

FABIO HENRIQUE TOSO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ESTUDO DO PROCESSO DA SERARRIA FZ MADEIRAS NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL-PR

Curitiba, julho 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ESTUDO DO PROCESSO DA SERARRIA FZ MADEIRAS NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL-PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Estágio Profissionalizante em Engenharia Industrial Madeireira – AT063 do Curso de Engenharia Industrial Madeireira do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Orientador: Prof. Rui A. Maggi dos Anjos

Curitiba, 2014

RESUMO

Neste estudo, realizado na cidade de Cascavel-PR em dois períodos sendo o primeiro deles em Agosto de 2013 e o segundo em Janeiro e Fevereiro de 2014 na serraria FZ Madeiras pretendeu-se avaliar o rendimento de madeira serrada que envolve a classificação de toras divididas em 5 classes diamétricas entre 12 cm e 52 cm de diâmetro e amplitude de 8 cm, com a metodologia de desdobro já utilizada na empresa, os rendimentos variaram de 38,36% a 59,86%, onde a média geral correspondeu a 50,43%. Determinação dos fatores de conversão st-m³ e m³-st com medição do volume em st de 3 caminhões de toras e posteriormente medição do volume em m³ destascargas utilizando uma fita métrica, com uma média de volume (st) toras de 25,030 e um volume (m³) toras de 17,485 apresentou-se resultados de conversões st-m³ de 1,4315 e m³-st de 0,6986, isso significa que para se obter volume de toras de 1m³ foram necessários 1,4315 st, da mesma forma para se obter o volume de toras de 1 st foram necessários 0,6986 m³. Análise dos motivos e seus respectivos tempos de paradas da produção divididas em 5 classes, totalizando 6 horas e 42 minutos de estudo, onde o tempo total de paradas atingido foi de 32,04%. Frequência diamétrica de 3 cargas totalizando 254 toras, divididas em 5 classes diamétricas entre 12 cm e 52 cm de diâmetro, amplitude de 8 cm e uma análise da porcentagem de peças fora do padrão em um total de 434 peças de madeira serrada produzidas, tendo como parâmetro de peças fora do padrão com medidas abaixo de 2 mm a porcentagem, neste estudo 15,78% das peças estiveram fora do padrão.

Palavras-chave: Desdobro de toras. Rendimento. Fatores de conversão. Tempos de parada. Peças fora do padrão.

ABSTRACT

This current study was held in Cascavel – PR during two different periods, the first in August of 2013 and the latter in January and February of 2014, both at the sawmill named FZ Madeiras. We evaluated the yield of lumber that involves the classification of logs in 5 diametric classes, between 12 and 52 centimeters of diameter and amplitude of 8 centimeters, using the methodology of cuts which is already used at the sawmill. The yields ranged from 38.36% to 59.86%, and the mean resulted in 50.43%. It was also determined the conversion factors of st-m³ and m³-st including the volume measurement (st) from 3 trucks loaded with logs and, subsequently, the measurement of these loads using a tape. These measurements resulted in a mean volume of logs of 25.030 (st) and 17.485 (m³). The conversion factors resulted in 1.4315 (st-m³) and 0.6986 (m³-st), which means that to obtain a log volume of 1m³ it was needed 1.4315 st, and to obtain a log volume of 1 st it was needed 0.6986 m³. The motif analysis and their respective production downtimes were divided in 5 classes, totalizing 6 hours and 42 minutes of study, and the total downtime was 32.04%. The diametric frequency of 3 loads totalized 254 logs, divided in 5 diametric classes between 12 and 52 centimeters of diameter and amplitude of 8 cm. An analysis of the percentage of parts out of the standard, which was determined by measurements under 2 millimeters, resulted in a total of 434 pieces of lumber produced, then, 15.78% of nonstandard pieces.

Keywords: cut of logs; yield; conversion factors; downtimes; nonstandard pieces

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SISTEMA DE DESDOBRIO DA EMPRESA ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO	20
FIGURA 2 - PÁ CARREGADEIRA UTILIZADA NA MOVIMENTAÇÃO DE TORAS E MADEIRA SERRADA	22
FIGURA 3 - DEPÓSITO DE MADEIRA SERRADA DA EMPRESA FZ MADEIRAS.....	22
FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA SERRARIA FZ MADEIRAS	23
FIGURA 5 - MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES E VOLUME DE UMA CARGA DE TORAS.....	24
FIGURA 6 - ESQUEMA QUE MOSTRA COMO FOI MEDIDO O VOLUME DAS TORAS.....	25
FIGURA 7 - ESTEIRA TRANSPORTADORA DE TORAS COM CORRENTE	37
FIGURA 8 –CARRO PORTA TORAS.....	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUADRO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE DUAS CONÍFERAS PROVENIENTES DE FLORESTAS PLANTADAS.....	14
TABELA 2 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS POR FUNÇÃO	21
TABELA 3 - PARÂMETROS DE PADRÃO DE MEDIDAS DE PEÇAS SERRADAS UTILIZADOS PELA SERRARIA FZ.....	27
TABELA 4 - DESCRIÇÃO DOS MOTIVOS DAS PARADAS.....	27
TABELA 5 - NÚMERO DE TORAS MEDIDAS PARA ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA DE TORAS E SUAS RESPECTIVAS CARGAS	28
TABELA 6 - DIVISÃO DE TORAS EM CLASSES DIAMÉTRICAS.....	28
TABELA 7 - FATORES DE CONVERSÃO ST/M ³ DE TORA.....	30

TABELA 8 – VALORES DE RENDIMENTOS E RESPECTIVAS CLASSES DIAMÉTRICAS.....	31
TABELA 9 - DESCRIÇÃO DOS MOTIVOS DAS PARADAS E SEUS RESPECTIVOS TEMPOS.....	35
TABELA 10 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NAS FALHAS DE ENTRADA DE TORAS.....	36
TABELA 11 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NAS FALHAS DE PRODUÇÃO.....	38
TABELA 12 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NA MANUTENÇÃO.....	38
TABELA 13 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NA LIMPEZA.....	39
TABELA 14 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NO DESCANSO DOS COLABORADORES.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE MADEIRA SERRADA DE PINUS NOS ANOS DE 2007 E 2009.....	16
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DAS TORAS EM CINCO CLASSES DIAMÉTRICAS.....	29
GRÁFICO 3 - PERCENTUAL DE MEDIDAS FORA DO PADRÃO.....	33
GRÁFICO 4 - DEMONSTRAÇÃO DE VALORES DE PRODUÇÃO DIÁRIA DE MADEIRA SERRADA EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS.....	34
GRÁFICO 5 - REPRESENTAÇÃO DE PERDAS DE TEMPO E PRODUÇÃO EFETIVA	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	10
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1	SETOR BRASILEIRO DE BASE FLORESTAL.....	11
3.2	PLANTIO DE FLORESTAS NO BRASIL.....	11
3.3	DISTRIBUIÇÃO DO PLANTIO DE PINUS NO BRASIL.....	12
3.4	A MADEIRA DE PINUS E SUAS PROPRIEDADES.....	12
3.5	MADEIRA SERRADA DE PINUS.....	14
3.6	DESDOBRO DE TORAS.....	16
3.7	RENDIMENTO.....	18
4	METODOLOGIA	20
4.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO.....	20
4.1.1	A Madeira.....	20
4.1.2	Sistema de Desdobro.....	20
4.1.3	Número de Funcionários.....	21
4.2	ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO.....	21
4.2.1	Armazenamento de toras.....	21
4.2.2	Operações de desdobro e operações posteriores.....	22
4.2.3	Determinação do volume da carga do caminhão (st).....	24
4.2.4	Determinação do volume das toras.....	25
4.3	RENDIMENTO.....	26
4.3.1	Peças Fora do Padrão.....	27
4.3.2	Produção Diária.....	27
4.4	TEMPOS DE PARADAS.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1	ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA DE TORAS.....	28
5.2	DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CONVERSÃO.....	30
5.3	DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO.....	31
5.4	PEÇAS FORA DO PADRÃO.....	32
5.5	REGISTRO DOS TEMPOS DE PARADAS.....	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

A preferência pela madeira é intrínseca a humanidade desde o início da história das construções e sua utilização tem sido de maneira incessante, inclusive em situações adversas, isto indica que existe uma afinidade especial entre o homem e este material. As aplicações da madeira apresentam variações em função de cada civilização; clima; terreno e cultura, que determinaram uma técnica construtiva diferenciada no seu uso.

O setor florestal brasileiro contribui com uma parcela importante para a economia brasileira, gerando produtos para consumo direto ou para exportação, criando impostos e empregos para a população e, ainda, atuando na conservação e preservação dos recursos naturais.

Com destaque histórico, as áreas de florestas plantadas no Brasil acumularam em 2008 o total estimado de 6.127.000 ha de pinus e eucalipto, com eucalipto representando 4.259.000 ha e o pinus 1.868.000 ha. Este total representa um acréscimo de cerca de 282.000 ha plantados em relação ao total estimado do ano anterior (5.844.367 ha). Constata-se crescimento de 7,3% na área plantada com eucalipto e queda de 0,4% no pinus, o que resulta em aumento de 4,38% da área com florestas plantadas acumulada até 2008, em relação a 2007. (ABRAF, 2009).

Portanto, é de extrema importância o surgimento de novos plantios visando equilibrar a demanda por madeira de reflorestamento de eucalipto e principalmente de pinus, aliado ao desenvolvimento e implementação de novas tecnologias visando melhores níveis de aproveitamento da matéria-prima e com isso, assegurar o suprimento da indústria para os próximos anos. Nos últimos anos tem aumentado o número de serrarias que adotam tais procedimentos técnicos no processamento da madeira, com o objetivo de reduzir os custos de produção e aumentar valor ao produto final para manter a competitividade no mercado, mas também assegurar que os subprodutos gerados no processo, possam ser utilizados como matéria-prima em indústrias de painéis de partículas, papel e celulose. (MANHIÇA, 2010).

Porém, uma vez que as toras de pinus apresentam menor diâmetro e variabilidade reduzida, a conversão de toras em serrarias pode ocorrer através de um processo rápido e automatizado (ROCHA, 2002).

