

Rendimento da resserragem de reaproveitamento de costaneiras de eucalipto

Fernando Moreli Salvador¹; André Prata Villas-Boas Maciel¹; Wendel Sandro de Paula Andrade¹; Djeison Cesar Batista¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil. fernando.salvador@edu.ufes.br

Resumo: O objetivo deste estudo foi analisar o impacto da resserragem de reaproveitamento de costaneiras no rendimento de madeira serrada de eucalipto, uma prática comum nas serrarias brasileiras devido ao elevado custo da matéria-prima. O estudo foi conduzido em uma serraria de porte médio no Espírito Santo, com toras de *Eucalyptus* spp. de diâmetro médio de 26 cm. Foram avaliadas 15 toras por tratamento, respectivamente com e sem reaproveitamento das costaneiras. A resserragem de reaproveitamento aumentou o rendimento de madeira serrada de 40,31% para 55,12%, um incremento de aproximadamente 15 pontos percentuais. Concluiu-se que a resserragem de costaneiras é uma prática eficaz, aumentando significativamente o rendimento e reduzindo o volume de resíduos, o que pode ser economicamente vantajoso para serrarias de pequeno e médio portes.

Palavras-chave: Serrarias, Madeira serrada, *Eucalyptus* spp.

Effect of resawing slabs on the lumber yield of eucalyptus

Abstract: The objective of this study was to analyze the impact of resawing slabs on the lumber yield of eucalyptus wood, a common practice in Brazilian sawmills due to the high cost of the raw material. The study was carried out in a medium-sized sawmill in Espírito Santo, with *Eucalyptus* spp. logs with a mean diameter of 26 cm. 15 logs were evaluated per treatment, respectively with and without resawing slabs. Resawing the slabs increased the lumber yield from 40.31% to 55.12%, a gain of approximately 15 percentage points. We concluded that resawing the slabs is an effective practice, significantly increasing the yield and reducing the volume of waste, which can be economically advantageous for small and medium-sized sawmills.

Keywords: Sawmills, Lumber, *Eucalyptus* spp.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de madeira serrada no Brasil desempenha um papel significativo na economia nacional, sendo um importante componente do setor florestal. Segundo o Relatório Anual de 2022 da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2022), o País se destaca como um dos maiores produtores e exportadores de madeira serrada, beneficiando-se de suas vastas áreas de florestas plantadas. A madeira serrada brasileira tem uma ampla gama de aplicações, como embalagens, produção de móveis e construção civil. Em 2022, a produção nacional de madeira serrada atingiu um volume expressivo (10,2 milhões de m³), com um crescimento contínuo impulsionado pela demanda interna e externa.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Florestas IBF (2020), o rendimento em madeira serrada no processo de desdobro é crucial para a competitividade da indústria de madeira maciça. Isso porque, no Brasil, a matéria-prima representa cerca de 35% do custo industrial na produção de madeira serrada. No entanto, as técnicas de desdobro utilizadas pelas serrarias frequentemente não alcançam o rendimento ideal e nem a qualidade desejada. Fatores como a qualidade e características das toras e a técnica de desdobro são fundamentais para a produtividade da madeira serrada.

As serrarias brasileiras geralmente são de pequeno porte, usam intensivamente a mão de obra e não possuem reflorestamentos próprios. Portanto, são dependentes da madeira do mercado e estão susceptíveis às suas oscilações (ALMEIDA et al., 2010). Assim, nessas empresas, uma parte da produção de madeira serrada se destina ao reaproveitamento das costaneiras, uma vez que este é o resíduo de maior volume gerado durante o desdobro.

O objetivo do trabalho foi verificar a influência de resserragem de reaproveitamento de costaneiras no rendimento de madeira serrada de eucalipto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Caracterização da serraria e escolha do produto para o estudo*



O estudo foi realizado em uma serraria localizada na cidade de Iúna,

Microrregião Caparaó do estado do Espírito Santo, especializada na produção de madeira serrada de *Eucalyptus spp.* Conforme informações fornecidas pela gerência, a serraria possui um desdobro diário de 60 m³ de toras, classificando-a como de porte médio (ROCHA, 2002). A linha de produção conta com catorze operários e desdobra toras com diâmetro mínimo de 15 cm, e comprimento entre 2,40 e 4,80 metros, que são adquiridas de terceiros e transportadas até a serraria por caminhões

Foi escolhido o principal produto comercializado pela serraria (tábuas de 25 x 150 x 2.400 mm) e a classe diamétrica que proporciona o maior reaproveitamento de costaneiras (de 25 a 28 cm). Ambas informações foram providas pela empresa. Depois dessas definições, efetuou-se o desdobro das toras e o cálculo do rendimento em madeira serrada e o rendimento proveniente da resserragem de reaproveitamento de costaneiras.

