

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Thiago Henrique de Brida

**Rendimento da matéria-prima no processo produtivo de peças *clear blocks*
para produção de molduras de madeira**

Curitibanos, SC

2020

Thiago Henrique de Brida

**Rendimento da matéria-prima no processo produtivo de peças *clear blocks* para
produção de molduras de madeira**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Karina Soares Modes

Curitibanos, SC

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Henrique de Brida, Thiago
Rendimento da matéria-prima no processo produtivo de
peças clear blocks para produção de molduras de madeira /
Thiago Henrique de Brida ; orientador, Karina Soares
Modes , 2020.
25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Madeira serrada. 3.
Molduras. 4. Finger joint. I. , Karina Soares Modes. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Florestal. III. Título.

Thiago Henrique de Brida

**Rendimento da matéria-prima no processo produtivo de peças *clear blocks* para
produção de molduras de madeira**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de
Engenharia Florestal

Curitiba, 19 de novembro de 2020



Documento assinado digitalmente
Mario Dobner Junior
Data: 01/12/2020 13:09:32-0300
CPF: 034.250.659-55

Prof. Mario Dobner Junior, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Karina Soares Modes
Data: 01/12/2020 12:57:36-0300
CPF: 003.082.240-86

Prof.^a. Karina Soares Modes, Dr.^a.
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Magnos Alan Vivian
Data: 01/12/2020 13:04:33-0300
CPF: 007.088.210-06

Prof. Magnos Alan Vivian, Dr.
Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Marcelo Bonazza
Data: 01/12/2020 17:37:39-0300
CPF: 047.641.899-25

Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria, paciência, saúde e determinação para correr atrás dos meus objetivos.

Agradeço a minha esposa Bruna, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos bons e ruins desta jornada, sempre me ajudando e me apoiando, sendo paciente e atenciosa para que esse momento chegasse.

Agradeço a minha família por sempre estar ao meu lado, e por poder compartilhar todos os momentos por qual tive que passar para alcançar meus objetivos.

Agradeço também a minha Orientadora Karina, por me ajudar e me aconselhar durante esta etapa, e por me aceitar como orientado aceitando o desafio para concluir mais esta etapa da minha formação profissional.

Por fim quero agradecer também os meus colegas de faculdade, e todos os docentes desta universidade por todo conhecimento compartilhado e adquirido ao longo desses anos de graduação.

RESUMO

O setor madeireiro é caracterizado por ser uma grande fonte geradora de desperdícios, sendo estes produzidos desde o plantio da muda a campo, até o momento do consumo da madeira no setor industrial. Como principais causas de desperdícios na indústria de processamento estão presença de defeitos relacionados ao manejo e condução dos povoamentos florestais, defeitos pós-secagem da madeira, a falta de treinamento e experiência dos colaboradores nas atividades dentro da indústria, etc. Desse modo é necessário avaliar e controlar a atividade de conversão da madeira em subprodutos, a fim de se planejar o melhor aproveitamento da matéria-prima em todas as etapas de formação do produto desejado. Com base nisto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o rendimento do processo de manufatura de peças *clear blocks* por uma indústria no município de Curitiba, SC, com intuito de definir o aproveitamento de matéria-prima de diferentes fornecedores. Para o estudo foram selecionados quatro fornecedores (A, B, C e D) de madeira serrada com 38 mm de espessura e 92 mm de largura, diferenciando-se quanto ao comprimento das peças, sendo estas 3,05 m, 2,15 m, 2,40 m e 2,50 m, respectivamente. Foram amostradas 10 peças de 5 (cinco) fardos de madeira por fornecedor, totalizando 50 peças por fornecedor, que tiveram o volume determinado antes e após o aplainamento, este último considerando as dimensões finais de 35 mm de espessura, 86 mm de largura e comprimento desconsiderando ao longo deste as regiões com a presença de defeitos do tipo nó, rachaduras, medula aberta e falhas de aplainamento. O rendimento de matéria-prima em peças *clear blocks* do fornecedor D foi estatisticamente inferior à registrada pela madeira dos demais fornecedores, principalmente devido à presença de defeitos de secagem (peças com alta taxa de empenamento) e de nós. Em contrapartida em termos percentuais de rendimento os fornecedores, A, B e C foram estatisticamente iguais com valores próximos ao registrado em outros estudos como o mesmo propósito, porém ainda é imprescindível que outras amostragens sejam feitas, objetivando avaliar as principais causas das perdas de rendimento para elaboração de planos de ação em busca de melhorias na qualidade da matéria prima e no processo industrial.

