

Efeito do Sistema de Desdobro e das Classes Diamétricas no Rendimento em Madeira Serrada de *Araucaria angustifolia*

Antonio Idinar Bonato Junior¹, Márcio Pereira da Rocha²,
Claudio Gumane Francisco Juizo², Ricardo Jorge Klitzke²

¹Serraria Bonato, Curitiba/PR, Brasil

²Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

RESUMO

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o efeito dos sistemas de desdobro aleatório e otimizado em toras de *Araucaria angustifolia* em diferentes classes diamétricas, para obtenção de madeira serrada numa serraria de pequeno porte. Para o efeito, foram selecionadas 60 toras, as quais foram cubadas e separadas em três classes diamétricas com 20 toras que, em seguida foram divididas em dois lotes de 10 toras, sendo o primeiro lote submetido ao desdobro aleatório e o segundo, ao desdobro otimizado. Os resultados indicaram que o desdobro otimizado foi mais satisfatório e a classificação diamétrica ocasionou aumento do rendimento em madeira serrada nos dois sistemas de desdobro. Os modelos ajustados para predição do rendimento, em função da conicidade das toras, foram significativos e satisfatórios principalmente no sistema de desdobro otimizado, o qual teve altos coeficientes de determinação ajustados em relação ao sistema de desdobro aleatório.

Palavras-chave: serraria, modelos de desdobro, conicidade de toras.

Effect of Saw Pattern and Diametric Grades on the Yield in Lumber of *Araucaria angustifolia*

ABSTRACT

This research was developed in order to assess the effect of aleatory breakdown and optimized breakdown systems of the logs of *A. angustifolia*, using different diametric classes to obtain lumber in a small sawmill. For this, 60 logs were selected, cubed and separated in three diameter classes, with 20 logs each, which were additionally divided in two lots of 10 logs, being the first lots subjected to aleatory breakdown, and the second for optimized breakdown. The results indicated that the optimized breakdown was satisfactory; in addition, the diametric classification caused an increase in yield lumber on both breakdown systems. The adjusted models for the yield prediction due to the taper of the logs were significant and satisfactory, especially in the optimized breakdown system that had high determination coefficients adjusted, regarding the aleatory breakdown system.

Keywords: sawmill, sawn patterns, log taper.

1. INTRODUÇÃO

A área plantada com *Araucaria angustifolia* vem se reduzindo nos últimos anos: segundo o IBA (2015), de um total de 11.190 ha, em 2010, estima-se restarem atualmente cerca de 11.122 ha, redução de 68 ha nos últimos 4 anos, grande parte destinada ao setor industrial. Desse remanescente, as maiores concentrações estão nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

A redução das áreas plantadas com *Araucaria angustifolia* pode por outro lado ser vista como um indicativo da valorização das qualidades dessa espécie como matéria-prima para obtenção de serrados, lâminas, forros, molduras, caixotaria, estrutura de móveis, fósforo, lápis e carretéis etc.

Todavia, apesar do aumento da demanda por essa espécie observado nos últimos anos, a sua utilização com vistas à obtenção de melhor rendimento em produtos, maior aproveitamento da madeira e melhor rentabilidade para a indústria só é possível com a tomada de uma série de decisões nas operações de desdobro, como forma de otimizar esse processo.

Assim sendo, as operações de desdobro de matéria-prima devem ser cuidadosamente planejadas, principalmente quando se utilizam processos convencionais e de baixo nível tecnológico, em que a experiência e especialização da mão de obra representam parcela significativa nos resultados do rendimento em madeira serrada e lucro.

Novak & Silva (2009) destacam a utilização de aplicativos computacionais como o SawCAM e o programa MaxiTora para facilitar e agilizar a tomada de decisões para otimizar o desdobro e obtenção de melhor rendimento. Porém, segundo os autores, esses sistemas apesar de otimizarem o planejamento de desdobro, têm algumas limitações por não considerarem algumas restrições de características diamétricas da matéria-prima, inclusive a conicidade que as toras apresentam.