Na região oeste do Paraná e de modo geral, na região sul do Brasil é comum encontrar várias serrarias de pequeno porte processando a madeira de pinus utilizando um equipamento ultrapassado tecnologicamente; técnicas não adequadas e pequeno controle do processo. As operações de desdobro das indústrias e tomada de decisões dos colaboradores são baseadas nas suas experiências acumuladas ao longo dos anos. A utilização desse modelo inadequado, na grande maioria das vezes, resulta em níveis insatisfatórios de rendimento em madeira serrada, acarretando um aproveitamento inadequado da matéria-prima, além de ocorrer maior consumo de madeira em toras para alcançar a meta de produção da empresa. De modo geral, os estoques de matéria-prima apresentam falhas na contabilidade ou nem existem tais controles; as perdas de tempo no setor são, de modo geral, extremamente elevadas, devido à falta de uma metodologia de trabalho. Portanto, torna-se necessário estudar tais problemas, adotando estratégias que modifiquem esse panorama, que visem assegurar o maior aproveitamento possível da matéria-prima utilizada, com um aumento do volume de produção de madeira serrada e melhor controle do processo.

2 OBJETIVO

O objetivo principal desse trabalho foi contribuir com o processo fabril da empresa FZ Madeiras, situada no município de Cascavel –PR.

Para cumprir esse objetivo foram realizadas as seguintes tarefas:

- Determinação de fatores de conversão
- Análise do rendimento em madeira serrada
- Análise dos motivos de parada de produção
- Análise da frequência diamétrica de toras
- Análise de peças fora do padrão

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SETOR BRASILEIRO DE BASE FLORESTAL

Segundo ABRAF (2013), a cadeia produtiva do setor brasileiro de base florestal associado às florestas plantadas caracteriza-se pela grande diversidade de produtos, compreendendo a produção, a colheita e o transporte de madeira, além da obtenção dos produtos finais nos segmentos industriais de papel e celulose, painéis de madeira industrializada, madeira processada mecanicamente, siderurgia a carvão vegetal e biomassa, entre outros.

Em 2012, o valor bruto da produção (VBP) obtido pelo setor totalizou 56,3 bilhões de reais, indicador 4,6% superior ao de 2011. Os tributos arrecadados corresponderam a 7,6 bilhões de reais (0,5% da arrecadação nacional). O saldo da balança comercial da indústria nacional de base florestal (5,5 bilhões de dólares), embora 3,8% inferior ao alcançado em 2011 ampliaram a sua participação no superávit da balança comercial nacional de 19,1% para 28,1%.

No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva do setor contribuíram para a geração de 4,4 milhões de empregos e para um investimento de 149 milhões de reais em programas de inclusão social; educação e meio ambiente, beneficiando 1,3 milhão de pessoas e aproximadamente mil municípios localizados nas regiões de influência das empresas, consolidando o setor brasileiro de base florestal como indutor de desenvolvimento econômico e social do país (ABRAF, 2013).

3.2 PLANTIO DE FLORESTAS NO BRASIL

De acordo com ABRAF (2013), atualmente existem cerca de 6.664.812 hectares de florestas plantadas com pinus e eucalipto no país, com uma maior representatividade nos estados de Minas Gerais; São Paulo; Paraná; Santa Catarina; Bahia; Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. Desse total, 5.102.030 hectares correspondem ao plantio de eucalipto e 1.562.782 hectares é referente ao plantio de pinus. O estado de Minas Gerais é o que apresenta maior área de florestas plantadas com 1.491.681 hectares seguidos dos estados de São Paulo, Paraná, Bahia e Santa Catarina com 1.186.497 hectares, 817.566 hectares, 616.694 hectares e 615.695 hectares respectivamente, com destaque para Bahia

que ultrapassou Santa Catarina no último ano em relação a florestas plantadas. Segundo SNIF (2013), além das duas espécies citadas, existe no Brasil com alguma representatividade a acácia, seringueira, paricá e teca que fazem parte das principais espécies de florestas plantadas no Brasil (ABRAF, 2013).

3.3 DISTRIBUIÇÃO DO PLANTIO DE PINUS NO BRASIL

Segundo ABRAF (2013), a maior concentração de floresta plantada de pinus está localizada no Sul do Brasil (84,7%), devido às condições de solo, clima e a localização dos principais centros processadores desse tipo de madeira. O estado do Paraná lidera o ranking de área plantada de pinus com 39,7% da área total, seguido por Santa Catarina, que possui 34,5%.

Em 2012, a área total de plantios de pinus reduziu-se em 79,1 mil hectares (4,8%), os estados que apresentaram as maiores reduções absolutas foram Bahia (-91,6%), Minas Gerais (-43,1%), Mato Grosso do Sul (-20,8%), São Paulo (-8,2%) e Paraná (-6,3%).

3.4 A MADEIRA DE PINUS E SUAS PROPRIEDADES

De todas as propriedades físicas da madeira, a massa específica destaca-se como uma das mais utilizadas, por se correlacionar diretamente com a maior parte de suas outras propriedades e também com a composição celular da madeira, expressando sua qualidade final e seu comportamento nos processos tecnológicos e industriais (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000; OLIVEIRA et al., 2005; BATISTA et al., 2010), podendo ainda ser utilizada como referência para identificar a qualidade da madeira para serraria (SANTOS et al., 2004). Durante o crescimento da árvore fatores ambientais e intrínsecos à própria espécie determinam o grau de variação da massa específica no sentido radial e longitudinal, podendo servir como parâmetro, conforme sugerido por Kollmann e Côte (1968), para separar a madeira em classes de qualidade em função da posição de onde é retirada a tora. Estas variações ocorrem em função da anatomia do lenho, com diferentes tipos, forma, estrutura e organização das células que o compõe, implicando em diferenças entre cerne e alburno, lenho juvenil e adulto e lenho inicial e tardio dentro do anel de

crescimento. Portanto, a massa específica da madeira é a consequência de um arranjo complexo dos seus elementos anatômicos (SILVA et al., 2004). Ballarin e Palma (2003) estudando a madeira de *Pinus taeda*, constataram um aumento em 26% da massa específica da madeira adulta em relação à juvenil.

São realizadas algumas pesquisas com o objetivo de avaliar a qualidade da madeira em algumas espécies do gênero *pinus*. Santini (2000) trabalhando com 5 árvores de cada espécie de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* de plantios com 13 anos de idade obteve valores de massa específica básica de $0,40 \pm 0,02$ g/cm³ para ambas as espécies.

Outra importante propriedade física da madeira é a contração, responsável pela variação das dimensões das peças de madeira, que é observado quando há redução do teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF) (OLIVEIRA et al., 2010). Trianoski (2012) destaca que estas alterações das dimensões, se dão de maneira diferenciada de acordo com os diferentes planos anatômicos da madeira, fazendo com que a contração elevada se caracterize como uma propriedade indesejável para a madeira, limitando o seu uso para diversas finalidades e exigindo técnicas adequadas de processamento e aplicação.

Ballarin e Palma (2003) estudando as propriedades de contração na madeira juvenil e adulta com 37 anos de idade, procedente do Horto Florestal de Manduri, estado de São Paulo, constataram que as contrações transversais médias (radial e tangencial) e a contração volumétrica da madeira juvenil são menores e mais variáveis que as respectivas da madeira adulta com valores médios das contrações radial, tangencial e volumétrica inferiores aos da madeira adulta, em 32,9%, 6,33% e 15,8%, respectivamente, a contração média radial foi 53% menor que a contração tangencial na madeira juvenil, enquanto que na madeira adulta esse valor foi 23% inferior na contração radial aos valores médios totais (contabilizando-se a madeira adulta e a madeira juvenil) da contração radial, tangencial e volumétrica encontrados para esta espécie foram respectivamente 5,7%, 7,7% e 13,2%.

Entre as propriedades mecânicas mais estudadas destacam-se a resistência a esforços de compressão, flexão, tração, cisalhamento e fendilhamento (SCANAVACA JUNIOR, 2001), cujos resultados variam conforme a direção da aplicação da carga em relação aos três eixos ortogonais da madeira (SILVA, 2002), sendo ainda, de acordo com Evans et al. (2000), influenciadas por outros fatores

como a densidade básica, a porcentagem de madeira juvenil, a largura dos anéis de crescimento, o teor de umidade, a inclinação da grã, o tipo e a localização dos nós.

Após as exposições citadas, algumas propriedades tecnológicas da madeira das espécies *elliottii* e *Pinus taeda* são apresentadas na tabela 1 por Santini (2000), que no Brasil, caracterizam-se como as principais espécies do gênero *Pinus* empregadas na produção de madeira serrada.

TABELA 1 - QUADRO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE DUAS CONÍFERAS PROVENIENTES DE FLORESTAS PLANTADAS.

Propriedade	<i>Pinus elliottii</i> ¹	<i>Pinus taeda</i> ¹	s	CV (%)	P
Massa específica básica	0,41 ± 0,02a	0,41 ± 0,02a	0,04	3,2	0,4079
Coeficiente de contração:					
radial	3,9 ± 0,6a	1,1424	1,1	26	0,3844
tangencial	5,8 ± 0,6a	2,0520	1,2	19,6	0,2550
volumétrica	9,8 ± 0,9a	3,0060	1,5	14,5	0,1950
Flexão estática:					
módulo de ruptura	555 ± 43a	556 ± 46a	132	22,6	0,0700
módulo de elasticidade	73266 ± 7898b	59561 ± 8349b	24262	31,6	0,0001
σ_{LP}	170 ± 14b	152 ± 16b	44	24,4	0,0001
Compressão axial:					
módulo de ruptura	292 ± 22b	291 ± 24b	51,6	23,5	0,0004
módulo de elasticidade	73531 ± 9533b	87606 ± 10443b	22928	24,5	0,0001
σ_{LP}	196 ± 25b	186 ± 28b	61,7	28,7	0,0118
Compressão normal:					
módulo de elasticidade	2595 ± 582a	2960 ± 555a	900	30,4	0,1885
σ_{LP}	54 ± 8a	50 ± 6a	13,0	23,2	0,8242
Cisalhamento	85 ± 4a	87 ± 4a	14,0	16,0	0,2476
Tração normal às fibras	18 ± 2b	24 ± 2a	7,0	35,0	0,0020
Fendilhamento:	4,5 ± 0,3a	4,8 ± 0,3a	1,0	21,3	0,4144
Dureza Janka:					
radial	224 ± 31a	222 ± 31a	52	22,9	0,7978
tangencial	293 ± 43a	302 ± 43a	73	25,9	0,2376
axial	336 ± 35b	315 ± 35b	60	17,6	0,0987

Em que: ¹ Densidade básica em g/cm³; coeficiente de contração em %; propriedades mecânicas em kgf/cm²; σ_{LP} = tensão no limite de proporcionalidade; s = desvio padrão nas unidades especificadas; CV = coeficiente de variação, em %; P = probabilidade de erro. Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD (P > 0,05).