Palavras-chave: Madeira serrada. Molduras. *Finger joint*.

ABSTRACT

The wood sector is characterized by being a great source of waste, which is produced from the planting of seedlings in the field, until the moment of wood consumption in the industrial sector. The main causes of waste in the processing industry are the presence of defects related to the management and conduction of forest stands, post-drying defects in wood, the lack of training and experience of employees in activities within the industry, etc. Thus, it is necessary to evaluate and control the activity of converting wood into by-products, in order to plan the best use of the raw material in all stages of forming the desired product. Based on this, the objective of the present study was to evaluate the performance of the manufacturing process of clear blocks parts by an industry in the municipality of Curitiba, SC, in order to define the use of raw material from different suppliers. For the study, four suppliers (A, B, C and D) of sawn wood 38 mm thick and 92 mm wide were selected, differing in terms of the length of the pieces, these being 3.05 m, 2.15 m, 2.40 m and 2.50 m, respectively. 10 pieces of 5 (five) wooden bales per supplier were sampled, totaling 50 pieces per supplier, which had the volume determined before and after planing, the latter considering the final dimensions of 35 mm thick, 86 mm wide and length disregarding the regions with the presence of knot defects, cracks, open marrow and planing failures along this one. The yield of raw material in clear blocks from supplier D was statistically lower than that recorded by the wood from other suppliers, mainly due to the presence of drying defects (pieces with a high warping rate) and knots. On the other hand, in percentage terms of yield the suppliers, A, B and C were statistically equal with values close to those recorded in other studies as the same purpose, however it is still essential that other samplings be made, aiming to assess the main causes of yield losses for the elaboration of action plans in search of improvements in the quality of the raw material and in the industrial process.

Keywords: Saw wood. Frame. Finger joint.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	SETOR DE MOLDURAS	10
2.2	PROCESSO PRODUTIVO	10
2.3	APLICAÇÕES DAS MOLDURAS	11
2.4	DEFEITOS DA MADEIRA	12
2.4.1	Trincas ou rachaduras.....	12
2.4.2	Tortuosidade.....	13
2.4.3	Nós	13
3	METODOLOGIA	15
3.1	EQUIPAMENTOS.....	15
3.1.1	Plaina.....	15
3.1.2	Otimizadora	15
3.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	15
3.3	COLETA DOS DADOS	16
3.4	CÁLCULO DO RENDIMENTO NA MANUFATURA DE PEÇAS <i>CLEAR BLOCKS</i> 17	
3.4.1	Volume Individual das Peças Brutas e <i>Clear Blocks</i>.....	17
3.4.2	Rendimento volumétrico por fornecedor	17
3.4.3	Análise dos dados	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1	RENDIMENTO DE MATÉRIA PRIMA.....	19
4.2	DEFEITOS	20
4.3	CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA	21
5	CONCLUSÃO.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
	REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório elaborado pela Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2020) o setor florestal brasileiro no ano de 2019, possuía uma área de 9,0 milhões de hectares de reflorestamentos, um aumento de 2,4% em relação ao ano de 2018, sendo considerado um grande indicador econômico, social e ambiental. De acordo ainda com o referido relatório o Brasil continua entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo, com exportações que contribuem positivamente para a balança comercial, gerando empregos e renda em todas as regiões do País.

De acordo com Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR, 2019) no ano de 2018 a produção de madeira serrada de Pinus no Brasil atingiu 7,84 milhões de m³, sendo que deste total, 5,30 milhões de m³ do produto foram consumidos internamente. Segundo ainda a Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR, 2019), os estados brasileiros com maiores exportações de madeira serrada de Pinus encontram-se na região Sul do país, com Santa Catarina liderando o ranking como o maior exportador nacional, com 1,18 milhões m³ (US\$ 264,8 milhões) em 2018, seguido pelo Paraná com 928,4 mil m³ (US\$ 196,2 milhões), e do Rio Grande do Sul com 268,6 mil m³ (US\$ 53,3 milhões). O bom desempenho nas exportações do estado catarinense, além do seu potencial florestal, está relacionado também na melhoria dos processos produtivos nas serrarias e de investimentos para aumentar a capacidade produtiva e tecnológica de empresas de maior porte.

A madeira serrada é base para o beneficiamento em diversos outros produtos madeireiros, tais como produtos de maior valor agregado (PMVA), como painéis colados, portas, pisos, molduras, entre outros, sendo obtidos através do beneficiamento ou reprocessamento, principalmente de madeira serrada.

