fluxograma do desdobro do “pré-cortado” - estudo da amostragem de trabalho .....	31
Figura 19 – Curva normal .....	34
Figura 20 – Distribuição do trabalho observada na amostragem piloto .....	39
Figura 21 – Distribuição do trabalho observada na análise geral .....	40
Figura 22 – Análise geral da distribuição do trabalho da Serraria Nossa Sr. <sup>a</sup> de Fátima .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material de extrema variabilidade e complexidade (GONZAGA, 2006). No entanto, a madeira apresenta vantagens em seu uso, como: facilidade de processamento; material isolante (elétrico, térmico e acústico); excelente relação resistência/massa; baixo consumo de energia no processamento; fixação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e material renovável.

No Brasil, os aspectos negativos que impedem o uso mais intenso da madeira estão relacionados à falta de conhecimento técnico e à exploração ilegal e depredatória das florestas nativas (ZENID, 2007). O uso racional da madeira é importante, para evitar desperdícios dos recursos e matéria-prima e para reduzir na fonte, a geração de subprodutos e os inconvenientes proporcionados pelo seu destino inadequado.

As aplicações e o consumo de madeira serrada, no Brasil, estão basicamente vinculados ao setor moveleiro, de embalagens e construção civil. Porém, com uma modesta participação no consumo total, os setores de artefatos de madeira, artesanato e decoração, também utilizam madeira serrada (VINICIUS, 2010).

Em 2009 foram consumidos aproximadamente 162,6 milhões de m<sup>3</sup> de toras de florestas plantadas. Deste total, 68,4% referem-se ao consumo de toras de eucalipto e 31,6% de pinus. A produção de madeira de eucalipto em tora foi de 46,4 milhões de m<sup>3</sup>, enquanto que a madeira de pinus em tora foi de 11,4 milhões de m<sup>3</sup> (ABRAF, 2010).

O setor de serrarias no Brasil apresenta características contrastantes: modernidade dos equipamentos nas unidades industriais contemporâneas e maior produtividade, enquanto nas unidades mais antigas os equipamentos são obsoletos e de baixa produtividade (VINICIUS, 2010). Além dessas, apresenta grande número de pequenas unidades produtoras; localização geográfica bastante descentralizada; demanda na ordem de dezenas de metros cúbicos de toras por dia; remunera predados de qualidade (diâmetros adequados, boa forma e ausência de defeitos); os investimentos ainda são baixos e uso de mão de obra intensiva com baixo grau de especialização (CARVALHO; SOARES; VALVERDE, 2003).

O segmento apresenta uma considerável contribuição sócio-econômica, desta forma, subsídios sobre o desempenho da produção, uso racional da matéria-prima, adequação ou especialização da mão de obra, segurança no trabalho, reestruturação interna das empresas, adequação dos mercados regionais e estratégias conjuntas de comércio exterior, podem torná-lo mais eficiente e conseqüentemente mais competitivo, no mercado nacional e internacional (POLZL et al., 2003).

## **1.1 O problema e sua importância**

As pequenas serrarias da Região Sul do Espírito Santo, bem como em outras partes do Brasil, não possuem dados e informações sobre o desempenho da sua produção. Isso afeta todo o empreendimento, pois a gerência dessas serrarias carece de subsídios para a tomada de decisões sobre como investir para melhorar a produção. Com isso, surgiu a importância da análise de desempenho de uma serraria, principalmente do levantamento do rendimento ou porcentagem de aproveitamento da matéria-prima, da eficiência e estudo do trabalho produtivo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Analisar o desempenho e o tempo efetivo de trabalho de uma serraria no município de Alegre, Região Sul do Estado do Espírito Santo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analisar o rendimento em madeira serrada;
- Determinar a eficiência;
- Avaliar o trabalho produtivo; e
- Propor soluções para a linha de produção da serraria.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização de Serrarias

Segundo Rocha (2002) denomina-se serraria o estabelecimento ou imóvel onde há o recebimento e armazenamento de toras, e estas são processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocada por um determinado período para secagem e expedição. No Brasil, muitas vezes pode-se encontrar associadas à serraria, ou mesmo no interior da mesma, unidades de beneficiamento. Porém, estas unidades nada têm a ver com a definição de serraria.

A classificação de serrarias ocorre de acordo com autores e conceitos, gerando diferentes classificações. Alguns aspectos para classificação são: tamanho da serraria, matéria-prima, equipamentos utilizados, produtividade e mobilidade, no qual o aspecto mais importante é a produção. Quanto ao tamanho, as serrarias são classificadas em pequenas (processam até 50 m<sup>3</sup> de toras/dia), médias (processam de 50 a 100 m<sup>3</sup> de toras/dia) e grandes (processam mais que 100 m<sup>3</sup> de toras/dia). O aspecto mobilidade divide as serrarias em fixas e não fixas (portáteis e móveis) (ROCHA, 2002).

As serrarias fixas seguem a definição clássica, na qual a matéria-prima é deslocada até a serraria. As vantagens das serrarias fixas são: facilidade de fornecimento de energia e aquisição de mão de obra; maior produção e facilidade de comercialização. A exigência de um planejamento rigoroso, alto custo inicial ou de implantação e despesas com transporte, representam suas desvantagens (ROCHA, 2002). No Brasil, este é o principal tipo de serraria.

Vital (2008) afirma que o sucesso econômico de uma serraria, independente do seu porte e nível tecnológico, depende de um planejamento prévio do local onde será instalada, procurando ter disponibilidade de matéria-prima, energia e redução de custos (mão de obra, transporte e produção), a fim de se obter o máximo de rendimento, lucro e gerar produtos de alta qualidade e competitividade.

Além dos aspectos citados acima por Vital (2008), a constituição das instalações físicas também é muito importante para o sucesso da serraria. De acordo com Williston (1978 citado por VITAL, 2008), uma boa constituição de serraria significa dispor de equipamentos interligados e dimensionados

adequadamente e instalados em local apropriado para permitir o processamento da melhor forma e qualidade, no menor tempo e espaço possível. É fato que, na maioria das pequenas serrarias e mais afastadas dos centros consumidores, não se nota o proposto acima.

É prática corrente nas pequenas serrarias nacionais a realização do desdobro da madeira com base na experiência dos operadores. Ressalta-se também a ausência de planejamento, controle e administração da produção. Segundo Néri, Gonçalves e Hernandez (2000) o desdobro é afetado diretamente pelo dimensionamento inadequado das máquinas, incompatível com a espécie a ser processada, o que eleva significativamente o custo, o consumo de energia, o tempo de processamento e a qualidade final do produto processado.

Basicamente, uma serraria é constituída por depósito de matéria-prima, galpão para máquinas e estoque ou depósito de madeira serrada (VITAL, 2008).

O depósito de matéria-prima é o local onde serão armazenadas as toras até o seu posterior processamento, popularmente chamado de pátio de toras. Deve-se estimar o tempo de permanência das toras no pátio e o número ou volume máximo de toras sobrepostas por pilha, para evitar proliferação de organismos xilófagos e pilhas instáveis que possam provocar acidentes, respectivamente (VITAL, 2008).

Um pátio de toras adequado deve ser limpo constantemente; possuir boa drenagem; possuir declividade em torno de 5%; estar em um nível um pouco superior ou no mesmo nível da serraria, para facilitar o manejo das toras na rampa; ser pavimentado; estar um pouco afastado do galpão de máquinas, por medida de segurança contra incêndios; permitir a movimentação de veículos grandes em direções opostas e possuir comunicação com modais de transporte (ROCHA, 2002).

O galpão de máquinas é uma das estruturas mais importantes de uma serraria, por isso deve ser bem projetado, a partir de um estudo de *layout*, que facilite a disposição de máquinas e equipamentos, permitindo boas condições de trabalho e seguindo recomendações de segurança. É importante que esse galpão seja edificado sem colunas internas, no mesmo nível ou inferior ao pátio de toras (ROCHA, 2002), seja bem iluminado e tenha remoção eficiente de subprodutos, a fim de evitar acúmulos e distúrbios nas operações (VITAL, 2008).

Segundo Vital (2008), a área coberta do galpão de máquinas, depende das dimensões do maquinário e das toras, da produção e deve ser suficiente para

conter o maquinário principal, maquinário secundário, sala de afiação e manutenção. O transporte no interior de uma serraria pode ser realizado por vagonetes, pontes rolantes, empilhadeiras, correias e esteiras transportadoras. É importante que o movimento da matéria-prima e dos produtos seja sempre na mesma direção, usando deslocamentos laterais se necessário (ROCHA, 2002), o que aumenta a eficiência do trabalho.

Por fim, o depósito de madeira serrada possui a função de armazenar a madeira já serrada, até que o produto seja classificado, seco naturalmente ou artificialmente (câmaras de secagem), estocado ou expedido para o fim que se destina (WILLINSTON, 1976 citado por BATISTA, 2006). Este ambiente deve ser plano e seco; livre de construções, árvores e vegetação em sua volta; ter maior dimensão na direção do vento e facilitar o acesso para transporte (VITAL, 2008).

## **2.2 Desdobro**

Na operação de desdobro, as toras (corpos cilíndricos) são convertidas em produtos úteis de madeira, mediante a aplicação de um ou mais processos mecânicos que as transformam em peças de menores dimensões (corpos prismáticos), dando-lhes forma, tamanho e superfície regular (GATTO, 2002).

A utilização de técnicas adequadas de desdobro é fundamental para se obter madeira de eucalipto de qualidade, visando minimizar os defeitos da madeira serrada oriundos das elevadas tensões de crescimento que este gênero apresenta (ROCHA, 2000).

### **2.2.1 Desdobro principal**

As operações de desdobro principal são aquelas realizadas com serras principais, equipamentos de grandes dimensões, que necessitam de um maior consumo de energia para seu funcionamento. A redução das dimensões de toras, diminuição da altura de corte e a facilitação do trabalho de equipamentos menores em operações secundárias são funções de serras principais. Nestas serras as toras são desdobradas longitudinalmente e transversalmente (ROCHA, 2007).

As máquinas e equipamentos utilizados no desdobro principal são serras de quadro ou alternativas; serras circulares; serras de fita e carro porta toras. O uso desses equipamentos nas operações principais gera produtos e subprodutos, tais

como: semiblocos, blocos, pranchões, tábuas, costaneiras, serragem e cavacos (ROCHA, 2002).

