

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

Tifani Castanha Crepaldi

Avaliação do rendimento e trabalho produtivo de uma serraria no município de Morro Grande, SC

Curitibanos, SC

2021

Tifani Castanha Crepaldi

Avaliação do rendimento e trabalho produtivo de uma serraria no município de Morro Grande, SC

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.

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

Curitibanos, SC

2021

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

Crepaldi, Tifani Castanha

Avaliação do rendimento e trabalho produtivo de uma
serraria no município de Morro Grande, SC / Tifani Castanha
Crepaldi ; orientadora, Karina Soares Modes, 2021.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

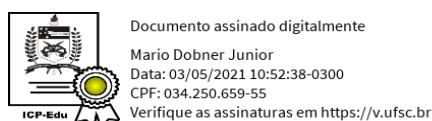
1. Engenharia Florestal. 2. Madeira serrada. 3. Pinus
spp. 4. Trabalho produtivo. I. Modes, Karina Soares. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Florestal. III. Título.

Tifani Castanha Crepaldi

Avaliação do rendimento e trabalho produtivo de uma serraria no município de Morro Grande, SC

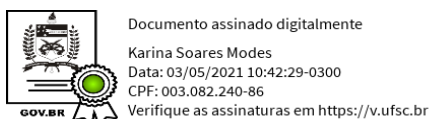
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 16 de abril de 2021.

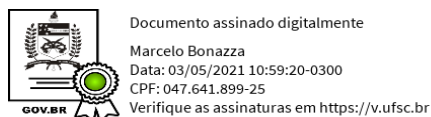


Prof. Mario Dobner Junior, Dr.
Coordenador do Curso

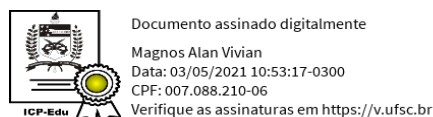
Banca Examinadora:



Prof^ª. Karina Soares Modes, Dr^ª.
Orientadora Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Magnos Alan Vivian, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã, que sempre me apoiaram ao longo de toda minha jornada acadêmica, incentivando e apoiando em todos os momentos.

À minha orientadora, pela paciência, compreensão, apoio e disponibilidade ao longo de todo o processo de desenvolvimento e execução do presente trabalho.

Aos professores, por todo o conhecimento transmitido.

Aos meus amigos, pelo apoio, parceria e companheirismo durante todos os momentos bons e também os difíceis.

À empresa Macrian Madeiras e seus colaboradores, por permitir e auxiliar a realização do trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento em madeira serrada e o trabalho produtivo de uma serraria de pequeno porte no município de Morro Grande, Santa Catarina. Para o rendimento, utilizaram-se duas sequências de desdobro (aleatório e ordenado) em serra fita simples para toras de *Pinus* spp. classificadas em três classes diamétricas: Classe 1 (22,0 a 29,9 cm); Classe 2 (30,0 a 37,9 cm) e Classe 3 (38,0 a 45,9 cm). Para a amostragem do trabalho produtivo, foram realizadas 602 observações sistemáticas da atividade de desdobro em serra fita simples que foram classificadas em trabalho produtivo e tempo perdido, sendo o tempo perdido subdividido entre trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras. Observou-se um rendimento médio de 55,8% e 53,5% para as sequências aleatória e ordenada, respectivamente, e um rendimento médio geral de 54,7%. Dentre as classes diamétricas, apenas a classe de toras de menor diâmetro teve rendimento significativamente inferior às outras classes para ambas as sequências. A proporção de trabalho produtivo observada foi de 43,1%, e de tempo perdido de 56,9%, sendo destes 23,1% de tempo ocioso, 25,6% de demoras e 51,2% de trabalho não produtivo, tendo como interrupção mais significativa o recuo morto do carro porta toras seguido de atividades realizadas de forma manual. Pode-se considerar o rendimento médio observado adequado para o desdobro de *Pinus* spp. Para o aumento do trabalho produtivo na unidade de processamento avaliada, recomenda-se uma maior automação do carro porta toras bem como da atividade de abastecimento e manejo das toras.

Palavras-chave: Madeira serrada. *Pinus* sp. Trabalho produtivo.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the yield in sawn wood and the productive work of a small sawmill in the municipality of Morro Grande, Santa Catarina. For the yield, two unfolding sequences (random and ordered) were used in a simple band saw for *Pinus* spp. logs classified in three diametric classes: Class 1 (22.0 to 29.9 cm); Class 2 (30.0 to 37.9 cm) and Class 3 (38.0 to 45.9 cm). For the sampling of productive work, 602 systematic observations were made of the splitting activity in a single band saw, which were classified into productive work and lost time, with the lost time subdivided between non-productive work, idle time and delays. An average yield of 55.8% and 53.5% was observed for the random and ordered sequences, respectively, and an overall average yield of 54.7%. Among the diametric classes, only the smallest log class had a significantly lower yield than the other classes for both sequences. Among the diametric classes, only the smallest log class had a significantly lower yield than the other classes for both sequences. The proportion of productive work observed was 43.1%, and 56.9% of lost time, of which 23.1% were idle, 25.6% were delays and 51.2% were non-productive, as the most significant interruption, the dead retreat of the log carrier followed by activities carried out manually. The observed average yield can be considered adequate for the development of *Pinus* spp. In order to increase productive work in the evaluated processing unit, greater automation of the log carrier is recommended, as well as of the supply and management of logs.

Keywords: Saw wood. *Pinus* sp. Productive work.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	9
1.1.1	Objetivo Geral.....	9
1.1.2	Objetivos Específicos	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	O GÊNERO <i>Pinus</i>	10
2.2	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.....	10
2.3	PRODUTIVIDADE EM SERRARIAS.....	12
3	METODOLOGIA.....	14
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA SERRARIA	14
3.2	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.....	16
3.2.1	Análise dos dados.....	18
3.3	DETERMINAÇÃO DO TRABALHO PRODUTIVO.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1	RENDIMENTO DE MADEIRA SERRADA	21
4.2	AMOSTRAGEM DO TRABALHO PRODUTIVO	23
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29
	APÊNDICE A – PLANILHA DE AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DO TRABALHO PRODUTIVO E TEMPO PERDIDO E RESPECTIVA NATUREZA DA OPERAÇÃO EM INTERVALOS DE 2 MINUTOS.....	33
	APÊNDICE B – PLANILHA DE AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.	34

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro possui grande destaque, sendo referência mundial em florestas plantadas. De acordo com a Associação Catarinense de Empresas Florestais – ACR (2019), o alto potencial produtivo se deve a fatores favoráveis, como suas condições edafoclimáticas, investimentos em avanços tecnológicos e adequação de técnicas silviculturais e de manejo. Existe uma ampla diversidade de produtos gerados a partir da atividade florestal, devido à abundância de recursos florestais, sendo os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* os mais comercializados no país. A ACR (2019) ainda informa que, no estado de Santa Catarina, a área destinada às florestas plantadas em 2018 totalizava 828,9 mil hectares. Destes, 553,6 mil hectares destinavam-se ao cultivo do gênero *Pinus*.