3.5 MADEIRA SERRADA DE PINUS

O surgimento da indústria de processamento mecânico da madeira no Brasil ocorreu no século passado no Paraná e em Santa Catarina, época em que esses estados aproveitaram a abundância de matéria-prima das florestas naturais de pinheiros e latifoliadas. Atualmente, a produção nacional provém, principalmente, de

florestas plantadas na região Sul do país e de espécies nativas da Amazônia (ALMEIDA, 2006).

A madeira serrada pode ser definida como peças obtidas por meio do desdobro de toras em serras, o que representa um tipo de transformação primária da madeira. Dependendo do formato e das dimensões das peças, os serrados possuem diversas denominações, tais como: vigas, tábuas, pranchas, pontaletes, sarrafos, ripas e caibros. Nos dias atuais a maior parcela da madeira serrada produzida no país é baseada em espécies de folhosas tropicais (Região Amazônica). No entanto as espécies oriundas de reflorestamentos, (Pinus e Eucalyptus), detém parcela expressiva dos volumes de produção no Brasil e têm crescido continuamente. A indústria de madeira serrada brasileira é a que mais se destaca entre os produtores de derivados sólidos de madeira, juntamente com a indústria de painéis à base de madeira (ABIMCI, 2009).

Segundo dados publicados recentemente, na Revista da Madeira, a demanda estimada de madeira serrada somente do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, deverá passar de 1 milhão e 500 mil metros cúbicos, em 2000, para quase 7 milhões de metros cúbicos, em 2020 (SBS apud Valverde, 2007).

Os Estados Unidos ainda são o principal destino das exportações brasileiras de madeira serrada de pinus, com 60,03% do total do ano de 2009. Com menor representatividade, a Espanha aparece entre os principais importadores de 2007 com 13%, mas em 2009 foi superado pelo Marrocos. Arábia Saudita, Emirados Árabes e Israel apresentaram-se com maior destaque que os anos anteriores, indicando assim uma mudança de mercado.

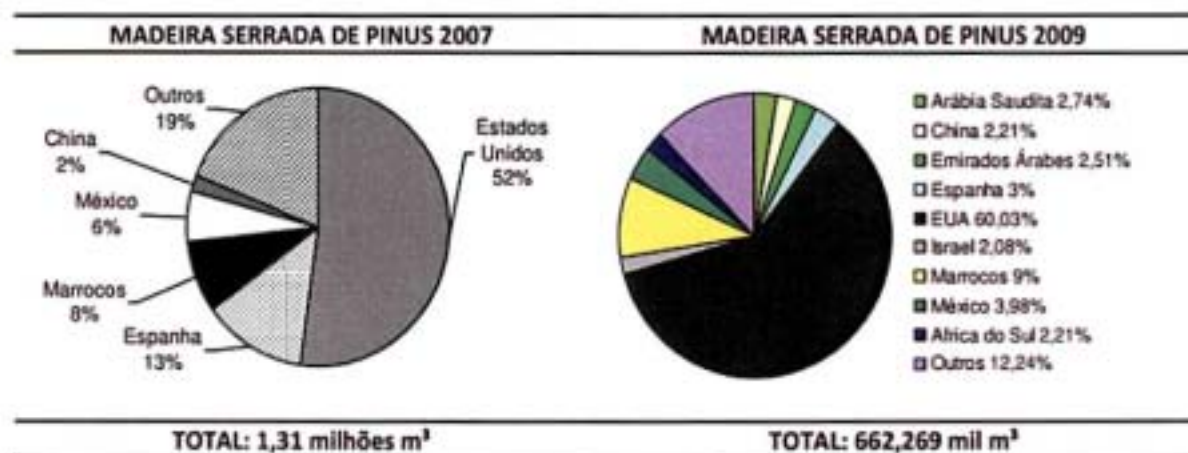


GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE MADEIRA SERRADA DE PINUS NOS ANOS DE 2007 E 2009

FONTE: SECEX (2009), adaptado por ABIMCI

3.6 DESDOBRAMENTO DE TORAS

Para o desdobro de toras na forma de madeira serrada, são utilizadas determinadas técnicas que estão relacionadas ao maquinário utilizado, às formas de desdobro e principalmente à matéria prima. (REVISTA DA MADEIRA, 2001).

Segundo Brown E Bethel (1975) *apud* Garcia (2013), as toras são transformadas em produtos úteis de madeira, mediante aplicação de um ou mais processos mecânicos que as transformam em peças de tamanhos reduzidos, conferindo-lhes forma, tamanho e superfície exigida para seus usos. Esses processos devem converter a tora em produtos que satisfaçam especificações de qualidade, dimensões e acabamento. Por fim, os procedimentos de industrialização da madeira devem ser conduzidos de tal forma que a máquina não seja submetida a excessivo desgaste, dano ou destruição, reduzindo os custos de manutenção ou substituições.

Segundo Gatto (2002), na etapa inicial, as toras ainda são corpos cilíndricos em seguida são convertidos em produtos de madeira, mediante a aplicação de um ou mais processos mecânicos que as transformam em peças de dimensões menores.

Segundo Rocha (2007) as serras principais realizam as operações de desdobro principal e possuem funções como redução das dimensões das toras, diminuição da altura de corte e a facilitação de equipamentos menores em

operações secundárias. Tais serras consistem em equipamentos de grandes dimensões, que demandam um maior consumo de energia para seu funcionamento.

Segundo Del Menezzi (1999) apud Vital (2008), os sistemas de desdobro podem ser classificados em:

- Corte de acordo com a orientação em relação aos anéis de crescimento e raios lenhosos (tangencial e radial);
- Corte de acordo com a orientação quanto ao eixo longitudinal da tora;
- Corte quanto à continuidade dos cortes (sucessivos; simultâneos ou alternados);
- De acordo com os sistemas especiais de corte para evitar defeitos.

Segundo Rocha (2002), o corte com a orientação em relação aos anéis de crescimento tangencial é o método de desdobro de toras mais utilizado em serrarias. Consistem em se fazer cortes longitudinais paralelos, dividindo a tora em várias peças de faces paralelas obtendo predominantemente peças tangenciais aos anéis de crescimento podendo ser utilizado em toras de qualquer diâmetro. No corte com a orientação em relação aos anéis de crescimento radial é o mais utilizado no desdobro de madeiras para fins decorativos, pois evidencia o brilho das faixas de parênquima dos raios lenhosos, faz-se o desdobro da tora no sentido radial de modo que as superfícies serradas apresentem a maior área possível na direção dos raios, a madeira obtida por cortes radiais sofrem pequenas deformações e apresentam belo aspecto estético com este método não sendo indicado para toras inferiores a 50 cm de diâmetro.

A maioria das toras apresentam conicidade, principalmente em coníferas, devido a esse fator podem ser adotados os sistemas de desdobro em relação ao eixo longitudinal da tora que incluem cortes paralelos ao eixo longitudinal e cortes paralelos a casca (TUSET; DURAN, 1979; VIANNA NETO, 1984; ROCHA, 2002).

Quando se desdobra uma tora paralelamente ao eixo da mesma, esta diferença entre a ponta grossa e a ponta fina das toras (diâmetro), origina costaneiras em forma de cunha. No final do corte, a peça central apresenta faces paralelas contendo a medula e a madeira adjacente à mesma. (ROCHA, 2002).

O corte paralelo à casca é utilizado quando a madeira de melhor qualidade encontra-se logo abaixo da casca e por esta razão são realizados os cortes paralelos à casca e após alguns cortes a peça adquire um formato de tronco piramidal, constituída de madeira de segunda qualidade. O serrador ao realizar este

corte deve estar atento às outras faces da tora, isto evita que cortes numa face prejudiquem as outras faces, que poderão conter madeira igual ou de melhor qualidade. (ROCHA, 2002).

As máquinas e equipamentos utilizados no desdobro principal são serras de quadro ou alternativas; serras circulares; serras de fita e carro porta toras. A utilização desses equipamentos é capaz de gerar produtos e subprodutos, tais como: semiblocos, blocos, pranchões, tábuas, costaneiras, serragem e cavacos (ROCHA, 2002).

Segundo Carmo (1999), dentre os diferentes modelos de serra de fita, as mais utilizadas são a vertical simples, a dupla ou geminada e serra de fita horizontal.

Em todas as serrarias, estão presentes as serras circulares. O uso destas máquinas no desdobro principal é pertinente em toras de pequenos diâmetros e matéria prima de baixo custo, devido à grande perda por serragem e por sua baixa versatilidade (BATISTA, 2006).

As serras circulares permitem a utilização de dois eixos, permitindo a redução das dimensões (diâmetro e espessura) dos discos, aumento da altura de corte e maior qualidade da madeira serrada (ROCHA, 2002).

3.7 RENDIMENTO

Segundo Biasi (2005), o rendimento volumétrico é a relação entre o volume produzido de madeira serrada e o volume utilizado de madeira em forma de tora expresso em porcentagem. Entretanto pode ocorrer uma série de fatores que interferem no volume obtido de madeira serrada, influenciando assim no rendimento volumétrico.

Segundo Manhiça (2010), manter-se competitiva no mercado é um desafio para qualquer serraria, para tal, exige-se o contínuo aperfeiçoamento e melhoria no desempenho das suas operações a começar pelo rendimento.