A serra de fita, atualmente, é a máquina mais versátil e mais empregada para o desdobro de toras (VITAL, 2008), pois desdobra toras de diâmetros e densidades diferentes, com espessura de corte reduzida. Segundo Abreu (2005), essa máquina exerce um importante papel na serraria, pois é a primeira máquina do fluxo produtivo. Problemas nesta implicam em atrasos na produção.

Entre os diferentes modelos de serra de fita para desdobro de toras, as mais utilizadas são: a vertical simples (Figura 1), a dupla ou geminada, serra de fita tandem, serra de fita horizontal (Figura 2) e a serra de fita de resserra ou reaproveitamento (Figura 3).



Figura 1 – Serra de fita vertical simples  
Fonte: Metalúrgica Schiffer (2010).

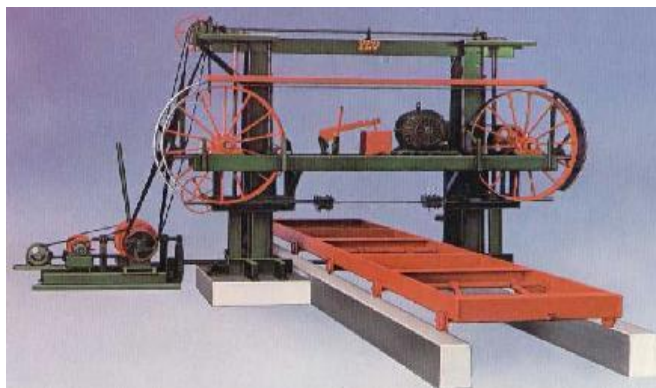


Figura 2 – Serra de fita horizontal  
Fonte: Sepeoli (2010).



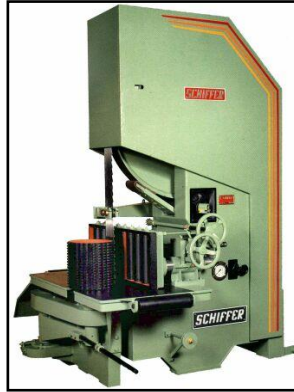


Figura 3 – Serra de fita de resserra ou reaproveitamento.  
Fonte: Metalúrgica Schiffer (2010).

O carro porta toras (Figura 4) é um equipamento de grande importância na operação de uma serraria. Possui a função de transportar as toras até a máquina de desdobro, no qual esta última é fixa e o carro é móvel.



Figura 4 – Carro porta toras mecânico  
Fonte: Sepeoli (2010).

As serras circulares estão presentes em todas as serrarias. Segundo Batista (2006), a utilização destas máquinas no desdobro principal somente é adequada para toras de pequenos diâmetros e matéria-prima de baixo custo, devido à grande perda por serragem (quanto maior o diâmetro do disco, maior a espessura) e por serem pouco versáteis.

As serras circulares possuem a opção de dois eixos, o que permite a redução das dimensões (diâmetro e espessura) dos discos, aumento da altura de corte e melhor qualidade da madeira serrada (ROCHA, 2002).

### 2.2.2 Desdobro secundário

O desdobro secundário corresponde às atividades realizadas posteriormente ao desdobro principal, com a finalidade de reduzir o tamanho ou definir o dimensionamento final das peças. É feito a partir de peças com pelo menos uma face plana. As máquinas utilizadas nesse tipo de desdobro, denominadas máquinas secundárias, são geralmente serras circulares, serras alternativas e serras de fita de pequeno porte (ROCHA, 2002).

A resserragem é uma operação secundária, que consiste na redução da espessura das peças obtidas no desdobro principal. Geralmente é feita em apenas uma passagem das peças na máquina resserradeira, que faz o corte de blocos, semiblocos, pranchões, pranchas e costaneiras. As serras utilizadas neste processamento são: serras circulares simples ou múltiplas (de um ou dois eixos); serras de fita; e serras alternativas verticais (ROCHA, 2002).

Na resserragem de peças com serras circulares, são realizados alguns cortes internos às peças, gerando maiores perdas por serragem, resultado da maior espessura de corte dos discos denteados comparados com as lâminas denteadas das serras de fita e alternativas (ROCHA, 2002).

O refilo ou canteagem corresponde a operações realizadas, principalmente, por serras circulares com o objetivo de regularizar as bordas laterais ou determinar a largura final das peças (pranchas, pranchões e tábuas). Essa operação é utilizada para eliminação de esmoados (ausência de madeira, originada por qualquer motivo, na quina da peça de madeira). Os cortes realizados nesse processamento são rasos ou de pequena altura de corte, podendo ser realizados por serras circulares de menores diâmetros (ROCHA, 2002).

O destopo secundário é realizado exclusivamente por serras circulares, tendo por objetivo regularizar o comprimento final, eliminando defeitos das extremidades das peças, tais como: superfície irregular, nós e rachaduras (ROCHA, 2002).

O reaproveitamento consiste em operações que têm por objetivo desdobrar novamente costaneiras e refilos. Em algumas opções de *layout* de serrarias, costaneiras com espessuras maiores são produzidas para serem resserradas em máquinas de reaproveitamento, o que aumenta a produtividade da máquina de desdobro principal (ROCHA, 2007). A serra de fita de reaproveitamento de costaneiras é a máquina mais utilizada para tal operação. Dos refilos são

reaproveitadas peças de largura reduzida, empregadas como sarrafos, cabos de vassouras e de ferramentas, artesanato, entre outros.

## **2.3 Avaliação de desempenho**

Segundo Vital (2008), as serrarias são comumente indústrias isoladas, com pequeno capital e manejo inadequado. É comum empregar equipamentos usados e obsoletos neste setor. Walker et al. (1993 citado por VITAL, 2008) afirmam que o estado de conservação dos equipamentos faz com que algumas serrarias sejam mais rentáveis, ao passo que outras são ineficientes, antieconômicas, de baixo rendimento e geram uma grande quantidade de subprodutos. Ou seja, o estado de conservação dos equipamentos está diretamente ligado ao desempenho da serraria.

Segundo Walker et al. (1993 citado por VITAL, 2008), em determinadas situações a substituição de um único equipamento, melhorias nas técnicas e padrões de desdobro, no fluxo de material dentro da serraria e manutenção adequada podem melhorar a qualidade dos produtos, aumentar o rendimento e a eficiência.

Desta forma, pela análise de desempenho de uma serraria, podem-se obter informações sobre a matéria-prima utilizada, o aproveitamento desta matéria-prima, a utilização dos equipamentos e da mão de obra. Para que a gerência tenha subsídios para julgar se as operações estão sendo executadas de forma adequada, dois parâmetros revelam com relativa transparência o desempenho de uma serraria: o rendimento e a eficiência (ROCHA, 2007).

### **2.3.1 Rendimento**

O rendimento de uma serraria é calculado pela relação entre o volume de toras serradas em um período ou turno e o volume de madeira serrada obtido destas toras.

Com o cálculo do rendimento se obtêm as seguintes informações: volume e quantidade de toras para a produção, equipamentos necessários, estoque a ser disponibilizado, projeções futuras (custos, ampliações e investimentos) e alteração dos métodos, sistemas utilizados para aumentar a produção e a porcentagem de perdas de matéria-prima.

Segundo Vital (2008), considera-se normal uma amplitude de rendimento de 55 a 65% para a madeira serrada de coníferas e entre 45 e 55%, para a madeira de folhosas. A razão dessa diferença de amplitude deve-se ao fato das coníferas terem troncos mais cilíndricos e com menos defeitos, gerando um menor percentual de perdas; madeira de menor densidade, que facilita o desdobro; homogeneidade e o alburno ser sempre utilizável, o que aumenta o percentual de aproveitamento.

A espécie utilizada no desdobro, que possui características diversas, como proposto acima; a qualidade e diâmetro das toras; a qualidade e tecnologia dos equipamentos empregados; a qualificação da mão de obra empregada; as técnicas de desdobro utilizadas e o produto final (diâmetro) são fatores que influenciam o rendimento de uma serraria.

Segundo Vital (2008), a conicidade também influencia no rendimento, aumenta as perdas (subprodutos) e modifica as propriedades físicas e mecânicas da madeira serrada. A conicidade é a diferença entre o diâmetro da base e o diâmetro do topo da tora dividido pelo comprimento da mesma (SCANAVACA JR.; GARCIA, 2003).

Souza et al. (2007) afirmam que o diâmetro das toras oriundas de árvores de plantios convencionais de eucalipto apresentam menor conicidade. Já as toras provenientes de árvores plantadas em sistemas agroflorestais apresentam maior conicidade, pelo fato destas árvores crescerem em maiores espaçamentos. Nestas últimas, a influência da conicidade na redução do rendimento será maior.

As dimensões das peças obtidas no desdobro influenciam no rendimento. A variação mais crítica nas dimensões das peças para o rendimento ocorre na espessura. Porém, a utilização de máquinas como as serras de fita possibilitam um maior rendimento (ELEOTÉRIO; STORCK; LOPES, 1996). Quanto maior o número de passagens das peças pelas serras, menor o rendimento (PONCE, 1992 citado por GATTO, 2002). Desta forma, peças grandes têm maior rendimento que peças menores (GATTO, 2002).

Assim, o rendimento de uma serraria depende, dentre outros fatores, da eficiência das máquinas empregadas nas operações de desdobro (BROWN, 1982; SANDVIK, 1999 citado por VIDAURRE et al., 2008). A redução na espessura da lâmina de serra e o aumento na precisão de corte são metas importantes quando se pretende aumentar a produção ( $m^3$ ) de uma serraria (BROWN, 1982 citado por

VIDAURRE et al., 2008), além de aumentar a qualidade e o rendimento da madeira serrada.

A diferença da forma e dimensões das toras leva o operador a ter que tomar decisões pessoais e, às vezes, equivocadas durante o processamento (SOUZA et al., 2007). Dessa forma, algumas causas de perda no desdobro são relacionadas à fadiga, a desatenção e a falta de conhecimento, ou habilidade dos operadores (STEELE, 1984 citado por SOUZA et al., 2007).

Murara Junior, Rocha e Timofeiczky Junior (2005) estudaram o rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda*, usando uma serra de fita vertical, para duas metodologias de desdobro, sistema convencional e sistema otimizado. Obtiveram variações de rendimento médio entre 35,24% a 43,92% no desdobro convencional e de 41,65% a 63,04% para o desdobro otimizado. Ou seja, o rendimento foi afetado pelo sistema de desdobro, no qual o sistema otimizado apresentou tendência de aumento do rendimento com o aumento do diâmetro das toras.