Essa situação torna-se uma limitação uma vez que Valério et al. (2007) afirmam que durante a operacionalização em serrarias, os sistemas utilizados no desdobro e as características da matéria-prima podem comprometer rendimento e lucro.

Segundo Regalado et al. (1992), nas serrarias, as características da matéria-prima (comprimento,

diâmetro e conicidade) e a tomada de decisões para o seu desdobro podem levar a aumento entre 10 e 25 por cento no rendimento da madeira processada. Essa situação só se verifica quando se tem mão de obra especializada, ou se utilizam programas capazes de avaliar automaticamente as características de cada tora, permitindo a visualização das condições ideais de desdobro.

No entanto, esses programas apresentam alto de custo de implantação e manutenção, sendo normalmente utilizados por grandes serrarias, limitando-se as pequenas e médias serrarias à utilização de métodos convencionais de desdobro. Assim sendo, com vista a dar subsídios para a indústria madeireira, desenvolveu-se este trabalho para avaliar o efeito dos sistemas de desdobro convencional e otimizado, utilizando-se o programa otimizador de desdobro MaxiTora bem como a separação da matéria-prima (diâmetro e conicidade), no rendimento em madeira serrada de *Araucaria angustifolia*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Características da serraria

O trabalho foi realizado em uma serraria localizada no município de Curitiba, Paraná, que desdobra toras de *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze para produção de madeira para a construção civil.

As toras utilizadas pela serraria provieram de florestas plantadas nos municípios de Lapa e Campina Grande do Sul, Paraná. As mesmas apresentavam 4,00 m de comprimento, 20 a 32 cm de diâmetro (com casca) e foram classificadas pelo seu diâmetro antes do desdobro.

Para o desdobro primário, a serraria dispunha de um conjunto comandado por automação formado por uma serra de fita vertical simples (volantes de 1,20 m de diâmetro, lâminas de 1,1 mm de espessura, trava de 2,7 mm, motor de 50 CV) e um carro porta-toras com sistema de fixação pneumático.

2.2. Seleção e desdobro das toras

Foram selecionadas 60 toras com 4 m de comprimento, das quais foram medidos o diâmetro na ponta fina e na ponta grossa, sendo elas posteriormente separadas em três classes diamétricas, compostas por 20 toras cada: classe diamétrica 1 (20,1-24,0 cm); classe diamétrica 2 (24,1-28,0 cm) e classe diamétrica 3 (28,1-32,0 cm).

Com os dados do comprimento e diâmetro médio de cada tora procedeu-se a sua cubagem pelo método de Smalian, seguindo-se o cálculo da respectiva conicidade. Em seguida, as toras de cada classe diamétrica foram separadas em dois lotes de 10 unidades, dos quais o primeiro foi destinado ao desdobro aleatório e o segundo, ao desdobro otimizado.

2.3. Desdobro aleatório

O desdobro aleatório consistiu em avaliar a serraria sem nenhuma intervenção, ou seja, correspondeu ao modo de produção habitual da empresa, em que o operador da máquina primária era o responsável pela tomada de decisões. Nesse método, primeiramente são retiradas as costaneiras, produzindo-se um semibloco, que é desdobrado em seguida mediante cortes tangenciais sucessivos (Figura 1).

Observou-se que as tábuas próximas às costaneiras são refiladas numa serra circular refiladeira múltipla, obtendo-se os refilos depois encaminhados a uma serra circular simples de destopo, para serem desdobrados em quatro diferentes bitolas nominais de peças: 75 × 25 mm e 50 × 25mm (sarrafos); 80 × 50 mm (vigas) e 75 × 50 mm (caibros).

2.4. Desdobro otimizado

O desdobro otimizado foi realizado aplicando-se modelos de corte específicos para cada classe diamétrica, gerados pelo programa MaxiTora, da empresa Optimber.