A madeira serrada é definida pela norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12551 (ABNT, 2002) como “Madeira resultante do desdobro de toras, por meio de cortes longitudinais, com auxílio de serra ou outro equipamento equivalente.” As dimensões das seções de cada peça de madeira serrada determinam sua nomenclatura, definida pela norma NBR 14807 (ABNT, 2002).

A madeira serrada de pinus é base para a produção de diversos produtos de maior valor agregado, em sua maior parte aplicados nas indústrias moveleira, embalagens e de construção civil (KRONKA, 2005; ACR, 2019). Na construção civil, a madeira serrada pode ser utilizada, segundo Morikawa (2003) de forma temporária em formas de concreto armado, na forma de caixarias, para a construção de vigas, pilares e lajes, além de escoras, tapumes e barreiras de proteção, como bandejas para fechamento periférico. Esse tipo de aplicação permite o uso de madeira com qualidade inferior à utilizada para outros setores da indústria, como laminação e moveleira, pois a presença de nós vivos e a ocorrência de fungos emboloradores e manchadores não comprometem sua utilização, além de contar com um desdobro facilitado.

Shimzu (2008) e Batista *et al.* (2015) atribuem o atraso técnico e carência técnica presente em indústrias de madeira serrada de pequeno porte, como serrarias de pequena capacidade produtiva, como impeditivos ao desenvolvimento de processos de gerenciamento, ocasionando desperdícios e subutilização de recursos técnicos e financeiros, além de reduzir a competitividade destes empreendimentos no mercado florestal. Também segundo Batista *et al.* (2015), a utilização de ferramentas de avaliação do rendimento e trabalho produtivo proporciona o diagnóstico da distribuição das atividades e seus gargalos e permite o

desenvolvimento de ferramentas administrativas e a identificação de possíveis melhorias, contribuindo para o uso racional da matéria-prima e aumento da produtividade com redução de custos.

Com relação a este aspecto, o rendimento em madeira serrada está atrelado à lucratividade do empreendimento, e a avaliação desse parâmetro serve como suporte para avaliar o nível de impacto da qualidade da matéria-prima utilizada ou adequações do tipo de maquinário utilizado no processamento. Já a amostragem do trabalho possibilita verificar a proporção de tempo gasto pelas atividades que envolvem o desdobro da madeira a fim de dar subsídios para a identificação dos gargalos ao aumento da produtividade.

O resultado das informações coletadas no presente estudo, possibilitará a unidade de processamento avaliada uma análise para posterior tomada de decisão tanto no que se refere a padronização do tipo de matéria-prima que ingressa na produção, como na qualificação da mão de obra e racionalização das atividades com resultados positivos nos lucros, aumento da competitividade de seus produtos e não menos importante no uso racional dos recursos naturais utilizados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar o rendimento em madeira serrada e o trabalho produtivo de uma serraria de pequeno porte localizada no município de Morro Grande, SC.

1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar a influência da classe de diâmetro sobre o rendimento em madeira serrada;

Determinar a influência do sequenciamento (aleatório e ordenado) das toras por classe de diâmetro na linha de produção sobre o rendimento em madeira serrada;

Determinar o percentual de trabalho produtivo e tempo perdido;

Caracterizar a natureza das atividades enquadradas como tempo perdido e o percentual de participação no processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O GÊNERO *Pinus*

Introduzido na Região Sul do Brasil entre as décadas de 60 e 70, o gênero *Pinus* surgiu como alternativa ao uso da madeira de *Araucaria angustifolia*, espécie nativa em esgotamento na região como citado por Lambert (2008). A adesão da cultura se atribui, de acordo com Santini *et al.* (2000), às suas características físicas e mecânicas permitirem aplicações similares, e contribuição para a redução do corte de florestas naturais, segundo informações de Aguiar *et al.* (2014).

As condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento, como as temperaturas mais baixas nos meses de inverno, proporcionaram a adesão e produtividade significativa do gênero em Santa Catarina, onde predominam os plantios de *Pinus taeda*, conforme ACR (2019).

Sua madeira apresenta coloração clara, variando de branca a amarelada, e em Santa Catarina destina-se a diversas cadeias produtivas, tal qual celulose e papel, resinas, construções, dormentes, laminação, móveis e madeira serrada (AGUIAR *et al.*, 2014; KRONKA *et al.*, 2015). Na construção civil, a madeira serrada de pinus possui aplicação leve externa e interna, em mourões, pontaletes, calhas, elementos de cobertura, esquadrias em geral e tabuado em geral, além de usos decorativos e estruturais (AGUIAR *et al.*, 2014).

Segundo a ACR (2019), em 2018 Santa Catarina contava com área plantada de pinus equivalente a 553.602 hectares, estando destes apenas 7.136 hectares localizados na mesorregião Sul do estado.

2.2 RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA

Conforme ACR (2019), em 2018, a produção de madeira serrada de *Pinus* spp. representou cerca de 7,84 milhões de m³ no Brasil. Em Santa Catarina, o segmento caracteriza-se principalmente por indústrias de pequeno e médio porte com tecnologia intermediária, administração familiar, concentradas em polos nas regiões de Caçador, Curitibanos e Rio Negrinho. De acordo com dados do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras (IBAMA, 2020), em 2020 o estado de Santa Catarina contava com 2.061 indústrias

de madeira ativas que realizam a atividade de serraria e desdobro da madeira. Destas, 57 localizam-se na microrregião de Araranguá, no Extremo Sul Catarinense.

Para obtenção das peças, o desdobro das toras pode se dar em duas principais metodologias, radial ou tangencial, sendo estas realizadas de acordo com o objetivo. O desdobro radial se dá a partir da divisão da tora em quatro partes iguais, posicionadas na serra a 90° em relação à face que será cortada; apresenta menor rendimento, sendo mais utilizado em espécies de maior valor agregado, por gerar peças de maior valor estético. Em contrapartida, o desdobro tangencial é capaz de proporcionar melhor aproveitamento das toras (JUIZO *et al.*, 2014), sendo realizado iniciando-se a partir de uma face e retirando tábuas ou pranchas simultaneamente até chegar a medula, por vezes descartada, e o bloco é rotacionado e desdobrado a partir da outra face (SHIGUE, 2018).

O rendimento em madeira serrada é definido pela relação entre o volume de madeira roliça que dá entrada na linha de produção e o volume em peças de madeira serrada obtido ao fim do processo, e segundo Biasi e Rocha (2007), sofre variações de acordo com o tipo e tamanho da indústria madeireira, equipamentos e capacidade tecnológica, espécies utilizadas e características dos produtos beneficiados. Marchesan (2012) complementa indicando o efeito do diâmetro, tortuosidade, conicidade, presença de bifurcações, nós, rachaduras e outros defeitos presentes nas toras no rendimento. Além disso, a dependência das decisões tomadas pelo operador no processo de desdobro, a partir de sua programação de modelo de corte realizada de forma diretamente visual, é capaz de afetar o aproveitamento das toras e conseqüentemente seu rendimento (WILLISTON 1978 *apud* JORGE 2017). Para *Pinus*, os rendimentos tendem a variar de 37 a 65% (ROCHA, 2002; MURARA JÚNIOR *et al.*, 2013; BATISTA *et al.*, 2015).

