

## Desempenho de uma Serraria com Base na Eficiência e na Amostragem do Trabalho

Djeison Cesar Batista<sup>1</sup>, João Gabriel Missia da Silva<sup>1</sup>, Rafael Bridi Corteletti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - DCFM, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma serraria de pequeno porte, localizada na região sul do Espírito Santo, processadora de madeira de eucalipto. O desempenho da serraria foi avaliado pela eficiência e pela amostragem do trabalho, por um período de quatro dias, cada um destes correspondente a nove horas de trabalho. A eficiência média foi de 5,06 m<sup>3</sup>/operário/dia, ao passo que o trabalho produtivo médio foi de 77,1%, superior ao valor mínimo de 75% sugerido pela literatura. A serraria apresentou um bom desempenho, conforme os parâmetros avaliados e a discussão de dados presentes na literatura específica, resguardadas as características intrínsecas da mesma, tais como porte, nível de automação, maquinário e matéria-prima.

**Palavras-chave:** serraria de pequeno porte, *Eucalyptus* spp., estudo do trabalho produtivo.

### Performance of a Sawmill Based on Efficiency and Work Delay Ratio

#### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the performance of a small eucalypt sawmill from the southern region of the State of Espírito Santo. The performance was evaluated based on efficiency and work delay ratio techniques for four days (nine hours a day). The average efficiency was 5.06 m<sup>3</sup>/operator/day, while the average productive work was of 77.1%, greater than the minimum suggested in the literature (75%). According to the characteristics evaluated and the literature data, the sawmill presented good performance considering its inherent particularities, such as automation level, machinery and raw material.

**Keywords:** small sawmill, *Eucalyptus* spp., productive work study.

## 1. INTRODUÇÃO

As serrarias são, frequentemente, indústrias isoladas, com pequeno capital e manejo inadequado, além de empregarem equipamentos em mau estado de conservação e obsoletos. O estado de conservação dos equipamentos faz com que algumas serrarias sejam mais produtivas, ao passo que outras são

ineficientes e antieconômicas, e geram uma grande quantidade de subprodutos (Vital, 2008).

Na maioria das pequenas serrarias da região sul do Estado do Espírito Santo, o desdobro de toras é realizado com pouco planejamento e com base na experiência dos operadores, resultando em baixo

desempenho operacional e produtos de baixa qualidade. Estas características restringem o mercado das serrarias, que conseguem atender apenas a uma gama de produtos de baixo valor agregado, o que limita o sucesso econômico dos empreendimentos.

O segmento da madeira serrada constitui uma considerável contribuição socioeconômica e, desta forma, subsídios a respeito do desempenho da produção, dentre outros, podem torná-lo mais eficiente e, conseqüentemente, mais competitivo nos mercados nacional e internacional (Polzl et al., 2003).

Ao atuarem em um mercado cada vez mais competitivo e complexo, os gestores das indústrias madeireiras necessitam de ferramentas e métodos que resultem em soluções satisfatórias e de baixo custo, que auxiliem na tomada de decisões. Conforme Heinrich (2010), neste panorama, a busca por avanços na eficiência e na produtividade, na redução de custos e no controle da produção tornou-se essencial para o desenvolvimento e o sucesso das empresas.

A avaliação da eficiência em serrarias de grande porte está em desuso atualmente, por causa da automação e da mecanização, nas quais as atividades da produção são comandadas eletronicamente e por poucos operários. Porém, em serrarias de pequeno e médio portes, nas quais o grau de automação é baixo ou inexistente, a eficiência é importante para a tomada de decisões e para o planejamento da organização produtiva (Latorraca, 2004).

Alguns autores utilizaram com êxito o rendimento, a eficiência e a amostragem do trabalho como ferramentas na análise do desempenho de serrarias de pequeno porte (Batista & Carvalho, 2007; Silva, 2010). Na presente pesquisa, foram utilizadas apenas a eficiência e a amostragem do trabalho como medidas do desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte.

Segundo Rocha (2002), a eficiência expressa a relação entre o volume de toras desdobradas por período de tempo e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro. Utiliza-se o volume de toras no cálculo da eficiência para que os diâmetros das mesmas e o rendimento não interfiram no resultado.

A eficiência é afetada por outros fatores, tais como espécie processada, homogeneidade da matéria-prima e dos produtos (padronização), *layout* da serraria, características e condições operacionais do maquinário, disponibilidade de energia, grau de mecanização e automação da serraria (Brown & Bethel, 1958; Stelle, 1984; Walter et al., 1993 apud Vital, 2008).