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

- Volume total de madeira em tora utilizada pela serraria;
- Metodologia de desdobro utilizada;
- Dimensões finais da peça desejada (número de cortes feitos);
- Máquinas utilizadas no desdobro;

- Tipo de mão-de-obra utilizada (especializada ou não).

O rendimento em madeira serrada (R%) é obtido através da seguinte fórmula (ROCHA, In: OLIVEIRA et al. 2007):

$$R = \frac{S}{T} \times 100$$

Onde,

R = Rendimento em %

S = Volume em madeira serrada em m³

T = Volume de toras em m³

Para Manhiça (2010), na maioria das vezes o desdobro de tora de menor diâmetro resulta em perdas de madeira na forma de costaneiras e refilos com presença de alburno afetando diretamente o rendimento em madeira serrada. Essa perda diminui com a utilização de toras de maior diâmetro.

Segundo Vital (2008), tanto o rendimento em madeira serrada quanto a eficiência de uma serraria são afetados pela qualidade das toras, que também influencia na qualidade da madeira serrada. Tendo reflexos sobre todos os sistemas de produção da serraria, estando essa qualidade das toras ligada a defeitos como a conicidade, tortuosidade, bifurcação, tronco sulcado, excentricidade, nós, protuberâncias, inclinação de grã, rachaduras, proporção de lenho inicial e lenho tardio.

4 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado na Serraria FZ Madeiras, localizada no município de Cascavel no estado do Paraná, com o início dos trabalhos no período de 12 de agosto de 2013 a 30 de agosto de 2013 e posteriormente no período de 6 de janeiro de 2014 a 7 de fevereiro de 2014, dia em que foi finalizado a coleta e registro de dados.

4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO

4.1.1 A Madeira

Foram utilizadas toras de Pinus nas dimensões de 3 e 4 metros de comprimento e 12 a 52 centímetros de diâmetro.

4.1.2 Sistema de Desdobro

O sistema de desdobro contou com os seguintes equipamentos: serra fita vertical (principal); serra fita horizontal (resserragem); serra circular refiladeira múltipla e destopadeira conforme o modelo de desdobro da figura 1.

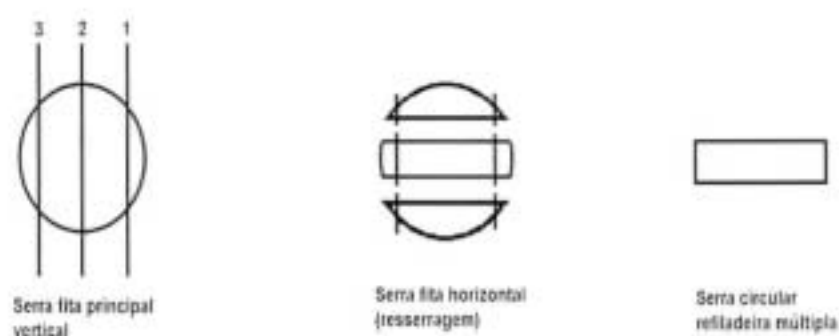


FIGURA 1– SISTEMA DE DESDOBRIO DA EMPRESA ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO
FONTE: O AUTOR (2014)

4.1.3 Número de Funcionários

A descrição do número de funcionários e a função de cada um deles está descrita na tabela 2.

TABELA 2 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS POR FUNÇÃO

Setor	Número de funcionários	Função
Administrativo	1	Administrador de empresas
	1	Secretária
	1	Operador da serra principal
	1	Operador da serra fita de desdobro
	1	Auxiliar de operação da serra fita de desdobro
Produção	1	Operador da refiladeira
	1	Auxiliar de operação da refiladeira
	2	Banho/empilhamento
	1	Operador da pá carregadeira
	1	Operador da destopadeira
	1	Gerente de produção
	1	Afiador de serras
	2	Motoristas
Expedição	1	Ajudante do motorista /entrega
	1	Separador de madeiras
	1	Operador de empilhadeira

4.2 ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO

A empresa onde os estudos foram realizados, conta com uma unidade fabril havendo o recebimento de toras e produção de madeira serrada.

4.2.1 Armazenamento de toras

A etapa de armazenamento de toras é realizada com o intuito de permitir o suprimento de matéria-prima em situações adversas (período de chuvas; manutenção dos caminhões que realizam o transporte; desacordo com os fornecedores) sendo que essas toras não passam por um processo de classificação no pátio de toras.

Com o auxílio de uma pá carregadeira adaptada com garfo (figura 2) as toras são retiradas do setor de armazenamento e toras e transportadas até a esteira transportadora de toras que tem a função de conduzi-las até o carro transportador de toras.



FIGURA 2 - PÁ CARREGADEIRA UTILIZADA NA MOVIMENTAÇÃO DE TORAS E MADEIRA SERRADA
FONTE: O AUTOR (2014)

Um colaborador opera uma pá carregadeira com as funções de: transportar as toras do pátio até o setor de produção para manter seu suprimento; descarregamento dos caminhões que chegam à unidade fabril e transportar a madeira serrada do setor de produção até o depósito de madeira serrada (figura 3).



FIGURA 3 - DEPOSITO DE MADEIRA SERRADA DA EMPRESA FZ MADEIRAS
FONTE: O AUTOR (2014)

4.2.2 Operações de desdobro e operações posteriores

As operações de desdobro ocorrem na seguinte ordem, serra fita principal vertical; serra fita horizontal (resserragem); serra circular refiladeira múltipla; destop e empilhamento. Os resíduos são enviados para o picador, (figura 4).

A unidade fabril trabalha com estoque de toras que variam de 10 a 15 dias de produção, garantindo que não haja interrupções na produção devido à falta de matéria-prima. Próximo ao término do turno de trabalho é feito um controle de

estoque que é gerenciado pelo encarregado da produção, responsável por repassar as informações para o proprietário da empresa, de forma que possa organizar a compra de novas toras.

Um colaborador é encarregado de gerenciar a produção e

Um colaborador tem a função de afiar as serras dos equipamentos.

Em relação ao setor administrativo, a secretária tem a função de atender os clientes repassando os pedidos ao gerente de produção; gerar notas fiscais desses pedidos; receber reclamações de clientes e repassá-las ao proprietário e esse é o administrador da empresa responsável pelas decisões estratégicas da mesma.

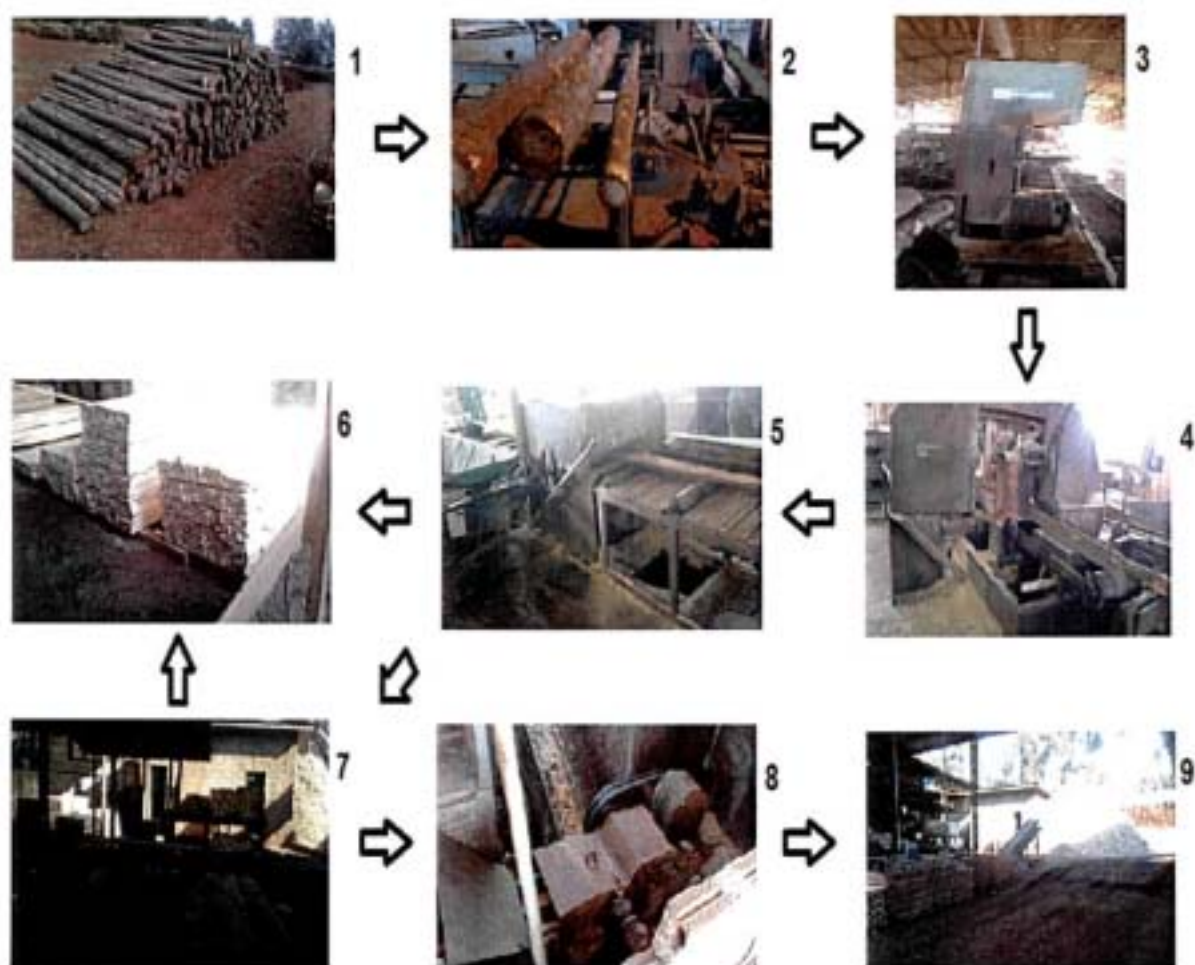


FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA SERRARIA FZ MADEIRAS
 FONTE: O AUTOR (2014)

4.4. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CONVERSÃO

A determinação dos fatores de conversão tem extrema relevância por se tratar de informações necessárias na compra de madeira, desvendando qual o volume útil de madeira numa carga.

