

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS KADOWAKI KATTO

APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA EM UMA SERRARIA NA CIDADE DE
CURITIBANOS – SANTA CATARINA

Curitiba
2021

LUCAS KADOWAKI KATTO

APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA EM UMA SERRARIA NA CIDADE DE
CURITIBANOS – SANTA CATARINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal da Universidade
Federal do Paraná como requisito à obtenção do
título de Graduando.

Orientador: Prof. Dr. Julio Eduardo Arce

Curitiba
2021

LUCAS KADOWAKI KATTO

APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA EM UMA SERRARIA NA CIDADE DE
CURITIBANOS – SANTA CATARINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal da Universidade
Federal do Paraná como requisito à obtenção do
título de Graduando.

Curitiba, ___ de _____ de ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.

Universidade

Prof. Dr.

Universidade

Prof. Dr.

Universidade

Dedico este trabalho aos meus avós maternos e paternos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Raul Yoshimiti Katto e LuelyKadowaki Katto, a união dos dois sempre foi e será um exemplo em minha vida e à minha querida irmã, Luciana TiemiKadowaki Katto, essencial durante a realização deste trabalho.

Ao Curso de Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pelos momentos únicos vividos, amizades construídas e vivência com grandes mestres e profissionais.

Ao orientador do presente trabalho, Prof. Dr. Júlio Eduardo Arce, pelo apoio recebido durante a execução do estudo e todos os conselhos apesar das dificuldades impostas pela distância física.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar nos momentos difíceis, que além de colegas tornaram-se eternos amigos.

À minha namorada Thayse Bonassi Carniel, por ter me acompanhado em momentos bons e ruins, em toda essa caminhada desde o começo da pandemia.

RESUMO

O Município de Curitibanos, localizado no Estado de Santa Catarina, tem na indústria da madeira um importante pilar econômico. No Município, predominam serrarias de pequeno porte. Este trabalho analisou a aplicação do programa MaxiTora na serraria de pequeno porte, Estruture Madeiras LTDA. O programa MaxiTora otimiza o processo de desdobro mediante a uma simulação de modelos de desdobro para diferentes diâmetros de toras. A análise das vantagens da aplicação do MaxiTora foi feita por meio do método comparativo entre os dados obtidos antes e depois da aplicação do programa. Para tal experimento, foi comparada a produção da serraria no mesmo intervalo de tempo em 2020 e 2021. Após a aplicação do programa, foi possível observar que o programa auxiliou no gerenciamento da serraria, resultando no melhor aproveitamento da matéria prima e da geração de produtos de maior valor agregado. O aumento na produção foi significativo, sendo que, com o MaxiTora obteve-se uma média de 410,7312 m³ serrado na serraria, quando, no mesmo período do ano anterior, a média foi de 253,8836 m³. De tal modo, foi possível concluir que a utilização da solução tecnológica MaxiTora resultou na diminuição dos custos de produção e, conseqüentemente, no aumento do rendimento da serraria de pequeno porte na qual foi realizado o presente estudo.

Palavras-chave: Processamento da Madeira. Solução Tecnológica. Produção. Rendimento. Serraria. Madeira serrada. Modelos de desdobro

ABSTRACT

The Municipality of Curitibanos, located in the State of Santa Catarina, has an important economic pillar in the wood industry. In the Municipality, small sawmills predominate. This work analyzed the application of the MaxiTora program in the small sawmill, Estrutura Madeiras LTDA. The MaxiTora program optimizes the break-down process by simulating break-out models for different log diameters. The analysis of the advantages of the application of MaxiTora was made through the comparative method between the data obtained before and after the application of the program. For this experiment, the production of the sawmill was compared in the same period of time in 2020 and 2021. After applying the program, it was possible to observe that the program helped in the management of the sawmill, resulting in better use of raw material and the generation of products of greater added value. The increase in production was significant, with the MaxiTora achieving an average of 410.7312 m³ sawn in the sawmill, when, in the same period of the previous year, the average was 253.8836 m³. Thus, it was possible to conclude that the use of the MaxiTora technological solution resulted in a reduction in production costs and, consequently, in an increase in the efficiency of the small sawmill in which this study was carried out.

Keywords: Wood Processing. Technological Solution. Production. Performance. Sawmill. Lumber. Sawn models

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 — Localização de Curitibanos no Estado de SC	13
Figura 1 — Croqui do posicionamento dos equipamentos na serraria utilizada no desdobro de toras de pinus	17
Figura 2 — Programa MaxiTora	18
Figura 3 — Fluxograma do Desdobro Convencional.....	25
Quadro 1 — Período de maio até outubro de 2020.....	27
Quadro 2 — Madeira serrada no período.....	28
Figura 4 — Produtos Inseridos no Maxitora	29
Figura 5 — Uma tora de 20 cm de diâmetro	Error! Bookmark not defined.
Figura 6 — Uma tora com um diâmetro de 25 cm.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 7 — Uma tora com um diâmetro de 30 cm.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 8 — Uma tora com um diâmetro de 35 cm.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 9 — Uma tora com um diâmetro de 40 cm.....	Error! Bookmark not defined.
Quadro 3 — Período de Maio ate Outubro de 2021	29
Quadro 4 — Diferença entre m ³ de romaneio e m ³ serrado	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL.....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1	RENDIMENTO DE UMA SERRARIA	11
3.2	ATIVIDADE MADEIREIRA NO MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC.....	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	16
4.2	OBTENÇÃO DE DADOS.....	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	CENÁRIO ANTERIOR À APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA	24
5.2	A APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA.....	25
5.3	AS VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A indústria madeireira é importante para a economia do planalto catarinense, tendo influenciado de forma direta o desenvolvimento socioeconômico da região. A floresta nativa do planalto catarinense é a mata de araucária, porém, a desordenada exploração inicial levou ao quase esgotamento desta floresta nativa, tendo sido necessária a troca para processamento de madeira de florestas plantadas, em especial de pinus.

A madeira de pinus possui menor diâmetro que a araucária e, também, resulta em um produto final de menor valor agregado. Por tal razão, surge a questão relativa à busca de modos de se manter um rendimento competitivo para o mercado, com uma matéria prima de um ciclo de rotação menor com as propriedades físicas, mecânicas e de durabilidade semelhantes.

No planalto catarinense, predominam as serrarias de pequeno porte, que, para se manterem competitivas em um mercado disputado, precisam garantir a redução dos custos de produção. Diante de tal quadro, este trabalho objetiva analisar a aplicação da solução tecnológica MaxiTora, da empresa Optimber Prime, a fim de se verificar se a utilização de tal programa é vantajosa, especialmente, no que tange ao rendimento.

O MaxiTora é um otimizador de toras que simula diferentes modelos de desdobro, com uma boa base de diâmetro para produtos da serraria. Conforme Heinrich (2010, p. 13) a "simulação de sistemas pode ser utilizada no planejamento da produção de serrarias, na busca de melhorias de processos, contribuindo para a competitividade das empresas no mercado".

Pretende-se, portanto, demonstrar que a aplicação de soluções tecnológicas é uma alternativa viável para a otimização do rendimento de uma serraria de pequeno porte.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a aplicação do programa MaxiTora, em uma serraria no Município de Curitiba/SC.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Demonstrar as vantagens da aplicação do programa MaxiTora no processo produtivo de uma serraria no Município de Curitiba/SC.

Comparar o cenário antes e após a inserção do programa MaxiTora.

Analisar aspectos relativos ao rendimento em uma serraria de pequeno porte.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RENDIMENTO DE UMA SERRARIA

Rocha (2002a, p.2) define serrarias da seguinte forma:

Chama-se de serraria, o local onde toras são recebidas, armazenadas e processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um determinado período para secagem.