Identificar as necessidades, desafios e potencialidades existentes em processos produtivos de pequenas empresas permite a melhoria na gestão estratégica, promovendo o aumento da participação da empresa no mercado, com maior vantagem competitiva e redução nos custos e desperdícios, tal qual indica Carolino (2013).

Desta forma, o controle de produção focado no rendimento é capaz de proporcionar redução nas perdas em resíduos como costaneiras, pó de serra, ponta de peças e maravalha, redução dos custos de insumos energéticos, formando uma base de informações econômicas e financeiras importante, colaborando para o sucesso do negócio (BIASI; ROCHA, 2007; GARCIA *et al.*, 2012).

2.3 TRABALHO PRODUTIVO EM SERRARIAS

O estudo do trabalho produtivo por meio da avaliação e medição do trabalho permite descrever e assim melhor compreender a relação entre as entradas e saídas de trabalho, quais as variáveis que afetam o processo produtivo, tal qual sua distribuição e influência. As metodologias de estudos de tempo fornecem dados importantes para o estabelecimento de padrões de planejamento da produção, avaliação da produção existente, determinação de custos e orçamentos e balanceamento das estruturas e recursos de acordo com a capacidade de produção (MARTINS; LAUGENI, 2005; MAGAGNOTTI; SPINELLI, 2012).

O método de amostragem do trabalho baseia-se em uma avaliação simplificada, em que o observador realiza observações sistemáticas de um processo, e para cada observação deve ser atribuído um status ou classificação (BATISTA *et al.*, 2013; MARTINS, 2017).

De acordo com Magagnotti e Spinelli (2012), a amostragem por frequência consiste em observar o processo em intervalos fixos ou aleatórios pré-determinados e registrar a etapa do processo realizada naquele momento específico, obtendo assim a frequência relativa dos diferentes elementos do ciclo de trabalho.

É indispensável determinar tolerâncias em interrupções no trabalho, considerando as necessidades pessoais dos operadores, visando proporcionar descanso e alívio dos efeitos da fadiga. Martins e Laugeni (2005) determinam como suficiente uma tolerância para atendimento às necessidades pessoais equivalente a 5% do turno de trabalho e cerca de 20% para alívio da fadiga em condições de trabalho normal. Desta forma, o trabalho produtivo ideal do processo deve ser mantido por volta de 75%.

As observações do trabalho podem ser classificadas em tempo produtivo, sendo aquele em que o conjunto homem e máquina resulta no desdobro da madeira, e tempo perdido (BATISTA; CARVALHO, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2013), que pode ser ainda subdividido em trabalho não produtivo, quando o conjunto está a realizar atividade diferente à produção de madeira, como recuo do carro porta-toras e troca de lâmina; tempo ocioso, em razão da falta de matéria-prima; e demoras, resultantes da má operação do sistema (ABREU *et al.*, 2005; SILVA, 2010; MONTEIRO *et al.*, 2013).

Abreu *et al.* (2005) ainda indica que a realização de avaliações do estudo do trabalho visa suprir a ausência de programas de controle da qualidade em serrarias capazes de abranger

o estudo da distribuição do tempo empregado em cada atividade produtiva e não-produtiva, identificando os problemas e desperdícios do processo.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA SERRARIA

O estudo foi conduzido em uma unidade de processamento de toras localizada no município de Morro Grande, na microrregião de Araranguá, Extremo Sul do estado de Santa Catarina (Figura 1), caracterizada como uma serraria de pequeno porte de acordo com classificação determinada por Rocha (2002), devido ao seu volume diário de toras processadas ser inferior a 50 m³.

Figura 1 – Localização do município de Morro Grande em relação a Santa Catarina (A) e da Macrian Madeiras em relação ao município (B), com vista aérea da serraria (C).



Fonte: Google Earth (2021).

A empresa Macrian Madeiras LTDA é responsável pela produção de pranchas, pranchinhas, tábuas, sarrafos e ripas destinadas à construção civil a partir do desdobro de toras do gênero *Pinus* de plantios oriundos das mesorregiões do Sul Catarinense e Nordeste Rio-Grandense. A operação de desdobro é conduzida por seis colaboradores.

A serraria realiza as operações de desdobro primário e secundário em uma serra fita simples, modelo SFO-3, fabricada pela Metalúrgica Turbina LTDA no ano de 1983, cujo volante possui 1,10 m de diâmetro, carro porta toras com avanço pneumático (Figura 2) com capacidade de acomodar toras com até 8,0 metros de comprimento e até 120 cm de diâmetro. Todo o processamento das toras ocorre na serra fita e as pranchas cuja largura necessita de ajustes é conduzida para operação de refilo em refiladeira de serras circulares múltiplas sem modelo definido com espaçamento entre serras de 50, 80, 100, 125, 150, 200, 250 e 300 mm.

Figura 2 – Serra fita vertical simples com carro porta toras.

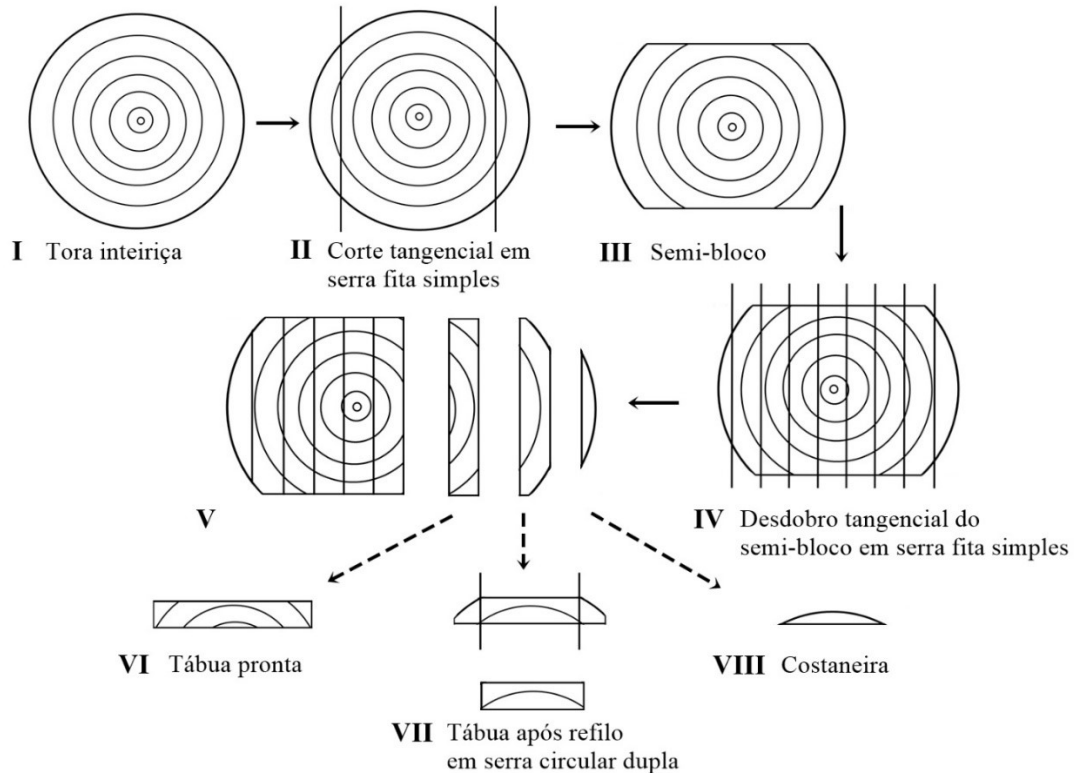


Fonte: A autora (2021).