A seguir, encontram-se alguns exemplos de eficiência em serrarias de diversas partes do mundo: 20 a 50 m<sup>3</sup>/operário/dia em serrarias automatizadas no Brasil; 4,8 m<sup>3</sup>/operário/dia em serrarias comuns e portáteis na América do Norte; 2,8 m<sup>3</sup>/operário/dia em serrarias suecas, e 0,3 m<sup>3</sup>/operário/dia em serrarias do Amazonas (Rocha, 2002).

Biasi (2005) avaliou a eficiência no desdobro de toras de três espécies tropicais em tábuas. A serraria examinada era equipada com serra de fita vertical simples combinada com carro portadoras mecânico, serra circular simples refiladeira e serra destopadeira. O autor obteve médias de 0,55 m<sup>3</sup>/operário/dia para a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*), 0,48 m<sup>3</sup>/operário/dia para a espécie cambará (*Qualea albiflora*) e 0,44 m<sup>3</sup>/operário/dia para a espécie itaúba (*Mezilaurus itauba*).

Em outra situação, a eficiência média de uma serraria de pequeno porte que processava toras de eucalipto foi igual a 4,96 m<sup>3</sup>/operário/dia. A máquina principal utilizada era uma serra circular dupla de dois eixos, enquanto as secundárias eram serras circulares múltipla e canteadeira. A serraria produzia peças quadradas de seção transversal igual a 90 mm e tábuas de 90 mm de largura e 20 mm de espessura, todas com comprimento variável (Batista & Carvalho, 2007).

O desempenho de uma serraria de pequeno porte na região sul do Espírito Santo foi avaliado, sendo a eficiência média igual a 2,77 m<sup>3</sup>/operário/dia. A serraria processava toras de eucalipto e era composta por uma serra de fita vertical simples combinada com um carro porta-toras mecânico e três serras circulares simples nas operações de desdobro secundário. Os produtos eram ripas de 20 mm de espessura, 30 mm de largura e comprimento variável (Silva, 2010).

A amostragem do trabalho é uma técnica estatística desenvolvida e aplicada por L. H. C.

Tippet na indústria têxtil inglesa (Barnes, 1977). A técnica 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).

A amostragem do trabalho, comparada a outros métodos de medida de trabalho, possibilita a coleta de dados de forma mais rápida e com menor custo. Este método possui três usos principais: a relação de espera de homens e máquinas, a amostragem do desempenho e a medida do trabalho. Em sua forma mais simples, a amostragem do trabalho consiste em fazer observações diretas em intervalos de tempo aleatórios ou sistemáticos, de um ou mais operadores ou máquinas, e analisar o seu trabalho produtivo (Barnes, 1977).

As atividades de uma serraria são classificadas em 'trabalho produtivo' e 'tempo perdido'. O trabalho produtivo é definido como o complemento operador e máquina para desdobrar madeira, ao passo que o tempo perdido é observado quando as máquinas estão inativas ou operando sem que haja o desdobro de madeira. O tempo perdido se subdivide em: trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras (Latorraca, 2004).

O trabalho não produtivo é definido como as atividades do conjunto operador e máquina em que não ocorre a produção de madeira (Latorraca, 2004). Detalhadamente, o trabalho não produtivo é composto principalmente por atrasos no processo produtivo causados por problemas mecânicos (ocasionados por imperícia ou negligência dos operários e/ou desgaste dos equipamentos), falta de manutenção preventiva, metodologia de desdobro e reparos em avarias da linha de produção.

O tempo ocioso corresponde a atrasos no processo produtivo em razão das necessidades pessoais dos operários, da falta de matéria-prima (falhas e retrocessos no sistema de transporte e carregamento) e da falta de fornecimento de energia elétrica.

As demoras ocorrem como resultado de uma má operação da linha de produção (Latorraca, 2004). Particularmente, as demoras são constituídas principalmente por atrasos no processo produtivo causados por limpeza e remoção de subprodutos

da linha de produção, arranjo e movimentação da matéria-prima e produtos, paradas no fluxo produtivo e "gargalos" da produção.