2.2 Identificação e medição das toras e costaneiras

Para avaliação do rendimento em madeira serrada, realizou-se uma amostragem *in loco*, onde foram medidas 15 toras por tratamento. Para o Tratamento 1, considerou-se o volume das peças produzidas na resserragem de reaproveitamento das costaneiras, ao passo que para o Tratamento 2 esse volume não foi considerado no rendimento.

O desdobro em ambos os tratamentos seguiu o fluxograma e o modelo de corte indicados na Figura 1, em que as toras foram medidas, identificadas e desdobradas em seguida. As costaneiras e a madeira serrada originadas de cada tora foram identificadas com a respectiva identificação e empilhadas separadamente.

Os diâmetros sem casca das toras foram calculados com a Equação 1. Para a mensuração do volume sem casca foi utilizado o método de Smalian, conforme a Equação 2 (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003).

$$= \quad (1)$$

Em que – D: diâmetro sem casca (cm); C: circunferência sem casca (cm).

$$= \quad (2) \quad \text{Em que –}$$

Vt: volume sem casca da tora (m³); D₁ e D₂: diâmetro sem casca da tora (cm); L:

comprimento da tora (m).

O volume de resíduos foi medido e calculado conforme método proposto por Biasi e Rocha (2007), em que o volume de serragem foi obtido com base na espessura do fio de corte e nas dimensões das peças (largura e comprimento). O volume de costaneiras, refilos e aparas foi obtido por diferença.