No caso do Brasil, muitas vezes pode-se encontrar anexadas à serraria, ou mesmo no seu interior, unidades de beneficiamento. Porém, estas unidades nada têm a ver com a definição de serraria, ou seja, não são unidades de desdobro primário e sim unidades de usinagem de madeiras.

Dentre os modos de classificar uma serraria, a mais difundida é a proposta por Rocha (2002a), que defende que o modo mais eficiente de classificar uma serraria é pela sua produção. Para o autor, as serrarias podem ser classificadas como pequenas quando o consumo é de até 50 m³ de toras por dia ou turno, de médias, quando o consumo é de 50 a 100 m³ de toras por dia ou turno e de grandes quando o consumo é superior a 100 m³ por dia ou turno.

Historicamente, até a segunda metade do século XX, as serrarias focavam na exploração das florestas locais. Tal exploração ocorria de modo desordenado, com a mera extração das espécies madeireiras disponíveis, sem um foco em rendimento e, ainda menos, em sustentabilidade.

Em tal contexto, as serrarias instaladas na região sul do Brasil exploravam diretamente as florestas nativas, mediante, primeiro, serras de quadro e, depois, serras de fita, o que resultava em uma variedade de volantes de grandes diâmetros, sendo característica a baixa automação (Rocha, 2002b).

Todavia, tal configuração não era sustentável e, como consequência, levou ao quase esgotamento das florestas nativas. Paralelo a isto, ocorreu, na segunda metade do século XX, a chamada "Revolução Verde", movimento de modernização global da agricultura, caracterizado pela incorporação de inovações tecnológicas na produção, com a aplicação da ciência no meio rural e a ordenação do processo produtivo.

A escassez da matéria prima nativa, bem como o contexto subsidiado pela Revolução Verde, a criação de leis de incentivo fiscal para reflorestamento ensejaram o início da exploração a partir de florestas plantadas.

No sul do país, a exploração da mata de araucária deu lugar para a exploração, inicialmente, do pinus e, posteriormente, do eucalipto. O pinus é caracterizado pela boa qualidade de madeira, serve de matéria prima para diversas indústrias como a fabricação de painéis EGP, com alto valor agregado, principalmente para a fabricação de moveis para exportação. Tais características, logo, implicaram em uma perda de rendimento e obrigaram as serrarias a repensar a lógica de produção, a fim de garantir que o melhor resultado fosse obtido, no menor tempo possível.

Parte das serrarias nacionais passaram, então, a buscar a automação de seus processos, com a modernização de equipamentos e a utilização de tecnologias que otimizassem os custos de produção.

Nos últimos anos, especialmente, após a edição da Lei nº 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, surgiu, também, a preocupação ambiental. Para uma serraria, produz diversos produtos como cavaco, serragem, refilos, casca, madeira serrada. Destaca-se que a importância do melhor aproveitamento possível do resíduo se dá não apenas por questões ambientais, mas, também, por questões econômicas

Para uma serraria moderna atingir um bom nível de competição no mercado, é preciso diminuir os custos de produção e, para isso, é necessário o melhor aproveitamento possível da matéria prima, ou seja, faz-se essencial ter um resíduo de qualidade (Rocha, 2002b).

Explica Rocha (2002b):

Para uma serraria produzir 100 m³ de madeira serrada, são gerados aproximadamente 220 m³ de resíduos, considerando-se um rendimento de 45%. Portanto, quanto melhor for o aproveitamento do resíduo, melhor será o lucro obtido com o mesmo, reduzindo-se os custos de produção. É necessário que o serrador se preocupe em gerar um resíduo limpo, sem casca, com cavacos de dimensões convenientemente obtidas, a fim de que o mesmo possa ser utilizado como matéria prima para outras indústrias como as de chapas e celulose.

Grande parte das serrarias nacionais, ainda, não tem o nível de automação adequado para garantir competitividade e produtos de qualidade, o que afeta diretamente o rendimento destas.

3.2 ATIVIDADE MADEIREIRA NO MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC

No Município de Curitibaanos, Santa Catarina, predominam as serrarias fixas de pequeno porte. Curitibaanos é um Município localizado na Macrorregião da Serra Catarinense, entre as coordenadas geográficas de 27°16'44" de latitude Sul e 50°34'57" de Longitude WGR . O Município foi parte do movimento dos tropeiros, atividade comercial que, em momento prévio à construção e popularização de ferrovias e rodovias pavimentadas, era responsável por interligar polos econômicos nacionais.

Mapa 1 — Localização de Curitibaanos no Estado de SC



Fonte: Epagri

No caso específico de Curitiba, o território servia como pouso para os tropeiros que faziam o caminho do Rio Grande do Sul, produtor de gado, para São Paulo, consumidor de gado e os tropeiros que transportavam couro para Minas Gerais para ensacar ouro que era enviado para Portugal, por isso a rota era muito utilizada. À época, os vastos territórios do planalto catarinense eram cobertos pela floresta ombrófila mista, também conhecida como mata de araucária, e, logo, notou-se a possibilidade da exploração econômica da região, impulsionando a ocupação local.

Sobre a mata de araucária, explica Eduardo (1974, p. 16):

Este tipo de floresta constitui a formação florestal mais vasta do território catarinense, sendo que se estende por todo o planalto, excetuando-se os campos de Lages e a região do sudoeste do Estado (Anexo 1). Esta floresta, que de modo algum pode ser considerada homogênea, pois esta associada a uma variedade _ de outras espécies, entre as quais predominam: a imbuia (*Phoede porosa*); o cedro (*Ctdrelefissiles*), a ervamate (*Hexparaguayensis*), o pinheiro bravo (*Podo carpus*), a peroba (*Aspidospermopolynuron*) e a bracinga (*Mimosa scabrella*), e encontrada entre altitudes de 500 à 1.500 metros.

Serrarias de pequeno porte, então, foram instaladas pelo vasto território, dando início à vida econômica do Município. Como é característico de diversos Municípios do sul do país, inicialmente, o núcleo urbano, no qual ficava o centro político, era pequeno e a população se concentrava nas vilas rurais ao redor da sede.

Sobre o início da ocupação curitibanense, expõe Oliveira (2016, p.2)

Assim, chegou a ter dezenas de serrarias e vilas no entorno destas, entre as décadas de 1930 e 1960, sendo muitas vilas “independentes” da sede. Nestas, havia um grande número de empresas, entre estas madeireiras e de produção de “crina” (fibra utilizadas no fabrico de cadeiras) e uma rede de comércio e serviços. Com a presença destas vilas ao redor das fábricas e serrarias, aparecem lotes coloniais geralmente por ocupação. Com pouca terras, concentraram-se em uma agricultura de subsistência e adotou-se um modo de produção que tendia ao atendimento das necessidades familiares, impulsionando a criação de animais (galinhas, porcos, principalmente), com o excedente destinado ao comércio nos centros das vilas .

A partir da metade do século XX, Curitiba, no contexto do esgotamento da mata de araucária e da revolução verde, abordado no tópico anterior, passou pela

automação das serrarias locais e pelo processo de substituição da exploração da mata de araucária para o manejo das árvores de pinus e do eucalipto.

Como decorrência desta modernização do núcleo rural, que implicou na diminuição da necessidade de mão de obra, gradualmente, houve o deslocamento do campo para a cidade, com o fortalecimento dos núcleos urbanos.

Nota-se, portanto, a interligação entre a atividade madeireira e a história da cidade, não só em termos econômicos, mas, também, em termos de desenvolvimento social e ocupação urbana, dada a importância decisiva da indústria madeireira para a configuração atual do planalto catarinense.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O estudo foi realizado na serraria Estruture Madeira LTDA, localizada na rodovia Ulysses Gaboardi, Km 11, sentido Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no município de Curitibanos.

