

Avaliação do desempenho operacional de uma serraria
através de estudo do tempo, rendimento e eficiênciaOperational performance evaluation of a sawmill
through work delay ratio, yield and efficiencyDjeison Cesar Batista¹ e Alexandre Monteiro de Carvalho²**Resumo**

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

Palavras-chave: Serraria, Rendimento, Eficiência, Estudo do tempo

Abstract

The aim of this study was to determine and to evaluate the spent time in the production activities of sawn wood of a low capacity sawmill, in Santanésia district, Pirai town, south of Rio de Janeiro state, in order to evaluate its operational efficiency and performance. The obtained results suggest a low operational efficiency in production line I, where non productive activities are superior; while in production line II the productive work is superior to the other activities. Sawmill shows a good performance: the average sawn wood yield obtained is similar to those found in the literature for national sawmills, and the efficiency compares to the North American sawmills at the same technological level.

Keywords: Sawmill, Yield, Efficiency, Work delay ratio

INTRODUÇÃO

Muito se fala a respeito da melhoria da qualidade da madeira serrada proveniente de florestas plantadas, principalmente a de eucalipto, bem como do aumento da participação do Brasil no mercado internacional de madeira serrada e de produtos florestais em geral, visando o fortalecimento do setor e da economia nacional. Porém, de um modo geral, a utilização do tempo de trabalho e controle do processo produtivo das serrarias nacionais são pouco estudados, o que é uma realidade que precisa ser mudada.

A amostragem do trabalho é uma técnica estatística desenvolvida e aplicada por L.H.C. Tippett a partir de 1930, na indústria têxtil inglesa (MOREIRA, 1998), método também conhecido como *snap reading technique* e *work delay ratio*. Esta técnica de medição de trabalho utiliza ob-

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

De acordo com Latorraca (2004) os tipos de operações em uma serraria podem ser classificados como Trabalho Produtivo e Tempo Perdido. O Trabalho Produtivo é definido como o

¹Graduando em Engenharia Florestal do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465 – km 7 – Seropédica, RJ – 23851-970 – E-mail: djeisoncesar@click21.com.br

²Professor Adjunto do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465 – km 7 – Seropédica, RJ – 23851-970 – E-mail: amcarvalho@ufrrj.br

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

Abreu (2005) cita como problemas que contribuem para o trabalho não produtivo em serras de fita: posicionamento da tora no carro, troca de serra, problemas na serra, problemas no sistema elétrico, ajuste na guia e troca de óleo do bitolador; demoras: problemas na esteira; e tempo ocioso: problemas no carregamento da esteira.

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

Segundo Latorraca (2004), o rendimento ou porcentagem de aproveitamento depende basicamente de: volume total de madeira em tora utilizada pela serraria; tipo de desdobro utilizado; dimensões finais da peça desejada (número de cortes feitos); Máquinas utilizadas e: tipo de mão-de-obra utilizada (especializada ou não).

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

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

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

Nascimento *et al.* (2006), objetivando caracterizar os resíduos de uma indústria madeireira no município de Moju, estado do Pará, observaram rendimento médio de 36,50% com ampli-

tude de 32,30% a 41,20%, em toras de madeira de três espécies nativas.

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

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

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

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

Utiliza-se o volume de toras para o cálculo da eficiência, para que o diâmetro das mesmas e o rendimento não afetem o resultado. Porém, a eficiência é afetada por alguns fatores (ROCHA, 1999): uso de coníferas ou folhosas (madeira mais leve ou mais pesada, com baixa ou alta densidade, fuste mais retilíneo ou menos etc.); layout da serraria; uniformidade da matéria-prima e produtos (padronização); características e condições do maquinário; disponibilidade de energia; grau de mecanização e automatização da serraria.

Este último autor cita também alguns exemplos de eficiência em serrarias de diversas partes do mundo: alta mecanização e automação na América do Norte: 22m³/operário/turno; serrarias comuns e portáteis na América do Norte: 4,8m³/operário/turno; Suécia: em média 2,8m³/operário/turno; Europa Central: em média 1,2m³/operário/turno; Guiana Inglesa: 0,5m³/operário/turno; Amazonas: 0,3m³/operário/turno; Sudão: 0,1m³/operário/turno.

O objetivo deste estudo foi quantificar e avaliar o tempo gasto na produção de madeira, o

rendimento em madeira serrada e a eficiência dos operários de uma serraria de pequeno porte, visando avaliar a eficiência operacional e o desempenho da mesma.