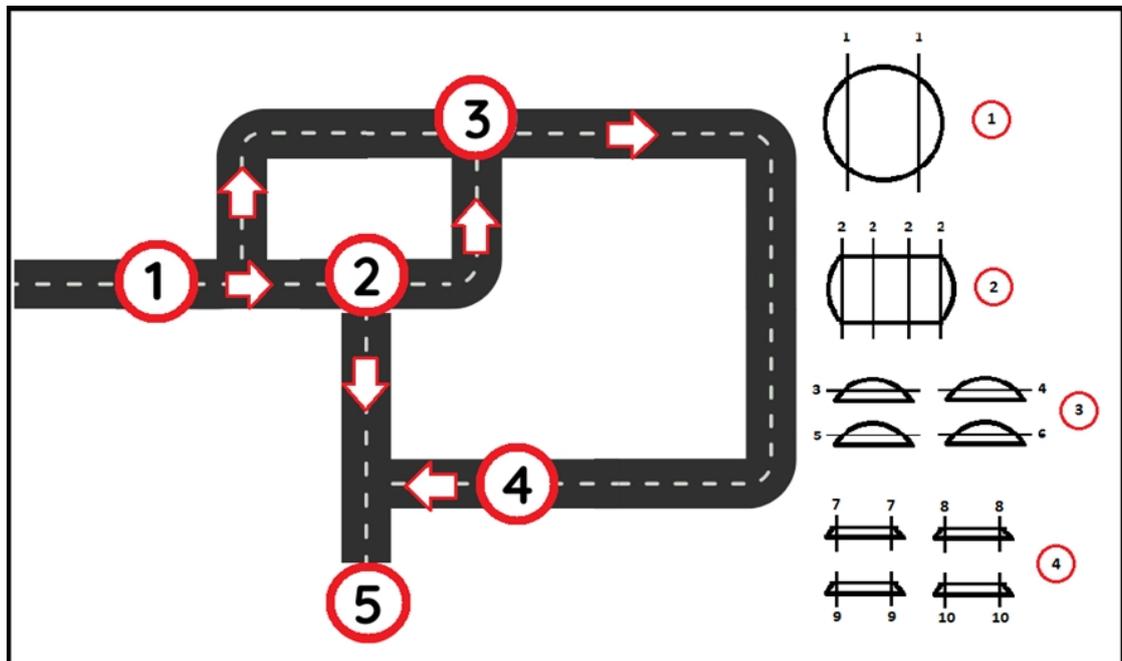


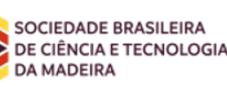
Figura 1 – Representação da produção de madeira serrada. 1: serra de fita geminada – produção de um semibloco e duas costaneiras; 2: serra circular múltipla resserradeira (dois eixos) – produção de tábuas e duas costaneiras; 3: serra de fita horizontal de reaproveitamento de costaneiras – produção de uma tábua não refilada; 4: serra circular refiladeira – produção de tábuas; 5: mesa de destopamento – regularização do comprimento das tábuas.

Fonte: O autor (2024).

2.3 *Rendimento*

Para a determinação do rendimento, o volume de cada peça de madeira serrada foi calculado com a Equação 3. O volume de madeira serrada de cada tora foi calculado com a Equação 4, e o rendimento em madeira serrada foi calculado de acordo com a Equação 5.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{V_{\text{toras}}}{V_{\text{madeira serrada}}} \quad (3) \\
 &\text{Em que – } V: \text{ volume da peça (m}^3\text{); } L: \text{ comprimento da peça (m); } b: \text{ largura média da}
 \end{aligned}$$



peça (m); e: espessura média da peça (m).

$$= \quad (4)$$

Em que $-V_{MSi}$: volume de madeira serrada de uma tora i (m^3); V_i : volume de cada peça i da tora i (m^3).

$$= * 100 \quad (5)$$

Em que $-R$: rendimento em madeira serrada (%); V_{MS} : volume de madeira serrada (m^3); V_t : volume sem casca da tora (m^3).

Para se verificar o efeito da resserragem de reaproveitamento no rendimento em madeira serrada dos tratamentos, aplicou-se o teste t de Student para amostras não pareadas. Previamente, aplicou-se o teste F, para a verificação da homogeneidade das variâncias. Os testes foram realizados no Microsoft Excel e o nível de significância adotado foi de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento e o diâmetro médios das toras do Tratamento 1 foram de 2,42 m e de 26,8 cm, respectivamente. As toras foram desdobradas em tábuas de dimensões médias iguais a 25,3 x 155,6 mm (espessura e largura) e as costaneiras foram reaproveitadas em tábuas de dimensões médias iguais a 26,2 x 110,0 mm (espessura e largura).

O comprimento e o diâmetro médios das toras do Tratamento 2 foram de 2,42 m e de 26,4 cm, respectivamente. As toras foram desdobradas em tábuas de dimensões médias iguais a 25,1 x 154,1 mm (espessura e largura). Em ambos os tratamentos, o comprimento das tábuas foi igual ao das toras porque não foi realizado o destopamento secundário.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados do rendimento em madeira serrada e da porcentagem de resíduos por tratamento, antes da resserragem de reaproveitamento das costaneiras do Tratamento 1.

Tabela 1. Rendimento em madeira serrada antes do processamento das costaneiras

Estatísticas	Madeira Serrada (%)		Serragem (%)		Costaneiras (%)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Mínimo	35,77	33,85	9,11	8,35	44,24	36,18
Média	40,31	40,11	10,02	9,98	49,68	49,90
	(6,42%)	(11,3%)	(5,5%)	(10,3%)	(6,29)	(11,2%)
Máximo	44,82	51,34	10,94	12,48	55,12	57,81

T1: Tratamento 1. T2: Tratamento 2. Números entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.

Foram pequenas as diferenças nas médias absolutas de madeira serrada (0,20 p.p.), serragem (0,04 p.p.) e costaneiras (0,22 p.p.) entre os tratamentos, indicando um bom controle do diâmetro das toras e do processamento. As costaneiras representaram cerca de 50% do volume sem casca das toras, e pelo alto custo da matéria-prima, a resserragem de reaproveitamento desse material é uma prática comum em serrarias de pequeno e médio porte.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do rendimento em madeira serrada e da porcentagem de resíduos por tratamento, após a resserragem de reaproveitamento das costaneiras (Tratamento 1).