A eficiência operacional da serra de fita de duas serrarias da região Amazônica foi avaliada e o trabalho produtivo foi de aproximadamente 90% para as máquinas (Abreu et al., 2005). O desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte que processava madeira de florestas plantadas foi estudado e as médias de trabalho produtivo foram de 28,6% e 54,0%, em duas linhas de produção diferentes (Batista & Carvalho, 2007). Em outra serraria de pequeno porte que processava eucalipto, foram analisados o desempenho e o tempo efetivo de trabalho, sendo a média de trabalho produtivo de 69,6% (Silva, 2010). Em todos esses trabalhos, os autores utilizaram o método da amostragem do trabalho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma serraria de pequeno porte no município de Dores do Rio Preto, região sul do Estado do Espírito Santo, empregando como ferramentas de análise a eficiência e o trabalho produtivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da serraria

#### 2.1.1. Localização

O trabalho foi realizado em uma serraria de pequeno porte, localizada no distrito de Mundo Novo, município de Dores do Rio Preto, região sul do Estado do Espírito Santo. A empresa processa principalmente toras de *Eucalyptus* spp. de pequenos diâmetros (10 a 40 cm), sem separação por classes, provenientes de plantios próprios e de produtores florestais da região.

#### 2.1.2. Maquinário

A serraria é composta por uma serra de fita vertical simples (máquina principal), com volantes de 1,0 m de diâmetro, motor de 60 HP e 1.770 RPM, que utiliza lâmina de 3,0 mm de espessura, 120 mm de largura e 8.000 mm de comprimento; carro portadoras mecânico de 6,0 m de comprimento; serra de fita de reserra ou reaproveitamento, com volantes

de 0,8 m de diâmetro, motor de 60 HP e lâmina de 3,0 mm de espessura, 100 mm de largura e 4.000 mm de comprimento, e serra circular simples refiladeira, motor de 40 HP e disco denteado de 450 mm de diâmetro.

2.1.3. Produtos

A serraria produz, principalmente, pontaletes (77 × 77 × 1.000 mm) utilizados como calços no acondicionamento e na amortização de cargas no transporte marítimo; tábuas (25 × 150 × 2.000 mm) e ripas (35 × 77 × 2.000 mm), que são empregadas em fins diversos. Os produtos são secos naturalmente em empilhamento do tipo “tesoura” e são submetidos às medidas regulamentadas pela NIMF-15: *Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional*.

2.1.4. Desdobro

Para o desdobro, a serraria utiliza o sistema tangencial, conforme o modelo de corte apresentado na Figura 1.

O tipo de produto (tábuas, pontaletes, ripas e outros) gerado varia de acordo com o diâmetro das toras e com a demanda. A geração de um determinado produto é feita a partir da tomada de decisões do

operador da máquina principal, ponderando-se o melhor aproveitamento do bloco ou semibloco.

2.2. Eficiência

Para a análise da eficiência, foi mensurado o volume sem casca das toras desdobradas em um dia de trabalho (nove horas), utilizando-se o método de cubagem proposto por Smalian (Equação 1), demonstrado na Figura 2. O comprimento das toras foi mensurado com o auxílio de uma trena, enquanto os diâmetros sem casca das duas extremidades foram medidos com o auxílio de uma fita métrica.

$$V_T = \left( \frac{g_1 + g_2}{2} \right) \times L \tag{1}$$

em que:  $V_T$  = volume sem casca da tora (m<sup>3</sup>);  $g_1$  e  $g_2$  = áreas basais dos diâmetros das extremidades da tora (m<sup>2</sup>); L = comprimento da tora (m).

As áreas basais aproximam-se da área de um círculo e sua determinação é dada em função do diâmetro, conforme a Equação 2.

$$g_n = \left( \frac{\pi \times D_n^2}{40000} \right) \tag{2}$$

em que:  $g_n$  = área basal (m<sup>2</sup>);  $D_n$  = diâmetro (cm).