Na figura 3 consta o fluxograma do processo de desdobro. A operação de desdobro adotada na empresa envolve as seguintes etapas: ainda no pátio, as toras são traçadas com uso de motosserra Stihl modelo 381 para o comprimento nominal desejado. Transportadas por meio de trator Massey Ferguson 275 e implemento tipo garfo, as toras são alocadas em trilhos e manualmente direcionadas e acopladas ao carro porta toras com auxílio de ferramenta alavanca de ferro tipo pé-de-cabra. Na serra fita simples, o operador do carro porta toras realiza a remoção de duas costaneiras em lados opostos da tora (II) formando um semi-bloco (III), que na sequência é reposicionado manualmente com auxílio da alavanca de ferro tipo pé-de-cabra e canha vira-toras sobre o carro porta toras para a retirada de tábuas com 2,4 cm de espessura a partir de cortes sucessivos no sistema de cortes paralelos/tangentes aos anéis de crescimento (IV e V). Nesse processo, são geradas pranchas já dimensionadas (VI) com espessura de 2,4 cm e largura dependente do diâmetro da tora desdobrada, variando entre 15,0 e 45,0 cm de largura, peças com necessidade de refilo (VII) e costaneiras (VIII). As costaneiras são manualmente conduzidas até esteira de correias que leva as peças até um picador para produção de cavacos.

As tábuas desdobradas e refiladas são manualmente empilhadas para formar os chamados “pacotes”, pilhas contendo 1 m³ de tábuas de cada largura produzida que serão dispostas em pátio para secagem ao ar livre.

Figura 3 – Fluxograma da operação de desdobro.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

3.2 RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA

A determinação do rendimento no desdobro de toras em madeira serrada se deu para o desdobro primário em serra fita simples. Avaliou-se 30 toras de *Pinus* sp. classificadas em três classes diamétricas (Tabela 1) com 10 unidades cada. Visto que a linha de produção não conta com destopadeira, as toras foram previamente traçadas no pátio para o comprimento padrão de 3,05 m com uso de motosserra.

Tabela 1 – Classes diamétricas para desdobro e determinação do rendimento em madeira serrada.

Classe diamétrica	Número de toras	Diâmetro na ponta fina (cm)	Comprimento (m)
1	10	22,0 - 29,9	3,05
2	10	30,0 - 37,9	3,05
3	10	38,0 - 45,9	3,05

As toras foram separadas em dois lotes, cada qual contendo 5 toras de cada classe diamétrica, diferenciados quanto à sequência de desdobro. No primeiro lote (Aleatório), as toras

ingressaram na linha de produção aleatoriamente, independente da classe de diâmetro. No segundo lote (Ordenado), as toras ingressaram na linha de produção ordenadas segundo a classe de diâmetro a que pertenciam, tendo início com as toras finas (Classe 1), médias (Classe 2) e grossas (Classe 3). As toras de ambos os lotes foram identificadas e mensuradas para determinação do volume da tora antes do desdobro.

A mensuração do volume das toras foi realizada de acordo com o método de Smalian (Equação 1) a partir da circunferência nas duas extremidades, convertida para diâmetro de acordo com a equação 2, e do comprimento das toras, ambos obtidos com auxílio de fita métrica com precisão de 0,1 cm.

$$V_{t_{cc}} = \frac{\pi * (D_1^2 + D_2^2)}{80.000} * L \quad (1)$$

Onde: $V_{t_{cc}}$: volume com casca da tora (m^3); D_1 e D_2 : diâmetros das extremidades da tora (cm);
L: comprimento da tora (m).

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

Onde: D: diâmetro da extremidade da tora (cm); C: circunferência da extremidade da tora (cm);
 π : constante (3,1415)

As tábuas resultantes de cada tora e lote foram identificadas, segundo a tora de origem, com uso de giz branco e tiveram o volume mensurado (Equação 3). Para isso, foram realizadas duas medições da espessura e largura a 10 cm de cada extremidade das peças, com auxílio de paquímetro analógico com precisão de 0,1 cm e trena com precisão de 0,1 cm, respectivamente. O comprimento das peças também foi mensurado com trena.

$$V_{mi} = L * b * e \quad (3)$$

Onde: V_{mi} : volume da peça serrada (m^3); L: comprimento da peça (m); b: largura média da peça (m); e: espessura média da peça (m).

O volume total de madeira serrada por tora foi obtido a partir do somatório do volume das peças individuais obtidas de cada tora por meio da equação 4.

$$Vms = \sum_{i=1}^n Vmi \quad (4)$$

Onde: Vms: volume de madeira serrada (m³); Vmi: volume de cada peça individual (m³).

O rendimento em madeira serrada foi calculado a partir da equação 5.

$$R (\%) = \frac{Vms}{Vt_{cc}} * 100 \quad (5)$$

Onde: R (%): rendimento em madeira serrada, em porcentagem; Vms: volume de madeira serrada (m³); Vt_{cc}: volume com casca da tora (m³).

3.2.1 Análise dos dados

Para a análise do rendimento em madeira serrada utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial em software R com aplicação R Studio. Foram analisados os fatores: classe de diâmetro com 3 níveis (classes 1, 2 e 3) e sequência de desdobro com 2 níveis (aleatório e ordenado). Fez-se o teste de Shapiro-Wilk para a homogeneidade de resíduos, seguindo-se a ANOVA simples, e quando detectada diferença significativa entre os tratamentos, foi empregado o teste de Tukey, em nível de 1% e 5% de probabilidade de erro.

3.3 DETERMINAÇÃO DO TRABALHO PRODUTIVO

Para estudo do tempo gasto em cada operação desempenhada pelo conjunto homem máquina na linha principal de produção da serraria, aplicou-se uma amostragem piloto, objetivando a determinação do número ideal de observações necessárias para quantificação do tempo produtivo, de maneira que a avaliação fosse representativa das características da unidade de processamento avaliada.

A amostragem piloto se deu no turno vespertino, correspondente ao horário das 13:00 às 17:45 horas, no qual se realizou observações a cada 2 minutos, totalizando 97 observações

da atividade, que foram enquadradas em trabalho produtivo, aquele no qual o conjunto homem máquina está efetivamente desdobrando madeira, e tempo perdido, quando está ocorrendo outra atividade que não o desdobro durante o tempo destinado à operação.