Biasi e Rocha (2003) estudaram o rendimento em madeira serrada de quatro lotes de toras de *Pinus elliottii*, com diâmetro variável de 8 a 45 cm, utilizando duas linhas de desdobro principal (com serra circular dupla e serra de fita tandem) e obtiveram um rendimento médio de 43,17%, no qual as toras de 33 a 45 cm de diâmetro apresentaram maior rendimento, 46,61%.

Scanavaca Junior; Garcia (2003) trabalharam com toras de *Eucalyptus urophylla* aos 19 anos de idade, processadas em serra de fita vertical simples e obtiveram um rendimento médio de 42,53%, com amplitude de rendimento da toras de 12,64% a 83,53%.

### **2.3.2 Eficiência**

A eficiência expressa a relação entre o volume de toras desdobradas por período ou turno e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro (ROCHA, 2007).

Segundo Rocha (2007), 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: uso de coníferas (madeira mais leve, baixa densidade e toras uniformes); *layout* da serraria; homogeneidade da matéria-prima e produtos (padronização); características e condições operacionais do maquinário; disponibilidade de energia para

movimentação da serraria; grau de mecanização e automação da serraria (BROWN; BETHEL, 1958; STELLE, 1984; WALTER et al., 1993 citado por VITAL, 2008).

A avaliação da eficiência está em desuso atualmente segundo Latorraca (2004 citado por BATISTA, 2006), devido à automação, na qual o processo é controlado por poucos operários, com o uso de comandos eletrônicos. Porém, em serrarias de pequeno e médio portes, onde o grau de automação é baixo ou inexistente, a informação da eficiência é importante para as tomadas de decisão sobre a organização produtiva.

Rocha (2007) cita alguns exemplos de eficiência em serrarias de diversas partes do mundo: alta mecanização e automação na América do Norte: acima de 50 m<sup>3</sup>/operário/turno; automatizadas no Brasil: 20 a 50 m<sup>3</sup>/operário/turno; Europa: acima de 50 m<sup>3</sup>/operário/turno; Suécia: em média 2,8 m<sup>3</sup>/operário/turno; Guiana Inglesa: 0,5 m<sup>3</sup>/operário/turno; Amazonas: 0,3 m<sup>3</sup>/operário/turno e Sudão: 0,1 m<sup>3</sup>/operário/turno. Os principais fatores responsáveis pela diferença de eficiência entre os países mencionados são o nível de automação, disponibilidade de energia motriz, *layout* das serrarias, condições do maquinário e de trabalho.

Batista (2006) estudou o desempenho operacional de uma serraria no município de Piraí, estado do Rio de Janeiro, que processava *Eucalyptus* sp. O autor observou eficiência média de 4,96 m<sup>3</sup>/operário/dia em uma linha de produção constituída por serra circular dupla de dois eixos e uma serra circular múltipla.

Biasi (2005) estudou a eficiência de uma serraria localizada em Sinop, Mato Grosso, e obteve médias de 0,55 m<sup>3</sup>/operário/turno para a espécie cedrinho, 0,48 m<sup>3</sup>/operário/turno para a espécie cambará e 0,44 m<sup>3</sup>/operário/turno para a espécie itaúba. Esse trabalho demonstrou a influência das espécies sobre a eficiência.

## **2.4 Método da amostragem de trabalho**

A amostragem de trabalho é uma técnica estatística desenvolvida e aplicada por L. H. C. Tippet a partir de 1930, na indústria têxtil inglesa (MOREIRA, 1998 citado por BATISTA, 2006). Foi desenvolvida com o propósito específico de possibilitar a coleta de informações precisas com relação ao modo pelo qual as atividades são distribuídas em um dia de trabalho (NORDSTROM, 2010).

Segundo Maués (1996 citado por ABREU, 2005), a amostragem de trabalho analisa o desempenho e a utilização das máquinas por observação direta, em intervalos de tempo aleatórios ou sistemáticos. Uma combinação operacional homem e máquina significa um homem eficiente, operando uma máquina eficiente, trazendo como resultado uma produção otimizada (RIGGS, 1976 citado por ABREU, 2005). Essa técnica tem sido muito empregada na determinação de tempo improdutivo de máquinas e no tempo de espera do operariado (NORDSTROM, 2010).

As vantagens desse método são: o operador não se sente observado de perto; não requer observadores treinados ou habilitados; baixo custo para fazer o estudo; o processo é mais rápido e estatisticamente confiável (MARTINS; LAUGENI, 2003 citado por ABREU, 2005). As desvantagens são: estudo antieconômico, se realizado para um único operário ou máquina; dúvidas na definição de uma atividade de classificação confusa; alteração dos dados pelo analista em caso de constrangimento, frente aos operários observados; na dúvida o analista pode tomar decisões imprecisas e precipitadas e mudança de comportamento dos operários pela presença do analista (CARVALHO; HEINECK; JUNGLES, 2004).

Nordstrom (2010) estudou a aplicação da amostragem de trabalho no caso dos “Estaleiros Navais de Boston”. O autor observou que a resistência ao método dos empregados em observação era reduzida quando os observadores eram operários encarregados das atividades da fábrica. Além disso, os resultados eram resumidos e as fichas de observação individual eram destruídas após o estudo. Isto deu aos operários observados a certeza de que os registros não seriam usados para conferir a atuação individual.

A amostragem é uma forma de se determinar o tempo padrão para atividades e serviços e uma oportunidade de verificar as variáveis do processo que influenciam na produtividade. Reitz (2004) define o tempo padrão como o tempo que um operador qualificado e com experiência, deve gastar para executar uma operação específica, trabalhando normalmente.

Na amostragem de trabalho os dados são coletados de maneira simples, bastando haver um observador e uma planilha contendo as atividades a serem observadas (CARVALHO; HEINECK; JUNGLES, 2004).

As atividades de uma serraria são classificadas como: trabalho produtivo e tempo perdido, nas quais o observador, ao percorrer a linha de produção ou observar de um ponto determinado, assinala que tipo de atividade está sendo realizada no exato momento da observação. Após, calcula-se o percentual de trabalho produtivo com relação ao número de observações, determinado previamente, de acordo com o nível de confiança e o erro relativo a ser considerado; resultando em uma estimativa de utilização do tempo (SANTOS et al., 2000 citado por CARVALHO; HEINECK; JUNGLES, 2004).

O trabalho produtivo é definido, segundo Latorraca (2004 citado por Batista, 2006), como o complemento operador e máquina para desdobrar madeira. O tempo perdido é observado quando as máquinas estão paradas ou operando sem que haja o desdobro de madeira, e se subdivide em: trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras.

O trabalho não produtivo é definido como as atividades do conjunto operador e máquina diferentes à produção de madeira, por exemplo, movimentação da matéria-prima, recuo do carro porta toras e troca de lâminas.

O tempo ocioso é classificado como a falta de matéria-prima para a execução do desdobro, por exemplo, a falta de toras na mesa ou rampa de abastecimento.

As demoras ocorrem como resultado de uma má operação do sistema, por exemplo, quando as máquinas são paradas para limpeza, danos ou quebra de algum dos equipamentos.



### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Classificação da pesquisa e coleta de dados

Existem várias taxionomias de tipos de pesquisa e Vergara (2006) propõe dois critérios básicos para classificação: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, a pesquisa foi classificada em pesquisa explicativa, que visa esclarecer os fatores que contribuíram para ocorrência de determinado fenômeno, sendo este o rendimento e o trabalho produtivo da serraria e pesquisa aplicada, que foi motivada pela necessidade de resolver um problema concreto, o qual é representado pela falta de informações sobre o desempenho da serraria (VERGARA, 2006).

Quanto aos meios, a pesquisa foi classificada em pesquisa de campo, realizada no local onde ocorreu o fenômeno; pesquisa bibliográfica, estudo de materiais teóricos publicados ou em rede eletrônica e estudo de caso, realizado no campo e circunscrito a uma empresa (VERGARA, 2006).

Existem duas formas de abordar o problema investigado: abordagem quantitativa e qualitativa. Segundo Soares (2003), em muitos casos as duas abordagens são complementares. Por isso, a pesquisa foi classificada em pesquisa quantitativa e qualitativa. É quantitativa, pois utiliza a linguagem matemática e técnicas estatísticas como, por exemplo, média, desvio padrão e coeficiente de variação, para explicar os resultados ou relações de causalidade entre fenômenos. Também é qualitativa, pois analisa a interação entre variáveis e apresenta contribuições para o processo de mudanças da empresa estudada.

A coleta de dados foi realizada utilizando-se planilhas para mensuração das madeiras e observações da amostragem de trabalho, presentes nos Apêndices A, B e C. Também foi aplicada uma entrevista semi-estruturada (Apêndice D) com o proprietário, com objetivo específico de coletar outras informações que não estão ligadas diretamente ao processamento da madeira.

## 3.2 Caracterização da serraria

### 3.2.1 Localização e classificação

O estudo foi realizado na Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, localizada no distrito de Celina, município de Alegre, Sul do estado do Espírito Santo. A serraria foi classificada como pequena, de acordo com critérios propostos por Rocha (2002), pois processa menos de 50 m<sup>3</sup> de toras por dia. Essa serraria possui uma única linha principal de produção e nessa linha trabalham nove operários. Na Figura 5, pode-se observar a vista geral da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima.



Figura 5 – Vista geral da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima  
Fonte: O autor (2010).

### 3.2.2 Pátio de toras e galpão de máquinas

A Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, trabalha com toras e toretes. O pátio de toras (Figura 6) não é pavimentado, possui drenagem não satisfatória e relevo irregular, o que dificulta a movimentação das toras. As toras e toretes são transportados até a serraria, por caminhões da própria empresa e são descarregados aleatoriamente no pátio, separados por comprimento e não por classes diamétricas. A espécie processada, é principalmente, *Eucalyptus* sp., com diferentes idades. As toras são adquiridas de produtores florestais do próprio

município e de outros municípios vizinhos. A empresa possui floresta própria, mas ainda em desenvolvimento.

As toras não são descascadas para o processamento, sendo a casca eliminada juntamente com os subprodutos, durante o desdobro principal da tora. A remoção de imperfeições, como restos de galhos e partes da tora que contenham corpos estranhos (arames, pregos, grampos de cerca e outros metais) é realizada com auxílio de uma motosserra, utilizada também para seccionamento das toras. A serraria não trabalha com estoque de toras, ou seja, as toras chegam e são processadas, sendo três dias o período máximo de permanência das toras no pátio.



Figura 6 – Pátio de toras da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima  
Fonte: O autor (2010).