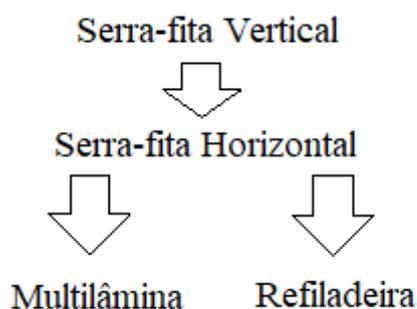
O município de Curitibanos, consoante o perfil do planalto catarinense, tem, no setor florestal, a predominância de serrarias de desdobro de toras de pinus. A serraria processa menos de 50 m³ de toras por dia, logo, é classificada como de pequeno porte, conforme a classificação de Rocha (2002).

Na serraria, trabalham cerca de 13 funcionários e são serradas toras de cerca de 20 centímetro de diâmetro, adquiridas, prioritariamente, das próprias fazendas da empresa e, secundariamente, de fazendas de terceiros. O comprimento das toras varia de 1,95m até 4,00m.

A serraria é equipada com duas serras-fita que fazem o desdobro, a primeira é uma vertical e a segunda é uma horizontal. O desdobro principal é feito com uma serra-fita vertical com diâmetro de volante 1,25 m e altura de corte máximo de 80 cm. As serras utilizadas nessa fita são de 115 mm de largura com 6,5 m de comprimento e espessuras de 1,2 mm. A segunda serra-fita, a de desdobro, é uma serra-fita horizontal com volantes de 1,25 m de diâmetro, com duas calhas para corte, as serras utilizadas são de 125 mm de largura, 8,3 m de comprimento e espessura de 1,2 mm.

Para o refilamento dessas madeiras, utiliza-se duas máquinas para o acabamento, ambas com serras circulares de 350 mm de diâmetro, dando uma altura de corte 102 mm. As máquinas têm um furo central de 70 mm para a entrada do eixo e dois canais de chaveta 18x4 mm. Uma dessas máquinas é uma serra circular multilâmina para serrar semi-blocos e a outra é mais utilizada para serrar uma variedade maior de larguras.

Figura 1 — Croqui do posicionamento dos equipamentos na serraria utilizada no desdobro de toras de pinus



Fonte: O autor (2021)

Onde neste processo a serra fita vertical processa a madeira serrada verde e o que resta desse processo são costaneiras e semi-blocos logo em seguida vai para a serra fita horizontal, nesse momento é feito a resseragem das costaneiras. Nas multilâminas é feito a resseragem do semi-bloco.

4.2 OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados para o trabalho foram obtidos a partir da análise da aplicação do programa MaxiTora, da empresa Optimber Prime e da leitura de referências bibliográficas, em especial as com foco na teorização do rendimento do desdobro da madeira.

Conforme demonstrado nos tópicos anteriores deste trabalho, é relevante a busca da otimização de resultados na área florestal. Ciente de tal demanda de mercado, a empresa foca na criação de soluções inovadoras para questões complexas, focando na combinação de tecnologia e métodos estatísticos e matemáticos.

Dentre os sistemas oferecidos, está o MaxiTora, otimizador de toras através da geração de modelos de desdobro, de acordo com o pedido de cada cliente e as necessidades cotidianas da serraria. O dado obtido a partir da aplicação do programa na serraria Estruture Madeira Ltda, portanto, é a principal fonte de dados do presente trabalho.

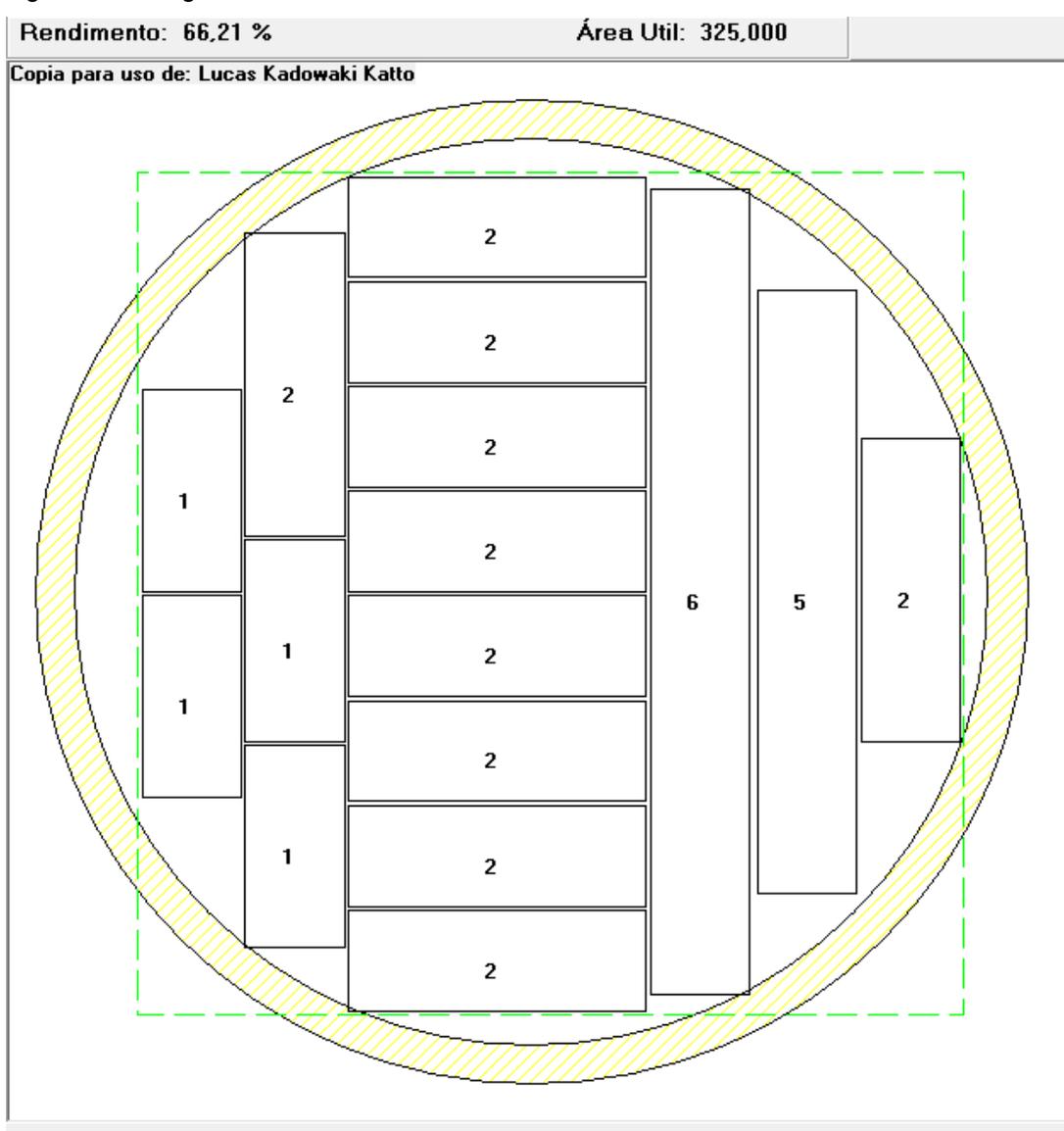
Para ilustrar o benefício do uso do programa, foi feito um experimento do começo do mês de maio de 2020 até o final do mês de outubro de 2020, no qual se

analisou os resultados produtivos da serraria. Então, repetiu-se o experimento, no mesmo intervalo de tempo em 2021, com as mesmas máquinas e equipamentos, porém, com uma gerência diferente, que optou pela utilização do MaxiTora.

Considerado que a análise foi feita nos mesmos meses de 2020 e de 2021 e que os mesmos equipamentos foram utilizados, entende-se que houve controle de variáveis no comparativo, permitindo a conclusão pela vantagem da aplicação do programa.

Na imagem abaixo, tem-se exemplo da aplicação do programa.