MATERIAL E MÉTODOS

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

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

Linha de produção I

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

Nessa linha eram produzidos semiblocos de madeira de *Pinus* sp através da retirada de duas costaneiras. Um trator carregador abastecia a rampa de toras com a madeira, que em seguida era direcionada por um operário até o carro porta-toras. Com o auxílio de outro operário, cada tora era fixada no carro. Além do abastecimento e fixação da tora no carro, esses dois operários também eram os responsáveis pelo bitolamento, movimentação do carro porta-toras, retirada e empilhamento do semibloco produzido. Um terceiro operador retirava as costaneiras serradas e as empilhava.

Linha de produção II

As máquinas avaliadas nessa linha de produção foram uma serra circular dupla de dois

eixos e uma serra circular múltipla de dois eixos com 5 cortes. Ambas são da marca IKL e ano de fabricação 1996. A serra circular dupla, modelo CK-550 era movida por 2 motores elétricos de 25 CV e outros dois de 20 CV, com rotação de 1750 RPM, o que corresponde a uma velocidade de corte de 45,8 m/s. Cada um dos quatro discos de serra possuía as seguintes características: marca SANTI, 50 cm de diâmetro, espessura de 4 mm e espessura de corte de 6 mm. O avanço das toras era feito por intermédio de roletes fixos seguidos por uma corrente de alimentação e a velocidade de avanço era de 15 m/min. A abertura mínima e máxima das lâminas era de, respectivamente, 76 mm e 203 mm, adequada para toras com o diâmetro máximo de 350 mm e comprimento variável entre 1,2 e 3,0 m.

A serra circular múltipla, modelo CM2-350 era movida por dois motores elétricos de 40 CV e 3200 RPM. Cada um dos 10 discos tinha as seguintes características: marca SANTI, 300 mm de diâmetro, espessura de 3 mm e espessura de corte de 4,5 mm. A largura útil de corte é igual a 350 mm, e com discos deste diâmetro, a altura máxima de corte corresponde a 153 mm.

Nessa linha são processadas toras de *Eucalyptus* sp e os semiblocos de *Pinus* sp da linha de produção I. Os produtos eram peças quadradas de 90 mm e comprimento variável, e tábuas de 90 mm de largura, 20 mm de espessura e comprimento também variável. A rampa de toras era abastecida por um trator carregador, e a serra circular dupla era abastecida manualmente por um operário. Cada tora era desdobrada em um semibloco e duas costaneiras, que eram recebidos por dois operários; um era responsável pela retirada das costaneiras e condução destas até a serra circular canteadeira, enquanto o outro alimentava manualmente o semibloco na serra circular múltipla. Outros três operários eram responsáveis pelo recebimento de duas costaneiras e até quatro tábuas, resultantes da canteagem do semibloco. Então, essas tábuas eram classificadas e empilhadas. Algumas tábuas, não adequadas, eram levadas para a serra circular canteadeira, juntamente com as duas costaneiras. A serra circular canteadeira era operada por três operários: um alimentava a serra e dois classificavam as tábuas, rejeitando-as ou não e empilhando as adequadas. No total, nove operários trabalhavam na linha de produção II. As peças de madeira adequadas eram empilhadas e carregadas por empilhadeira em direção ao galpão da empresa, para armazenamento.

Determinação do tempo gasto nas operações

O método da amostragem de trabalho foi utilizado nesse estudo para quantificar e analisar o tempo gasto em cada operação desempenhada pelo conjunto homem/máquina nas duas linhas de produção da serraria (MONKS, 1987; MOREIRA, 1998).

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

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

$$p = n/N \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

p: proporção de uma determinada atividade avaliada;

n: n° de observações de uma atividade;

N: número total de observações (100).

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

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

Onde:

N: número real de amostras;

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

p: menor proporção avaliada na amostragem piloto;

q: 1 - p;

e: erro máximo por nível de precisão.

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

Rendimento e eficiência

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

O comprimento das toras foi mensurado com o auxílio de uma trena de 5 m, com precisão de 0,1 cm, enquanto o diâmetro sem casca das duas extremidades foi medido com o auxílio de uma fita métrica, com precisão de 0,1 cm. Para a determinação do volume sem casca das toras foi utilizada a equação de Smalian:

$$VSC = \frac{\pi * (d1^2 + d2^2) * L}{80000} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

VSC: volume sem casca da tora, em m³;

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

d1 e d2: diâmetro das extremidades da tora, em cm;

L: comprimento da tora, em m.