Tabela 2. Rendimento em madeira serrada após a resserragem de reaproveitamento das costaneiras

Estatísticas	Madeira Serrada (%)		Serragem (%)		Refilos e Aparas (%)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Mínimo	44,99	33,85	11,36	8,35	24,52	0,00
Média	55,12 a	40,11 b	13,15	9,98	31,54	0,00
	(8,3%)	(11,3%)	(7,2%)	(10,3%)	(17,1%)	
Máximo	60,55	51,34	14,93	12,48	43,66	0,00

T1: Tratamento 1. T2: Tratamento 2. Números entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.

Antes da aplicação do teste t de Student aos resultados do rendimento em madeira serrada dos dois tratamentos (Tabela 2), utilizou-se o teste F para comparação da homogeneidade das variâncias das duas populações

independentes. Não houve diferença significativa entre as variâncias das populações ($F_c = 1,002$; $p > 0,05$). Conforme o teste t de Student, as médias de rendimento em madeira serrada dos tratamentos diferiram significativamente ($t_c = 9,96^*$; $p < 0,05$).

O rendimento em madeira serrada do Tratamento 1 foi maior do que do Tratamento 2, em cerca de 15 p.p., o que era esperado por causa da resserragem de reaproveitamento das costaneiras. O rendimento do Tratamento 1 está dentro do esperado para a madeira de folhosas (ROCHA, 2002; VITAL, 2008) e foi similar ao reportado por outros autores para madeira de *Eucalyptus* sp. processada na mesma Microrregião (BATISTA et al., 2015).

O rendimento encontrado também foi similar aos relatados por Cunha et al. (2014), que reportou um rendimento médio de 56,28% para *Eucalyptus grandis* e um rendimento médio de 52,96% para o *Eucalyptus benthamii* em um sistema de desdobro tangencial e com resserragem de reaproveitamento de costaneiras.

Comparando os resultados do Tratamento 1 apresentados nas Tabelas 1 e 2, observa-se um aumento de 14,81 p.p. no rendimento em madeira serrada e de 3,13 p.p. na quantidade de serragem, decorrente da resserragem de reaproveitamento das costaneiras. O aumento da serragem é atribuído aos fios de corte da serra de fita de reaproveitamento, com espessura de corte de 2,80 [R11] mm, e da serra circular múltipla refiladeira, com espessura de corte de 4,00 [R12] mm. O volume das costaneiras, que era de 49,68%, foi reduzido para 31,74% em refilos e aparas, ainda representando um volume significativo em relação ao total, com uma diferença de 17,94 p.p., equivalente ao aumento na madeira serrada e serragem (14,81 + 3,13 p.p.).

4. CONCLUSÃO

A resserragem de reaproveitamento de costaneiras de eucalipto mostrou-se eficaz, aumentando o rendimento da madeira serrada em cerca de 15 pontos percentuais, de 40,34% para 55,12%. Essa prática pode ser economicamente vantajosa para serrarias de pequeno e médio porte, por reduzir o volume de resíduos e maximizar o uso da matéria-prima.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. N.; SILVA, J. C. G. L. da.; ÂNGELO, H. ; NUÑEZ, B. E. C. Análise de fatores que influenciam o preço da madeira em tora para processamento mecânico no paraná. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 243–250, 2010.

BATISTA, D. C.; SILVA, J. G. M. da.; ANDRADE, W. S. de. P.; VIDAURE, G. B. Desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte do Município de Alegre, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 487–496, 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, 2007.

CUNHA, A. B.; FRANÇA, M. C.; ALMEIDA, C. C. F.; et al. Avaliação do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* e de *Eucalyptus grandis* por meio do desdobro tangencial e radial. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 241–250, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2022**. São Paulo. 2022. 90 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO FLORESTAS (IBF). **Rendimento na conversão de tora em madeira serrada**. Texto publicado em 2020. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/madeira-serrada>>, acesso em julho de 2024.

MACHADO, A. M.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003. 309 p.

ROCHA, M. P. **Tecnologia e planejamento em serrarias**. Edição revista e ampliada. Curitiba: FUPEF, 2002.

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