Foram medidas 3 cargas de caminhão conforme a figura 5, para obtenção do volume em stéreos (st). Posteriormente foram medidas todas as toras que compunham a carga, e a última etapa de medição mensurou toda a madeira serrada proveniente da carga de toras. Com essas informações foi possível determinar os fatores de conversão st/m^3_{toras} , $st/m^3_{mad. serrada}$ e o rendimento em madeira serrada.

4.2.3 Determinação do volume da carga do caminhão (st)



FIGURA 5 - MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES E VOLUME DE UMA CARGA DE TORAS
 FONTE: O AUTOR(2014)

Sendo:

h = altura

C = comprimento

L = largura

A altura h é obtida através da média de alturas em 3 pontos distintos da carga calculado através da fórmula $\frac{(h1+h2+h3)}{3}$, sendo esses 3 pontos escolhidos pela equipe de trabalho responsável pela retirada das toras na floresta e acompanhados pelo motorista do caminhão, colaborador terceirizado contratado pela empresa FZ Madeiras, sendo a unidade considerada em metros.

O comprimento é representado através do comprimento da carroceria do caminhão, sendo a unidade considerada em metros.

A largura é representada através da largura da carroceria do caminhão, sendo a unidade considerada em metros.

O volume, em st de toras foi calculado utilizando as variáveis: altura; comprimento e altura elucidados logo acima através da fórmula: $V_{st} = h \times C \times L$

4.2.4 Determinação do volume das toras

As toras foram medidas conforme a figura 6

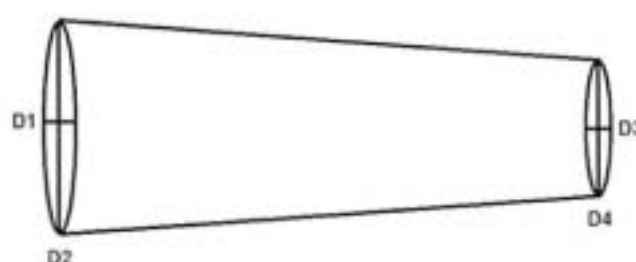


FIGURA 6 - ESQUEMA QUE MOSTRA COMO FOI MEDIDO O VOLUME DAS TORAS
 FONTE: O AUTOR (2014)

Sendo:

D1 = Diâmetro 1 da tora, localizado na porção de maior circunferência;

D2 = Diâmetro 2 da tora, localizado na porção de maior circunferência;

D3 = Diâmetro 3 da tora, localizado na porção de menor circunferência e

D4 = Diâmetro 4 da tora, localizado na porção de menor circunferência.

Para se obter o diâmetro médio utiliza-se a fórmula: $\frac{(D1+D2+D3+D4)}{4}$

O comprimento da tora tem sua unidade considerada em metros.

Sendo sua fórmula, já ajustada para as unidades citadas acima: $V_{m^3} = \frac{\pi \cdot D^2}{40000} \cdot C$

Com o volume em metro cúbico individual de cada tora foi realizado o somatório do número de toras contida na carga para determinar o seu volume em metro cúbico total.

4.3. ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA DE TORAS

Para que a empresa possa programar melhor sua produção foi necessário estudar qual a porcentagem de toras de cada diâmetro que eram processadas. Com essas informações é possível programar a produção; estabelecer metas de produção e subsidiar informações sobre o rendimento em madeira serrada por classe diamétrica.

No pátio de toras foram avaliadas quantas toras de cada diâmetro apareceram nas cargas medidas utilizando a circunferência da ponta fina e ponta grossa, incluindo casca, usando fita métrica e a partir desses dados foi estabelecido o intervalo de diâmetro máximo e mínimo das toras encontradas, essas toras foram posteriormente agrupadas em cinco classes diamétricas.

Posteriormente distribuiu-se a frequência dos diâmetros em suas respectivas classes, deve-se ressaltar que para todos os trabalhos posteriores envolvendo medição de volume em metro cúbico, as distribuições das classes diamétricas adotadas foram as mesmas.

4.3 RENDIMENTO

O rendimento é a principal variável de uma serraria, servindo como subsídio para tomada de algumas decisões, como:

- projeções de produção;
- obtenção de custos;
- geração de resíduos.

Após a análise da frequência das toras foram selecionadas 40 toras, divididas em 5 classes contendo 8 toras em cada classe e posteriormente a medição do volume da madeira serrada oriunda dessas toras. Foram utilizadas 40 toras, pois é um número superior ao número de toras utilizado no trabalho de Silva (2012), e Chies (2005) e o número de classes diamétricas foi baseado no trabalho de Batista 2003 e Murara 2005.

Para a determinação de rendimento médio, dividido em classes diamétricas foi utilizado o ASSISTAT utilizando análise de variância- ANOVA aplicando teste de Tukey.

4.3.1 Peças Fora do Padrão

Determinou-se o percentual de peças fora do padrão com critérios estabelecidos pelo proprietário da empresa, conforme explicado na tabela 3.

TABELA 3 - PARAMETROS DE PADRÃO DE MEDIDAS DE PEÇAS SERRADAS UTILIZADOS PELA SERRARIA FZ

Largura	Espessura
Abaixo de 2 mm da medida comercial. Valores acima da medida comercial não são considerados.	Abaixo de 2 mm da medida comercial. Valores acima da medida comercial não são considerados.

Obs. As toras fora do padrão são comercializadas pela unidade fabril com subprodutos e revendidas a outras unidades da região.

4.3.2 Produção Diária

Foram coletados os dados de produção diária em dois períodos distintos, a primeira coleta de dados sendo realizada em agosto de 2013 e a segunda realizada em janeiro/fevereiro de 2014, com a unidade em m³ de madeira serrada baseado em medidas comerciais.

A unidade utilizada para medir a produção diária foi o m³ de madeira serrada/dia.

4.4 Tempos de Paradas

O critério utilizado para medição dos tempos de parada no setor de produção da empresa onde o estudo foi realizado foi a de tomar os tempos onde o motivo da parada poderia ser reduzido ou extinguido, totalizando 6 horas e 42 minutos de análise deste quesito. As paradas foram ocasionadas por uma série de situações demonstradas na tabela 4 abaixo com seus respectivos códigos:

TABELA 4 - DESCRIÇÃO DOS MOTIVOS DAS PARADAS

Descrição dos motivos das paradas	Código
Falhas na entrada de toras	1
Falhas na produção	2
Manutenção	3
Limpeza	4
Descanso dos colaboradores	5

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA DE TORAS

As toras da medição foram divididas em 3 cargas e segue o número de toras e suas respectivas cargas na tabela abaixo:

TABELA 5 - NÚMERO DE TORAS MEDIDAS PARA ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA DE TORAS E SUAS RESPECTIVAS CARGAS

Carga	Número de toras
1	65
2	93
3	96
Total	254

Com base no total de número de toras calculou-se que o diâmetro médio e desvio padrão, com resultados de 28,22 cm e 8,63 cm respectivamente, sendo que a tora com o menor diâmetro tinha 12,03 cm e a maior 51,80 cm.

A frequência de toras até 20 cm de diâmetro apresentou uma distribuição de 49 toras, o que é uma grande desvantagem para a empresa onde o estudo foi realizado, pois esta classe diamétrica apresentou baixo rendimento, demonstrado no tópico 5.3.

O ideal para a empresa seria um gráfico onde a maioria dos pontos convergissem mais próximo possível de um diâmetro em comum acima dos 20 cm. Em termos estatísticos o desvio padrão seria menor e em termos práticos, a empresa teria uma maior concentração de toras de um determinado diâmetro, com isso, a otimização do processo seria facilitada criando uma metodologia de trabalho concentrada para esse intervalo de distribuição diamétrica.

Com base nesse gráfico, foi proposta uma divisão das toras em 5 classes diamétricas, conforme visto no trabalho de Murara (2005), com isso, foi gerada a tabela 6 e o gráfico 2.

TABELA 6 - DIVISÃO DE TORAS EM CLASSES DIAMÉTRICAS

Classe	Diâmetro
1	12,00 – 20,00
2	20,01 – 28,00
3	28,01 – 36,00
4	36,01 – 44,00
5	44,01 – 52,00

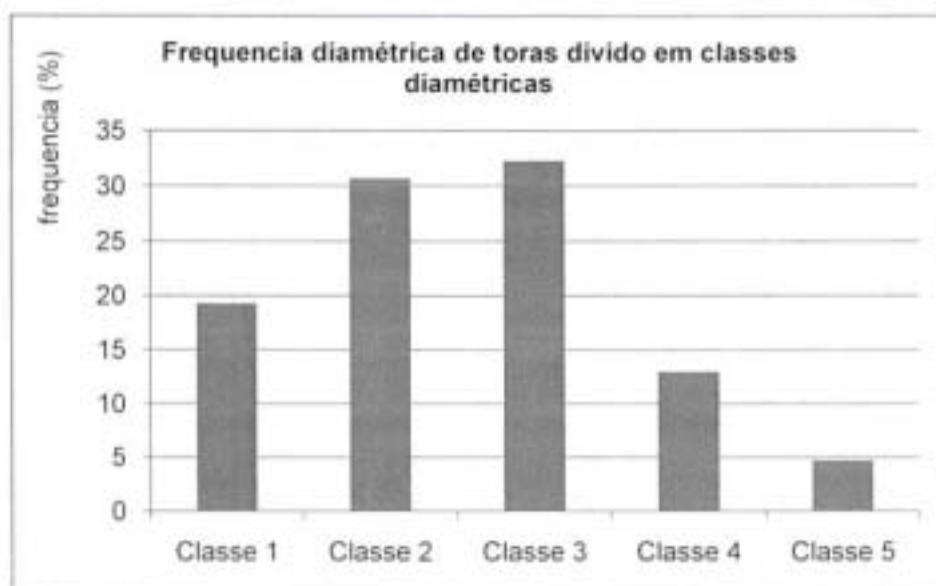


GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DAS TORAS EM CINCO CLASSES DIAMÉTRICAS

Com a distribuição das frequências das toras em classes diamétricas, foi possível observar uma maior frequência nas classes diamétricas 2 e 3, que somadas atingiram valor de 62,99% das toras medidas.