Figura 2 — Programa MaxiTora



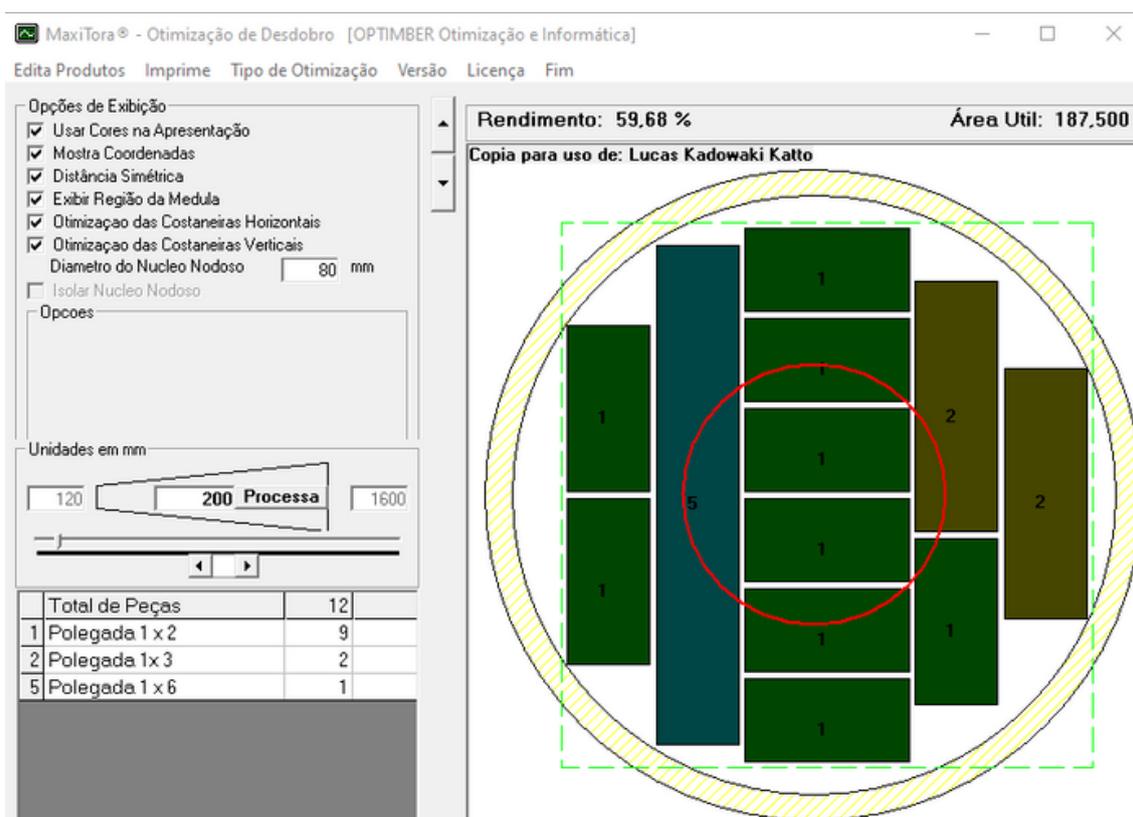
Fonte: O autor (2021)

O programa demonstra o total de peças que podem ser feitas com cada tipo de classe diamétrica, o que auxilia na compreensão de como direcionar a produção para se tirar o melhor proveito, diminuindo os resíduos e aumentando o rendimento da serraria.

O programa utilizado demonstra diagramas de desdobro das toras de madeiras com diferentes classes de diâmetro. Na serraria são utilizadas toras com classes de 20 a 40 cm de diâmetro, dependendo do produto que é necessário obter. Nos gráficos, há áreas sem nenhuma medida ou cores em razão da perda de madeira serrada verde bruta para a obtenção de um produto chamado biomassa. A biomassa é queimada nas estufas de algumas empresas da região.

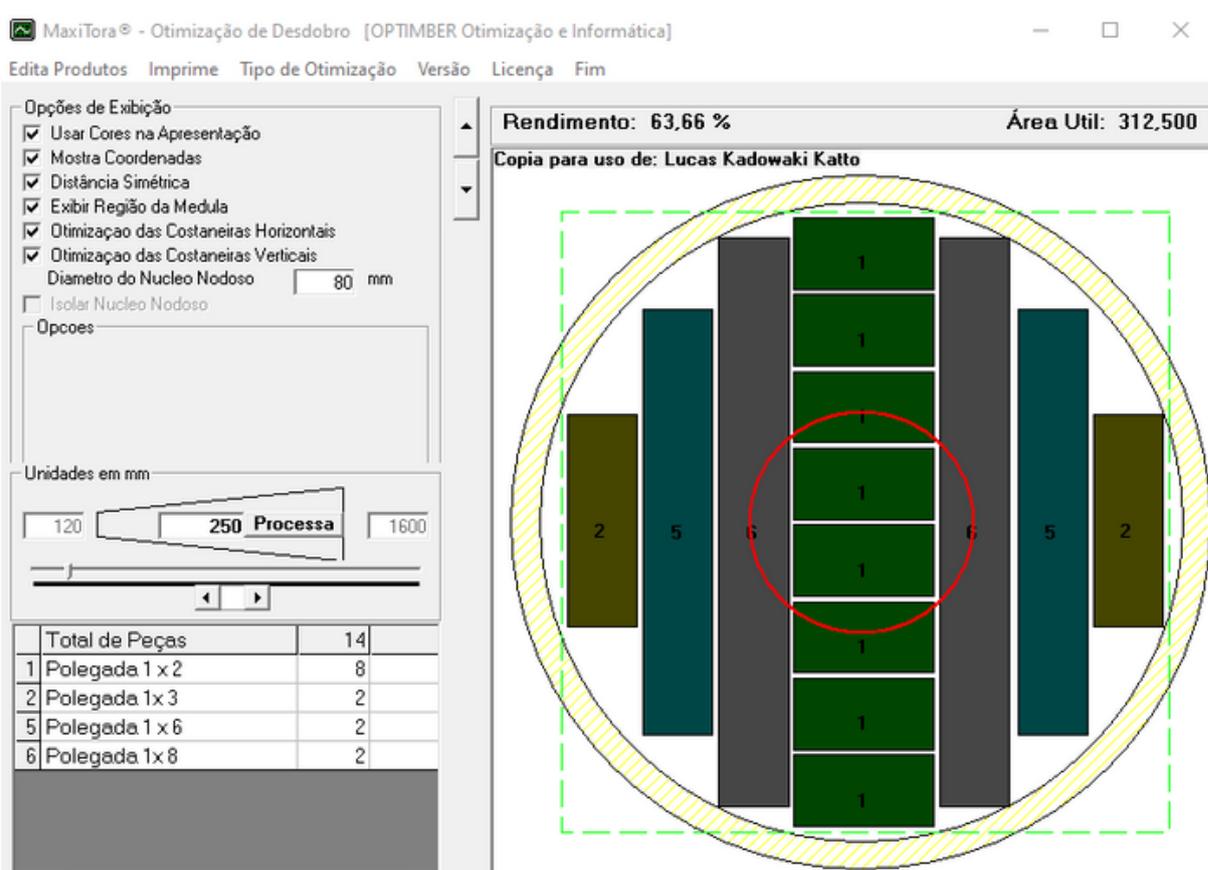
Apresenta-se abaixo os diagramas gerados pelo programa para as classes de toras necessárias na produção da serraria. Esses diagramas gerados para otimizar o desdobro de toras na serraria demonstra a quantidade de madeira que vai conseguir produzir e as outras partes em que irá sair os outros tipos de produtos, como serragem, cavaco.