De acordo com a Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR, 2019) as molduras são obtidas a partir da usinagem da madeira serrada ou dos *blocks* e *blanks*, tendo como principal finalidade e mercado a indústria da construção civil, possuindo diversos perfis, o que permite diferentes denominações, como por exemplo, meia-cana, rodapé, batente, vista de porta e janela.

Segundo dados da Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR, 2019), em 2018, o Brasil exportou US\$ 214,3 milhões em molduras de madeira, resultando em taxa de crescimento significativamente elevada de 8,2% ao ano entre 2009-2018, sendo o principal destino das exportações os Estados Unidos com 96% do total, portanto um grande consumidor na cadeia produtiva de maior valor da madeira sólida. No ranking brasileiro de exportação de

molduras, o estado do Paraná contribuiu com 75 % das exportações, seguido por Santa Catarina com 25% do total da produção.

No setor de molduras, segundo Olandoski, Bonduelle e Cunha (1998), a qualidade da matéria-prima, tanto para a empresa como para o consumidor final, é uma fonte geradora de custos que influencia na economia de capital, podendo ser esta um fator decisivo para o crescimento da indústria.

Além da qualidade intrínseca a matéria-prima as perdas decorrentes do processamento da madeira também pode ser atribuída à ineficácia do processo e gerenciamento de produção, tendendo a altas taxas de desperdício e menor aproveitamento da matéria-prima nos usos afins.

Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar a matéria-prima de fornecedores de madeira serrada a uma indústria, visando obter o rendimento destes na manufatura de peças *clear blocks*, e ainda observar os principais defeitos presentes na madeira bruta, que ocasiona a redução do rendimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SETOR DE MOLDURAS

Segundo Silva (2012), o reprocessamento da madeira serrada, para agregação de valor ao produto primário buscado por muitas empresas (Produtos de Maior Valor Agregado), é representado principalmente pelos produtos *blocks*, *blanks*, molduras, painel colado lateral, pisos, pré-cortados, entre outros.

Segundo Nahuz (2002), a comercialização da madeira sem defeitos e de pequenas dimensões apareceu no mercado no início das exportações de pinus serrado em 1994 e 1995, sendo conhecido como "*clear blocks*" ou "*clears*".

A partir da usinagem da madeira serrada ou dos blocks e blanks (cut-to-size) são obtidas as molduras de madeira, sendo o principal destino a indústria da construção civil, para acabamentos internos, tendo alto valor agregado, com ampla gama de formas e especificações (ACR, 2019).

A comercialização dos *clear blocks* é direcionada principalmente para exportação, as suas espessuras variam de 33,3 até 38,1 mm; as larguras de 46,9 até 142,9 mm; e os comprimentos acima de 150 mm (6''). O produto final é utilizado na confecção de molduras, esquadrias, jogos de mesa, revestimentos, partes aparentes de móveis (GALLI, 2014).

De acordo com a Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR, 2019), as molduras de madeira são produzidas principalmente a partir de madeira sólida de pinus, com as maiores empresas deste segmento localizadas nos estados do Paraná e Santa Catarina, neste último, com destaque para as regiões serrana, norte e oeste catarinense.

2.2 PROCESSO PRODUTIVO

Segundo a Nahuz (2002), os *clears blocks* são obtidos pelo re-beneficiamento da madeira serrada, ajustando as dimensões e eliminando os defeitos, nós e outras imperfeições como presença de medula, variação de cor, empenamentos e rachaduras que possam estar presentes na madeira. Esses *clear blocks* são produzidos principalmente com madeira de pinus, porém podem ser utilizadas outras madeiras, como eucalipto entre outras espécies, desde que estas espécies tenham uniformidade de cor e de densidade, além da ausência de defeitos.

Segundo Olandoski, Bonduelle e Cunha (1998), o processo de produção das peças inicia-se com a passagem das toras pela serraria, onde são retiradas tábuas sem a presença de

casca com dimensões pré-definidas. As peças de madeira serrada são secas em estufas, e em seguida passam por um pré-destopo, onde são cortadas em vários comprimentos para diminuir a tortuosidade e melhorar a trabalhabilidade das peças, e assim seguem para a indústria. Na indústria, as peças são depositadas próximo às plainas, seguindo conforme o processo produtivo. Nas plainas, as peças passam uma a uma, sendo uniformizadas em relação à largura e espessura. A etapa seguinte do processo é a passagem das peças pelas destopadeiras, onde são destopadas em vários comprimentos, produzindo peças livres de defeitos. As peças que serão aproveitadas são colocadas na mesa de classificação, onde são divididas conforme a bitola e tipos de produto, *clear blocks* do tipo A e B (*clear blocks* de qualidade inferior). Após seguem para serem unidas topo a topo em uma finger joint.