Posteriormente, a determinação do número de amostras (N) a serem coletadas na linha de produção foi realizada com base na equação 6. Para tal, foi adotado um nível de significância de 5% e erro máximo de $\pm 4\%$, conforme sugerido por Magnago (2015).

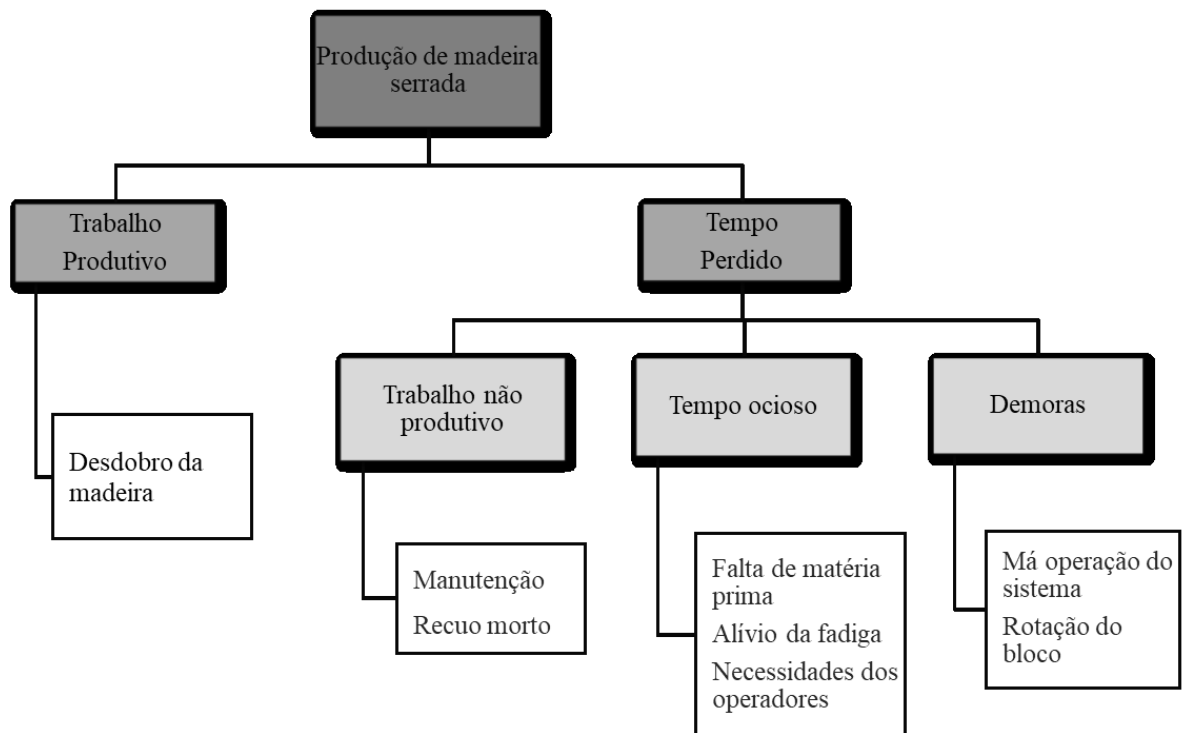
$$N = \left(\frac{z^2 * p * q}{e^2} \right) \quad (6)$$

Onde: N: número real de amostras; z: desvio normal padrão para o nível de confiança desejado; p: menor proporção avaliada na amostragem piloto; q: $1 - p$; e: erro máximo por nível de precisão.

De posse do número de observações reais a serem realizadas, foi conduzida a avaliação que consistiu na observação também sistemática das atividades de desdobro conduzida na serra fita vertical simples no decorrer de um período cujo número de observações atingisse no mínimo o valor de “N” calculado. As atividades observadas com intervalo de tempo de 2 min foram classificadas em trabalho produtivo e tempo perdido. Este último por sua vez, segundo sua natureza, foi classificado em trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras (Figura 4).

Para as atividades de trabalho não-produtivo foram atribuídas aquelas relacionadas à manutenção e recuo morto. Como tempo ocioso, categorizaram-se as interrupções causadas pela falta de matéria prima e necessidades pessoais dos colaboradores. Foram classificadas como demora interrupções causadas em razão da má operação do sistema, mudança de bitola, carregamento da matéria-prima e virada manual do bloco. As classificações foram adotadas baseadas nos trabalhos de Salvador (2013) e Röper (2018).

Figura 4 – Fluxograma da classificação das observações.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RENDIMENTO DE MADEIRA SERRADA

A análise estatística descritiva dos dados pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados de diâmetro das toras e rendimento em madeira serrada para cada sequência de desdobro e classe diamétrica.

Variável	Determinação	Aleatório			Ordenado		
		Classes de diâmetro					
		1	2	3	1	2	3
Diâmetro	Nº de amostras	5	5	5	5	5	5
	Média (cm)	26,0	33,8	40,3	24,5	32,2	40,2
	Mínimo (cm)	21,9	31,2	38,2	23,3	30,0	34,3
	Máximo (cm)	28,2	37,6	41,6	25,4	34,6	45,7
	CV (%)	9,8	7,9	3,7	3,3	5,6	12,0
Rendimento	Nº de amostras	5	5	5	5	5	5
	Média (%)	50,2	58,4	58,8	44,4	57,8	58,4
	Mínimo (%)	44,6	48,3	52,7	33,5	48,7	50,3
	Máximo (%)	54,3	69,2	64,1	50,1	63,8	66,1
	CV (%)	7,2	13,4	8,1	14,3	10,3	10,6

Legenda: 1= 22,0 a 29,9 cm; 2 = 30,0 a 37,9 cm; 3= 38,0 a 45,9 cm; CV= Coeficiente de variação.

O resumo da análise de variância para o rendimento em madeira serrada para as toras das classes de diâmetro e sequência de desdobro avaliado (lote), bem como a interação, constam na tabela 3.

Tabela 3 – Análise de variância da classe diamétrica e interação.

Variável	Valor-p
Lote (L)	0,30772
Classe (C)	0,00030
L x C	0,53080

Como se pode observar na tabela 3, a classe de diâmetro utilizada exerceu influência significativa sobre o rendimento no desdobro de toras a 1% de significância. Já a sequência de ingresso das toras no processamento (aleatório e ordenado) não promoveu influência

significativa no rendimento observado, bem como a interação entre os fatores classe de diâmetro e sequência de desdobro.

Os rendimentos médios e o respectivo teste de médias Tukey para os fatores avaliados constam na tabela 4.

Tabela 4 – Teste de Tukey para o rendimento médio em madeira serrada.

Classe	Rendimento (%)	
	Aleatório	Ordenado
1	50,2 Ab	44,4 Ab
2	58,4 Aa	57,8 Aa
3	58,8 Aa	58,4 Aa
Média	55,8	53,5
Média Geral	54,7	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si.

