

# INFLUÊNCIA DAS FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO NO RENDIMENTO DO DESDOBRAMENTO DE MADEIRA EM SERRARIAS BRASILEIRAS

Heros Alves reis<sup>1</sup>; Liniker Fernandes da silva<sup>2</sup>; Roberta lima de Paula<sup>1</sup>; Heitor Silva Lemes<sup>1</sup>; Diogo Martins de Magalhães<sup>1</sup>

<sup>1</sup>- Graduando em engenharia florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA

<sup>2</sup>- Professor Adjunto, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Departamento de Economia, Administração, Planejamento e Marketing Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas BA

[Herosb14@hotmail.com](mailto:Herosb14@hotmail.com), [linikerfs@gmail.com](mailto:linikerfs@gmail.com), [robertadipaula@hotmail.com](mailto:robertadipaula@hotmail.com), [heitorslemes@gmail.com](mailto:heitorslemes@gmail.com), [diogomartinsmagalhaes@gmail.com](mailto:diogomartinsmagalhaes@gmail.com)

**Identificação do evento:** Apresentado no IV Congresso Brasileiro de Eucalipto –07 a 08 de Agosto de 2019 – Auditório da Federação das Indústrias do Estado da Bahia – FIEB – Salvador- BA

**RESUMO:** As serrarias são de grande importância socioeconômica dentre as indústrias do setor florestal Brasileiro, pois contribuem diretamente na geração de emprego e renda, além disso, são responsáveis pelo processamento da madeira em seu estado bruto, realizando o desdobro primário e secundário. No Brasil, a falta de investimento em equipamentos e em mão de obra qualificada tornam os equipamentos e as técnicas de desdobro obsoletas, além disso, a madeira possui características que também podem interferir no rendimento das serrarias. Contudo no sentido de melhorar estes aspectos, atualmente existem softwares geradores de diagramas de corte, que utilizam programação dinâmica e a programação linear, que são ferramentas da otimização, que buscam solucionar o baixo rendimento no desdobro da madeira. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é apresentar, a partir de uma revisão da literatura, como e quais ferramentas de otimização podem influenciar na melhoria do rendimento das serrarias. Para sua realização foram coletados artigos de plataformas virtuais tais como, portal de periódicos CAPES, Google acadêmico e revistas de cunho florestal, nos quais foram pesquisados nos idiomas português e inglês. A pesquisa mostrou que as ferramentas de otimização aumentaram significativamente o rendimento no desdobro de toras nas serrarias estudadas..

**PALAVRAS-CHAVES:** Serrarias, programação dinâmica, otimização.

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a madeira vem sendo utilizada e trabalhada largamente pela humanidade. O seu uso é de grande importância, principalmente, para construção civil, pois possui uma ótima resistência mecânica à compressão e à tração na flexão, além de ser um bom isolante térmico e acústico (PERES, 2013). Todavia, para ser utilizada, a madeira precisa passar pelo processo de desdobro, que consiste em transformar a tora em pranchas, que geralmente é realizado em serrarias.

Manter-se no mercado competitivo se tornou um desafio para qualquer serraria, devido à maior exigência do setor madeireiro em relação a como fazer a melhor utilização da tora. Dessa forma, é necessário o contínuo aperfeiçoamento e melhoria no desempenho de suas operações, iniciando pelo rendimento (MANHIÇA, 2012).

Em virtude da obtenção de melhorias no rendimento nas serrarias, no Brasil já foram criados programas adequados à otimização, que são capazes de gerar diagramas de cortes, auxiliando a tomada de decisão dos operadores em relação ao processamento das toras.

Dessa forma, baseado no exposto, o objetivo desse trabalho é apresentar, a partir de uma revisão da literatura, como as ferramentas de otimização podem influenciar na melhoria do rendimento nas serrarias no Brasil. Buscar informações referentes ao uso de metodologias de otimização já aplicadas, e a partir disso identificar o método mais adequado que possibilite um maior rendimento para as serrarias brasileiras.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir de uma revisão bibliográfica e teve como base de dados plataformas virtuais como, Google Acadêmico, portal de periódico capes, Scielo e revistas de conteúdo florestal. Os

descritores utilizados e pesquisados combinados ou separadamente foram: rendimento no desdobro de madeira, pesquisa operacional, métodos de otimização e serrarias. Foram selecionadas publicações na língua inglesa e portuguesa, entre o período de 1990 a 2018.

Desta forma, o trabalho foi construído a partir do levantamento sobre o que há disponível na literatura em referência ao uso da otimização na melhoria do rendimento de serrarias brasileiras.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### **FATORES QUE INFLUENCIAM NO RENDIMENTO NO DESDOBRO DA MADEIRA EM SERRARIAS**

A avaliação do rendimento no processamento da madeira em serrarias é imprescindível, uma vez que a obtenção do produto final que é a madeira serrada pode ser influenciada por diversos aspectos, que podem acarretar no mau aproveitamento da matéria prima e, conseqüentemente, gerar prejuízos financeiros para a serraria.