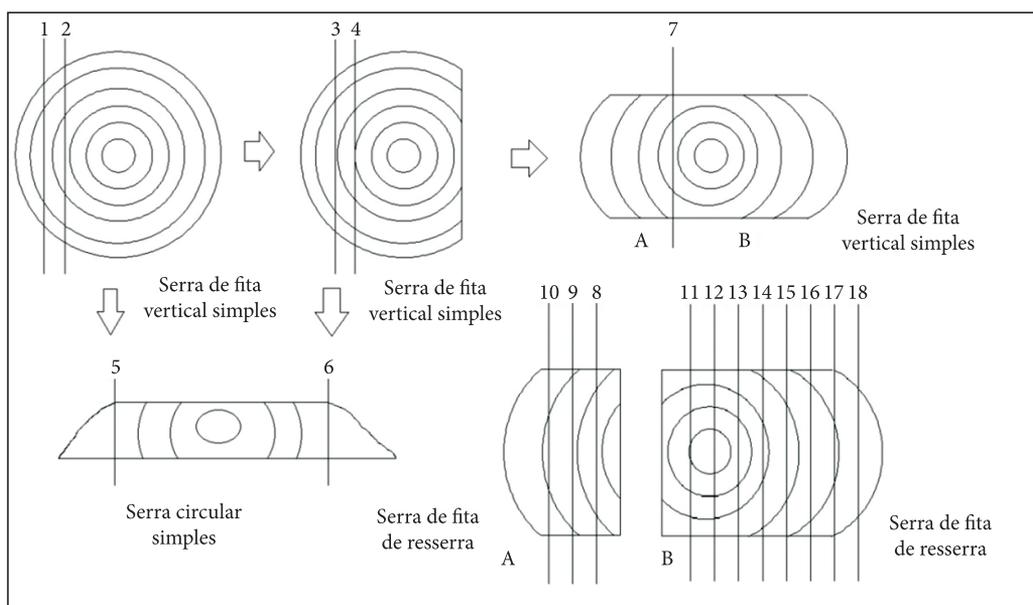
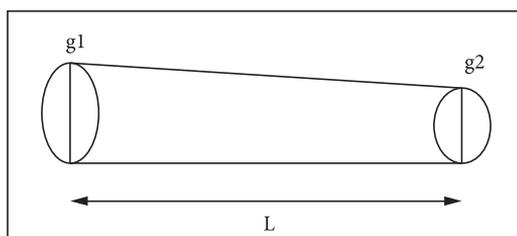


Figura 1. Modelo de corte predominantemente utilizado pela serraria.  
 Figure 1. Sawmill's predominant sawing pattern.



**Figura 2.** Método de *Smalian* para a determinação do volume.

**Figure 2.** Smalian's method for volume determination.

A eficiência da serraria foi calculada de acordo com a Equação 3, recomendada por Rocha (2002). O número de operários envolvidos nas operações de desdobro da serraria foi igual a oito.

$$E = \frac{V_T}{O} \quad (3)$$

em que: E = eficiência (m<sup>3</sup>/operário/dia); V<sub>T</sub> = volume total sem casca das toras desdobradas em um dia de trabalho (m<sup>3</sup>); O = número de operários envolvidos com as operações de desdobro.

### 2.3. Amostragem do trabalho

A amostragem do trabalho, por causa da confiabilidade estatística, foi o método empregado para quantificar e analisar o trabalho produtivo nas operações desempenhadas pelo complemento homem-máquina da serraria.

Para a coleta de dados, foi realizada uma amostragem sistemática, pela observação direta das atividades desempenhadas em toda a linha de produção da serraria, ou seja, todas as máquinas e todos os operários foram analisados. Adotou-se uma amostragem de dois em dois minutos (Abreu et al., 2005; Batista & Carvalho, 2007) em um período de quatro dias, divididos em manhã e tarde, no total de nove horas por dia.

Para estimar as proporções de tempo gasto em uma determinada atividade específica, foi feita uma amostragem piloto. Conforme Batista & Carvalho (2007), a amostragem piloto é necessária quando as proporções de tempo de determinadas atividades não são conhecidas em uma serraria. Desta forma, esta amostragem serve como uma estimativa para informar o quanto de observações são necessárias

para analisar o trabalho de uma serraria. Uma vez estimadas as proporções de certa atividade, é possível calcular o número real de amostras a serem observadas durante o estudo da amostragem do trabalho.

A amostragem piloto foi realizada no período da manhã do dia 1, no qual foram feitas observações de dois em dois minutos, durante 240 minutos, totalizando 120 observações. Para a determinação do número real de amostras (N) que devem ser avaliadas na amostragem real, deve-se utilizar o valor da proporção de trabalho produtivo (P), obtido na amostragem piloto da serraria, conforme recomendação de Batista & Carvalho (2007). De tal forma, as atividades classificadas como trabalho produtivo durante a amostragem piloto foram quantificadas e divididas pelo número total de observações (120), de acordo com a Equação 4.

$$P = \frac{n}{N} \quad (4)$$

em que: P = proporção de trabalho produtivo; n = número de observações de trabalho produtivo; N = número total de observações (120).