Depois de mensuradas, as toras foram numeradas e encaminhadas para o processamento. A madeira serrada de cada tora foi marcada com o respectivo número e empilhada, formando uma pilha para cada tora processada. Posteriormente, foram mensurados o comprimento e a largura, com o auxílio de uma trena. A largura foi mensurada em três pontos: nas extremidades (a 10 cm dos topos) e na porção mediana. A espessura foi medida nos mesmos pontos que a largura, utilizando-se um paquímetro de precisão igual a 0,01 cm. O volume de cada peça de madeira serrada foi determinado de acordo com a equação 4.

$$V = L * b * e \quad (\text{equação 4})$$

Onde:

V: volume da peça, em m³;

L: comprimento da peça, em m;

b: largura média da peça, em m;

e: espessura média da peça, em m.

O volume de madeira serrada por tora foi determinado somando-se o volume de cada peça obtida da tora:

$$VT = \Sigma(V1 + V2 + \dots + Vn) \quad (\text{equação 5})$$

Onde:

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

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

O rendimento de madeira por tora é expresso pela equação 6 (GOMIDE, 1974; ROCHA, 1999; LATORRACA, 2004):

$$R = (VT/VSC) * 100 \quad (\text{equação 6})$$

Onde:

R: rendimento ou porcentagem de aproveitamento, em %;

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

VSC: volume sem casca da tora, em m³.

A eficiência só foi avaliada na linha de produção II, anotando-se o número de toras desdobradas por ciclo de trabalho, multiplicado pelo volume médio de madeira em tora, obtido no rendimento. Este produto foi dividido pelo número de operários da linha de produção.

A eficiência é expressa pela equação 7 (GOMIDE, 1974; ROCHA, 1999; LATORRACA, 2004):

$$E = (N * V)/O \quad (\text{equação 7})$$

Onde:

E: eficiência, em m³/ operário/ dia;

N: número de toras processadas por dia;

V: volume médio por tora, em m³;

O: número de operários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do tempo gasto nas operações

Número de amostras (N)

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

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

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

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

Linha de produção I

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

Tabela 1. Trabalho produtivo diário da linha de produção I.
Table 1. Daily productive work of the production line I.

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

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

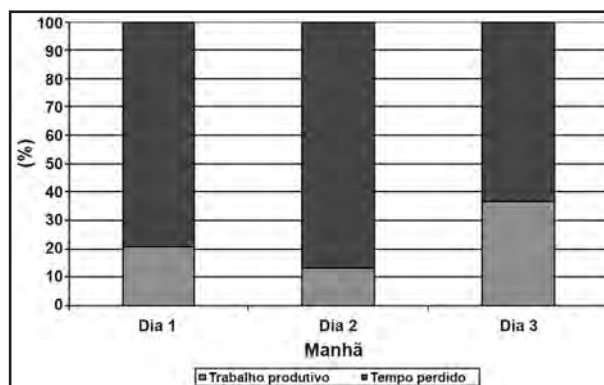


Figura 1. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã) na linha de produção I da serraria.

Figure 1. Productive work x lost time (morning period) in sawmill's production line I.

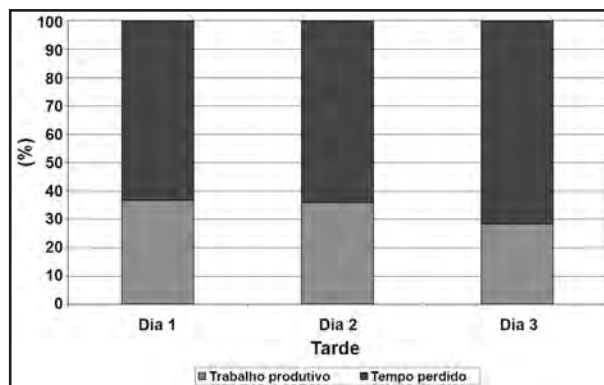


Figura 2. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da tarde) na linha de produção I da serraria.

Figure 2. Productive work x lost time (afternoon period) in the sawmill's production line I.

Para esta linha foi observada maior atividade produtiva durante o período da tarde, com valores superiores em dois dias contra um dia de maior atividade no período da manhã.

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

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

Table 2. Average lost time distribution of the production line I.

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

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

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

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

Linha de produção II

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

Tabela 3. Trabalho produtivo diário da linha de produção II.

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

Como observado, o trabalho produtivo desta linha foi predominante sobre as demais atividades, obtendo-se valores médios diários variando entre 47,10% (Dia 1) e 58,34% (Dia 3). Em dois dias o trabalho produtivo foi superior durante a manhã, contra um dia de maior trabalho produtivo durante a tarde. As Figuras 3 e 4 auxiliam a visualização destes resultados.