Assim sendo, foram escolhidos aqueles que apresentavam maior rendimento em madeira serrada em função dos produtos desejados, nas três classes diamétricas (Figura 2). Para tanto, foram cadastrados no Programa MaxiTora o diâmetro médio das toras de cada classe e as dimensões nominais das peças de madeira serrada que se pretendia obter (peça 1 e 3 – sarrafos; peça 2 – vigas; peça 4 – caibros).

Em seguida, foram tomadas medidas do comprimento, largura e espessura das peças obtidas em cada sistema de desdobro de cada classe diamétrica, as quais permitiram a obtenção de seu volume individual. Com auxílio da Equação 1, calculou-se o rendimento individual das toras para cada sistema de desdobro utilizado.

$$Ri = \frac{Vms}{Vt} \times 100 \tag{1}$$

em que Ri: rendimento em madeira serrada de uma tora *i* (%); Vms: volume da madeira serrada, obtido pelo método estereométrico (m³); Vt: volume da tora, obtido pelo método de Smalian (m³).

2.5. Análise estatística

Cada tora individual foi considerada uma unidade experimental para a coleta dos dados do rendimento por classe diamétrica e conicidade. Os dados de rendimento foram analisados com auxílio do programa Statgraphics 15.1, em delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial (3 × 2 × 10), com dois

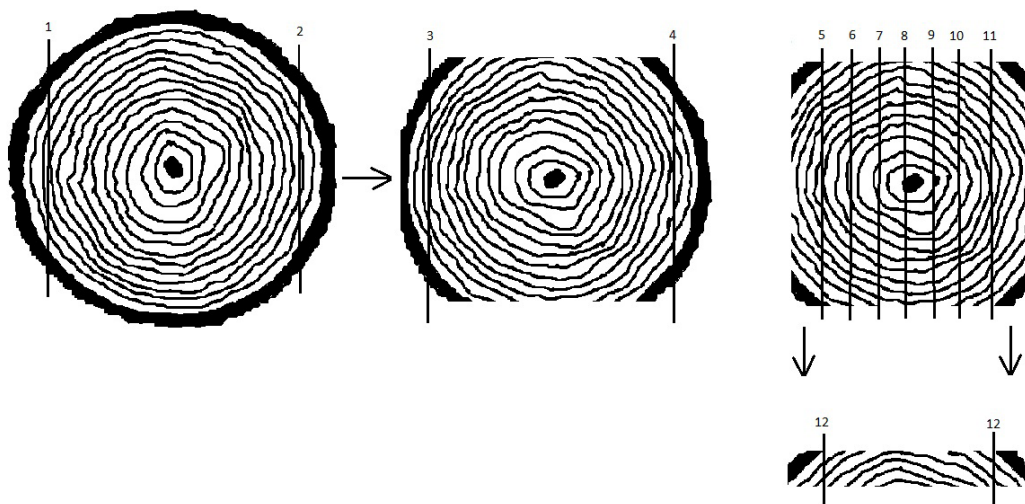


Figura 1. Modelo de corte baseado em serra fita utilizado no desdobro aleatório. Fonte: Autores.
 Figure 1. Sawing pattern based in band saw applied in the aleatory breakdown. Source: Authors.