De acordo com Nahuz (2002) os *clears blocks* quando emendados nos topos por finger joint, formam peças mais longas denominadas *blanks*.

2.3 APLICAÇÕES DAS MOLDURAS

As molduras podem ser utilizadas de muitas formas e modelos, sendo algumas de suas aplicações apresentadas por Schiavo (2012, pag. 12) e ilustradas na figura 1.

Crown: É aplicado no encontro de parede e teto, após aplicação, é semelhante a uma “sanca”.

Casing: É aplicado no contorno de portas e janelas internas e externas, no Brasil é conhecido como “vista ou esquadria de porta ou janela”.

Flat Jamb: É aplicado como marco de porta, funciona como um “caixilho”, porém, é necessário o uso de um “batente” (*stop*) para que a porta tenha uma parada.

Split Jamb: Funciona da mesma maneira que o “*flat jamb*”, ou seja, como marco de porta, a diferença é que o “*split jamb*” é formado por duas peças (macho e fêmea) e não necessita de um “*stop*”, pois uma das partes, pelo seu formato, funciona com batente.

Stop: É aplicado com “batente” de portas e janelas.

Base Shoes Quater Round: É aplicado no encontro do chão com o “*base*”. É conhecido no Brasil como “meia-cana”, porém, também é utilizado em casas de madeira no encontro de parede com parede e parede com o teto.

Base Cap: É aplicado como peça decorativa sobre uma “*base*” quadrada, ou seja, com as arestas todas retas.

Base: É aplicado no encontro do chão com a parede, também conhecido como “rodapé”.

Round: É usado como suporte para cabides. No Brasil, essa peça geralmente é feita de metal.

S4S: Aplicado como base para outras peças (*base caps*, *Base Shoes Quater Round*), é uma peça com quatro arestas retas ou, as vezes, abauladas.

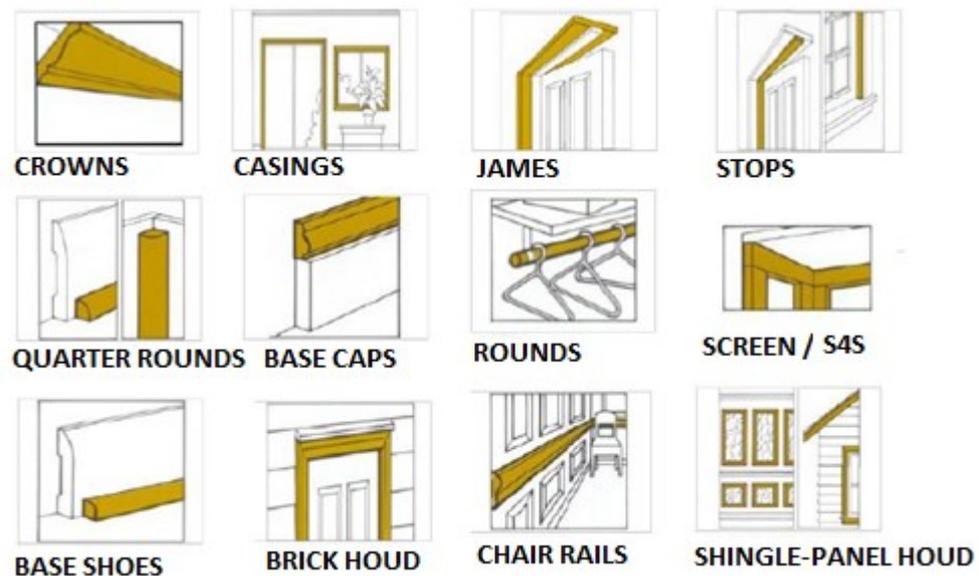
Brick moulding: É aplicado no contorno de portas e janelas externas, também é conhecido como “vista” ou “esquadria”.

Chair Rail: É aplicado na parede, utilizado para evitar que as cadeiras (*chair*) batam parede e por isso são aplicados na altura do encosto das cadeiras, no Brasil não é muito utilizado.

Stool: É aplicado como peça de acabamento para caixilho de janela ou peitoril.

Shingle: É aplicado nas extremidades abaixo dos telhados e como peça decorativa, no contorno de janelas externas e alguns contornos internos, juntamente com “*crown*”.

Figura 1 – Tipos de molduras.