Figura 5 — Uma tora de 20 cm de diâmetro



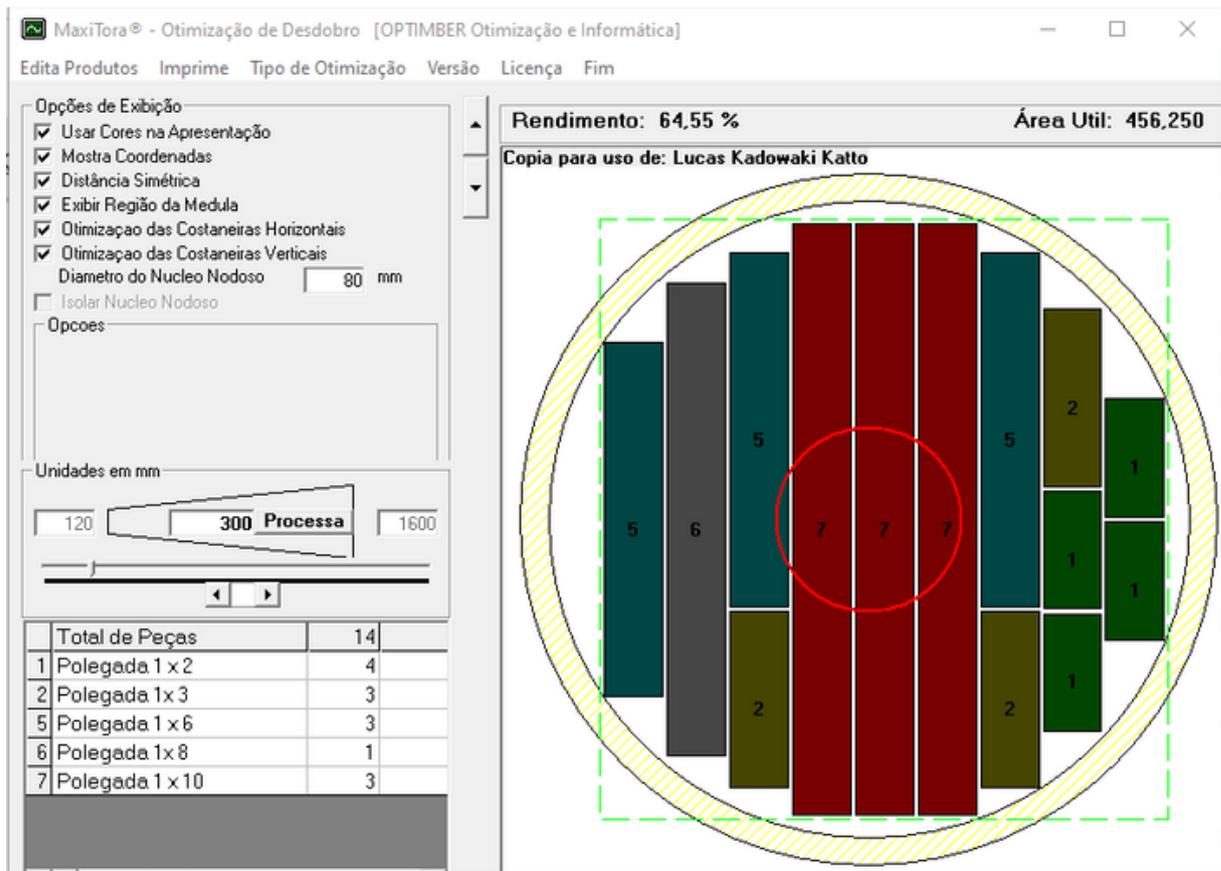
Fonte: O autor (2021)

Figura 6 — Uma tora com um diâmetro de 25 cm



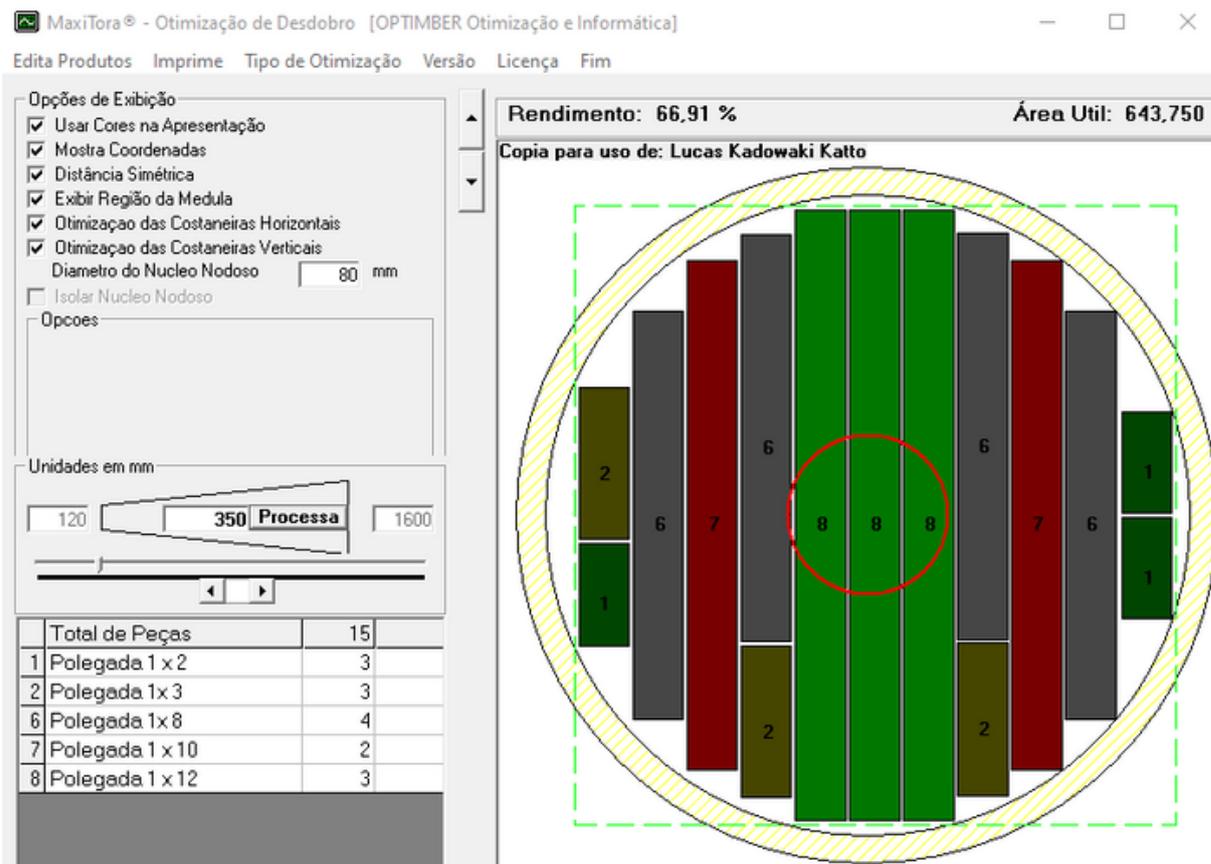
Fonte: O autor (2021)