A classe diamétrica 1 representou 19,29% da distribuição de frequências, em um panorama ideal seria interessante se houvesse a exclusão das toras dessa classe com o motivo já citado anteriormente, haveria uma nova distribuição com essa tomada de decisão. A classe diamétrica 2 teria representatividade de 38,05% do total de toras; a classe diamétrica 3 com 40,00%; a classe diamétrica 4 com 16,10% e a classe diamétrica 5 com 5,85%. Somadas as classes 2 e 3 com essa nova distribuição, totalizaria 78,05% das toras.

Conforme os caminhões de toras chegaram até a empresa, as toras foram descarregadas no pátio de toras e permaneceram até serem requisitadas utilizando critérios de necessidade de determinada classe diamétrica pelo setor de produção, o que causa uma dificuldade para o operador de pá carregadeira, pois é preciso buscar as pilhas onde visualmente continham mais toras do diâmetro que seria considerado ideal para atender ao pedido de madeira serrada e um outro fator de escolha das toras que iriam para o setor de produção é data de recebimento, com as toras com maior tempo de estocagem tendo prioridade na utilização.

A análise de frequência diamétrica das cargas de toras é importante para um melhor planejamento em relação ao pedido da matéria-prima para os fornecedores,

sendo o ideal a classificação de toras por classe diamétrica, pois não se tem um controle da quantidade de toras de cada classe no pátio de toras. Com esses dados é possível realizar um controle de estoque com maior organização, por classe diamétrica, mais eficiente.

Ao se concentrar na melhor organização no controle de estoque, surgiu um ponto de extrema importância: programação da produção. Tendo o pátio de toras com o estoque de matéria-prima classificado por classe diamétrica cria-se uma facilidade maior em programar a produção atendendo a demanda dos pedidos com maior agilidade, pois se direciona a demanda das medidas de madeira serrada com toras de diâmetro de maior compatibilidade com essas medidas exigidas pelo cliente, produzindo maior percentual de peças com essas dimensões.

5.2 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CONVERSÃO

Na tabela 7 abaixo é possível observar uma relação entre diâmetro médio das toras; volume (st) de toras e volume (m³) das 3 cargas analisadas:

TABELA 7 - FATORES DE CONVERSÃO ST/M3 DE TORA

Carga	Diâmetro médio (cm) das toras	Volume (st) de toras	Volume (m ³) de toras	St/m ³	M ³ /st
1	32,628	23,568	18,031	1,3071	0,7651
2	26,833	25,626	16,687	1,5357	0,6512
3	26,768	25,896	17,738	1,4599	0,6850
Média	28,743	25,030	17,485	1,4315	0,6986

Ao analisar os resultados observa-se que a relação st – m³ e m³ - st são inversamente proporcionais, com valores de fator de conversão st – m³ maiores nas cargas 2 e 3 e na conversão m³ - st apresentando valor maior na carga 1, com os fatores relevantes nesses resultados sendo o diâmetro das toras, cargas com toras de maiores diâmetros apresentarão maiores espaços vazios entre as toras; um segundo fator que afeta esses valores é a presença de toras apresentando tortuosidades acentuadas aumentando esses espaços vazios já citados e um terceiro fator é à disposição das toras sobre a carga, quanto maior a organização menos espaços vazios serão encontrados afetando os valores encontrados nos fatores de conversão.

Com uma média de volume (st) toras de 25,030 e um volume (m^3) toras de 17,485 apresentaram-se resultados de fator de conversão st- m^3 de 1,4315 e m^3 -st de 0,6986. Isso significa que para se obter volume de toras de $1m^3$ foram necessários 1,4315 st, da mesma forma para se obter o volume de toras de 1 st foram necessários 0,6986 m^3 .

Essa informação possui grande importância para a empresa, pois a mesma faz a compra dessas toras pagando pela unidade estereó e para um planejamento mais apurado é de extrema importância a realização dessas conversões. Com esses dados é possível determinar o volume de espaços vazios existentes na carga e o volume em material lenhoso destinado ao pátio de toras ao efetuar a compra, ou seja, volume de toras em metros cúbicos que entra no seu estoque e posteriormente verificar se neste estoque existe a quantidade necessária de matéria-prima para que o fluxo produtivo continue fluindo de acordo com as metas de produção estabelecidas pela empresa.

5.3 DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO

Na tabela 8 são apresentados os resultados de rendimento médio utilizando o sistema de desdobro padrão da empresa.

A classe diamétrica 1 apresentou o menor rendimento médio (38,36%), resultado previamente esperado por se tratar da classe de menor diâmetro. Analisando as outras classes diamétricas o que era esperado continuou ocorrendo, com os maiores rendimentos sendo observados nas classes 4 e 5, apresentando o maior rendimento na classe diamétrica 5 (59,86%).

TABELA 8—VALORES DE RENDIMENTOS E RESPECTIVAS CLASSES DIAMÉTRICAS

Classe	Rendimento (%)	CV (%)	Comparação de médias
1	38,36	13,39	D
2	45,35	8,70	C
3	52,47	8,34	B
4	56,12	4,18	AB
5	59,86	5,36	A
Média	50,43		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de rendimento são superiores aos mencionados por Murara Junior, M. I.; Rocha, M. P. da e Timofeiczky Junior, R (2005).

Comparando-se as 5 classes diamétricas com pesquisa realizada por Murara Junior, M. I.; Rocha, M. P. da; Timofeiczuk Junior, R (2005) utilizando o sistema de desdobro convencional, observa-se que com exceção da classe 2, todas as outras classes obtiveram um rendimento superior em relação a aquelas apresentadas pelos autores. A classe 2 foi semelhante as classes 2 (24,1 -28 cm) e 3 (28,1 – 28 cm) dos autores que apresentaram resultados de rendimento de 45,35% e 45,31%, respectivamente. Comparando-se as 5 classes diamétricas com a mesma pesquisa realizada pelos autores agora utilizando o sistema que denominaram como otimizada, observa-se que todas as 5 classes dos autores obtiveram um rendimento superior, com o ápice na classe 5 (38,1 – 44 cm) apresentou rendimento de 63,58%.

Comparando-se as classes 2 e 3, sendo apenas essas classes compatíveis com pesquisa realizada por Manhiça (2010), utilizando a parte de seu trabalho contendo o desdobro aleatório. O autor obteve um rendimento médio de 49,01% com classes que variou de 24 a 33 cm semelhante ao rendimento médio encontrado considerando apenas as classes 2 e 3, de 48,91%.

Fontes (1994), estudando rendimentos médios em madeira serrada de Pinus, trabalhando com 3 classes (15 a 29,5 cm) em 3 serrarias distintas obteve rendimento médio de 26,79% para serraria A; 30,86% para serraria B e 33,76% para serraria C, todos os resultados do autor foram inferiores ao apresentado nas classes 1 e 2 da Serraria FZ Madeiras, que correspondem as classes apresentadas pelo autor. Como os resultados do autor foram muito inferiores, fator de grande importância na justificativa dessa diferença é o atraso tecnológico dos equipamentos empregados no ano em questão em que o estudo foi efetuado pelo autor ou qualidade das toras; sistema de desdobro inadequado.

A classe diamétrica 5 apresentou um rendimento muito superior a classe diamétrica 1, isso significa que o volume de madeira serrada em relação ao volume de toras que entraram no processo será maior para as classes diamétricas com maiores rendimentos, tendo um maior valor comercial de madeira serrada em relação aos resíduos o panorama ideal para uma serraria seria trabalhar com toras de maiores diâmetros.

5.4 PEÇAS FORA DO PADRÃO

No gráfico3 abaixo está representado o percentual de peças foras do padrão.



GRÁFICO 3 - PERCENTUAL DE MEDIDAS FORA DO PADRÃO

Com o intuito de proporcionar ao consumidor a oportunidade de aquisição de um produto mais adequado e incentivar uma consciência empreendedora e responsável no proprietário da empresa onde o estudo foi realizado, a partir das vantagens econômicas decorrentes do cumprimento das medidas comerciais, este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade da madeira serrada comercializada. Para tanto, foi avaliado e identificado um percentual de 15,78% de peças de madeira serrada com medidas fora do padrão.

A ausência de padronização é uma queixa frequente do setor de construção civil, sendo, portanto, necessário tomar medidas efetivas para resolução desse problema. Dentre estas, apontam-se: a revisão das normas e especificações disponíveis, uma delas a NBR 7203 da ABNT, sendo crucial a divulgação das normas junto aos setores de produção; comércio e utilização de madeira serrada e treinamento dos colaboradores em relação à classificação.

Alguns impactos são sentidos pela empresa por comercializar essas peças fora do padrão, pois alguns clientes fazem indagações a respeito dessas medidas fora do padrão, alguns deles efetuam devolução dessas peças exigindo reposição; outros aceitam exigindo redução do valor comercial dessas peças e em raros casos efetuam devolução total da madeira serrada comercializada, todos esses impactos geraram um custo para a empresa faz a compra dessas toras pagando pela unidade

estéreo e para um planejamento mais apurado é de extrema importância a realização dessas conversões. Com esses dados é possível determinar o volume de espaços vazios existentes na carga e o volume em material lenhoso destinado ao pátio de toras ao efetuar a compra, ou seja, volume de toras em metros cúbicos que entra no seu estoque e posteriormente verificar se no estoque existe a quantidade necessária de matéria-prima para que o fluxo produtivo continue fluindo de acordo com as metas de produção estabelecidas pela empresa.

Nográfico 4 é possível observar o volumes de produção diária em dois períodos distintos.



GRÁFICO 4 - DEMONSTRAÇÃO DE VALORES DE PRODUÇÃO DIÁRIA DE MADEIRA SERRADA EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS

A maior produção de madeira serrada em um turno de produção no primeiro período foi de 35,516 m³ e no segundo período atingiu-se uma produção de 35,109 m³, a produção máxima atingida na empresa onde o estudo foi realizado foi próximo de 51 m³.