De acordo com Rocha (2000), a madeira apresenta características que são capazes de dificultar o seu desdobro, como a densidade, que pode variar entre espécies, entre indivíduos e procedências da mesma espécie ou dentro da árvore, anisotropia e variação anatômica, em que em determinados casos, essas características acabam influenciando de tal forma que limita o uso de determinadas espécies.

Atualmente já existem equipamentos que fazem a leitura do diâmetro da tora e a partir disso, identifica o melhor diagrama de corte, tendo em vista aumentar o rendimento da madeira serrada, entretanto devido ao alto valor de investimento, esses equipamentos limitam-se a serrarias de grande porte. (Matias, 2017). Sendo assim fica evidente a necessidade do uso das técnicas de otimização e equipamentos mais em conta nas serrarias de pequeno e médio porte, a fim de propiciar aumento no rendimento de madeira serrada.

### **MÉTODOS E MODELOS DE OTIMIZAÇÃO JÁ UTILIZADOS PARA MELHORAR O RENDIMENTO DAS OPERAÇÕES EM SERRARIAS**

Para Novak (2007) a pesquisa operacional é um campo multidisciplinar de conhecimento científico, onde o conceito de otimização abrange a colocação de estratégias que são limitadas pela quantidade de recursos entre atividades competitivas, para que seja produzida a melhor solução possível, este processo surge frequentemente em estruturas organizacionais que contenha alguma complexidade em sua gestão.

As escolhas tomadas pelos operadores assumem grande importância, ao passo que eles estão sempre tomando decisões que influenciam nos fatores que atuam diretamente no desempenho das máquinas em relação a produtividade e qualidade do produto final. Segundo Leite (1994), a decisão individual de um operador de como tratar uma tora, seccionando-a ou até desdobrando-a raramente alcançará uma condição ótima, devido ao fato de que dificilmente visualizará todas as possibilidades no escasso tempo que dispõe para tomar decisões. A partir dessa observação, a busca por melhores desempenhos na eficiência, produtividade e rendimento, tornou-se essencial para o desenvolvimento e avanço econômico das indústrias madeireiras (Heirich, 2010).

### **PROBLEMAS DE CORTE E EMPACOTAMENTO**

O Problema de Corte e Empacotamento (PCE) é um dos problemas habitual da otimização e foi incorporado por Gilmore e Gomory (1961). O PCE consiste, basicamente, em cortar unidades maiores (objetos) em unidades menores (itens), ou empacotar unidades menores (itens) em unidades maiores (recipientes) otimizando uma determinada função. Exemplos de aplicação incluem a minimização de da perda de um material, para corte, e maximização da área aproveitada, para empacotamento. (LIBERALINO et al., 2008).

### **SOFTWARES GERADORES DE DIAGRAMA DE CORTE**

Com a finalidade de auxiliar o operador a tomar a melhor decisão no processamento das toras, no Brasil existem *softwares* que utilizam a Programação Dinâmica (PD) no qual considera o Problema de Corte e Empacotamento (PCE). Dentre esses sistemas pode-se mencionar o MaxiTora, *software* desenvolvido pela empresa Optimber e o SawModel, que é um componente do sistema SigmaE, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Nos dois programas o PCE é dividido em fases

resolvidas como Problema da Mochila e solucionados através do método da PD otimizando o corte em duas dimensões, vertical e horizontal mediante a análise de estágios e utilizando uma equação de recorrência.

## ADEQUAÇÃO DOS MÉTODOS PARA RESPONDER AOS FATORES QUE INFLUENCIAM NO RENDIMENTO DAS SERRARIAS

Na literatura foram encontrados diversos trabalhos utilizando algoritmos e sistemas que dão origem a diagramas de cortes, através da programação dinâmica e da programação linear, a fim de gerar soluções ótimas para processo de desdobro das toras e conseqüentemente, fazer um comparativo entre as técnicas de desdobro convencionais e otimizadas. Todos os trabalhos tiveram a intenção de avaliar se o uso da pesquisa operacional realmente proporciona aumento no rendimento nas serrarias.

Em seu trabalho, Murara (2004) avaliou o rendimento de madeira serrada de *Pinus taeda*, fazendo uma comparação entre os métodos de desdobro convencional e o otimizado que foi feito com a ajuda do *software* otimizador e simulador de corte MaxiTora, da empresa Lindbeck Informática. Para a realização do seu trabalho foram utilizadas 100 toras com diâmetros que variavam de 18 a 42 cm, onde foram agrupadas em cinco classes diamétricas distintas. Em seus resultados Murara (2004) observou que no desdobro convencional o rendimento variou de 35,24% a 43,92%, e no otimizado de 41,65% a 63,04%.

Partindo do mesmo princípio Manhiça (2012), comparou o rendimento de madeira serrada de *Pinus sp.* a partir do método de desdobro convencional e o otimizado, utilizando também, o software maxitora. Diferente de Murara (2010), em seu trabalho foram utilizadas 80 toras com diâmetros entre 24 e 33 cm, agrupadas em 20 toras por classe. Em seus resultados Manhiça (2012) obteve uma variação de 44,96% a 52,47% para o método convencional e no sistema de desdobro otimizado obteve resultados que variaram entre, 49,93% a 55,25%.