Figura 7 — Uma tora com um diâmetro de 30 cm



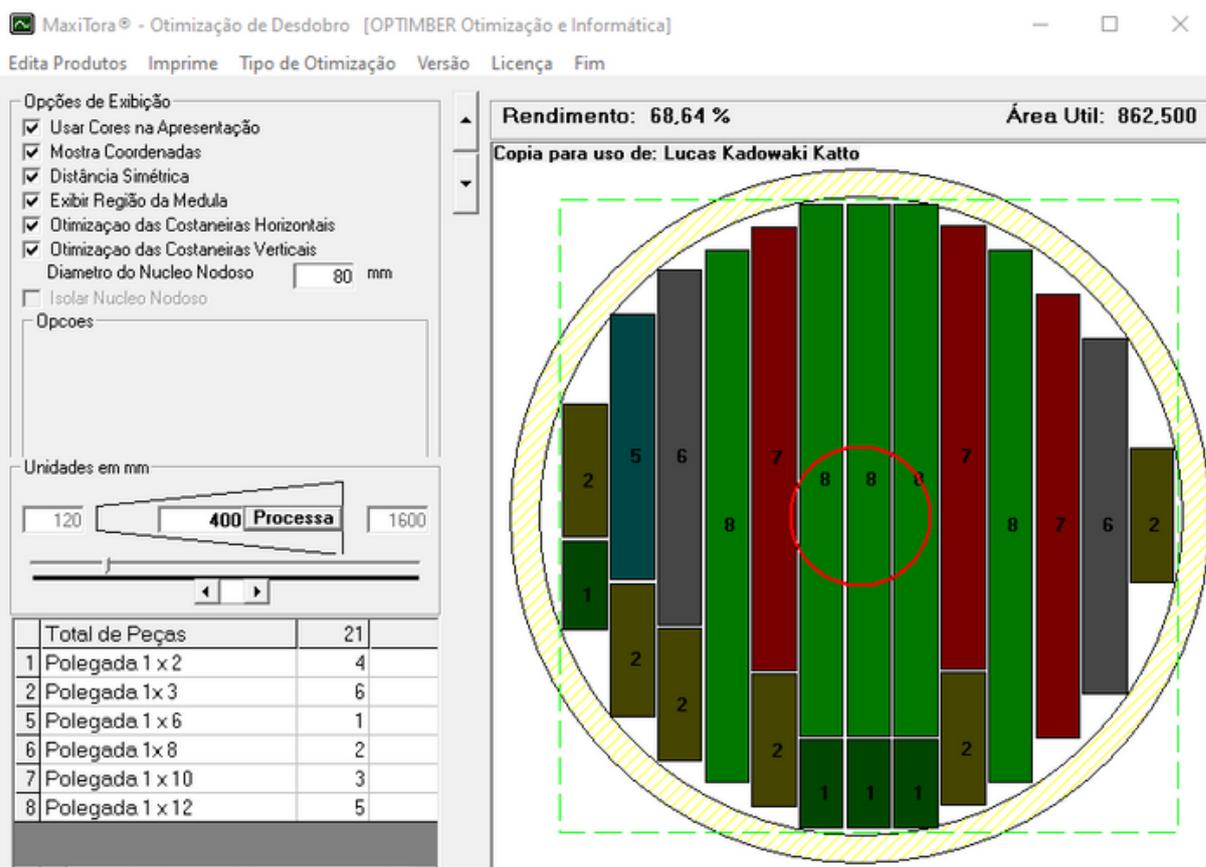
Fonte: O autor (2021)

Figura 8 — Uma tora com um diâmetro de 35 cm



Fonte: O autor (2021)

Figura 9 — Uma tora com um diâmetro de 40 cm



Fonte: O autor (2021)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CENÁRIO ANTERIOR À APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA

Anteriormente à aplicação do programa MaxiTora, a serraria Estruture Madeiras Ltda adotava a análise empírica para o desdobro, ou seja, as decisões eram tomadas a partir da observação visual dos operadores responsáveis pelos cortes.

De tal modo, para a transformação de toras em madeira serrada, eram utilizadas duas cargas de toras, contabilizando cerca de 63,8 toneladas de madeira. As operações na Estruture Madeiras, convencionalmente, eram feitas com serras fitas, com espessura de 1,2mm de lâmina. Costumavam ser utilizadas duas serras fitas, uma serra vertical e outra de desdobro no sentido horizontal. Para o ajuste de largura das peças, por sua vez, era utilizada uma serra circular com lâmina de 3,5 mm.

No processo de desdobro, as toras chegavam classificadas em sortimento específico. Ato contínuo, o processamento era definido pelo operador de serra fita horizontal (método não programado) com o auxílio de um operador de serras circulares, que verificavam o melhor produto e o melhor rendimento para a serraria.

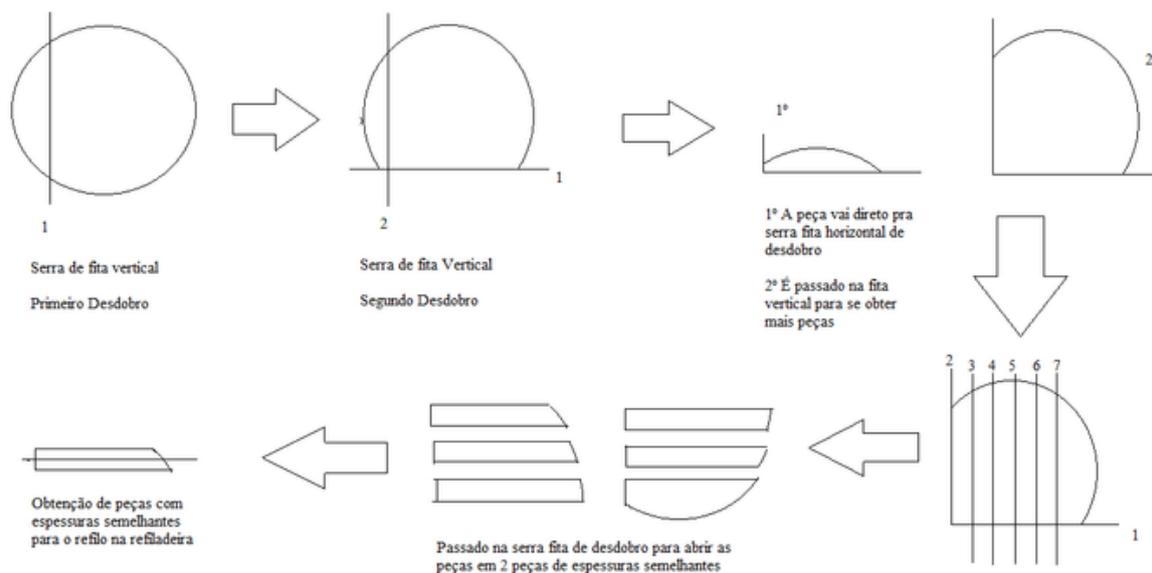
Os processos ocorrem na ordem em que estão na figura 3, que demonstra as toras que chegavam no estaleiro eram, então, colocadas na primeira etapa de fabricação, sendo serradas com a retirada de costaneiras. A espessura destas costaneiras que sai das toras pode variar de peças de uma até três polegadas, dependendo do produto e da classe do diâmetro da tora.

Na segunda etapa de fabricação, ocorre o tombamento das costaneiras ou dos blocos para o processamento na serra fita de desdobro, momento no qual as costaneiras e os blocos permanecem na espessura exata para a terceira etapa.

A terceira etapa consistia no dimensionamento para a determinação da largura da peça, que ficava entre 50 a 300 mm. Neste momento, o diâmetro da tora, determinava se seria utilizada a serra fita vertical para se ter como resultado o bloco de duas polegadas. Geralmente, tal processo era utilizado para as peças de 12 (doze) polegadas. Após o uso da serra fita vertical, o bloco era, então, dividido em

duas peças de mesma espessura na serra fita de desdobro, sem passar pela circular.

Figura 3 — Fluxograma do Desdobro Convencional



Fonte: O autor (2021)

O produto obtido de cada classe diamétrica pela madeira serrada era calculado utilizando a equação de volume. A medição era individual e, apenas depois, era calculado o valor de um conjunto de peças de mesma largura.

O rendimento destas toras era, então, obtido por meio de uma relação entre o volume total dos produtos obtidos de uma mesma largura e do volume total das toras pesado em balança e descarregado no pátio. A relação desse rendimento nessa etapa de processamento do modo convencional era de que a cada 3 a 3,5 toneladas de madeira geraria uma quantidade 1 metro cúbico (m³) de madeira serrada verde bruta, um rendimento bem baixo para uma serraria.

5.2 A APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA

Para a análise da aplicação do programa na serraria, gerou-se sugestões de modelos de corte no sistema, a partir das medidas pedidas pelos clientes da serraria. Ressalta-se que a maior parte dos modelos propostos pelo MaxiTora puderam ser reproduzidos na realidade fática.