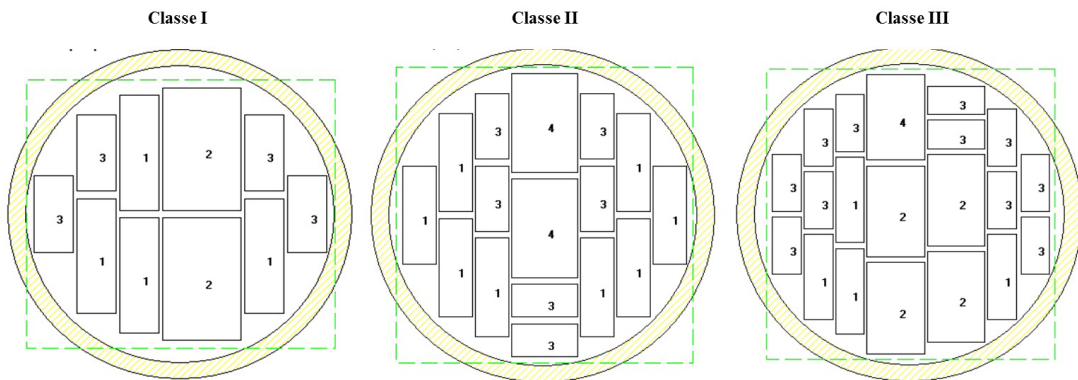


Figura 2. Modelos de corte utilizados no desdobro otimizado por classe diamétrica.
Figure 2. Sawing patterns used in the optimized breakdown due to the diametric class.

fatores: fator A – sistema de desdobro, em dois níveis (desdobro convencional e desdobro otimizado); fator B – classe diamétrica, em três níveis (classe 1, classe 2 e classe 3) e 10 repetições.

O efeito dos fatores foi verificado pela análise de variância (ANOVA), na qual o teste de Bartlett foi previamente aplicado para a homogeneidade das variâncias ser testada. Confirmada a rejeição da hipótese nula para a ANOVA, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias. O nível de significância adotado para todas as análises foi de até 5% de probabilidade.

Ainda para análise de dados fez-se o teste de correlação de Pearson, e análise de regressão, para o ajuste de modelos de predição do rendimento em madeira serrada de cada sistema de desdobro, em função da conicidade das toras das três classes diamétricas, representados pelos coeficientes de determinação ajustados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o sumário da análise de variância em arranjo fatorial do rendimento em madeira serrada nos dois sistemas de desdobro.

Na Tabela 1, para o delineamento experimental utilizado, verifica-se que os fatores sistema de desdobro, classe diamétrica e a interação entre esses dois fatores foram significativos, indicando que apresentam contribuição preponderante na variação do rendimento em madeira serrada de *A. angustifolia*, à semelhança

Tabela 1. Sumário da análise de variância do rendimento em madeira serrada.

Table 1. Summary of variance analysis of the yield in lumber.

Variável	Significância do rendimento
Sistema de desdobro (A)	*
Classe diamétrica (B)	**
A × B	**

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$);

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

do que também foi observado por Murara et al. (2005) e Manhiça et al. (2012) em desdobro de madeira de pinus utilizando os dois sistemas.

Essa situação era de se prever, uma vez que, no desdobro aleatório, as toras foram desdobradas de acordo com os critérios da empresa, bem como em função da experiência do operador. Assim sendo, na maioria das toras os cortes foram definidos em função das características diamétricas e da presença de defeitos, contrariamente ao sistema otimizado, no qual essas variáveis não são consideradas, pois foram utilizados os diâmetros médios das toras de cada classe, superestimando-se o volume de madeira serrada de cada tora e, conseqüentemente, o seu rendimento.

Essa observação também foi feita por Valério et al. (2009), segundo os quais o programa MaxiTora é bidimensional, pois não considera as variações diamétricas e, como consequência, os rendimentos obtidos pelo programa encontram-se superestimados em relação ao desdobro aleatório ou convencional.

Em relação às classes diamétricas era esperado que as mesmas tivessem efeito significativo no rendimento em madeira serrada, pois normalmente as toras de diâmetro maior geram maior volume de produtos em relação às de menor diâmetro. Outro aspecto importante é o tipo de produto obtido no momento do desdobro (vigas, caibros), que pelas suas dimensões são difíceis de obter nas toras de menor diâmetro, principalmente no desdobro aleatório, no qual os cortes são definidos pelo operador, apesar de ele ter longa experiência na atividade.