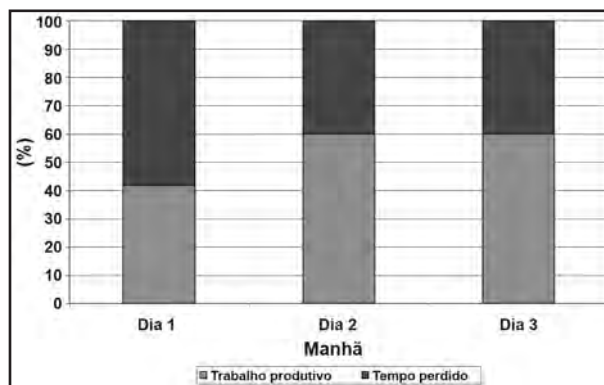


Figura 3. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da manhã) na linha de produção II da serraria.

Figure 3. Productive work x lost time (morning period) in sawmill's production line II.

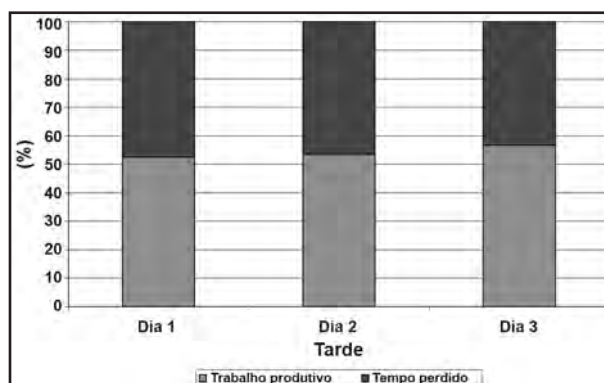


Figura 4. Trabalho produtivo x tempo perdido (período da tarde) na linha de produção II da serraria.

Figure 4. Productive work x lost time (afternoon period) in sawmill's production line II.

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

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

Table 4. Average lost time distribution of the production line II.

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

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

Os principais problemas que constituíram o tempo ocioso foram, em ordem de importância: retorno do semibloco para reprocessamento na serra circular múltipla, atraso do trator que abastece a rampa de toras, pausa dos operadores para necessidades pessoais e demora no abastecimento do semibloco na serra circular múltipla.

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

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

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

Tabela 5. Rendimento médio em madeira serrada.

Table 5. Average yield of sawn wood.

| Variáveis | Estatística Descritiva | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|---------|-------|---------|---------|
| | Média | DP | CV% | IC+ | IC- |
| Volume serrado/tora(m ³) | 0,03501 | 0,01395 | 39,84 | 0,03999 | 0,03001 |
| Volume por tora(m ³) | 0,07803 | 0,02796 | 35,83 | 0,08804 | 0,06803 |
| Rendimento (%) | 44,86 | 5,36 | 12,11 | 46,19 | 42,36 |

Rendimento e Eficiência (Linha de Produção II)

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

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

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

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

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

Table 6. Amount of logs daily processed in the production line II.

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

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

CONCLUSÕES

Na linha I são predominantes as atividades que constituem tempo perdido, portanto, esta linha desempenha mal a função de produção de madeira serrada.

Na linha II a atividade de produção de madeira é superior às demais atividades, sendo considerada uma linha de bom desempenho operacional.

A serraria apresenta um bom desempenho, uma vez que o rendimento médio em madeira serrada observado é aproximado daquele encontrado na literatura especializada.

A eficiência da serraria equipara-se à das serrarias norte-americanas de mesmo nível de automação, comprovando o bom desempenho da serraria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ACOSTA, M.S. Experiencia argentina en la producción y utilización de la madera de eucalipto, panorama a 1999. In: WORKSHOP: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, Viçosa, 1999. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Florestal, SIF, IEF, 1999. p.1-27.

GOMIDE, J.L. **Serraria**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1974. 119p.

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

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 7.reimpressão. São Paulo: Editora Sarai-va, 2003. 445p.

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

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

NASCIMENTO, S.M.; DUTRA, R.I.J.P.; NUMAZAWA, S. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, conseqüências sobre o meio ambiente e opções de uso. **Holos Environment**, Rio Claro, v.6, n.1, p. 08-21, 2006.

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

ROCHA, M.P. Desdobro primário da madeira. **Série Didática Fupef**, Curitiba, n.02, p.1-61, 1999.

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

Recebido em 21/11/2006

Aceito para publicação em 06/08/2007