Na reprodução dos modelos de corte propostos pelo programa, na minoria dos casos, o aproveitamento das peças não foi o desejado. Todavia, tais desvios, possivelmente, ocorreram devido a erros de manuseio do operador responsável por posicionar a tora em relação à serra. Em alguns casos, até mesmo o modo como a tora é posta no estaleiro e, então, serrada pode afetar o resultado final. Isso porque, a ponta grossa tem uma densidade maior do que a ponta e, se a parte da ponta grossa entrar na serra fita vertical antes da estabilização da tora, tem-se uma variação na costaneira, afetando o produto final por falta de estabilidade no momento de serrar. Essa variação pode afetar o rendimento pela perda de madeira serrada.

Feito o primeiro corte na tora, quando de forma correta, o acerto na localização dos cortes subsequentes é facilitado. Portanto, a importância da precisão no primeiro corte, precisão esta facilitada com os modelos obtidos por meio do MaxiTora.

O rendimento do MaxiTora não considera a conicidade, haja vista que o programa se baseia no diâmetro mínimo. Por tal razão, no caso de toras curtas, após o desdobro, observou-se um rendimento maior do que o esperado na serraria pelo fator das toras serem mais cilíndricas e menos cônicas. O programa considera o diâmetro da tora na ponta fina, as dimensões das peças e espessuras das serras utilizadas.

5.3 AS VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA MAXITORA

Em conformidade com a proposta da empresa Optimber Prime, a principal vantagem observada na aplicação do programa MaxiTora foi a facilidade de navegação e a agilidade na operação do programa. No cotidiano da empresa, o programa auxiliou no gerenciamento da serraria, por meio da geração de produtos de maior valor agregado e com um melhor aproveitamento da matéria prima, requisitos valorizados no mercado atual. Os produtos de maior valor agregados eram obtidos através do programa por demonstrar a quantidade de peças que são adquiridos utilizando a classe diamétrica inserida, essas peças são beneficiadas na fábrica para fazer parede, assoalho, forro, deck para vendas no varejo. Esses

produtos agregam valor na madeira serrada, sendo elas secas em estufas ou no ambiente aberto, e tratadas com produtos para proteger a madeira.

Apresenta-se, primeiramente, o quadro relativo ao período de maio a outubro de 2020.

Quadro 1 — Período de maio até outubro de 2020

Método Convencional	Produção em m ³ serrado
MAIO	266,4590
JUNHO	268,6678
JULHO	245,0080
AGOSTO	246,2600
SETEMBRO	222,9950
OUTUBRO	273,9120
MÉDIA	253,8836

Fonte: O autor (2021)

No período de maio de 2020 e outubro de 2020, a serraria adotou o método convencional, no qual o desdobro era feito de forma empírica. Na época, a produção era para o mercado interno, com foco especial na produção de madeira para caixaria e para beneficiamento, tendo-se a produção de forro, *deck*, para a construção civil.

Como se pode observar no quadro 1, teve-se uma média de 253,8836 m³ de madeira serrada. Nos meses com 20 dias úteis, contabilizando-se o trabalho de segunda a sexta feira, teve-se a produção diária de 12,6942 m³.

Esses valores retratam a produtividade da serraria no período, o rendimento nesse mesmo período dificilmente chegava em 2,3 á 2,7 para 1, isso é que a quantidade de madeira em toneladas serrada não chegava na conversão para 1 metro cúbico de madeira serrada essa seria o rendimento ideal. Geralmente neste período o rendimento chegava á 3 á 3,5 tonelada para 1 m³ com esse rendimento baixo pode se dizer que alguns fatores influenciavam a falta de mão-de-obra para o serviço dentro da serraria, problemas de manutenção durante o período de trabalho e a falta de organização pré-serviço e pós-serviço.

Quadro 2 — Madeira serrada no período

Espessura x Largura da Madeira
2,54 cm x 5,08 cm
2,54 cm x 7,62 cm
2,54 cm x 10,16 cm
2,54 cm x 12,70 cm
2,54 cm x 15,24 cm
2,54 cm x 20,32 cm
2,54 cm x 25,40cm
2,54 cm x 30,48 cm
5,08 cm x 5,08 cm
5,08 cm x 7,62 cm
5,08 cm x 10,16 cm
7,62 cm x 7,62 cm
7,62 cm x 10,16 cm

Fonte: O autor (2021)

A quantidade de madeira serrada, no que tange a espessura e largura, variava conforme as classes diamétricas das toras que chegavam na serraria e a demanda em que o setor de vendas da empresa e da fábrica para o beneficiamento via necessidade de serrar, tratar para seus devidos fins. Também, o referido setor de vendas observava a necessidade de ser ter uma reserva de madeira para situações de urgência ou manter o estoque em alta, sempre visando as vendas e o mercado aquecido para a utilização da madeira.

Passa-se, agora, à análise da aplicação do MaxiTora.

Figura 4 — Produtos Inseridos no Maxitora

Cadastro de Produtos								
Id	Nome	Espessura (mm)	Largura (mm)	Valor	Virar	Livre	SemiBloco	Costaneira
1	Polegada 1 x 2	26	54		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Polegada 1 x 3	26	78		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Polegada 1 x 4	26	104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Polegada 1 x 5	26	130		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Polegada 1 x 6	26	155		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Polegada 1 x 8	26	205		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Polegada 1 x 10	26	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Polegada 1 x 12	26	305		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Bloco 2 x 2	52	54		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Bloco 2 x 3	52	78		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Bloco 2 x 4	52	104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Bloco 3 x 3	78	78		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Bloco 3 x 4	78	104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Bloco 6 x 6	155	155		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I 15	Bloco 8 x 8	205	205		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Opcoes	
Espessura Serra Vertical	<input type="text" value="2"/>
Espessura Serra Horizontal	<input type="text" value="2"/>
Percentual Casca	<input type="text" value="2"/>
Otimizar por	<input checked="" type="radio"/> Volume <input type="radio"/> Valor
<input type="button" value="Ir para a Tela de Processamento"/>	

Fonte: O autor (2021)

Foram inseridos os produtos no *programa* para o máximo aproveitamento da tora, buscando obter o melhor rendimento. Os blocos de 155 x 155 mm e 205 x 205 mm, seriam utilizados apenas caso fosse preciso fazer alguma viga para construção, porém, em todo o período esta necessidade não surgiu.

Nas simulações para o melhor aproveitamento da madeira feitas no MaxiTora, em diversas variações de classe diamétricas. Quanto maior o diâmetro da tora, maior era o rendimento.

Apresenta-se os dados obtidos no período de maio a outubro de 2021, em que ocorreu a aplicação do programa MaxiTora.

Quadro 3 — Período de Maio ate Outubro de 2021

MaxiTora	Produção em m° em Romaneio
MAIO	227,7148

JUNHO	387,4420
JULHO	496,3890
AGOSTO	475,7850
SETEMBRO	478,0946
OUTUBRO	398,9623
MÉDIA	410,7312

Fonte: O autor (2021)

Neste período de maio de 2021 e outubro de 2021, foi pedido para que eu e o meu supervisor assumíssemos a gerencia e a produção da serraria para aumentar a produção e melhorar o rendimento dela, eu por ter feito o estagio na serraria e ter ficado por um ano acompanhando todo o processo e o meu supervisor que tinha experiência em processos produtivos assumimos tal ato, visto que nos dois não tinha tanta experiência para efetuar tal processo, utilizei o programa Maxitora para ter um norte e me auxiliar na gerencia da serraria. E o meu supervisor me auxiliou e apoiou em todo o processo para melhorar o rendimento da serraria e melhorar a produção com a experiência que ele obteve nos decorrer dos anos.

A produção diária teve um aumento significativo com a mesma equipe, com as mesmas máquinas e com o mesmo layout da serraria, isso fez com que a produtividade dela semanalmente e mensalmente, teve um aumento significativo na produção. Observou-se a obtenção de uma média de 410,7312 m³ serrado na serraria, quando, no mesmo período do ano anterior, a média foi de 253,8836 m³.