Comparando os dois períodos de produção diária, no primeiro período a produção média diária foi de 17,47 m³ de madeira serrada/dia e no segundo período alcançou 22,70 m³. Um motivo para o aumento dessa média nos dois períodos distintos foi a ausência do operador da serra principal vertical devido a afastamento médico no primeiro período de análises; outro motivo é a inclusão de uma

bonificação ao salário caso o colaborador não apresente faltas não justificadas durante o mês; também foi inserida uma reunião semanal entre os colaboradores e o proprietário da empresa com exigências e correção de condutas visando melhorias nos seus procedimentos para que a produção alcançasse níveis satisfatórios.

Segundo Rocha (2002) a classificação de uma serraria leva em consideração a produtividade, tem-se três tipos de serrarias: as pequenas, com um consumo de até 50 m³ de toras por dia ou turno; as médias, com consumo de 50 a 100 m³ de toras por dia ou turno e as grandes, com consumo acima de 100 m³ por dia ou turno. Considerando essas faixas de classificação, a empresa onde o estudo foi realizado se encaixa como sendo serrarias pequenas, pois considerando respectivamente a produção média diária de 17,47 m³ e 22,70 m³ no primeiro e segundo período de análises e cruzando com os dados de rendimento, onde o rendimento médio apresentado foi de 50,43%, seria necessário alcançar uma produção com média diária de madeira serrada de 25,22 m³.

Observamos em 9 oportunidades produções diárias acima de 25,22 m³ de madeira serrada, o que daria um consumo de toras diárias acima dos 50 m³, demonstrando que a empresa onde o estudo foi realizado tem potencial para se transformar em uma serraria classificada como serraria de médio porte.

5.5 REGISTRO DOS TEMPOS DE PARADAS

Na tabela 9 está representado em 5 classes os tempos de parada registrados na linha de produção da serraria a descrição dos respectivos motivos onde o estudo foi realizado.

TABELA 9 - DESCRIÇÃO DOS MOTIVOS DAS PARADAS E SEUS RESPECTIVOS TEMPOS

Descrição dos motivos das paradas	Tempo de parada	Código
Falhas na entrada de toras	00:46:11"	1
Falhas na produção	00:32:46"	2
Manutenção	00:25:12"	3
Limpeza	00:22:23"	4
Descanso dos colaboradores	00:02:16"	5

Estes tempos de parada foram analisados utilizando um parâmetro onde tais paradas ocasionassem paradas na serra fita vertical simples e tevenas falhas na entrada de toras maior contribuição em relação aos tempos de parada com um total

de 35,86% do total de paradas, na sequência as falhas de produção contribuíram com 25,44% do total de paradas. Somando as falhas na entrada de toras e falhas de produção, a contribuição foi de 61,30% desses tempos e o sentido do trabalho realizado em questão é de orientar o foco para as maiores frequências visando uma redução dos tempos de parada (tabela 10), o que ocasionaria um aumento de produção de madeira serrada.

TABELA 10 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NAS FALHAS DE ENTRADA DE TORAS

Descrição dos motivos das paradas: falhas na entrada de toras	Tempo de parada	Código
Entrada de duas toras simultâneas no carro porta toras	00:04:11"	A
Organizar toras na esteira transportadora de toras com corrente	00:05:04"	B
Presença de pregos em toras danificando serra fita horizontal (resserragem)	00:12:30"	C
Realocar toras na esteira transportadora de toras com corrente	00:20:03"	D
Tora enroscada no carro porta toras	00:02:13"	E
Dificuldade em movimentar as toras no virador de toras	00:02:10"	F

As falhas na entrada de tora teve a maior perda de tempo na realocação de toras na esteira transportadora de toras com corrente, isso ocorre devido a esteira transportadora não apresentar correntes em sua totalidade, assim que as toras entram na esteira são empilhadas em uma porção que é fixa, fabricado de madeira com o intuito de aumentar o comprimento da esteira, elas são empurradas com a pá carregadeira fazendo com que algumas toras se desloquem para a porção móvel que contem correntes transportadoras. Como a pá carregadeira realiza esse procedimento apenas no momento em que transporta as toras do pátio de toras até o setor de produção e posteriormente realiza outras funções se torna inviável que ela fique a disposição sempre que necessário a realocação de toras para a parte móvel, sendo assim, o colaborador que opera a serra fita horizontal (resserragem) deixa seu posto de trabalho e realiza manualmente essa realocação de toras da parte fixa para a parte móvel da esteira transportadora de toras ocasionando perdas de tempos. Em algumas ocasiões, no momento em que a pá carregadeira empurra as toras da porção fixa para a móvel, as toras na movimentação ficam atravessadas na pilha gerando uma perda de tempo na organização dessas toras na pilha que é realizado pelo mesmo operador que manualmente realoca as toras citado acima.

Com a colocação de corrente na totalidade da esteira essa realocação de torase organização de toras (figura 7), que correspondem respectivamente a 15,57%

e 3,93% do total dos tempos de parada da empresa seriam solucionados, sendo necessário um estudo de viabilidade econômica para essa modificação.



FIGURA 7 - ESTEIRA TRANSPORTADORA DE TORAS COM CORRENTE
FONTE: O AUTOR (2014)

Em relação a entrada de duas toras simultâneas no carro porta toras, é um problema que ocorre devido a altura da pilha de toras estar elevada e na movimentação da corrente acabam sendo movimentadas simultaneamente para o carro porta toras.

A presença de pregos, muitas vezes no interior das toras só seria possível contornar o problema com detector de metais; a dificuldade em movimentar as toras no virador se acentuam em toras de maior diâmetro e é uma falha de equipamento e as toras enroscadas no carro porta toras ocorrem com toras de pequeno diâmetro devido a um pequeno espaço existente entre o carro porta toras e a esteira transportadora (figura 8).



FIGURA 8 - CARRO PORTA TORAS
FONTE: O AUTOR (2014)

TABELA 11 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NAS FALHAS DE PRODUÇÃO

Descrição dos motivos das paradas: falhas na produção	Tempo parada	de	Código
Aguardar tempo devido a gargalos nas operações posteriores	00:04':05"		G
Falta de toras na linha de produção	00:12':18"		H
Movimentação da madeira serrada empilhada do setor de produção para o estoque	00:14':39"		I
Retirada de toras do trilho do carro porta toras	00:01':44"		J

As falhas na produção ocorrem principalmente devido as falhas de procedimento dos colaboradores, incluindo aguardar tempo devido a gargalos nas operações posteriores, algumas vezes ocorrendo devido a ausência dos mesmos no trabalho; falta de toras na linha de produção que ocorre devido a desatenção do operador da pá carregadeira e retirada de toras do trilho do carro porta toras sendo uma desatenção do operador da serra fita vertical simples, que dá o comando de movimentação das correntes para movimentar as toras para o carro porta toras sendo que o mesmo está fora da posição correta.

A movimentação da madeira serrada empilhada é uma falha da empresa, existindo a possibilidade de empilhar a madeira serrada em outro setor, pois a empresa possui duas serras circulares refiladeiras múltipla e dois setores de empilhamento.

TABELA 12 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NA MANUTENÇÃO

Descrição dos motivos das paradas: manutenção	Tempo parada	de	Código
Substituição de serra da serra fita vertical simples	00:08':22"		K
Substituição de serra da serra fita horizontal (resserragem)			
Saída de um colaborador do seu posto de trabalho para orientar manutenção de um equipamento	00:12':07"		L
	00:01':35"		M
Manutenção dos rolos que transportam a madeira serrada da serra fita vertical simples para a serra fita horizontal (resserragem)	00:03':08"		N

É importante ressaltar que em geral, as perdas de manutenção são maiores na empresa, no dia em que o trabalho de medição do em questão foi realizado as falhas de equipamentos que se apresentaram foram mínimas em relação ao que foi visto nos dias em que estivesse acompanhando o processo.

As substituições de serra são obrigatórias no processo, somente sendo possível agilizar o procedimento de substituição e nunca excluí-lo, já o restante dos motivos oriundos de falhas de equipamento. A empresa realiza constantemente manutenções preventivas nos equipamentos e cobra seus colaboradores para

realizarem esse procedimento constantemente, tal procedimento não ocasionou tempos de parada computados devido a serem realizados simultaneamente com outros de tempos de parada que ocorreram no processo.

TABELA 13 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NA LIMPEZA

Descrição dos motivos das paradas: limpeza	Tempo parada	de	Código
Limpeza da correia transportadora de pó de serra obstruída (entupida)	00:03:10"		M
Limpeza (retirada do pó de serra) da serra fita principal vertical	00:11:06"		N
Limpeza do buraco (retirada do pó de serra) localizado abaixo da serra fita principal vertical	00:08:07"		O

As limpezas descritas acima são consideradas obrigatórias no processo e realizadas constantemente pelos colaboradores, algumas vezes ocasionam perdas de tempo no processo e estão computadas acima, outras vezes são realizadas simultaneamente com outras paradas ocasionadas por outros motivos, portanto, essas não foram computadas.

TABELA 14 - DETALHAMENTO DAS PARADAS NO DESCANSO DOS COLABORADORES

Descrição dos motivos das paradas: descanso dos colaboradores	Tempo de parada	Código
Saída do posto de trabalho para hidratação (beber água)	00:02:16"	P

Da mesma forma que acontece com a limpeza, ocorre com o descanso dos colaboradores, foram computadas em 3 oportunidades paradas de processo para a hidratação, porém, houve outras paradas para descanso realizadas simultaneamente com outras paradas e portanto, também não foram computadas.