A interação entre os fatores também foi significativa, ou seja, o sistema de desdobro utilizado, devido principalmente à contribuição do programa MaxiTora, bem como à variação na amplitude do diâmetro das toras, entre as classes, favoreceu no dimensionamento das peças e no rendimento em madeira serrada de *A. angustifolia*.

O desdobramento da análise de variância vem apresentado na Tabela 2, pela comparação dos valores médios de rendimento em madeira serrada obtidos em cada sistema de desdobro, nas três classes diamétricas.

Observando-se as médias apresentadas na Tabela 2, verifica-se um aumento, porém não significativo, do rendimento em madeira serrada com o aumento da classe diamétrica, no desdobro otimizado. No desdobro aleatório, por outro lado, verifica-se um aumento significativo do rendimento em madeira serrada com o aumento da classe diamétrica.

Em termos gerais, os dois sistemas de desdobro apresentaram diferenças significativas, com maior rendimento médio no desdobro otimizado. Essa situação foi observada pelo fato de o desdobro otimizado ser realizado com as linhas de corte predefinidas pelo

MaxiTora, o que possibilitou o desenho do diagrama ideal para obtenção das peças que geram maior rendimento.

Contrariamente, o desdobro aleatório necessita de muito refilo, sendo que o posicionamento dos fios de corte gera baixo rendimento, principalmente no aproveitamento das costaneiras serradas durante as primeiras operações para obtenção do semibloco.

Em relação às três classes, o maior rendimento médio foi observado na classe diamétrica 3 para os dois sistemas de desdobro, como resultado das dimensões das toras e da possibilidade de obtenção de maior volume de produtos de grandes dimensões (vigas e caibros) sem necessitar de muitos cortes.

Utilizando programação para o desdobro de madeira de pinus, Murara et al. (2005) e Manhiça et al. (2012) verificaram comportamento semelhante, tendo observado melhor *performance* do desdobro otimizado nas classes diamétricas maiores, porém os autores obtiveram rendimentos diferentes dos encontrados nesta pesquisa, sendo que Murara et al. (2005) obtiveram 49,01% e 52,4% e Manhiça et al. (2012), 44,21% e 53,60% nos desdobros aleatório e otimizado, respectivamente.

Num outro estudo realizado sobre o desdobro de *A. angustifolia* com diâmetro de 20 cm a 60 cm, sem a utilização da programação, Valério et al. (2007) obtiveram rendimento médio semelhante aos obtido no desdobro aleatório, variando de 37,73% a 51,17%.

Porém Cardoso (2008), utilizando programação para o desdobro de toras de pinus com diâmetro de 19,50 cm a 28,50 cm, obteve rendimento relativamente mais alto que o observado neste estudo para o desdobro otimizado, variando de 54,2% a 62,4% na linha de desdobro 2, a qual apresentava SFD – serra fita vertical

Tabela 2. Rendimento em madeira serrada no desdobro aleatório e no otimizado para as três classes diamétricas de *Araucaria angustifolia*.

Table 2. Yield in lumber in aleatory and optimized breakdown for the three diameter classes of *Araucaria angustifolia*.

Sistema de desdobro	Rendimento (%)			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média geral
Otimizado	47,48aA *(5,69)(0,12)	51,66aA *(4,14)(0,08)	51,35aA *(2,41)(0,05)	50,16a
Aleatório	36,54bB *(2,79)(0,08)	52,95aA *(3,66)(0,07)	53,34aA *(5,92)(0,11)	47,61b
Media geral	42,01 b	52,31a	52,34a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, $p > 0,05$); *Valores entre parênteses são o desvio padrão e o coeficiente de variação (%), respectivamente.

dupla, SCM – serra circular múltipla, RFHS – serra fita horizontal simples e RFHM – serra fita horizontal múltipla.