O movimento ou rolamento das toras é feito manualmente (com auxílio de alavancas) do pátio até a rampa de abastecimento, que dá acesso ao carro porta toras. Na rampa, dependendo das dimensões da tora, utiliza-se o guincho de arraste ou as alavancas para girar a tora e fixá-la ao carro. Em seguida, as toras são movidas pelo carro até a máquina principal de desdobro.

O galpão de máquinas (Figura 7) possui iluminação natural, piso não pavimentado, o transporte no seu interior é feito manualmente e não possui

sistema mecânico ou automático de remoção de subprodutos. A remoção de aparas, serragem e costaneiras é feita manualmente, com auxílio de pás e carrinho de mão.



Figura 7 – Galpão de máquinas da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima  
Fonte: O autor (2010).

### 3.2.3 Descrição das máquinas e equipamentos

Foram avaliados os equipamentos e as máquinas principais e secundárias, empregadas durante o desdobro na linha de produção da serraria.

#### 3.2.3.1 Máquina principal

A serraria possui como máquina de desdobro principal uma serra de fita vertical simples fabricada pela Metalúrgica Schiffer. Não foi possível identificar o modelo e ano de fabricação, uma vez que a máquina não possui mais a placa e nem registro ou documentação de identificação. Os volantes possuem 1,12 m de diâmetro e 11,5 cm de largura; o volante superior é raiado e o inferior maciço.

As lâminas de serra utilizadas são das marcas Uddeholm e Baukus, modelo Cinco Estrelas, com 8,15 m de comprimento, 160 mm de largura, altura dos dentes

de 15 mm e dentes do tipo misto, com travamento por recalque. A máquina tem como mecanismo motriz um motor elétrico de indução da marca WEG, trifásico e com potência igual a 60 HP. A Figura 8, ilustra a serra de fita vertical simples da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima.



Figura 8 – Serra de fita vertical simples  
Fonte: O autor (2010).

O mecanismo de avanço é composto por um carro porta toras de fabricante indefinido, de 6,5 m de comprimento, dotado de bitolador manual, quatro esquadros e quatro garras (uma em cada esquadro) fixadas manualmente nas toras. A movimentação do carro porta toras é feita por um sistema de roldanas e cabos de aço interligados a um motor elétrico.

### **3.2.3.2 Máquinas secundárias**

A serraria utiliza cinco serras circulares em operações de desdobro secundário. Todas as máquinas foram feitas por torneiro mecânico, sob encomenda e, portanto, não possuem fabricante e modelo definidos.

A serra circular simples de bancada 1 possui como mecanismo motriz um motor trifásico, da marca AEG BERLIN; 220 V; 50,5 A; 20 HP de potência; 1450 RPM; modelo: typ DB 90/4 KD. A máquina utiliza um disco denteado de 350 mm de diâmetro. Essa máquina é utilizada nas operações de canteagem e resserragem de praticamente todos os produtos da serraria. Na Figura 9, pode ser observada a serra circular simples de bancada 1.



Figura 9 – Serra circular simples de bancada 1  
Fonte: O autor (2010).

A serra circular simples de bancada 2 (Figura 10) possui como mecanismo motriz um motor trifásico da marca WEG. A máquina utiliza um disco denteado de 440 mm de diâmetro. Essa máquina é empregada no reaproveitamento de costaneiras de maiores dimensões.

A serra circular simples de bancada 3, possui como mecanismo motriz um motor trifásico da marca BUFALO e utiliza um disco denteado da marca MDL de 280 mm de diâmetro. Esta máquina é empregada na resserragem das peças provenientes da serra circular simples de bancada 1 e 2, gerando sarrafos ou ripas, com média variando de 20 a 25 mm de espessura e 30 mm de largura (ABNT, 2002). A Figura 11 representa a serra circular simples de bancada 3.



Figura 10 – Serra circular simples de bancada 2  
Fonte: O autor (2010).



Figura 11 – Serra circular simples de bancada 3  
Fonte: O autor (2010).

A serra circular destopadeira de bancada (Figura 12) é composta por motor trifásico da marca WEG, modelo 100L585, 15 HP de potência, 220 V, 1710 RPM e

disco denteado da marca MDL com diâmetro igual a 230 mm. Esta máquina é utilizada no destopo secundário das peças geradas na serra circular 3, sua função é regularizar o comprimento final do “pré-cortado”. Essa máquina na verdade é uma serra circular esquadrejadeira adaptada a operação de destopo secundário.



Figura 12 – Serra circular destopadeira de bancada  
Fonte: O autor (2010).

A serra circular destopadeira pendular tem como mecanismo motriz, um motor trifásico da marca WEG, 3 CV, 220 V, 3460 RPM e disco denteado, com diâmetro igual a 250 mm. Esta máquina é utilizada no destopo secundário de peças como sarrafos, tábuas, pranchas e vigas. Na Figura 13, pode ser observado a destopadeira pendular da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima.





Figura 13 – Destopadeira pendular

Fonte: O autor (2010).

### 3.2.4 Produtos

O produto principal da serraria é conhecido como “pré-cortado” (Figura 14), com 20 mm de espessura e 30 mm de largura, que na verdade são ripas, de acordo com a norma NBR 14807:2002 – Peças de madeira serrada – Dimensões (ABNT, 2002). O comprimento dessas ripas é variável, de acordo com o pedido do comprador. Essas ripas são utilizadas na composição da estrutura de estofados, vendidos para empresas do setor moveleiro do estado do Rio de Janeiro.

Os produtos secundários gerados são blocos, pranchões, pranchas, tábuas, sarrafos, caibros e vigas. Essas peças são produzidas em dimensões variadas, que são estabelecidas no pedido de compra ou pelos clientes. A serraria produz também móveis rústicos tais como mesas e bancos. Quanto aos subprodutos gerados, a empresa enfrenta alguns problemas de comercialização e até a inexistência de mercado para este material. Uma pequena parte desses subprodutos é doada para pessoas do distrito, para diversos fins.



Figura 14 – “Pré-cortados” produzidos pela Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima

Fonte: O autor (2010).

O produto avaliado no estudo do rendimento, segundo a NBR 14807: 2002 (ABNT, 2002), foram pranchas desdobradas de toras de *Eucalyptus* sp., com espessura requerida de 60 mm, largura de 200 mm e comprimento de 3,5 m. Esse produto foi solicitado pelo cliente (na ocasião da execução do estudo), que foi a prefeitura do município de Alegre, que o destinou para a composição de tabuleiros de pontes das zonas rurais.

### 3.2.5 *Layout* e fluxo produtivo

O *layout* da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima pode ser observado na Figura 15. A denominação “enfardo” representa a mesa de madeira para enfardamento das ripas. As ripas são enfardadas com cinta plástica para facilitar o armazenamento e o transporte.

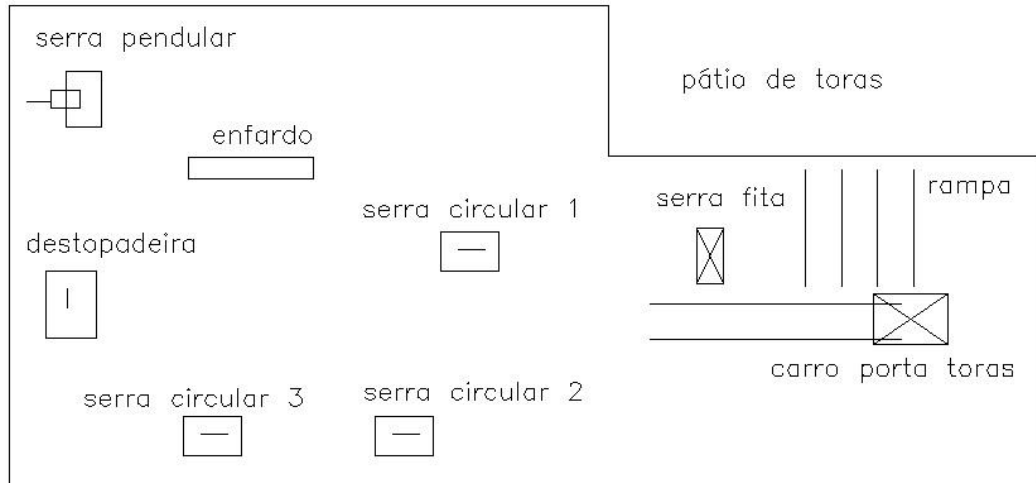


Figura 15 – *Layout* da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima – sem escala  
 Fonte: O autor (2010).

A Figura 16 ilustra o fluxo produtivo das pranchas, analisadas no estudo do rendimento deste trabalho. Inicialmente as toras foram movidas do pátio de toras e destopadas. Em seguida, foram roladas para a rampa de abastecimento e posteriormente para o carro porta toras. O carro moveu as toras até a serra de fita vertical simples para o desdobro. Por fim, as pranchas geradas no desdobro foram empilhadas.

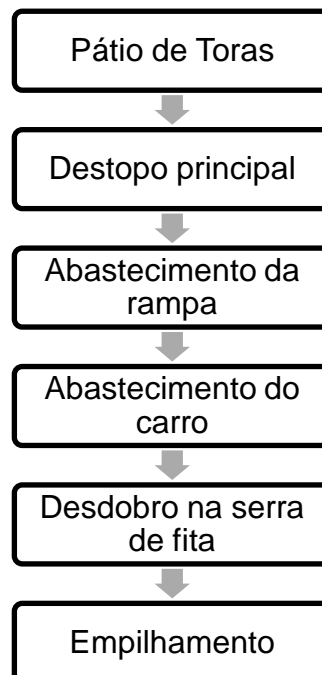


Figura 16 – Fluxograma do desdobro das pranchas – estudo do rendimento  
 Fonte: O autor (2010).

As toras foram desdobradas longitudinalmente na serra de fita vertical simples, com a execução de cortes tangenciais alternados. Com auxílio da Figura 17 pode-se observar que, inicialmente, foi retirada uma costaneira (corte 1); em seguida, a tora foi girada em 180° e removida a segunda costaneira (corte 2) e uma bordaneira (corte 3). Posteriormente, o semibloco foi girado em 90° e retirou-se a terceira costaneira (corte 4) e as pranchas (corte 5 a 9). O número de corte foi variável de acordo com o diâmetro das toras. As costaneiras e bordaneiras foram consideradas subprodutos. Não houve definição do conceito de desdobro primário ou secundário, pois o produto (pranchas) foi gerado pelo desdobro das toras somente em uma máquina, que foi a serra de fita vertical simples.