De acordo com o teste de médias o rendimento médio das toras submetidas as duas sequencias de desdobro (aleatório e ordenado) são estatisticamente iguais, indicando que a ordem de entrada das toras não impacta diretamente no rendimento em madeira serrada, independente da classe diamétrica.

Já em relação ao rendimento entre as classes de desdobro observa-se que o valor médio das toras pertencentes a classe 1 foi estatisticamente inferior ao observado para as classes 2 e 3, cujos valores não diferiram.

A tendência de redução no rendimento em toras de menores diâmetros também foi observada por Murara Junior *et al.* (2005) e Murara Junior *et al.* (2013) para desdobro convencional e programado de *Pinus taeda* e por Marchesan *et al.* (2018) no estudo com três espécies amazônicas. Já Cunha *et al.* (2016) em estudo com toras de *Cupressus lusitanica* em metodologia de desdobro tangencial observou relação inversamente proporcional entre rendimento e aumento da classe diamétrica, tendo sido atribuído este comportamento a não adaptação dos modelos de corte utilizados para a espécie.

O rendimento médio geral encontrado neste trabalho, de 54,7%, encontra-se nos intervalos de 35,95 a 67,63% obtido por Guera (2017) para *P. caribea* var. *caribea* e de 32,6 a 61,7% encontrados por Cardoso Júnior (2008) para *Pinus* spp.; é superior ao obtido por Manhiça *et al.* (2012) em metodologia não-programada de desdobro de *Pinus* spp., (49,01%); e por Biasi e Rocha (2003), cujo rendimento médio obtido foi de 43,17%; e superior à média

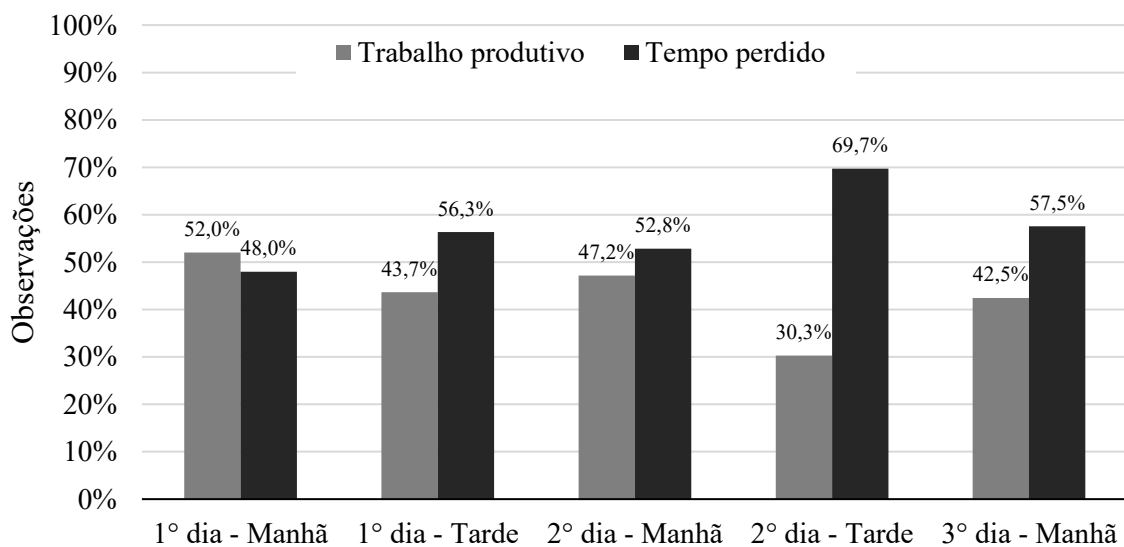
de 49,89% para os sortimento de 18,1 a 42,0 mensurado por Lengowski *et al.* (2017) para *Pinus* spp. em desdobro não programado.

De modo geral, o rendimento médio obtido para ambas as sequências de desdobro é superior ao registrado em outros estudos com *Pinus* spp. utilizando-se de metodologia convencional de desdobro. Murara Júnior *et al.* (2013) determinaram rendimentos de 45,35%, 46,75% e 46,62% para classes diamétricas com amplitudes equivalentes às classes 1, 2 e 3, o que indica um aproveitamento adequado das toras desdobradas no presente estudo.

4.2 AMOSTRAGEM DO TRABALHO PRODUTIVO

Utilizando-se a amostragem piloto, foi possível a determinação de um número ideal de amostras de no mínimo 590 observações. Ao longo de três manhãs e duas tardes de avaliação, considerando os turnos com duração das 8 horas às 11 horas e 45 minutos no período matutino e das 13 horas às 17 horas e 45 minutos no período vespertino, foram realizadas 602 observações. A relação da distribuição percentual entre trabalho produtivo e tempo perdido pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Porcentagem de trabalho produtivo e tempo perdido em cada período avaliado.



Fonte: A autora (2021).

A média de trabalho produtivo observada na análise foi de 43,1%, atingindo o valor mais alto (52,0%) durante a manhã do primeiro dia de avaliação e mínima de 30,3% ao turno da tarde do segundo dia de avaliação.

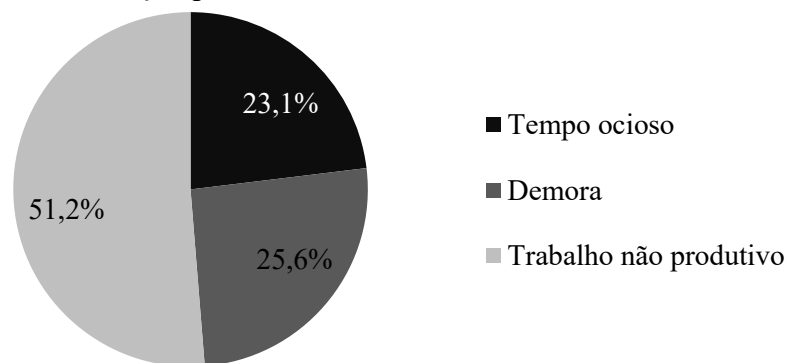
Martins e Laugeni (2005) consideram necessário, em um turno de 8 horas, o dispêndio de tempo necessário para a atendimento das necessidades pessoais do trabalhador de até 5%, e de 20% para alívio da fadiga, resultando em trabalho produtivo ideal correspondendo a 75%. Na unidade de processamento avaliada, não foi possível atender o mínimo estabelecido pela literatura.

O trabalho produtivo médio observado foi inferior aos 69,69% registrado por Silva (2010), em serraria com mesma metodologia de desdobro tangencial em serra fita vertical simples; aos 72% de Salvador (2013), em metodologia de desdobro principal por serra fita vertical simples e desdobro secundário em serra fita resserradeira; e aos 76,23% de Röper (2018), por meio de desdobro primário em serra circular dupla seguido de corte do semi-bloco em serra circular múltipla.