Fonte: Schiavo (2012)

Segundo Schiavo (2012), existem vários tipos de molduras que são usadas em conjunto com as molduras principais, formando uma moldura composta, com a finalidade de aumentar o efeito decorativo na composição. Ainda segundo este autor as dimensões das molduras dependem do modelo, desenho, fabricante, equipamentos utilizados e, também, se são emendadas ou sólidas (sem emenda), o que resulta em infinitas opções de tamanho, porém, dificilmente passam de 130 mm de largura, 40 mm de espessura e 6 m de comprimento.

2.4 DEFEITOS DA MADEIRA

2.4.1 Trincas ou rachaduras

As trincas (Figura 2) na superfície são indesejadas em madeiras com qualidade para móveis, e elas aparecem quando tensões internas na madeira excedem a resistência da madeira à tração perpendicular às fibras. Segundo Garbe (2006), as trincas ou rachaduras ocorrem na superfície da madeira, devido a um início de secagem muito forçado, que produz diferença acentuada entre os teores de umidade da superfície e do centro da madeira, e quanto mais espessa for a madeira, maior a possibilidade do aparecimento de rachaduras superficiais. Este defeito ocorre principalmente na fase inicial da secagem e, quando detectado podem ser feitas alterações no processo reduzido o seu aparecimento.

Figura 2 – Trincas na madeira



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

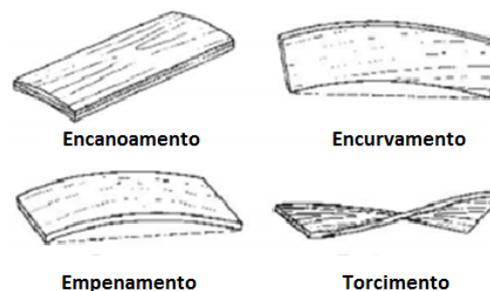
2.4.2 Tortuosidade

O percentual de tortuosidade, é um fator limitante no aplainamento de peças de madeira aumentando os custos no processo. Santos (2002) relata que os empenamentos são qualquer distorção na peça de madeira, sendo diferente do seu estado original.

Martins (1988) define que existem cinco formas de empenamento, sendo o torcimento, o encurvamento, o arqueamento, e o encanoamento.

Na figura 3 são ilustrados os referidos defeitos.

Figura 3 – Tipos de tortuosidade



Fonte: Google imagens.

2.4.3 Nós

Segundo Silva (2001), os nós podem ser classificados como nós vivos e nós mortos. Os nós podem ser considerados vivos quando os galhos ligados à árvore estavam fisiologicamente ativo, dependendo de sua posição nas peças serradas, não prejudicam alguns

usos, como forros, móveis, assoalhos, etc. O nó morto pode se apresentar na madeira, quando um galho deixou de participar do desenvolvimento do tronco. O nó morto pode ser solto quando corresponde a um galho seco que se separou da peça de madeira, deixando uma cavidade ou olhal, que compromete muito a aparência e as propriedades físico-mecânicas das peças serradas. Dependendo de sua posição na tábua, os nós mortos tendem a se soltar, quando as peças são submetidas à secagem, comprometendo as peças para alguns usos, dificultando sua trabalhabilidade.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Indústria e Comércio de Molduras Santa Luzia Ltda, localizada no município de Curitibanos, SC, atuante na produção de *blocks* a partir de madeira serrada de *Pinus sp.*, com produtividade mensal de 198 mil metros lineares de *blancks*, para abastecimento da empresa Matriz em Braço do Norte, SC onde são confeccionadas molduras de diversos perfis.

3.1 EQUIPAMENTOS

3.1.1 Plaina

A empresa em que o estudo foi conduzido é equipada com uma plaina para aplainamento individual das peças, modelo Wening Hidromat 23C, largura de aplainamento de 20 a 230 mm, altura de aplainamento entre 8 a 160 mm, velocidade de alimentação de 6 a 60 m/min, possuindo 4 cabeçotes, sendo 1 inferior e 1 superior para redução da espessura, e dois laterais para redução da largura das peças.

3.1.2 Otimizadora

A empresa possui um a otimizadora Dimter Opticut 350, com transportador de correia, e scanner de giz de cera, com altura de corte máximo de 120 mm, e largura máxima de corte de 350 mm, velocidade de avanço de 180 m/min, e diâmetro máximo da lâmina de serra de 700 mm, que realiza o destopo automático devido a um sensor de presença que identifica a porção da peça a ser removida, demarcada previamente de forma manual com um giz de cera, que em seguida é transportada por uma esteira que conduz cada *clear block* individualmente para a etapa seguinte da produção.