O número real de observações para a amostragem real foi calculado utilizando-se a Equação 5 (Stevenson, 2001).

$$N = \frac{[(z)^2 \times P \times Q]}{e^2} \quad (5)$$

em que: N = número real de observações; 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 ± 4% (Monks, 1987; Moreira, 1998 apud Batista & Carvalho, 2007). Para 95% de certeza e nível de confiança de 5%, o desvio normal padrão para metade da área subentendida pela curva normal é igual a 1,96 (Spiegel, 1994).

Com a determinação do número real de amostras, procedeu-se à amostragem real. O estudo da amostragem real foi realizado a partir do período da tarde do dia 1 (o mesmo da amostragem piloto) e em mais três dias consecutivos. Tendo-se por base o número total de amostras observadas, a amostragem

real expôs, em forma de porcentagem, o quanto de trabalho produtivo ou de tempo perdido foi observado na linha de produção.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Eficiência do desdobro

Durante o período analisado, a serraria processou 40,24 m<sup>3</sup> de madeira em toras em um dia, o que a classificou como uma serraria de pequeno porte, de acordo com critérios estabelecidos por Rocha (2002). Oito operários participaram das operações de desdobro e não houve troca ou remanejamento dos funcionários durante o estudo.

A eficiência média da serraria foi igual a 5,06 m<sup>3</sup>/operário/dia, superior à observada em serrarias norte-americanas de mesmo nível tecnológico (pequeno porte), que é de 4,80 m<sup>3</sup>/operário/dia (Rocha, 2002). Estas diferenças estão relacionadas a diversos fatores, tais como espécies processadas, nível de automação, *layout* e metodologias de desdobro utilizadas.

Biasi (2005) obteve médias de eficiência iguais a 0,44, 0,48 e 0,55 m<sup>3</sup>/operário/dia, respectivamente, para as espécies itaúba, cambará e cedrinho. Nota-se que essa serraria de madeiras nativas é cerca de dez vezes menos eficiente do que a do presente estudo. Isso se deve principalmente ao fator espécie, em que as toras de florestas nativas são mais difíceis de manusear, por causa das grandes dimensões (diâmetro e comprimento), da heterogeneidade de dimensões e, via de regra, das maiores densidades, resultando em maior massa. Por outro lado, as toras de eucalipto oriundas de florestas plantadas possuem pequenas dimensões (árvores jovens), são homogêneas (equiâneas) e são constituídas basicamente por madeira juvenil, de menor densidade e massa, tornando mais fácil o seu manejo na serraria.

Outro fator que também reduz muito a eficiência de serrarias de madeira nativa é o sistema de desdobro tangencial, com sucessivos cortes longitudinais (“sanduíche”) em serra de fita (máquina principal). Nestas máquinas, o carro porta-toras faz muitos movimentos de avanço e retorno e, na menor parte do tempo, esse avanço corresponde à produção de

madeira serrada. De acordo com o modelo de corte apresentado na Figura 1, a serra de fita principal do presente trabalho executou apenas quatro cortes para a produção de um semibloco, aumentando a sua eficiência com o auxílio de máquinas secundárias para a execução dos demais cortes. Assim, a metodologia de desdobro, estreitamente relacionada com as máquinas utilizadas, também interfere significativamente na eficiência. Deve-se ressaltar, porém, que, embora as serrarias de madeira nativa apresentem baixa eficiência e concomitante pequena produção, estas características são compensadas pelos melhores preços obtidos na comercialização de seus produtos em relação às serrarias de madeira juvenil de florestas plantadas.

A eficiência de 5,06 m<sup>3</sup>/operário/dia foi superior à média de 4,96 m<sup>3</sup>/operário/dia, obtida por Batista & Carvalho (2007). Nesta comparação, ambas as serrarias processavam toras de eucalipto oriundas de florestas plantadas, eliminando-se o fator espécie da discussão.

Esperava-se obter um resultado inferior ao de Batista & Carvalho (2007), porque a serraria analisada por esses autores operava em técnicas modernas de serrarias, com maquinário específico (apenas serras circulares) para o processamento de toras de pequeno diâmetro. Neste tipo de técnica, as máquinas possuem maiores velocidades de corte e de avanço, e há um maior grau de mecanização da linha de produção, eliminando-se os retornos, que ocorrem no carro porta-toras das serras de fita.