GRÁFICO 5 - REPRESENTAÇÃO DE PERDAS DE TEMPO E PRODUÇÃO EFETIVA

Com 6 horas e 42 minutos de análises, 32,04% deste tempo foram consideradas perdas de tempo, ou seja, 2 horas 8 minutos e 48 segundos foram perdidos no processo e após a descrição de todas essas perdas é possível verificar que em algumas situações os procedimentos são realizados simultaneamente fazendo com que as perdas de tempo sejam menores, o estímulo de um maior número de procedimentos realizados simultaneamente é uma boa alternativa para a empresa, aliado a treinamentos dos colaboradores para que haja essa sincronização. Problema corriqueiro no setor e que contribui para essas perdas de tempo são as faltas dos colaboradores, que mesmo a empresa criando métodos para se reduzir esse fator não se elimina na sua totalidade e como consequência, com um menor número de colaboradores no setor de produção, os tempos de paradas aumentam, sendo importante ressaltar que para esse estudo a equipe de trabalho estava completa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- I. Sobre a análise da frequência diamétrica de toras pode se concluir que:
 - Foram encontradas diferenças significativas de número de toras entre as classes diamétricas, com uma frequência muito maior nas classes 2 e 3 em relação às outras classes.
 - Recomenda-se a classificação das toras em classes diamétricas com suas respectivas frequências diamétricas possibilitando um melhor controle de estoque de matéria-prima.
- II. Sobre a análise da determinação dos fatores de conversão pode se concluir que:
 - A organização das toras sobre o caminhão influenciou nos resultados, pois para as cargas 2 e 3 com diâmetros muito próximos, os resultados encontrados para fatores de conversão foram distintos.
 - A maior variação de diâmetro médio das toras da carga 1 em relação as cargas 2 e 3 representou também uma maior variação nos resultados de fatores de conversão.
 - Recomenda-se uma medição periódica do volume em m^3 de toras e st de toras das cargas recebidas pela empresa, com o objetivo de avaliar o volume útil de madeira nessas cargas, o que possibilitaria um melhor controle de estoque de matéria prima e consequente programação na compra de novas toras.
- III. Sobre a análise da determinação do rendimento pode se concluir que:
 - Houve diferença entre rendimentos de madeira serrada entre as classes diamétricas.
 - O rendimento de madeira serrada mostrou-se diretamente proporcional ao diâmetro médio das toras. Os resultados menos expressivos foram obtidos em toras com diâmetro entre 12 cm e 20 cm.
 - Recomenda-se que, devido ao baixo rendimento encontrado na classe de toras com diâmetro entre 12 cm e 20 cm, seja encontrada outra alternativa para seu uso.
- IV. Sobre a análise de peças fora do padrão pode se concluir que:
 - Recomenda-se realizar uma auditoria interna para reduzir o percentual de peças fora do padrão produzidas pela empresa.
- V. Sobre a análise da produção diária pode se concluir que:

- Foram encontradas grandes variações de volumes de madeira serrada produzida diariamente nos dois períodos analisados.

- Diferenças significativas de média de produção diária foram encontradas, com o segundo período alcançando uma produção superior em relação ao primeiro período.

VI. Sobre a análise do registro de tempos de parada pode se concluir que:

- Foram encontrados grandes perdas de tempos devido à falha na entrada de toras.

- Não foi visto muitas ações simultâneas no processo durante as paradas.

- Algumas deficiências nos equipamentos influenciaram nos resultados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA (ABIMCI). **Estudo setorial 2009: indústria de madeira processada mecanicamente: ano base 2008**. Curitiba, p.22-23, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012**. Curitiba, p.30-45, 2013.

ALMEIDA, N. A.; **Estudo econométrico da demanda e oferta de madeira em tora para o processamento mecânico no estado do Paraná**. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BALLARIN, A.W.; PALMA, H.A.L. **Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de Pinus taeda L**. Revista Árvore, Viçosa, v.27, n.3, p.371-380, 2003.

BALLARIN, A.W.; PALMA, H.A.L. **Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de Pinus taeda L**. ScientiaForestalis, Piracicaba, n.64 p.13-22, 2003.

BIASI, C. P. **Rendimento em madeira serrada, geração de resíduos e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. Curitiba – PR, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

BROWN, N. C.; BETHEL, J. S.; **La indústria maderera**. México: Limusa, p.388, 1975.

CARMO, J. F. **Utilização e Manutenção de Serra de Fita**. Monografia (Especialização em Administração e Processamento Madeireiro) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

DEL MENEZZI, C. H. S.; **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden e E. cloisiana F. Muell**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

EVANS, J. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. **Juvenile wood effecting red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones**. Forest Products Journal, Madison, v. 50, n. 7/8, p. 75-87, 2000.

GARCIA, F. M.; **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie cambará (Qualea albiflora Warm.) na região amazônica**. Dissertação (Mestre em

- Ciências Florestais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2013.
- GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana do rio grande do sul.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÉ JR, W.A.; **Principles of wood science and technology.** Berlin: Springer-Verlag, v.1, 1968.
- LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; **Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira.** Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 279-291, 2000.
- LATORRACA, J.V.F.; **Processamento mecânico da madeira.** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004.
- MANHIÇA, A.A.; **Rendimento e eficiência no desdobro de *pinus* sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte.** Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- MURARA JR., M. I.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYK JR., 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.
- MURARA JUNIOR, M. I. **Rendimento em madeira serrada de *pinus* para desdobro.** Revista da Madeira, Edição nº 99, 2006.
- NOGUEIRA, M. (Org.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro.** Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. p. 209-270
- ROCHA, M. P.; **Técnicas de desdobro de madeira.** Revista da Madeira, Edição nº 61, 2001.
- ROCHA, M. P.; Técnicas de serrarias. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; DEL MENEZZI, C. H. S.; **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *E. closiana* F. Muell.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.
- ROCHA, M. P.; **Técnicas de planejamento em serrarias.** Série Didática FUPEF, Curitiba, n. 02/01, 121 p., 2002.
- ROCHA, M. P.; ***Eucalyptus grandis* Hill exMaiden e *Eucalyptus dunni* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias.** 2000.

Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SANTOS, P.E.T.; GARCIA, J.N.; GERALDI, I.O. **Posição da tora na árvore e sua relação com a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis***. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.66, p.142-151, 2004.

SANTINI, E.J.; HASELEIN, C.R.; GATTO, D.A.; **Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.10, n.1, p.85-95, 2000.

SCANAVACA JUNIOR, L.; **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptusurophylla* S. T. Blake e de seu potencial para a utilização em serraria**. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SILVA, J. C.; **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVA, J.C.; OLIVEIRA, J.T.S.; TOMAZELLO FILHO, M.; KEINERT JÚNIOR, S.; MATOS, J.L.M. **Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. MAIDEN**. Floresta, Curitiba, v.34, n.1, p.13-22, 2004.

TRIANOSKI, R.; **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

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

MURARA JR., M. I.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYK JR., 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.

Anexos

- Lista dos diâmetros coletados nas três cargas mensuradas
- Teste de Tukey utilizando ANOVA para rendimento real

FREQUENCIA DIAMÉTRICA DE TORAS MEDIDO EM CENTÍMETROS

12,03	18,08	22,78	25,83	29,93	33,80	38,13
12,20	18,20	22,85	26,08	30,10	33,83	38,38
12,93	18,20	22,85	26,45	30,43	33,88	38,50
13,60	18,50	23,10	26,48	30,45	33,93	38,68
14,00	18,68	23,10	26,63	30,53	34,30	38,73
14,25	18,70	23,18	26,83	30,63	34,30	38,73
14,40	19,00	23,20	26,93	30,75	34,38	38,78
14,50	19,08	23,28	27,18	30,90	34,40	38,88
14,95	19,60	23,43	27,18	30,93	34,40	38,90
15,00	19,63	23,45	27,20	30,95	34,50	39,50
15,18	19,75	23,48	27,30	30,98	34,50	40,10
15,30	19,98	23,70	27,30	31,13	34,60	40,13
15,35	20,23	23,83	27,33	31,18	34,75	40,50
15,70	20,25	23,83	27,60	31,50	34,85	40,85
15,75	20,33	23,93	27,95	31,60	34,98	40,88
15,83	20,38	23,95	28,00	31,60	35,05	41,23
16,03	20,43	24,20	28,28	31,75	35,23	41,30
16,10	20,50	24,23	28,33	31,93	35,43	41,50
16,15	20,83	24,30	28,50	32,03	35,68	42,20
16,30	21,18	24,40	28,65	32,18	35,80	43,88
16,50	21,20	24,55	28,80	32,23	35,88	44,93
16,55	21,23	24,68	28,83	32,25	35,90	46,25
16,70	21,53	24,83	28,83	32,50	35,93	46,30
16,75	21,60	24,93	28,88	32,70	35,98	46,80
16,78	21,65	24,95	28,90	32,75	36,18	47,20
16,83	21,68	24,98	28,93	32,80	36,30	47,75
16,88	21,73	24,98	29,00	32,80	36,40	48,55
16,95	21,83	25,05	29,10	32,85	36,45	48,80
16,98	21,83	25,08	29,25	32,95	36,63	49,20
17,03	22,00	25,33	29,25	33,05	36,75	50,21
17,08	22,18	25,38	29,25	33,08	36,75	50,68
17,10	22,20	25,40	29,28	33,10	36,88	51,80
17,25	22,20	25,50	29,73	33,15	37,15	
17,38	22,38	25,58	29,85	33,38	37,15	
17,58	22,45	25,63	29,88	33,43	37,43	
17,85	22,45	25,75	29,90	33,68	37,63	
18,00	22,78	25,78	29,93	33,70	38,13	

EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	2375.29602	593.82401	38.5715 **
Resíduo	35	538.83958	15.39542	
Total	39	2914.13560		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
4	35	3.9096	38.5715	<0.001

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de tratamento

1	38.36000d
2	45.34750c
3	52.46625b
4	56.11750 ab
5	59.85875 a

dms = 5.64606

MG = 50.43000 CV% = 7.78

Ponto médio = 47.22000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.95628	0.12486	Sim

DADOS

42.7733	38.58	39.30	30.14	45.82	34.88	41.45
44.0151	44.02	41.73	50.00	41.00	42.45	48.35
53.2556	58.76	48.36	46.74	54.48	47.93	53.39
55.2359	56.21	58.38	56.15	53.45	56.87	52.80
58.2862	64.30	58.25	58.71	63.34	55.25	57.91