Outros autores também desenvolveram trabalhos para avaliar o rendimento de madeira serrada usando o método otimizado de desdobro, e o método convencional, porém usando outros softwares para geração de diagramas de corte. Harliany (2017) desenvolveu para a elaboração de seu trabalho, um software denominado *OptiSaw*, que utiliza a programação linear inteira, utilizou-se no trabalho 95 toras variadas de *Eucalypto citriodora*, *Eucalypto cloeziano*, *Eucalypto urograndis* e *Eucalypto urofilia* com comprimento fixo de 2,5 m e diâmetros que variavam entre 28 e 38 cm. Nos resultados referentes ao método de desdobro otimizado, foram obtidos rendimentos inferiores aos trabalhos de Murara (2004) e Manhiça (2010), o rendimento variou de 43,19% a 47,07%. Tais resultados foram influenciados pela escolha da espécie, que é de difícil trabalhabilidade, por causa das tensões de crescimento, pelo método de otimização aplicado, e pela conicidade mais acentuada apresentada pelas espécies folhosas. A tabela 1 mostra o comparativo das médias de rendimento, obtidas a partir das classes diamétricas estudada pelos autores.

Tabela 1- Comparação de médias de rendimento entre o desdobro convencional e o otimizado.

| Autor                       | Rendimento médio em % |                    | Método de otimização       |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|
|                             | Desdobro convencional | Desdobro otimizado |                            |
| Murara Junior et al. (2005) | 41,83%                | 53,6%              | Programação dinâmica       |
| Manhiça (2010)              | 49,01%                | 52%                | Programação dinâmica       |
| Harliany (2017)             | 32,5%                 | 45,23%             | Programação linear inteira |

Médias obtidas a partir das classes diamétricas estudadas pelos autores.

Os resultados das médias obtidas a partir das classes diamétricas, observadas na tabela 1, evidenciaram que o rendimento foi afetado pelo sistema de desdobro utilizado, em que a utilização de softwares que geram diagramas de corte, propiciou aumento significativo no rendimento de madeira serrada. Entretanto deve-se levar em consideração a amplitude das classes diamétricas das toras e as

espécies utilizadas, que foram diferentes em cada trabalho, no que influenciou nos resultados obtidos. Observou-se também que nos trabalhos estudados não houve no sistema convencional tendência a aumentar o rendimento com o aumento do diâmetro das toras, já no desdobro otimizado o rendimento aumentou junto com o aumento do diâmetro das toras, pois o software utilizado gerou diagramas de cortes que fez um Máximo aproveitamento da matéria prima. Todos os trabalhos citados mostraram que o uso de técnicas de otimização proporciona um aumento significativo no rendimento no desdobro da madeira nas serrarias.

## CONCLUSÃO

Em todos os trabalhos avaliados, o uso da pesquisa operacional nas serrarias proporcionou aumento significativo no rendimento da madeira serrada. Deste modo, fica evidente que as serrarias devem adotar novos métodos, tecnologias e ferramentas de otimização, que possam auxiliar na tomada de decisão dos operadores no momento do desdobro da madeira, a fim de proporcionar aumento de rendimento e redução de custos. Entretanto os softwares utilizados para a otimização no desdobro de madeira nas serrarias, não levam em consideração o fator conicidade, que é um defeito determinante no rendimento das espécies folhosas, necessitando assim, do desenvolvimento de uma versão tridimensional dos softwares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Gatto, D.A.; Santini, E.J.; Haselein, C.R.; Durlo, M.A. Qualidade Da Madeira Serrada Na Região Da Quarta Colônia De Imigração Italiana Do Rio Grande Do Sul. Revista Ciência Florestal, v. 14, n. 1, p. 223-233. Disponível em <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v14n1/A21V14N1.pdf>> acesso em 05 de junho de 2019

HEINRICH D. Simulação da produção de madeira serrada [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.

LEITE, H.G., Conversão de Troncos em Multiprodutos da Madeira Utilizando Programação Dinâmica. Tese Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 1994.

LIBERALINO, C. H. P. et al. O Problema Bin Packing Tridimensional em Contêineres: Usando Interação com o Usuário. Anais. XXXI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. p. 750-755, 2008.

Lima IL (2005). Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*Hillebrand-Maiden. Tese (Doutorado em recursos florestais) –Universidade de SãoPaulo, Piracicaba.

MANHÇA, A.A; ROCHA, M.P.; JUNIOR, R.T. **Rendimento no desdobro de *pinus* sp. Utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 409 - 420, abr./jun. 2012.

MATIAS, H.B. Otimização do desdobro de toras por meio de programação linear inteira. Tese Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

MURARA JR., M. I. Desdobro de toras de *Pinus* utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NOVAK, R.S. **Um Sistema de Otimização Aplicada ao Desdobro de Madeira.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2007.

PERES, J.L. **Caracterização do mercado local de madeira Serrada para a construção civil em São Lourenço do Oeste, SC.** Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias. 2000. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal – Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.