Já a serraria do presente estudo opera com máquinas idealizadas para madeira nativa, de técnicas convencionais de serraria, adaptadas para matéria-prima de reflorestamento, característica de técnicas modernas. A utilização daquela técnica, isoladamente, já resulta em baixas eficiências.

Batista & Carvalho (2007) discutem, porém, que durante a avaliação da eficiência da serraria foram observados atrasos significativos no abastecimento da matéria-prima e constantes paradas na linha de produção, causadas pelo mau estado de conservação das máquinas. A análise geral leva à conclusão de que a serraria analisada pelos autores estava operando abaixo da capacidade produtiva.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior eficiência da serraria do presente estudo é a

maior dimensão das toras, resultando em um maior volume de toras processadas por dia, uma vez que o cálculo da eficiência desconsidera o rendimento, mas sim o volume em tora. Isso indica, novamente, que a baixa eficiência da serra de fita vertical simples como máquina principal é compensada pelo processamento de toras de volumes maiores, o que é preconizado nas técnicas convencionais de serrarias.

Silva (2010) obteve eficiência média igual a 2,77 m<sup>3</sup>/operário/dia, ficando abaixo da eficiência média verificada nesta pesquisa. Nesta análise, ambas as serrarias operam na mesma região, com o mesmo tipo de maquinário e processam o mesmo tipo de matéria-prima, tornando as comparações mais fáceis.

Entretanto, dois fatores principais contribuem para a menor eficiência observada por Silva (2010). O primeiro é o modelo de corte mais complexo, com a produção de mais peças de menores dimensões, demandando-se um maior número de operações de desdobro; o segundo é a menor agilidade no abastecimento das toras na linha de produção. Isso demonstra que o tipo de produto processado, no que tange à sua homogeneidade e às suas dimensões, influencia na eficiência, bem como o grau de mecanização, a qualificação e a quantidade de mão de obra disponível, e as metodologias de processamento utilizadas.

Conforme discutido, a serraria apresentou boa eficiência, comparando-se com serrarias de mesmo porte, nível tecnológico e matéria-prima processada. Contudo, a capacidade produtiva ainda pode ser melhorada, dentro da realidade econômica da empresa. Para isso, seriam necessárias correções no *layout*, no planejamento da manutenção preventiva dos equipamentos, na separação das toras por classes diamétricas e no aumento do nível de mecanização da linha, minimizando-se o manuseio da madeira pelos operários.

### 3.2. Amostragem do trabalho

A amostragem piloto revelou que, das 120 observações, 101 ( $p = 0,84$ ) foram classificadas como trabalho produtivo, ao passo que as demais foram classificadas como tempo perdido ( $p = 0,16$ ). Com uma proporção de trabalho produtivo igual a 0,84 ou 84,0%, com 95% de certeza e exatidão de  $\pm 4\%$ , o

número real mínimo de amostras (N) para a serraria foi igual a 323 amostras.

O estudo da amostragem do trabalho foi realizado durante quatro dias, resultando em 1080 amostras, correspondentes a 120 amostras da amostragem piloto mais as 960 da amostragem real. Deste modo, o número total de amostras foi superior às 323 determinadas pela amostragem piloto, o que diminui o erro recalculado para  $\pm 2,19\%$ , aumentando a confiabilidade estatística da amostragem.

Dentre o tempo perdido, as operações classificadas como trabalho não produtivo foram divididas de acordo com a máquina: i) serra de fita vertical simples – troca de lâminas, regulagem dos volantes, reparo da caixa protetora do volante inferior e lubrificação; ii) carro porta-toras – troca da lona de freio do guincho reversor, movimentação (avanço com a tora e recuo morto), fixação e giro das toras, reparo da alavanca de acionamento e bitolamento; iii) serra de fita de resserra - reparos da tubulação de água, da corrente do rolo de pressão e do contrapeso; iv) serra circular refiladeira - reparos do protetor de correia do motor e das instalações elétricas.

Dentre as demoras, foram observadas as seguintes atividades: i) manejo das toras na rampa de abastecimento; ii) manuseio da madeira serrada e dos subprodutos dentro da linha de produção; iii) emperramento da serra de fita de resserra; iv) reposicionamento da caçamba coletora de serragem; v) disposição da calha do limpador de fosso da máquina principal sobre a caçamba coletora de serragem.

O tempo ocioso foi caracterizado pelas necessidades pessoais dos operadores e pela falta de abastecimento de toras (máquina principal) e madeira serrada (máquinas secundárias).