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o estudo foram selecionados 4 (quatro) fornecedores de madeira serrada em forma de tábuas brutas já secas, sendo estes definidos como A, B, C e D. As peças possuíam dimensões de 38 mm de espessura, 92 mm de largura e comprimento específico para cada fornecedor (Tabela 1).

Tabela 1 – Bitola da madeira serrada por fornecedor.

Fornecedor	Bitola (mm)
A	38 x 92 x 3.500
B	38 x 92 x 2.150
C	38 x 92 x 2.400
D	38 x 92 x 2.500

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

3.3 COLETA DOS DADOS

Foram amostrados cinco fardos de madeira por fornecedor, e de cada fardo selecionadas 10 peças aleatoriamente, que tiveram volume mensurado totalizando 50 peças avaliadas por fornecedor.

Na sequência as 50 peças brutas por fornecedor foram conduzidas individualmente pela plaina do tipo (S4S) (Figura 4) para aplainamento das quatro (4) faces, resultando em peças com 35 mm de espessura e 86 mm de largura.

Figura 4 – Plaina do tipo S4S.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na sequência cada peça foi separada, e riscada manualmente com giz de cera para delimitação de falhas decorrentes do processo de aplainamento e ainda outros defeitos intrínsecos à madeira e ao processo de secagem (Figura 5).

Figura 5 – Peças separadas para análise.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para determinação do volume em peças *clear* para cada fornecedor foram considerados a largura e espessura das peças padronizadas na plaina de 4 faces e o comprimento resultante do destopo para remoção de falhas decorrentes do aplainamento, e defeitos intrínsecos a madeira.

3.4 CÁLCULO DO RENDIMENTO NA MANUFATURA DE PEÇAS *CLEAR BLOCKS*

3.4.1 Volume Individual das Peças Brutas e *Clear Blocks*

O volume individual da madeira serrada bruta e das peças *clear blocks* foi calculado com o auxílio da equação 1.

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{espessura (m)} \times \text{largura(m)} \times \text{comprimento(m)} \quad (1)$$

3.4.2 Rendimento volumétrico por fornecedor

Para o cálculo do rendimento em peças *clear blocks* da madeira serrada bruta por fardo de cada fornecedor foi considerado a relação entre o somatório do volume das 10 peças *clear blocks* pelo somatório do volume das 10 peças de madeira serrada antes do aplainamento (brutas) (Equação 2). O rendimento volumétrico indica a porcentagem de madeira aproveitada no beneficiamento da matéria-prima em peças *clear blocks*, desde a entrada da madeira serrada na plaina até destopo desta na otimizadora.

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{\sum \text{volume das peças (clear block)}}{\sum \text{volume das peças brutas}} \times 100 \quad (2)$$

3.4.3 Análise dos dados

Foi realizada a análise de variância de fator único, levando em consideração o rendimento em porcentagem de cada fornecedor. Foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos (fornecedores) e 5 repetições, sendo cada repetição composta pela média do rendimento de 10 peças. Quando observada diferença significativa entre o rendimento dos fornecedores avaliados foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro para diferenciação entre as médias dos percentuais de rendimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RENDIMENTO DE MATÉRIA PRIMA

Na tabela 2 constam as informações utilizadas para cálculo do rendimento e perdas no beneficiamento da madeira de cada fornecedor avaliado.

Tabela 2 – Rendimento volumétrico total.

Fornecedor	Volume bruto (m ³)	Volume de <i>clear blocks</i> (m ³)	Rendimento (%)	Perda (%)
A	0,5331	0,2774	52,03a (11,84; 6,16)	47,97
B	0,3758	0,1951	51,91a (9,69; 5,03)	49,09
C	0,4195	0,2009	47,89a (9,37; 4,49)	52,12
D	0,4370	0,1274	29,15b (23,81; 6,94)	72,86

Valores entre parênteses se referem respectivamente ao coeficiente de variação (%) e desvio padrão (%) para os dados dentro de cada fornecedor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Por meio da tabela 2, observa-se que os rendimentos para a matéria-prima dos fornecedores A, B e C em peças *clear blocks* não diferiram estatisticamente, sendo ainda verificado para os rendimentos calculados coeficientes de variação abaixo de 15%, ou seja os dados são homogêneos e apresentam uma baixa dispersão. No entanto deve ser levado em consideração que as peças serradas brutas dos fornecedores diferenciaram-se quanto ao comprimento (Tabela 1), com uma diferença em relação a esta característica de 30 e 22 %, respectivamente dos fornecedores B e C em relação ao fornecedor A.