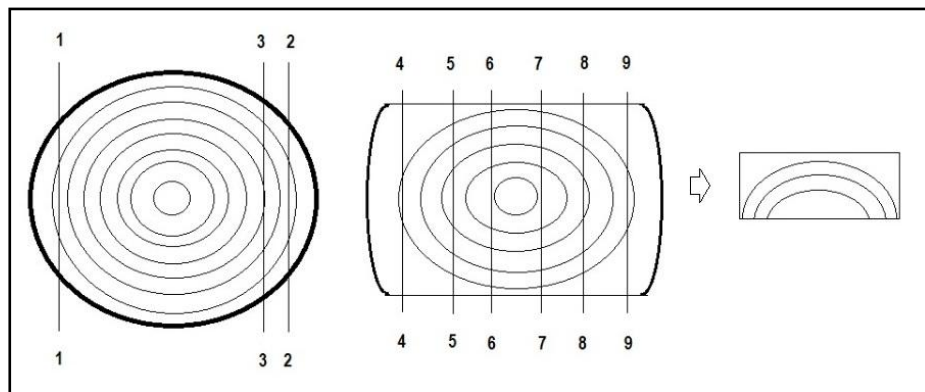


Figura 17 – Diagrama de corte para obtenção das pranchas – estudo do rendimento

Fonte: O autor (2010).

### 3.3 Avaliação do desempenho da serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima

Para a avaliação do desempenho da serraria utilizou-se como parâmetros o rendimento em madeira serrada e a eficiência.

#### 3.3.1 Rendimento

Para a avaliação do rendimento em madeira serrada foram utilizadas 50 toras de *Eucalyptus* sp. representativas (quanto ao diâmetro) do estoque do pátio

de toras. Em seguida, determinou-se o volume sem casca das toras, de acordo com a equação de Smalian, adaptada de Machado (2003), descrita na Equação 1.

$$V_t = \frac{\pi}{80000} \times (D_1^2 + D_2^2) \times L \quad (1)$$

Em que:

$V_t$ : volume sem casca da tora ( $m^3$ );

$D_1$  e  $D_2$ : diâmetros sem casca das extremidades da tora (cm);

$L$ : comprimento da tora (m).

Os diâmetros sem casca das toras foram determinados pela Equação 2.

$$D = \frac{C}{\pi} \quad (2)$$

Em que:

$D$ : diâmetro (cm);

$C$ : circunferência (cm).

Para a determinação do volume sem casca, o comprimento das toras foi mensurado com o auxílio de uma trena com precisão de 0,1 centímetro. Para mensuração das circunferências sem casca das toras, as duas extremidades foram descascadas manualmente, com auxílio de um facão e foram medidas a cerca de 10 centímetros das extremidades com o auxílio de uma fita métrica com precisão de 0,1 centímetro. Todas as medidas das toras foram anotadas na planilha de rendimento, apresentada no Apêndice A. Para ter o controle durante o desdobro, as toras foram todas identificadas e numeradas, tanto na base quanto no topo, com o auxílio de um giz de cera vermelho.

Em seguida, as toras foram encaminhadas para o desdobro. A madeira serrada originada de cada tora foi devidamente identificada com o respectivo número da tora, marcada com giz de cera e empilhada separadamente.

Posteriormente, calculou-se o volume de madeira serrada. Para tal, de cada peça foram mensurados o comprimento, a largura e a espessura com o auxílio de uma trena de 0,1 centímetro de precisão. 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, porém a espessura mediana foi medida no lado oposto que as demais medidas. Essas medidas foram anotadas na planilha de rendimento. O volume de cada peça de madeira serrada foi calculado de acordo com a Equação 3.

$$V = l \times b \times e \quad (3)$$

Em que:

V: volume da peça (m<sup>3</sup>);

l: comprimento da peça (m);

b: largura da peça (m);

e: espessura da peça (m).

O volume de madeira serrada de cada tora foi calculado de acordo com a Equação 4.

$$V_m = \sum_{i=1}^n V_i \quad (4)$$

Em que:

V<sub>m</sub>: volume de madeira serrada (m<sup>3</sup>);

V<sub>i</sub>: volume de cada peça i (m<sup>3</sup>).

O rendimento ou porcentagem de aproveitamento em madeira serrada foi calculado de acordo com a Equação 5, recomendada por Vital (2008).

$$R = \left( \frac{V_m}{V_t} \right) \times 100 \quad (5)$$

Em que:

R: rendimento (%);

V<sub>m</sub>: volume de madeira serrada (m<sup>3</sup>);

V<sub>t</sub>: volume sem casca da tora (m<sup>3</sup>).

### 3.3.2 Eficiência

A eficiência da serraria foi calculada de acordo com a Equação 6, recomendada por Rocha (2007).

$$E = \frac{N \times T}{O} \quad (6)$$

Em que:

E: eficiência (m<sup>3</sup>/operário/turno);

N: número de toras;

T: volume sem casca de toras desdobradas por turno (m<sup>3</sup>);

O: número de operários.

O número de operários participantes das operações de desdobro e o número de toras desdobradas por período de trabalho foram anotados nas planilhas de amostragem (Apêndice B e C), durante o estudo do trabalho produtivo. O número de toras foi multiplicado pelo volume médio sem casca das toras, obtido no rendimento. Esse produto forneceu o volume estimado de toras desdobradas por turno.

### 3.4 Método da amostragem de trabalho

O método da amostragem de trabalho foi a técnica empregada para quantificar e analisar o trabalho produtivo nas operações desempenhadas pelo conjunto homem-máquina da serraria. Esta técnica foi escolhida por causa da confiabilidade estatística.

Para a coleta de dados foi realizada uma amostragem sistemática, a partir da observação direta das atividades desempenhadas em toda a linha de produção da serraria; ou seja, todas as máquinas e operários foram analisados.

Adotou-se uma amostragem de dois em dois minutos (ABREU, 2005; BATISTA, 2006) durante todo o expediente de trabalho, que durou nove horas.

As atividades desempenhadas foram classificadas em trabalho produtivo e tempo perdido, em que este último foi subdividido em trabalho não produtivo, demoras e tempo ocioso. Cada atividade ao ser observada foi classificada e anotada na planilha de amostragem, demonstrada no Apêndice B e C. A serraria teve sua linha de produção avaliada por três dias consecutivos.

Durante o estudo da amostragem de trabalho foi avaliado o produto principal, da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, o “pré-cortado”. A Figura 18 ilustra o fluxo produtivo do desdobro do “pré-cortado”. Inicialmente as toras foram movidas do pátio de toras, roladas para a rampa de abastecimento e posteriormente para o carro porta toras. O carro moveu as toras até a serra de fita vertical simples para o desdobro principal. As peças geradas durante o desdobro principal foram desdobras nas serras circulares, operação de desdobro secundário. Após, as peças foram destopadas nas serras circulares destopadeiras. Por fim, as peças, já nas dimensões finais do “pré-cortado”, foram enfardadas com cinta plástica.

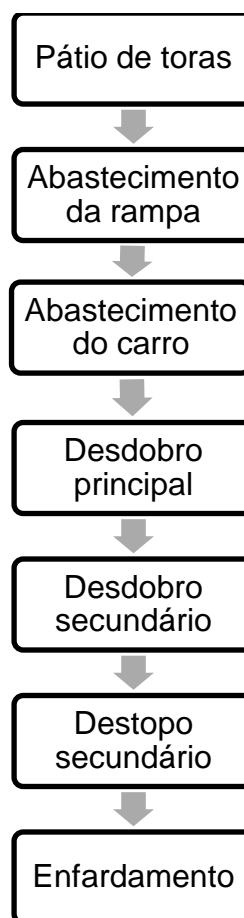


Figura 18 – Fluxograma do desdobro do “pré-cortado” – estudo da amostragem de trabalho

Fonte: O autor (2010).



As toras e toretes foram desdobrados longitudinalmente na serra de fita vertical simples, com a execução de cortes tangenciais alternados. Inicialmente são retiradas duas costaneiras (o primeiro corte gera uma costaneira; após o giro de 270°, o segundo corte gera a segunda) de dimensões variáveis de acordo com o diâmetro da tora ou torete; posteriormente, o semibloco é desdobrado em tábuas ou pranchas com espessuras variáveis e bordas irregulares. As tábuas e pranchas são canteadas na serra circular simples 1; depois seguem para a serra circular simples 3, onde é realizada a resserragem gerando ripas e por fim, as ripas seguem para as destopadeiras, onde o comprimento final é regularizado. As costaneiras maiores vão para a serra circular simples 2, para ser feita a operação de resserragem ou reaproveitamento; as peças geradas vão para a serra circular simples 3 e posteriormente para as destopadeiras.

#### **3.4.1 Amostragem piloto**

Segundo Batista (2006), a amostragem piloto é necessária para estimar as proporções de tempo gasto em atividades específicas nunca estudadas em uma determinada serraria, ou seja, quando essas proporções de tempo não são conhecidas. Com o levantamento das proporções de uma atividade, é possível calcular o número real de amostras a serem observadas durante o estudo do trabalho produtivo.

Desta forma, a amostragem piloto serve como um teste ou protótipo ou, ainda, como uma estimativa estatística para saber o quanto de observações são necessárias para analisar o trabalho de uma serraria.

A amostragem piloto foi realizada no período da manhã do Dia 1, na qual foram feitas observações de dois em dois minutos, durante 240 minutos, totalizando 120 observações. As atividades observadas foram classificadas apenas em duas categorias: trabalho produtivo e tempo perdido. Tais atividades foram anotadas na planilha de amostragem piloto (Apêndice B).

Segundo Batista (2006), deve-se utilizar o valor da proporção de trabalho produtivo (P), obtido na amostragem piloto da linha de produção, para a determinação do número real de amostras (N) que devem ser avaliadas na amostragem real. Para isso, as atividades classificadas como trabalho produtivo durante a amostragem piloto foram quantificadas e divididas pelo número total de observações, de acordo com a Equação 7.

$$P = \frac{n}{N} \quad (7)$$

Em que:

P: Proporção de trabalho produtivo;

n: Número de observações de trabalho produtivo;

N: número total de observações (120).

O número real de amostras, a ser observadas na amostragem real foi calculado pela Equação 8, adaptada de Stevenson (2001).

$$N = \frac{[(Z)^2 \times P \times Q]}{e^2} \quad (8)$$

Em que:

N: número real de amostras;

Z: desvio normal padrão para o nível de confiança desejado (Tabela de Z);

P: proporção determinada na amostragem piloto;

Q= 1 – P;

e: erro máximo por nível de precisão.