Durante o ciclo do processo produtivo, que realiza todo o desdobro primário das toras em serra fita simples, o recuo morto configura parte essencial e indispensável do ciclo. No entanto, o tempo necessário para o retorno do carro porta toras até o ponto inicial para que se dê seu avanço e a próxima passagem da tora pela serra é considerado trabalho não produtivo por autores como Salvador (2013), Batista *et al.* (2013) e Batista *et al.* (2015). Sendo assim, é necessário o dispêndio de tempo no movimento, resultando na redução do tempo de trabalho efetivo.

O tempo perdido representou em média 56,9% do tempo de avaliação, tendo mínima e máxima de 48,0% e 69,7%, respectivamente. Destes, interrupções classificadas como trabalho não-produtivo foram responsáveis pelo maior percentual de perda em produtividade, seguido por demoras e tempo ocioso (Figura 6).

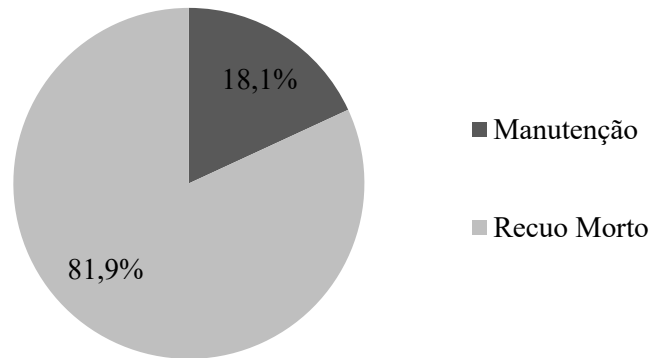
Figura 6 – Distribuição percentual das atividades classificadas como tempo perdido.



Fonte: A autora (2021).

A participação percentual das interrupções classificadas como trabalho não produtivo pode ser observada na figura 7.

Figura 7 – Participação percentual das interrupções classificadas como trabalho não produtivo.



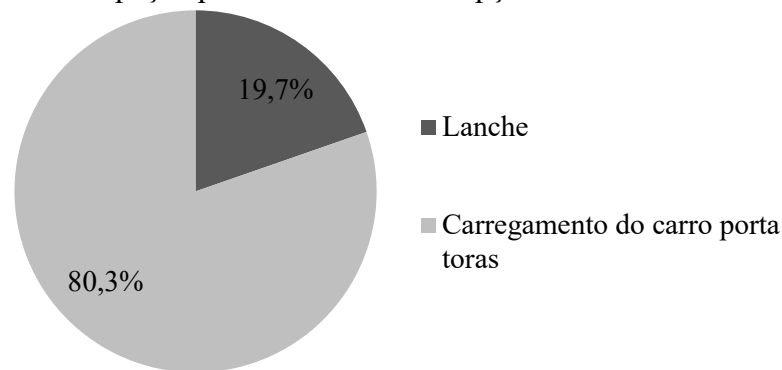
Fonte: A autora (2021).

Dentre as interrupções classificadas como trabalho não produtivo, o recuo morto do carro porta toras foi responsável por 81,9% das observações dessa modalidade. A redução do tempo dispendido por meio da melhoria da velocidade de retorno e avanço do carro porta toras, por ajuste ou substituição dos motores ou sistema de movimentação, pode colaborar com a redução do tempo não produtivo da operação, reduzindo as perdas de tempo e energia do processo. Tal melhoria pode ser capaz de aproximar o desempenho da operação aos apenas 9,85% de trabalho não produtivo obtido por Silva (2010).

As manutenções, relativas às atividades de substituição da serra fita, ajuste da guia da serra fita, limpeza da serra fita e calibração da distância entre os volantes da serra, foram responsáveis por 18,1% das atividades categorizadas como trabalho não produtivo. Durante o período da tarde do segundo dia de avaliação, a redução do trabalho produtivo se deu em razão da necessidade de calibração e ajuste dos volantes e substituição da serra fita no início do turno, colaborando para a máxima de tempo perdido obtida no estudo. A reorganização da operação e implantação de um planejamento de manutenção preditiva e preventiva seria capaz de otimizar a operação e melhorar o resultado operacional, conforme sugerido por Costa (2013).

A figura 8 detalha a descrição das atividades classificadas como tempo ocioso com respectivo percentual de participação.

Figura 8 – Participação percentual das interrupções classificadas como tempo ocioso.



Fonte: A autora (2021).

O carregamento manual do carro porta toras foi responsável por 80,3% das interrupções classificadas como tempo ocioso, em razão do tempo necessário para que o operador realize a rolagem da tora até o carro e ajuste da tora nas travas hidráulicas de forma que a peça fique encaixada da melhor forma para o desdobro suceder-se corretamente. A otimização do processo de abastecimento do carro porta toras, por meio da aquisição e implantação de um sistema unitizador de toras precedido por uma mesa receptora de toras com sistema de correntes para abastecimento automatizado, poderia reduzir as perdas em tempo e força de trabalho necessário para o carregamento.

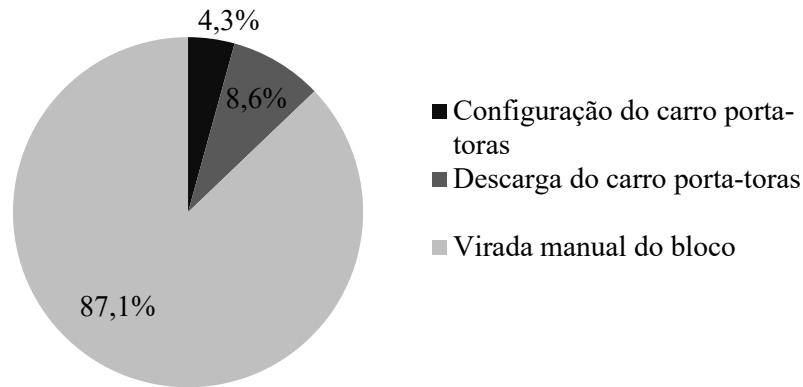
As necessidades pessoais dos operadores, neste estudo classificadas como a pausa destinada ao café ou lanche, corresponderam a 19,7% do tempo classificado como ocioso, representando 2,0% de todas as observações, ficando assim em conformidade com o limite de 5% de interrupções destinadas à esta classe estabelecidos por Martins e Laugeni (2005).

A figura 9 detalha a descrição das atividades classificadas como demora e seu respectivo percentual de participação.

Também relativa à necessidade de uso da força de trabalho do colaborador, a necessidade de virada manual do bloco durante seu desdobro apresentou expressiva participação dentre o tempo perdido classificado como demora. A falta de uma garra pneumática viradora ou equivalente acoplada ao carro porta toras ocasionou 87% do tempo de demora, equivalente a 10,1% de todas as observações realizadas durante a análise.

A demora para descarga das pranchas do carro porta toras pelo colaborador responsável por receber as peças após o desdobro correspondeu a 9% do tempo classificado como demora, seguido pela demora em decorrência da necessidade de configuração da bitola do carro porta toras no painel eletrônico.

Figura 9 – Participação percentual das interrupções classificadas como demora.



Fonte: A autora (2021).