A variação do rendimento em madeira serrada observada na Tabela 2, nos dois sistemas de desdobro, pode ser explicada também pela conicidade das toras. Mesmo sabendo que a *A. angustifolia* normalmente apresenta baixa conicidade, Grosser (1980) afirma que essa variável influencia no rendimento em madeira serrada principalmente quando se pretende obter produtos diferenciados, como foi o caso.

Assim sendo, na Figura 3 são apresentadas as correlações de Pearson entre o rendimento em madeira serrada, nos dois sistemas de desdobro, e a conicidade das toras.

Na Figura 3 pode-se observar que, tanto para o desdobro aleatório (A) como para o otimizado (B), as variáveis rendimento em madeira serrada e conicidade das toras estabelecem uma associação bivariada fortemente relacionada nas classes diamétricas 1 e 2, sendo que para a classe diamétrica 3 essa associação fica mais enfraquecida.

Ou seja, pela média das duas variáveis (linhas pontilhadas), tanto no desdobro aleatório (A) como no desdobro otimizado (B), isso implica que o aumento do rendimento em madeira serrada só se verifica até um certo limite de conicidade. Em toras de maior conicidade, o rendimento em madeira serrada tende a baixar, conforme observado também por Pedro et al. (2014) em madeira de *Eucalyptus sp.*

Essa situação é sustentada por Vital (2008), segundo o qual durante o desdobro de toras cônicas para obtenção de produtos com bitolas diferenciadas o

primeiro corte afeta significativamente o rendimento, resultando em pouco aproveitamento após o refilo e, conseqüentemente, baixo rendimento em madeira serrada.

Mesmo que o programa MaxiTora não leve em consideração a variação diamétrica de cada tora, a estimativa do rendimento se mostrou mais precisa no desdobro programado, uma vez que a associação das médias (linhas pontilhadas) das variáveis rendimento em madeira serrada e conicidade das toras se aproxima mais da origem (Figura 3B).

Essa associação permite a predição do rendimento em madeira serrada em função da conicidade das toras no desdobro otimizado e no desdobro aleatório adotado, como representado na Tabela 3 pelos modelos estatísticos gerados através da análise da regressão para *A. angustifolia*.

Na Tabela 3, os modelos ajustados para a estimativa do rendimento em madeira serrada em função da conicidade por classe diamétrica mostraram-se significativos, exceto para a classe diamétrica 3 do desdobro aleatório.

Pelos valores dos coeficientes de determinação ajustados para o desdobro aleatório, a classe diamétrica 2 apresentou melhor correlação, na qual a variação da conicidade contribui com 50% do rendimento em madeira serrada. Esse valor foi relativamente baixo em relação aos valores dos coeficientes de determinação ajustados obtidos por Murara et al. (2013), que utilizaram o fator classe diamétrica como variável associativa para estimar o rendimento em madeira serrada de *Pinus sp.*

No desdobro otimizado, os coeficientes de determinação ajustados para os modelos de predição

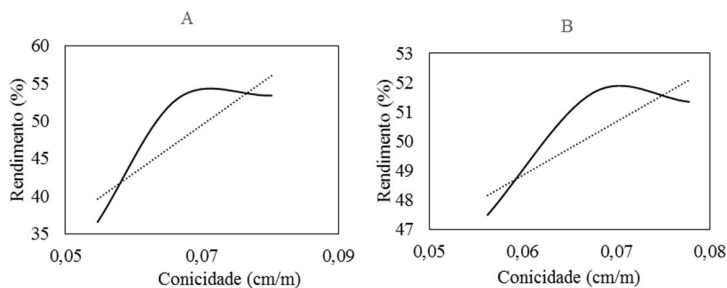


Figura 3. Variação da correlação do rendimento em madeira serrada com a conicidade das toras. (A) desdobro aleatório; (B) desdobro otimizado.

Figure 3. Variation of the correction in yield lumber and the taper of logs. (A) Aleatory breakdown; (B) optimized breakdown.

Tabela 3. Modelos ajustados para predição do rendimento em madeira serrada em função da conicidade das toras no desdobro aleatório e no desdobro otimizado.