Adotou-se o nível de confiança de 5% e erro máximo de  $\pm 4\%$  (MONKS, 1987; MOREIRA, 1998 citado por BATISTA, 2006). Para o levantamento do número real de amostras foi necessário calcular o desvio normal padrão para o nível de confiança estipulado. Desta forma, a área total sob a curva normal (Figura19) é igual a 1,0 e é dividida em duas zonas de 0,5. Segundo Santos (2010), na distribuição normal com média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ), 68,26% das observações estão a menos de  $\mu \pm \sigma$  da média; 95% das observações estão a menos de  $\mu \pm 2\sigma$  e 99,7% das observações estão a menos de  $\mu \pm 3\sigma$ .

A tabela de Z ou área sob a curva normal padronizada (Tabela 1) compreendida entre os valores 0 e Z, corresponde a valores de metade da curva normal, ou seja, área igual a 0,5. Para 95% de certeza e nível de confiança de 5%, o desvio normal padrão para metade da curva normal é estimado por  $A = 95\% \times$

0,5, resultando em 0,4750. De acordo com a Tabela 1, o desvio normal padrão Z, para esse caso, foi igual a 1,96.

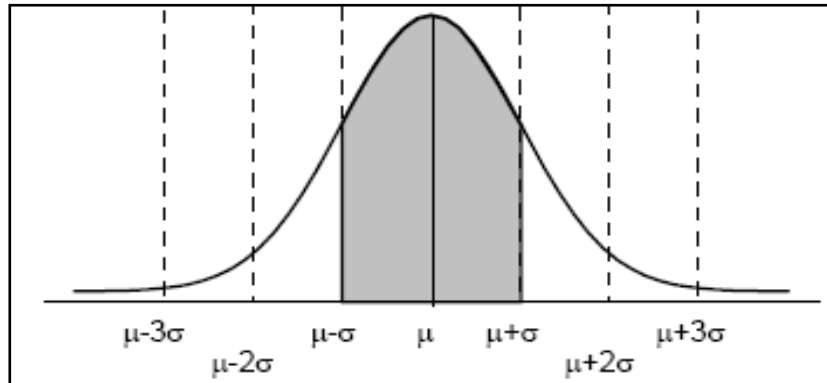


Figura 19 – Curva normal

Fonte: Adaptado de SANTOS (2010).

Tabela 1 – Área sob a curva normal padronizada

Z	0	1	2	3	4	5	6
0,0	0,0000	0,0040	...	...	...	0,0199	0,0239
0,1	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
<b>1,9</b>	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	<b>0,4750</b>

Fonte: Adaptado de SPIEGEL (1994).

### 3.4.2 Amostragem real

Após o cálculo do número real de amostras, obtido na amostragem piloto, procedeu-se a amostragem real. Esta amostragem revela o quanto de trabalho produtivo ou tempo perdido está sendo observado na linha de produção da serraria, e correspondeu à fase mais importante do estudo da amostragem de trabalho. Foram feitas observações de dois em dois minutos, com o auxílio de um relógio digital, durante todo o turno de trabalho, até completar o número de observações calculadas. As atividades observadas foram classificadas em trabalho produtivo, trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras, e foram anotadas na planilha de amostragem real (Apêndice C).

Terminada a amostragem, os dados foram quantificados em forma de porcentagem, de acordo com a classificação das atividades, tendo por base o número total de amostras observadas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Rendimento

As 50 toras de *Eucalyptus* sp. utilizadas apresentaram comprimento médio de 3,6 m. O diâmetro médio das toras foi de 26,1 cm, para ponta fina e 31,9 cm, para ponta grossa.

As toras foram desdobradas em peças de espessura média igual a 62 mm, largura média igual 211 mm e comprimento médio igual a 3,6 m. Este produto foi classificado como pranchas, segundo a NBR 14807 (ABNT, 2002).

Na Tabela 2 estão apresentados o volume médio das toras (determinado pela equação de Smalian), o volume médio das peças serradas e o rendimento médio.

Tabela 2 – Volume médio das toras e da madeira serrada

Variáveis	Média	Coefficiente de variação (%)
Volume em tora (m <sup>3</sup> )	0,40857	35,13
Volume serrado (m <sup>3</sup> )	0,21483	35,61
Rendimento (%)	53,58	17,74

Fonte: O autor (2010).

Observa-se que o volume das toras, de acordo com o coeficiente de variação, apresentou menor variabilidade dos dados, em relação ao volume serrado. O volume total das toras foi igual a 11,84865 m<sup>3</sup> e das pranchas foi igual a 6,22998 m<sup>3</sup>, resultando em um rendimento médio por tora igual a 53,58%.

O rendimento médio da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima está dentro do esperado para o produto analisado, e de acordo com a amplitude de rendimento de 45 a 55% considerada normal pela literatura para madeira de folhosas (ROCHA, 2007; VITAL, 2008). Ressalta-se que esse resultado foi devido a alguns fatores: processamento em serra de fita vertical simples, que possui lâmina de pequena espessura de corte; não utilização de serras circulares, que possuem maior espessura de corte e; grandes dimensões do produto gerado (pranchas). Este resultado ainda poderia ter sido maior, caso as costaneiras e bordaneiras geradas

durante o desdobro das pranchas tivessem sido reaproveitadas, o que aumentaria a produtividade da máquina principal.

Souza et al. (2007) estudaram a modelagem do rendimento no desdobro de toras de eucalipto cultivado em sistema agroflorestal (eucalipto com culturas agrícolas). Esses autores obtiveram rendimento igual a 38,57%, para tábuas de 100 mm de largura e 20 mm de espessura (produto 1) e rendimento de 37,05%, para tábuas de 140 mm de largura e 37 mm de espessura (produto 2), ambos os produtos possuíam 2,80 m de comprimento. Os rendimentos encontrados por Souza et al. (2007) foram inferiores ao da Serraria Nossa Sr<sup>a</sup> de Fátima pois as toras foram desdobradas por uma serra circular dupla e uma múltipla. Além disso, os produtos beneficiados (tábuas) na pesquisa desses autores exigiram um maior número de cortes e passagem por mais de uma máquina, com espessuras de corte diferentes e superiores à da máquina principal utilizada pela Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima.

O rendimento médio de 53,58%, foi superior ao obtido por Rocha (2000), que estudou as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* como fontes de matéria-prima para serrarias. Rocha (2000) encontrou rendimento médio igual a 45,71% para o *E. grandis* e 41,26% para o *E. dunnii*. Para ambas as espécies foi utilizado o desdobro tangencial, no qual as toras passaram em uma linha com dois picadores perfiladores e uma serra circular múltipla de dois eixos, gerando como produto final tábuas.

Amparado et al. (2008) estudaram o desdobro de *Eucalyptus saligna* em serra de fita vertical simples e obtiveram rendimento médio de 26% na produção de tábuas para exportação, denominadas de “clears boards”. O rendimento encontrado por estes autores foi inferior ao da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, pois o produto final foi tábuas de elevada qualidade.

A porcentagem de aproveitamento foi superior as porcentagens encontradas por Scanavaca Jr. e Garcia (2003) e Batista (2006). O trabalho de Scanavaca Jr. e Garcia (2003) apresentou um rendimento de 42,53%, pois o produto final foi tábuas. Na pesquisa de Batista (2006), o rendimento foi igual a 44,86%, pois a linha estudada foi composta por uma serra circular quádrupla e uma serra circular múltipla, ambas de dois eixos e espessura de corte maior que a da serra fita vertical simples. Além disso, o produto gerado foram tábuas para confecção de embalagens.

O rendimento da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima foi inferior ao encontrado por Serpa et al. (2003), que estudaram as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, e obtiveram 66,83% e 64,38%, respectivamente. A maior porcentagem de aproveitamento obtida no trabalho de Serpa et al. (2003) pode ser atribuída às características das toras (grandes diâmetros e baixos índices de conicidade e de encurvamento), bem como as condições da máquina de desdobro principal.

Brand et al. (2002) estudaram a caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos em uma serraria do Estado de Santa Catarina, e obtiveram um rendimento de 34,87% para o desdobro de toras de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* em tábuas, utilizando uma serra de fita dupla ou geminada, como máquina principal. Apesar de a matéria-prima ser uma conífera, o rendimento encontrado por Brand et al. (2002) foi inferior ao rendimento da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima e ao considerado normal pela literatura para a madeira de coníferas.

## 4.2 Eficiência

A Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, assim como outras pequenas serrarias do Sul do Espírito Santo, apresenta problemas com a padronização da matéria-prima. Apesar de trabalhar com uma matéria-prima de baixo custo, a escassez de toras de *Eucalyptus* sp. de mesmo padrão tem afetado a produtividade desta serraria.

O estudo do rendimento foi realizado anteriormente ao estudo da eficiência e do trabalho produtivo, sendo os dois últimos feitos na mesma fase. Esta decisão foi necessária, devido à necessidade de se ter um maior controle da mensuração das toras e das peças serradas, para o cálculo do rendimento. Tal etapa demandou um dia para a cubagem das toras e outro para o desdobro e mensuração da madeira serrada.

Para o cálculo da eficiência é necessário que o número de toras desdobradas por período de trabalho seja contabilizado. Esse número de toras é multiplicado pelo volume médio sem casca das toras, obtido no rendimento. Esse produto fornece o volume estimado de toras desdobradas por turno. O número de toras desdobradas por turno é contabilizado durante o estudo do trabalho produtivo. Porém, devido ao produto gerado durante a avaliação do rendimento (pranchas) não ser o mesmo produzido durante o estudo do tempo (ripas) e pela

variabilidade ou falta de padrão das toras desdobradas, a eficiência da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima não foi determinada.

As toras utilizadas para o cálculo do rendimento apresentaram comprimento médio superior às toras e toretes contabilizadas durante o estudo da eficiência e trabalho produtivo. Já, os diâmetros das toras desdobradas durante o estudo da eficiência, foram superiores ou inferiores à média de diâmetro encontrada no estudo do rendimento. Com essas variáveis, o número das toras processadas por turno ao ser multiplicado pelo volume médio sem casca das toras, obtido no rendimento, superestimou a estimativa do volume de toras desdobradas por turno. Por isso, não seria cientificamente correto, adotar o valor encontrado como a eficiência dessa serraria.

Apesar da máquina principal e dos operários serem os mesmos nos dois estudos, a principal influência na falta de resultado do estudo da eficiência foi a diferenças de produtos gerados nas duas fases e a heterogeneidade da matéria-prima empregada.