A grande expressividade das observações de tempo perdido relativas à necessidade de uso de mão de obra braçal, serve como indicativo de que há um potencial de incremento do trabalho produtivo por meio da implantação de equipamentos que mecanizem partes do ciclo de desdobro que estão sendo realizadas manualmente. A aquisição de maquinários secundários para resserragem do semi-bloco produzido na serra fita traria agilidade ao processo de desdobro, reduzindo o efeito gargalo ocasionado no desdobro primário em razão do tempo perdido.

5 CONCLUSÃO

O rendimento em madeira serrada não diferiu significativamente entre a sequência de desdobro aleatória e ordenada, não tendo sido observado efeito da ordenação das toras antes do desdobro.

Pode-se considerar o rendimento médio observado adequado para o desdobro de *Pinus*.

A classe 1 (22,0 a 29,9 cm) apresentou rendimento inferior à classe 2 (30,0 a 37,9 cm) e classe 3 (38,0 a 45,9 cm) em ambas as sequências de desdobro.

O trabalho produtivo médio se deu abaixo do recomendado pela literatura.

O trabalho produtivo foi reduzido em maior proporção pelas atividades classificadas como trabalho não produtivo, seguido de demora e tempo ocioso. No trabalho não produtivo, a maior contribuição foi dada pelo recuo morto do carro porta toras.

Para o aumento do trabalho produtivo na unidade de processamento avaliado, recomenda-se a redução do tempo necessário para o recuo do carro porta toras e a substituição de atividades como o abastecimento de toras e virada do bloco, realizados de forma manual, por equipamentos automatizados, reduzindo a mão de obra e tempo necessário.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. A.; LATORRACA, J. V. F.; CARVALHO, A. M. Eficiência operacional de serra fira: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 1, p. 44-49, 2005.
- AGUIAR, T. B.; SOUZA, V. A.; SHIMIZU, J. Y. **Cultivo do Pinus**. 2011. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3715&p_r_p_-996514994_topicoId=3228. Acesso em: 23 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12551**: Madeira Serrada – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14807**: Peças de madeira serrada – Dimensões. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina 2019**. 2019. Disponível em: <http://www.acr.org.br/uploads/biblioteca/Anuario_ACR_2019_atualizado.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2021.
- BATISTA, D. C.; SILVA, J. G. M.; CORTELETTI, R. B. Desempenho de uma serraria com base na eficiência e na amostragem do trabalho. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 271-280, abr./jun. 2013.
- BATISTA, D. C. *et al.* Desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte do município de Alegre, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 487-496, mar. 2015.
- BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 95-108, jan./abr. 2007.
- BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. **Rendimento em serraria de *Pinus elliottii***. 2003. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Voluntario_101.pdf. Acesso em: 16 maio 2021.
- CARDOSO JR., A. A. **Inovação tecnológica na obtenção de madeira serrada de pinus com uso de programa otimizador de desdobro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- CAROLINO, J. O. **Gestão da Qualidade nas Pequenas Empresas**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Gestão da Qualidade) – Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- COSTA, M. A. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CUNHA, A. B. *et al.* Rendimento em madeira serrada de *Cupressus lusitanica* Mill por meio do sistema de desdobro tangencial. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 205-214, mar. 2016.

GUERA, O. G. M. **Modelos matemáticos para auxílio à tomada de decisão no processo produtivo de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barr. & Golf. na Empresa Florestal Integral Macurije, Pinar Del Río, Cuba.** 2017. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais.** 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDY5OTI2NmVhYS00YjNiLWEzMDItMjU4OTFIZjM0YmM4IiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>. Acesso em: 26 abr. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019.** 2017. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

JORGE, A. C. M. **Avaliação do trabalho produtivo de uma unidade de processamento de madeira em Curitibaanos, SC.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Santa Catarina, Curitibaanos, 2017.

JUIZO, C. G. F.; ROCHA, M. P.; BILA, N. F. B. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 4, p. 543-550, out./dez. 2014.

KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. **A cultura do Pinus no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.

LAMBERT, 2018. **Crescimento de diferentes espécies de *Pinus* spp. na região serrana de Santa Catarina.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

LENGOWSKI, E. C.; FUCK, S. C.; BONFATTI JUNIOR, E. A. Estimativa do ganho em rendimento no desdobro da madeira de *Pinus* spp. utilizando modelagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Campinas: Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/cbctem/papers/estimativa-do-ganho-em-rendimento-no-desdobro-da-madeira-de-pinus-spp--utilizando-modelagem>. Acesso em: 01 maio 2020.

MAGAGNOTI, N.; SPINELLI, R. (ed.). **Good practice guidelines for biomass production studies.** Sesto Fiorentino: CNR IVALISA, 2012.

MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MARTINS, C. A. S. **Melhoria da eficiência de um setor de trabalho de soldadura manual**. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MANHIÇA, A. A.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYC JÚNIOR, R. Rendimento e Eficiência no Desdobro de *Pinus* sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 409-420, abr./jun. 2012.

MONTEIRO, T. C. *et al.* Avaliação do desdobro de toras de *Eucalyptus* para a obtenção de peças estruturais. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 357-364, jul./set. 2013.

MORIKAWA, M. S. **Materiais alternativos utilizados em fôrmas para concreto armado**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MURARA JÚNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa de Rendimento em Madeira Serrada de *Pinus* para Duas Metodologias de Desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 556-564, out./dez. 2013.

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

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

RÖPER, J. G. **Desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte no município de Curitibaanos – SC**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos, 2018.

SALVADOR, F. M. **Desempenho operacional de uma serraria na microrregião de Polo Linhares, Espírito Santo**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

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. 85-93, 2000.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Coletânea de Informações Socioeconômicas de Santa Catarina**. 2014. Disponível em:

<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SC/Anexos/Colet%c3%a2nea%20de%20informa%c3%a7%c3%b5es%20socioecon%c3%b4micas%20de%20SC.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SHIGUE, E. K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SHIMIZU, J. Y. (ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

SILVA, J. G. M. **Desempenho e amostragem do trabalho de uma serraria no município de Alegre, Espírito Santo**. 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

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

**APÊNDICE A – PLANILHA DE AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DO TRABALHO
PRODUTIVO E TEMPO PERDIDO E RESPECTIVA NATUREZA DA OPERAÇÃO
EM INTERVALOS DE 2 MINUTOS.**

Data / /	Avaliador Tifani C. Crepaldi		
OBSERVAÇÃO	TRABALHO PRODUTIVO	TEMPO PERDIDO	OCORRÊNCIA
08:00			
08:02			
08:04			
08:06			
08:08			
08:10			
08:12			
08:14			
08:16			
08:18			
08:20			
08:22			
08:24			
08:26			
08:28			
08:30			
08:32			
08:34			
08:36			
08:38			
08:40			
08:42			
08:44			
08:46			
08:48			
08:50			
08:52			
08:54			
08:56			
08:58			
09:00			
09:02			
09:04			
09:06			
09:08			
09:10			
09:12			
09:14			
09:16			
09:18			
09:20			
09:22			

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