Ressalva-se que, a produção passou a ser contabilizada com o rendimento da madeira vendida e não de madeira serrada bruta, o que pode ter afetado o valor médio. A madeira serrada bruta seria a madeira que é serrada na serraria, porem no momento em que ela é vendida as dimensões delas são menores, tendo uma diminuição por motivos de secagem. Isso significa, por exemplo, que no lugar de ser contabilizado 26mm de espessura e 80mm de largura da madeira logo após a saída da produção, era contabilizada a madeira vendida de 25mm de espessura e 75mm de largura. Tal perda pode afetar no momento de contabilizar a madeira no pátio, na serraria era anotado ambos os valores, pra saber o valor real produzido e o rendimento exato, e o outro para o controle de saída da madeira para os clientes e controle de pátio.

Porém, ciente desta possível variação, foi feita um quadro com os resultados considerando o metro cúbico de venda da madeira e da madeira serrada verde bruta, para saber a diferença no valor do rendimento da serraria e sua produtividade no período com esses dois tipos de valores, o rendimento com o auxílio do programa e com uma boa gerencia foi de 2,1 toneladas para 1 m³, isso considerando a madeira que era contabilizada para o controle no pátio, se for madeira verde bruta esse valor diminui para 1,8 tonelada para 1m³.

Quadro 4 — Diferença entre m³ de madeira vendida/ pátio m³ madeira verde bruta

MaxiTora	M ³ DE MADEIRA NO PATIO	M ³ MADEIRA VERDE BRUTA
JUNHO	387,4420	441,2790
JULHO	496,3890	574,8280
AGOSTO	475,7850	532,3030
Média	453,2053	516,1367
Média/diária (20 dias)	22,6602	25,8068

Fonte: O autor (2021)

Percebe-se que no período de maio até outubro de 2020, teve-se uma produção média de 253,8836 m³ serrado por mês, quase a metade da produção do mesmo período de maio até outubro de 2021, de 410,7312 m³ serrado, mesmo quando considerando que foi utilizado a média de m³ de madeira serrada já para o transporte dela.

Ainda, no último mês do experimento, em outubro de 2021, por causa dos feriados e por falta de tora, os funcionários tiveram um período menor de dias trabalhado do que no mesmo período de 2020, em que tais acontecimentos não ocorreram. Mesmo assim, a produção mensal no período foi melhor em 2021, com a aplicação do MaxiTora e com uma programação adequada dentro da serraria, com planos de manutenção e prevenções de acidentes, com a aquisição de peças, correias, correntes, mancais e rolamentos para que o tempo caso ocorra um imprevisto durante o horário de serviço a troca dessas ferramentas seja o menor possível.

Destaca-se que, por ser a Estrutura Madeira uma serraria de pequeno porte, não é possível automatizar toda a produção. A serraria automatizou os

procedimentos possíveis, porém, notou-se que o investimento em soluções tecnológicas, tal como o MaxiTora que simula os melhores cortes apresenta melhor custo benefício.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, analisou-se como o programa MaxiTora, criado pela empresa Optimber, pode impulsionar a produtividade de uma serraria de pequeno porte. Esta análise mostrou-se relevante, dada a necessidade de busca de modos de otimizar o rendimento das serrarias de pequeno porte.

Para a construção deste trabalho, foram utilizados referenciais bibliográficos relacionados ao tema da pesquisa e, obtidos dados mediante a observação da aplicação do programa MaxiTora na serraria Estruture Madeiras LTDA, localizada no Município de Curitibanos, no Estado de Santa Catarina.

Observou-se que o programa MaxiTora cumpriu a proposta de gerar diagramas de corte para diferentes diâmetros de toras, de acordo com o pedido de cada cliente e as necessidades cotidianas da serraria. Conferiu, portanto, objetividade ao processo de desdobro da serraria, trazendo ganhos no que tange ao rendimento e a produtividade.

Anotou-se que, com a aplicação do MaxiTora, a produção mensal da empresa cresceu de 253,8836 m³ serrado por mês para 410,7312 m³ serrado por mês, o que representa quase o dobro de melhora no rendimento. Tal aumento de produtividade ocorreu mesmo com cenários adversos, tais como a falta de toras, feriados que impactaram a quantidade de dias trabalhados e a mudança do produto serrado para auxiliar na produção de outros setores dentro da empresa.

Portanto, concluiu-se que o processo de modernização da serraria, com a utilização da solução tecnológica objeto deste trabalho, levou ao aumento do rendimento da empresa. Este aumento de rendimento, como consequência, influiu de forma positiva nos custos de produção, o que gerou um aumento de competitividade, e auxiliou na diminuição da geração de outros produtos dentro da serraria, visto que na região tem um problema para a entrega dessa biomassa para queima em caldeira.

Outro benefício para a empresa foi a diminuição da biomassa, que era vendida por um preço baixo, haja vista o aumento do preço da tora de Pinus nos últimos tempos. O melhor aproveitamento da tora fez com que a empresa tivesse mais lucro na venda da madeira, compensando o aumento do frete decorrente da alta do combustível. Dentre os custos da serraria, inclui-se o frete pago para os

terceirizados que levam a madeira da parte florestal até a serraria e para os terceirizados que levam a madeira serrada da serraria para a secagem e tratamento ou para a fábrica.

Conforme demonstrado neste trabalho, concluiu-se, portanto, que, em serrarias de pequeno porte, o uso de tecnologias, tal como o programa MaxiTora, resultam em ganhos significativos no que tange ao rendimento e à qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

EDUARDO, Rosemari Pozzi. **A Madeira em Santa Catarina: 1930 - 1974**. Curitiba, 1974. 171 p Dissertação (Departamento de História) - Universidade Federal do Paraná.

HEINRICH, Daniele. **SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA**. Porto Alegre, 2010 Dissertação (Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21104/000737035.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 Nov. 2021.

NOVAK, Rosilei de Souza; DA SILVA, Arinei Carlos Lindbeck. **UM SISTEMA DE OTIMIZAÇÃO APLICADO AO DESDOBRO DE MADEIRA**. PPGMNE/UFPR, 2009 Dissertação - Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, Marcos Antonio de. Economia e População em Curitiba/SC: o que a história da nucleação escolar diz acerca da relação trabalho/educação no mundo rural. *In*: REUNIÃO CIENTÍFICA REGIONAL DA ANPED. 2016, Curitiba, 2016. 16 p.

ROCHA, M.P.; MANHIÇA, A.A; JUNIOR, R.T. **Rendimento no desdobro de pinus sp. Utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte..** FLORESTA, v. 42, 2012 Tese (Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.

ROCHA, Márcio Pereira da. **Desdobro**. REMADE, Revista da Madeira, Edição n. 68. 2002b. Disponível em: www.remade.com.br. Acesso em: 30 Nov. 2021.

ROCHA, Márcio Pereira da. **Técnicas e Planejamento em Serrarias**. Curitiba: Fupef, v. 5, 2002a. 121 p.

SALVADOR, FERNANDO MORELI. **DESEMPENHO OPERACIONAL DE UMA SERRARIA NA MICRORREGIÃO POLO LINHARES, ESPÍRITO SANTO**. ESPÍRITO SANTO, 2013 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Industrial Madeireiro) - Universidade Federal do Espírito Santo.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL; 2003; Caracterização Regional : Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf> . Acesso em: 30 Nov. 2021.

SERPE, Edson Luis; FILHO, Afonso Figueiredo; ARCE, Julio Eduardo. **RENDIMENTO DO DESDOBRO DE MADEIRA EM SERRARIA CONVENCIONAL E DIFERENTES SIMULAÇÕES UTILIZANDO OTIMIZADOR**

COMPUTACIONAL. BIOFIX ScientificJournal, v. 3, 2018 Tese (Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.