### **4.3 Amostragem do trabalho da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima**

#### **4.3.1 Amostragem piloto**

Na amostragem piloto foram realizadas 120 observações, durante 240 minutos. Das 120 observações, 87 foram classificadas como trabalho produtivo, enquanto 33 foram classificadas em tempo perdido. Foram analisadas todas as máquinas da linha de produção e todos os operadores. O produto analisado durante a amostragem piloto foi o “pré-cortado”, ou seja, ripas geradas para o setor moveleiro.

Dentre o tempo perdido, foram verificadas 22 observações de atividades classificadas como demoras, 9 observações de trabalho não produtivo e 2 observações de tempo ocioso.

A Figura 20 ilustra a distribuição da amostragem piloto do trabalho na Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima.

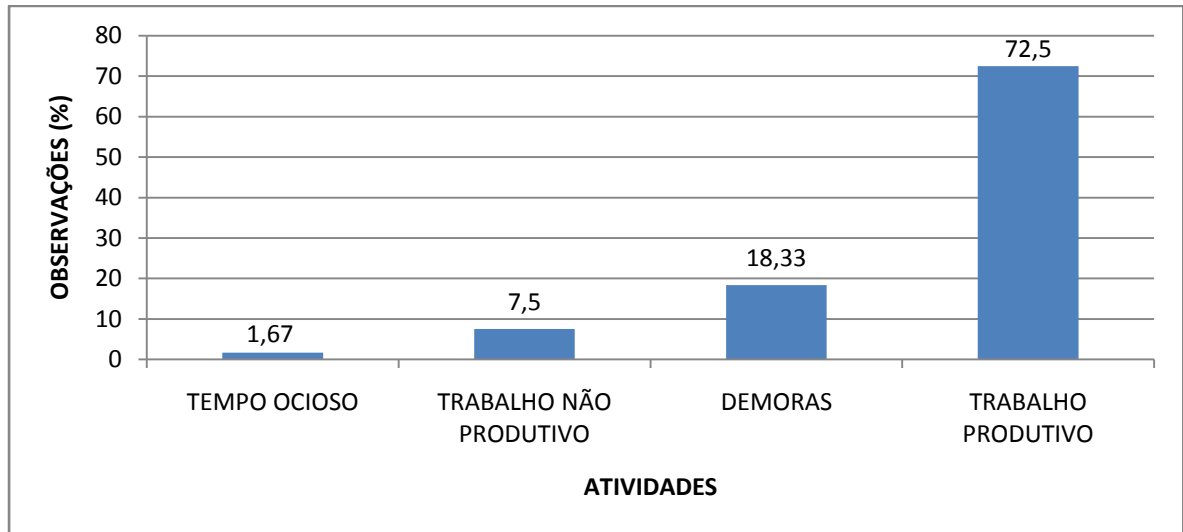


Figura 20 – Distribuição do trabalho observada na amostragem piloto

Fonte: O autor (2010).

Notou-se que o trabalho produtivo configurou a maior proporção da amostragem piloto, com 72,5% das observações, enquanto as demoras configuraram a maior parte do tempo perdido, com 18,33% do total observado, seguida pelo trabalho não produtivo (7,5%) e pelo tempo ocioso, com apenas 1,67% das observações.

Os problemas observados durante a amostragem piloto, que contribuíram para as demoras foram: rolamento de tora para a rampa, limpeza do fosso de serragem e das caixas coletoras de pó das serras circulares, remoção de subprodutos da linha, empilhamento da madeira serrada e problemas com o cabo de aço que movimenta o carro porta toras. Os problemas observados que caracterizam tempo ocioso foram necessidades pessoais dos operadores.

Como trabalho não produtivo, foram observadas as seguintes operações: recuo morto do carro, bitolamento, regulagem da guia da serra de fita, dimensionamento dos paralelos das serras circulares e destopadeira, fixação das garras do carro nas toras e conserto do cabo de aço da roldana.

A amostragem piloto revelou que a proporção de trabalho produtivo foi igual a 0,725 ou aproximadamente 73%. Desta forma, com 95% de certeza e exatidão de  $\pm 4\%$ , o número real mínimo de amostras (N) para a Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima foi igual a 473 amostras.



### 4.3.2 Análise geral da amostragem do trabalho

O estudo da amostragem real foi realizado em três dias seguidos: no período da tarde do Dia 1 (mesmo da amostragem piloto); durante todo o Dia 2 e no período da manhã do Dia 3. Neste item considerou-se a amostragem total do trabalho realizado na serraria, resultando em 650 amostras, ou seja; 120 amostras da amostragem piloto mais 530 amostras da amostragem real. Portanto, o número total de amostras foi superior às 473 determinadas pela amostragem piloto, o que aumentou a confiabilidade estatística da amostragem, uma vez que o erro recalculado (Equação 8) diminuiu para  $\pm 3,4\%$ .

Deste total (650 amostras), 69,69% do tempo foi classificado como trabalho produtivo, enquanto 30,31% foi classificado como tempo perdido. Entre as atividades classificadas como tempo perdido, as demoras configuraram 16,61% das observações, seguidas pelo trabalho não produtivo (9,85%) e pelo tempo ocioso com 3,85% das observações. A Figura 21 ilustra a distribuição do trabalho observada na análise geral da amostragem de trabalho.

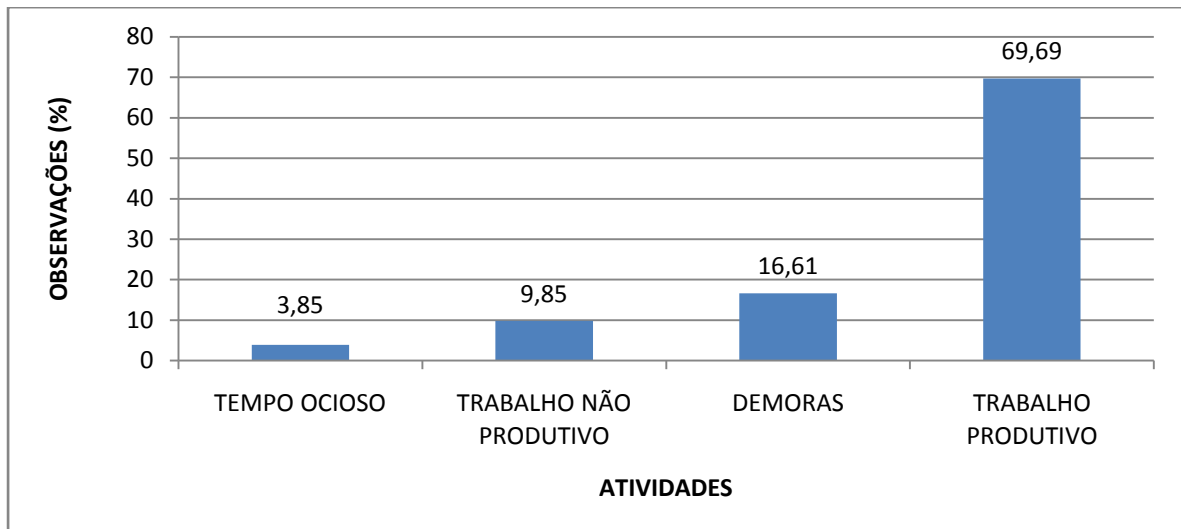


Figura 21 – Distribuição do trabalho observada na análise geral

Fonte: O autor (2010).

Entre as atividades de tempo perdido, as operações classificadas como trabalho não produtivo foram: bitolamento, regulagem dos volantes e da guia da serra de fita, troca de lâmina da serra de fita, recuo morto do carro porta toras, fixação das toras, giro da tora, lubrificação da guia e conserto das garras. Como tempo ocioso se observou atrasos no abastecimento, pela falta de madeira na

rampa, parada na linha pela falta de energia e necessidades pessoais dos operadores.

As demoras foram configuradas pelas seguintes atividades: empilhamento da madeira serrada, remoção dos subprodutos da linha, limpeza do fosso e das caixas coletoras de pó, manejo da tora na rampa e carregamento de caminhão.

Na Figura 22 encontra-se a análise geral da distribuição do trabalho da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima de acordo com o dia e o período (manhã e tarde) estudado.

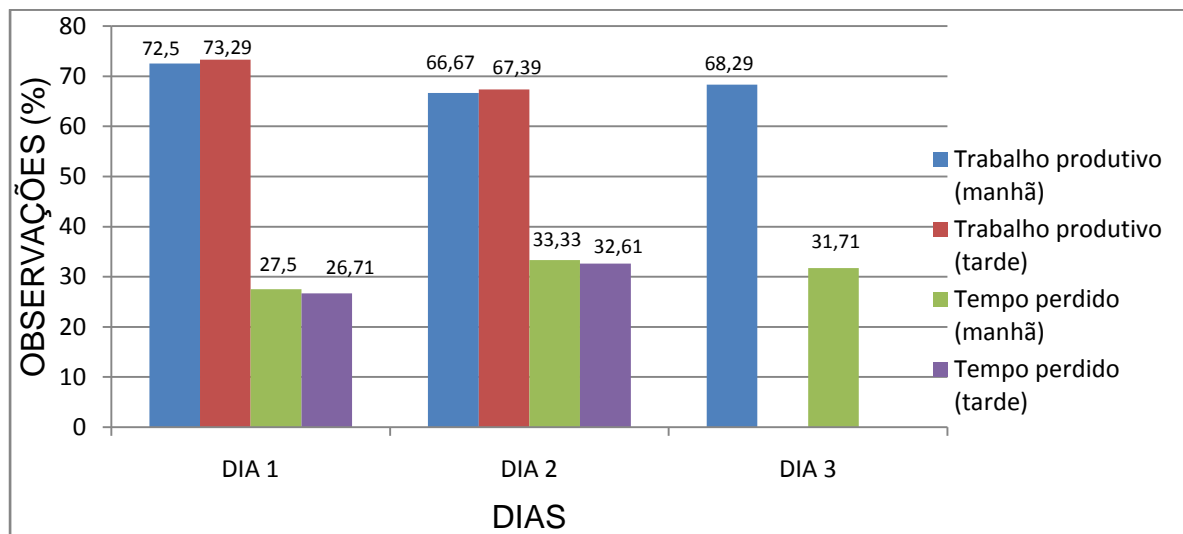


Figura 22 – Análise geral da distribuição do trabalho da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima

Fonte: O autor (2010).

Pode-se observar que os maiores índices de trabalho produtivo, tanto no Dia 1 (73,29%) como no Dia 2 (67,39%), foram registrados no período da tarde. Esta análise foi similar a realizada por Abreu (2005), o qual avaliou o trabalho produtivo de duas serrarias em Paragominas, estado do Pará. Abreu (2005) observou as maiores porcentagens de trabalho produtivo, para a Serraria II, no período da tarde do primeiro e terceiro dias do estudo.