O rendimento da madeira do fornecedor D (29,15%) ou 72,86% de perdas foi estatisticamente inferior ao registrado para os demais fornecedores. Este fato é atribuído principalmente à presença de peças com alta tortuosidade, e empenamento, que não eram totalmente eliminados na ocasião do aplainamento, resultando em porções descartadas em função da presença de falhas de aplainamento na lateral e na face das peças. A influência da inconformidade das peças é reforçada pelo fato de que o comprimento das peças brutas deste fornecedor D, é o segundo maior dentre os fornecedores de madeira à empresa avaliada, sendo 18 % inferior ao da madeira do fornecedor A.

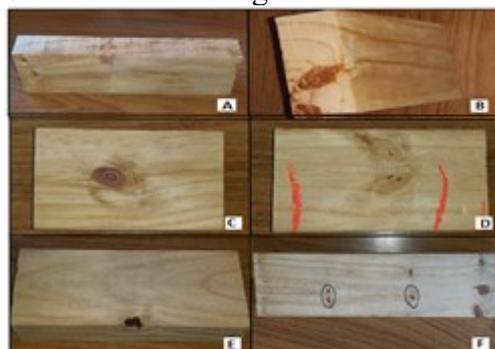
Comparando os resultados do presente estudo com o registrado por Cunha, Bonduelle e Longo (2018), que avaliaram o rendimento de dois fornecedores de matéria-prima no processo produtivo de peças *clear blocks*, para um indústria no município de Lages, SC, observou-se similaridade do rendimento registrado pelos autores (50,2%) em relação aos fornecedores A, B e C. Cunha, Bonduelle e Longo (2018), mencionam os defeitos que implicaram na perda de matéria-prima como a presença de nós e rachaduras, que se assemelham aos observados no presente estudo, ressaltando a importância de melhorias envolvendo a qualidade da madeira no que se refere a necessidade de desramas nas árvores dos povoamentos de origem e da utilização de programas de secagem adaptados as características da madeira.

Buscando quantificar o volume de *clear blocks* a partir de madeira desdobrada de toras de *Pinus sp.* Galli *et al.* (2017), obtiveram um rendimento médio de 98,23%, da matéria-prima a partir de tábuas e de 58,63% a partir de toras. Este alto rendimento segundo os autores se deve a pouca ou quase nenhuma presença de defeitos nas tábuas avaliadas, resultando em um alto percentual de peças classificadas como *clear blocks*. Comparando com os percentuais do presente estudo, observa-se que nenhum dos fornecedores ficou próximo dos resultados obtidos pelos autores, o que reflete a má qualidade e pouco aproveitamento das peças.

4.2 DEFEITOS

Os defeitos responsáveis pelo descarte no processo de obtenção de *blancks* são demonstrados na figura 6.

Figura 6 – Falhas na usinagem e defeitos da madeira.



A: Falha de usinagem na lateral da peça; **B:** Nó de topo e falha de usinagem superficial; **C:** Nó de superfície; **D:** Nó de gravata; **E:** Nó careado; **F:** Outros tipos de nós.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A matéria-prima de todos os fornecedores apresentaram os defeitos ilustrados que foram observados de forma isolada ou em conjunto. Pode-se observar uma grande quantidade

de nós nas peças, sendo estes os principais responsáveis pela geração de resíduos e desperdício de matéria-prima.

Segundo Cademartori *et al.* (2012), a elevada incidência de nós nas peças de madeira, principalmente oriundas da tora ocorre em razão da inexistência de tratamentos silviculturais nas florestas que são responsáveis por abastecer as serrarias.

4.3 CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA

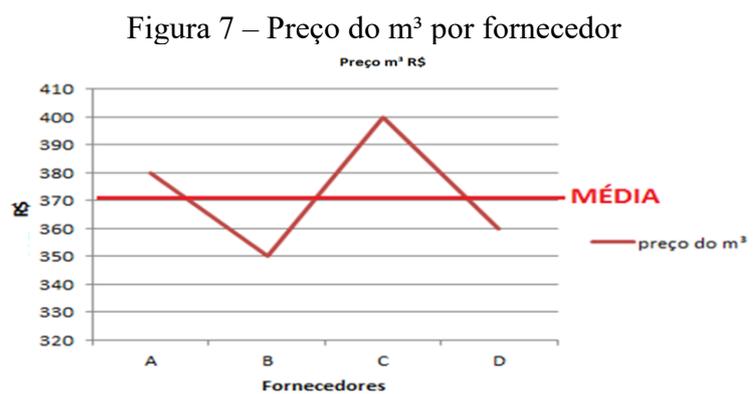
Na tabela 3 são apresentados os valores de custo de aquisição da matéria-prima dos fornecedores.