As atividades classificadas como tempo perdido observadas na serraria foram semelhantes às ressaltadas por Abreu et al. (2005), Batista & Carvalho (2007), e Silva (2010). Entretanto, houve algumas diferenças, como: carregamento de caminhão e parada da linha de produção por falta de energia (Silva, 2010), acúmulo de pranchões na esteira transportadora (Abreu et al., 2005), retorno do semibloco para reprocessamento na serra circular múltipla, e atrasos do trator carregador (Batista & Carvalho, 2007). Essas diferenças são resultado das

condições estruturais e de características intrínsecas da produção das diferentes serrarias avaliadas.

Na Figura 3, encontra-se a distribuição das atividades observadas durante os quatro dias de trabalho analisados na linha de produção.

De acordo com a Figura 3, nos dias 1 e 2, os maiores índices de trabalho produtivo foram observados no período da manhã, enquanto nos dias 3 e 4, o mesmo foi observado no período da tarde. Esta variação de trabalho produtivo entre os dias analisados foi justificada principalmente pela ocorrência de avarias no maquinário. Por exemplo, no período da manhã do dia 3, a linha de produção esteve inativa por cerca de duas horas, por quebra da engrenagem do rolo de pressão da serra de fita de reserra, o que aumentou a proporção de tempo perdido em relação aos demais dias. Após os devidos reparos, o trabalho foi restabelecido à normalidade no período da tarde.

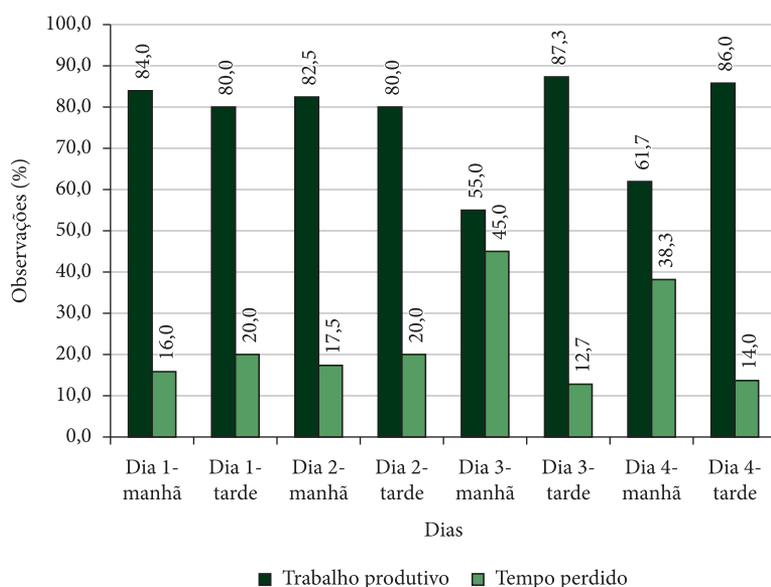
O trabalho produtivo médio da serraria foi igual a 77,1%, e foi predominante em comparação às atividades de tempo perdido, que apresentaram média igual a 22,9%. O resultado foi superior à média de 69,6% obtida por Silva (2010), que avaliou uma serraria da mesma região e com as mesmas características de matéria-prima. Esta diferença

ocorreu principalmente porque na serraria avaliada há menos movimentação da madeira durante o desdobro do produto principal, além de apresentar menos atrasos no abastecimento das toras e mais valorização da mão de obra.

O trabalho produtivo da serraria também foi superior às médias observadas nas duas linhas de produção avaliadas por Batista & Carvalho (2007). Como mencionado anteriormente, a serraria analisada pelos autores estava operando abaixo da capacidade produtiva, por causa de atrasos no abastecimento da matéria-prima e de elevada proporção de tempo perdido, causada pelo mau estado de conservação do maquinário.

Entretanto, o resultado de trabalho produtivo foi inferior aos 90,0% obtidos por Abreu et al. (2005). Esta discrepância pode ser explicada pelo fato de as serrarias avaliadas pelos autores apresentarem maior nível de mecanização e automação das linhas de produção, e utilização de *layout* adequado para as espécies e produtos, além da baixa proporção de tempo perdido, causada por danos mecânicos nos maquinários ou necessidades dos operários.

O trabalho produtivo médio da serraria foi superior ao valor mínimo de 75,0% sugerido por Martins e Laugeni (2003) apud Abreu et al. (2005).