O complemento homem-máquina para gerar madeira serrada, ou seja, o trabalho produtivo, da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, teve média de 72,9% (Dia 1), 67,03% (Dia 2) e 68,29% (Dia 3, período da manhã). Este resultado foi superior ao observado por Batista (2006), o qual analisou uma linha de produção composta por uma serra de fita vertical. O autor supracitado obteve valores médios diários de

trabalho produtivo na linha 1, iguais a 28,75% (Dia 1), 24,58% (Dia 2) e 36,67 % (Dia 3, no período da manhã).

Destaca-se que o trabalho produtivo da Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima, assim como a serraria avaliada por Batista (2006), não atingiu o valor mínimo de 75% sugerido por Martins e Laugeni (2003 citado por ABREU, 2005). Esse resultado pode ser explicado pelo baixo nível de automação da serraria estudada; obsolescência dos equipamentos; problemas gerados por causa da falta de manutenção preventiva e problemas no abastecimento de energia e de matéria-prima.

## 5 CONCLUSÕES

Quanto ao estudo realizado na Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima conclui-se:

O rendimento em madeira serrada obtido está dentro da amplitude considerada normal pela literatura especializada, e correspondeu a média de aproveitamento esperada para o produto avaliado.

A eficiência da serraria não pode ser avaliada devido à diferença de produtos gerados durante a avaliação do rendimento e estudo do tempo, e pela heterogeneidade da matéria-prima empregada. Não foi possível avaliar totalmente o desempenho, uma vez que a eficiência não foi calculada.

O trabalho produtivo da serraria não atingiu o mínimo estabelecido pela literatura, o que foi decorrente de problemas na linha de produção e deficiência tecnológica.

## 6 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se à Serraria Nossa Sr.<sup>a</sup> de Fátima:

A classificação e separação por classes diamétricas das toras no pátio antes do processamento, para se utilizar a matéria-prima com as dimensões e características mais adequadas para gerar um determinado produto;

O descascamento das toras no pátio ou até mesmo no campo, como forma de aumentar a vida útil e manter a afiação das lâminas das serras e reduzir custos excedentes de transporte de material sem valor comercial;

Fazer o reaproveitamento das costaneiras e bordaneiras para aumentar o rendimento em madeira serrada;

Analisar o mercado e as alternativas para aproveitamento dos subprodutos gerados, como forma de aumentar o lucro da empresa e destiná-los corretamente;

Para minimizar o tempo perdido durante a produção, a operação de rolamento de tora para a rampa, poderia ser feita com o auxílio de um trator carregador. Isso possibilitaria maior segurança e ergonomia ao trabalho dos operários e também maior agilidade do processamento;

A limpeza do fosso de serragem e das caixas coletoras de pó das serras circulares e remoção de subprodutos da linha, com a implantação de um sistema de exaustão ou remoção dos subprodutos, como forma de diminuir as demoras na produção;

O emprego ou o reposicionamento de um operário, para fazer o empilhamento da madeira e assim reduzir as demoras;

A manutenção preventiva e regular, direcionada aos problemas mais freqüentes observados no maquinário, como forma de minimizar a perda de tempo durante o turno de trabalho;

Para as recomendações de auxílio de trator carregador, implantação de sistema de exaustão e aumento do número de operários na linha produção, deve ser feito um estudo da relação custo e benefício para a empresa.

## 7 REFERÊNCIAS

ABREU, F. A. **Eficiência operacional de serra fita**: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA. 2005. 30 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

AMPARADO, K. F. et al. Caracterização do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* Smith nas condições verde e seca. **Revista Forestal Venezolana**, ano 42, v. 52, n. 1, p. 71-76, jan./jun. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14807**: Peças de madeira serrada – Dimensões. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS**, cap. 3. 2010. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR/capitulo03.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2010.

BATISTA, D. C. **Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo de tempo, rendimento e eficiência**: estudo de caso em Piraí-RJ. 2006. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

BIASI, C. P. **Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. 2005. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. Rendimento em serraria de *Pinus elliottii*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo 2003. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=963&subject=Desdobro&title=Rendimento%20em%20madeira%20serrada%20de%20pinus%20para%20desdobro](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=963&subject=Desdobro&title=Rendimento%20em%20madeira%20serrada%20de%20pinus%20para%20desdobro)> Acesso em: 12 abr. 2010.

BRAND, M. A. et al. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 247-259. 2002.

CARVALHO, L. O.; HEINECK, L. F. M.; JUNGLES, A. E. Uma metodologia para obtenção de constantes orçamentárias utilizando a técnica da amostragem de trabalho. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEGEP, 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0115\\_0774.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0115_0774.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2010.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. **Caracterização do setor florestal**: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. 2003. Disponível em: <<http://www.bioline.org.br/pdf?cf05010>>. Acesso em: 12 abr. 2010.

ELEOTÉRIO, J. R.; STORCK, L.; LOPES, S. J. Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 89-99. 1996.

GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na Região da quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul**. 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal na área de Concentração em Tecnologia de Produtos Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2002.

GONZAGA, A. L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. Disponível em: <[http://www.monumenta.gov.br/upload/caderno%20Madeira web\\_1173383037.pdf](http://www.monumenta.gov.br/upload/caderno%20Madeira%20web_1173383037.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2010.

MACHADO, S. A. **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003.

METALÚRGICA SCHIFFER. **Produtos**. Disponível em: <[http://www.schiffer.com.br/ind\\_madeira\\_produtos.php](http://www.schiffer.com.br/ind_madeira_produtos.php)>. Acesso em: 19 abr. 2010.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 473-483, set./dez. 2005.

NÉRI, A. C.; GONÇALVES, R.; HERNANDEZ, R. E. Forças de corte ortogonal 90-0 em três espécies de madeira de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 4, n. 2, p. 275-280, 2000.

NORDSTROM, J. A. **A Amostragem de Trabalho**. Disponível em: <<http://www16.fgv.br/rae/artigo/2408.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2010.

POLZL, W. B., et al. Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - Segmento da madeira serrada no Estado do Paraná. **REVISTA FLORESTA**, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 127-134. 2003.

REITZ, V. **Estudo de tempos e movimentos na indústria de camisaria**. 2004. 36 f. Monografia (Graduação em Tecnologia do Vestuário) - Faculdade Educacional de Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, 2004.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria-prima para Serrarias**. 2000. 186f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento de serrarias**. Edição Revisada. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2002.

ROCHA, M. P. Técnicas de serrarias. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (Org.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. p. 209-270.

SANTOS, A. M. S. **Introdução à estatística**. Disponível em: <<http://www.pgsc.ufma.br/arquivos/apostilabioestat.pdf>>. Acesso em 20 set. 2010.

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

SEPEOLLI. **Máquinas para serraria**. Disponível em: <[http://www.sepeoli.com.br/hp\\_inicial.htm](http://www.sepeoli.com.br/hp_inicial.htm)> Acesso em: 19 abr. 2010.

SERPA, P. N. et al. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, set./out., 2003.

SOARES, E. **Metodologia científica: lógica, epistemologia e normas**. São Paulo: Atlas, 2003.

SOUZA, A. N. et al. Modelagem do Rendimento no desdobro de toras de Eucalipto cultivado em sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 222-238, abr.-jun., 2007.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1994.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 7 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

VIDAURRE, G. B. et al. Efeito da geometria dos dentes da serra de fita na produção de madeira serrada de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 939-947, 2008.

VINICIUS, M. **Estado actual de La informacion sobre productos forestales**. FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/ad399s/AD399s09.htm>>. Acesso em: 10 maio 2010.

VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. Viçosa, MG: UFV, 2008.

ZENID, G. J. Madeiras e suas características. In: OLIVEIRA, J. T. S; FIEDLER, N. C; NOGUEIRA, M. (Org.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. p. 125-157.



## APÊNDICES

## Apêndice A – Planilha de Rendimento

LOCAL: Serraria

DATA:

HORA:

Tora:

C<sub>1</sub>: cm

C<sub>2</sub>: cm

L: m

cm

Peça	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	l
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Tora:

C<sub>1</sub>: cm

C<sub>2</sub>: cm

L: m

cm

Peça	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	l
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

**C<sub>1</sub>** e **C<sub>2</sub>**: circunferências da tora; **L**: comprimento; **e**: espessura; **b**: largura; **l**: comprimento.

**Apêndice B – Planilha de amostragem piloto**

Serraria:

Data:

N	H	Trab. Prod.	T. P	Observações
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

**N:** nº observações; **H:** hora; **Trab. Prod.:** Trabalho Produtivo; **T.P.:** Tempo Perdido.

**Apêndice C – Planilha de amostragem real**

Serraria:

Data:

Tempo perdido

N	H	Trab. Prod.	TNP	TO	D	Observações
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

**N:** nº observações; **H:** hora; **Trab. Prod.:** Trabalho Produtivo; **T.P.:** Tempo Perdido**TNP:** trabalho não produtivo; **TO:** tempo ocioso; **D:** demoras.

## Apêndice D – Roteiro de entrevista

1) Nome do empreendedor.
2) Telefone ou e-mail.
3) Nome da serraria.
4) Telefone e endereço.
5) Quando a serraria foi fundada?
6) Como foi adaptação da Serraria ao longo dos anos, com a mudança do uso de nativas para eucalipto?
7) Quais são as dificuldades encontradas para a operação da serraria?
8) Qual o número de funcionários?
9) Qual a produção média de madeira serrada por mês?
10) Em que a análise de desempenho seria importante para o seu negócio?
11) Quais os produtos gerados pela serraria? Qual o principal?
12) Qual a origem da matéria-prima? Comprada ou de floresta própria? Qual o preço?
13) Qual o preço e a utilização do produto principal? Para onde é vendido?
14) Os produtos secundários são vendidos? Quem é o consumidor? Qual é o preço?
15) Quais são o modelo, marca e ano de fabricação das máquinas?
16) Qual a potência do motor da serra de fita vertical simples?
17) Qual a marca ou origem das lâminas de serra utilizadas?
18) Qual é o consumo de energia elétrica por mês?
19) Como os subprodutos são aproveitados? Noção da quantidade produzida?
20) Há algum mercado consumidor para estes subprodutos? Qual o preço de venda?
21) Qual a sua opinião sobre o setor madeireiro da região?
22) A serraria possui registro no IEMA ou IBAMA?