Tabela 3 – Preço do m³ por fornecedor

Fornecedor	R\$ / m ³
A	380,00
B	350,00
C	400,00
D	360,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na figura 7 consta a comparação entre o preço de aquisição da matéria-prima de ambos os fornecedores, e a respectiva média entre os preços.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Pode-se observar que o preço de aquisição da matéria-prima dos fornecedores A e D foram os que mais se aproximaram do valor médio pago pela empresa, sendo respectivamente os fornecedores de melhor e pior rendimento em peças *clear blocks*, respectivamente.

Por outro lado, o fornecedor C foi o de maior custo e o fornecedor B o de menor custo. Este último ainda não apresentou diferença significativa quanto ao seu rendimento em relação ao fornecedor A, de maior rendimento, sendo considerada portanto a matéria prima mais vantajosa em termos de custo-benefício.

5 CONCLUSÃO

A matéria-prima do fornecedor A apresentou o melhor aproveitamento, porém não diferiu estatisticamente dos fornecedores B e C.

O fornecedor D apresentou o pior rendimento em termos de aproveitamento da matéria-prima, diferindo estatisticamente dos outros fornecedores.

O fornecedor B, apresentou o melhor preço de aquisição de matéria-prima quando comparado aos outros fornecedores e não diferiu estatisticamente quanto ao fornecedor de maior rendimento.

A presença de defeitos naturais e defeitos de secagem foram os maiores responsáveis pela redução no rendimento, devendo ser quantificados quanto a participação nas perdas por fornecedor, visando estratégias de melhorias pelos agentes envolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para melhor aproveitamento da matéria-prima é necessário que a empresa busque por fornecedores que invistam em melhorias no manejo de suas florestas.

Ajustes nos programas de secagem e adequado gradeamento das peças, bem como a adoção de métodos de classificação de tábuas em classes de qualidade, podem minimizar a perda de madeira no processo de industrialização pelo consumidor.

É imprescindível que a empresa busque a capacitação constante de seus colaboradores, para que ocorram planos de ação para melhorias no processo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS. Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina. Lages: ACR, 2019.
- CADEMARTORI, P. H. G. de; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; SCHNEID, E.; HAMM, L. G. Qualidade da madeira serrada de *Pinus elliottii* Engelm. procedente de florestas resinadas. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 4, p. 577-583, out.- dez. 2012.
- CUNHA, A. B.; BONDUELLE, M. G.; LONGO, B. L. Avaliação do Rendimento da Matéria Prima no Processo Produtivo de Peças *Clear Blocks*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 283-294, jan.- mar., 2018.
- GALLI, M. **Valorização da madeira serrada de pinus pela quantificação de “clear blocks”**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.
- GALLI, M.; MACIEL, N.; SILVEIRA, C.; CARVALHO, A. M. Quantificação de *Clear Blocks* de Madeira Serrada de *Pinus sp.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Anais** [<https://proceedings.science/cbctem/papers/quantificacao-de-clear-blocks-de-madeira-serrada-de-pinus-sp-?lang=pt-br>]. Florianópolis: UDESC, 2017. 10p.
- GARBE, E. A. Fatores influentes na secagem convencional de *Pinus taeda* com ênfase em trincas superficiais. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBA 2020**. São Paulo: IBÁ, 2020.
- MARTINS, V. A. Secagem de madeira serrada. Brasília: IBDF/DPq, 1988.
- NAHUZ, M. A. R. **PMVA**. Revista da Madeira, Curitiba, n. 68, dez. 2002.
- OLANDOSKI, D. P.; BONDUELLE, G. M.; CUNHA, A. B. Os custos da má qualidade na secagem de madeira em estufa. 1998. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART066.pdf . Acesso em: 10 nov. 2020.
- SANTOS, G.R.V. dos. Otimização da secagem da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden]. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.
- SILVA, J. de C. Madeira de eucalipto: desafios e oportunidades. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. **Anais** [<https://docplayer.com.br/22065596-Madeira-de-eucalipto-desafios-e-oportunidades.html>]. Viçosa: UFV, 2012. 6p.
- SILVA, J. de C. Nós de Madeira. Revista da Madeira, Curitiba, n.58, dez. 2001.
- SCHIAVO, F. G. **Análise do processo produtivo de molduras de madeira**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.