**Figura 3.** Análise geral diária do trabalho da linha de produção da serraria.

**Figure 3.** Sawmill's daily general analysis of work delay ratio.

Da mesma forma, as serrarias estudadas por Abreu et al. (2005) obtiveram valores de trabalho produtivo superiores a este índice.

Apesar do bom resultado de trabalho produtivo, conforme discutido anteriormente, o mesmo deve ser analisado criteriosamente, pois se trata de uma proporção em relação ao tempo total. Assim, a empresa pode até apresentar uma boa proporção de atividades homem-máquina correspondentes à produção de madeira, porém apresentar baixa produção e produtividade. Por isso, a análise do trabalho produtivo deve ser feita conjuntamente com a eficiência. Contudo, via de regra, uma empresa com baixa proporção de trabalho produtivo dificilmente apresentará boa eficiência e vice-versa.

Com o propósito de aumentar o trabalho produtivo e, conseqüentemente, a eficiência da serraria, foram feitas as seguintes recomendações: i) implantação de programa de planejamento da manutenção preventiva das máquinas e equipamentos; ii) mecanização da mesa de alimentação de toras ou aprimoramento do sistema manual atual; iii) implantação de mesas roletadas para facilitar a movimentação da madeira serrada dentro da linha de produção; iv) implantação de sistema mecanizado de remoção dos subprodutos da linha de produção.

Para as recomendações em que seja necessário a empresa fazer investimentos, sugere-se um estudo da viabilidade econômica.

#### 4. CONCLUSÕES

A eficiência e o trabalho produtivo foram boas ferramentas para análise do desempenho de serrarias de pequeno porte.

A eficiência média (5,06 m<sup>3</sup>/operário/dia) está dentro do esperado para uma serraria de pequeno porte e com as características intrínsecas de matéria-prima processada, nível de automação, mecanização, maquinário e mão de obra. O trabalho produtivo médio (77,1%) da linha de produção analisada foi superior ao tempo perdido e ao mínimo estabelecido na literatura especializada (75%). Assim, a serraria foi classificada com desempenho satisfatório, com base na eficiência e no trabalho produtivo.

O desempenho da serraria tem potencial para ser aumentado, primordialmente pela contratação de um profissional especializado para gerenciar a produção e tornar possível a aplicação das sugestões apresentadas, tais como adequação de *layout*, planejamento da manutenção, planejamento e controle da produção, e treinamento dos operários.

Da mesma forma, o investimento em novas máquinas e mecanização simples, conforme analisado e recomendado, também aumentará a eficiência da serraria; porém, é necessário realizar um estudo da viabilidade econômica da aquisição desses equipamentos.

#### STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 08/12/2011

Aceito: 22/12/2012

Publicado: 30/06/2013

#### AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

##### **Djeison Cesar Batista**

Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – DCFM, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Av. Governador Carlos Lindemberg, 316, Centro, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil  
e-mail: djeison.batista@ufes.br

#### REFERÊNCIAS

- Abreu FA, Latorraca JVE, Carvalho AM. Eficiência operacional de serra fita: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA. *Floresta e Ambiente* 2005; 12(1): 44-49.
- Barnes RM. *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e medida do trabalho*. São Paulo: Edgar Blucher; 1977.
- Batista DC, Carvalho AM. Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo de tempo, rendimento e eficiência. *ScientiaForestalis* 2007; 75: 31-38.
- Biasi CP. *Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais* [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2005.
- Heinrich D. *Simulação da produção de madeira serrada* [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.

---

Latorraca JVF. *Processamento mecânico da madeira*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004.

Nordstrom JA. *A Amostragem de Trabalho*. [cited 2010 maio 20]. Available from: <http://www16.fgv.br/rae/artigo/2408.pdf>.

Polzl WB, Santos AJ, Timofeiczuk Junior R, Polzl PK. Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - Segmento da madeira serrada no Estado do Paraná. *Revista Floresta* 2003; 33(2): 127-134.

Rocha MP. *Técnicas e planejamentos de serrarias*. Curitiba: FUPPEF, 2002.

Silva JGM. *Desempenho e amostragem do trabalho de uma serraria no município de Alegre, Espírito Santo* [monografia]. Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo; 2010.

Spiegel MR. *Estatística*. 3rd ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil; 1994.

Stevenson WJ. *Administração das operações de produção*. 6rd ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; 2001.

Vital BR. *Planejamento e operações de serrarias*. Viçosa: UFV; 2008.