Table 3. Adjusted models of the prediction of the yield in lumber due to the taper of logs in the aleatory and optimized breakdown.

Sistema de desdobro	Classe diamétrica	Rendimento				
		B_0	B_1	R^2_{aj}	S_{yx} (%)	F
Aleatório	1	-20,96	1216,67	0,47	4,16	*
	2	-7,18	871,69	0,50	2,94	*
	3	75,47	-310,31	0,20	2,16	ns
Otimizado	1	83,58	-859,19	0,83	1,15	**
	2	114,54	-926,14	0,79	1,66	**
	3	144,23	-1132,57	0,98	0,66	**

*Significativo a 5% de probabilidade; **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); B_0 Constante do modelo ajustado para predição do rendimento em madeira serrada de *Araucaria angustifolia*; B_1 Coeficiente do modelo para conicidade das toras de *Araucaria angustifolia*; ns Não significativo; R^2_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} % = Erro padrão da estimativa; F = Fator de significância calculado.

do rendimento ajustados nas três classes diamétricas foram relativamente superiores, podendo ser utilizados para estimar com precisão o rendimento médio em madeira serrada que toras com a mesma distribuição de conicidade irão proporcionar no desdobro otimizado.

Utilizando madeira de *Pinus sp.*, Murara et al. (2013) obtiveram 99,23% de correlação para as toras desdobradas pelo método programado, sendo que Cardoso (2008) também obteve coeficientes de determinação relativamente altos, variando de 95,35% a 94,37% em duas diferentes linhas de desdobro.

Os altos valores dos coeficientes de determinação gerados nos modelos ajustados indicam que o rendimento médio pode ser estimado estatisticamente pelas variáveis utilizadas para análise da regressão no sistema de desdobro otimizado. E, segundo Murara et al. (2013) e Cardoso (2008), as mesmas podem ser utilizadas como ferramenta para decisão gerencial de compra de matéria-prima, sendo que, a partir do momento em que se obtêm conicidade e diâmetro médio das toras, é possível estimar com precisão o respectivo rendimento médio.

4. CONCLUSÕES

O rendimento médio em madeira serrada foi diretamente afetado pelo sistema de desdobro utilizado.

A classificação diamétrica das toras e a otimização do desdobro pelo programa MaxiTora aumentou o rendimento em madeira serrada.

Acima da classe diamétrica 2, a conicidade das toras ocasionou a redução do rendimento, prejudicando a reprodução de modelos de predição no desdobro aleatório.

Entre os dois sistemas de desdobro, os modelos estatísticos ajustados para o desdobro otimizado foram mais precisos na estimativa do rendimento em madeira serrada.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 14 jun., 2014

Aceito: 22 nov., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Márcio Pereira da Rocha

Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil

e-mail: mprocha01@gmail.com

REFERÊNCIAS

Cardoso AA Jr. *Inovação tecnológica na obtenção de madeira serrada de pinus com uso de programa otimizador de desdobro* [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2008.

Grosser D. *Defeitos da madeira*. Curitiba: FUPEF; 1980. 62 p. Série Técnica n. 2.

- Industria Brasileira de Árvores – IBA. *Anuário estatístico 2015: ano base 2014*. Brasília: IBA; 2015. 80 p.
- Manhça AA, Rocha MP, Timofeiczky R Jr. Rendimento no desdobro de *Pinus* sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte. *Floresta* 2012; 42(2): 409-420. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i2.19641>.
- Murara MI Jr, Rocha MP, Timofeiczky R Jr. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. *Floresta* 2005; 35(3): 473-483.
- Murara MI Jr, Rocha MP, Trugilho PF. Estimativa do Rendimento em Madeira Serrada de *Pinus* para Duas Metodologias de Desdobro. *Floresta e Ambiente* 2013; 20(4): 556-563.
- Novak RS, Silva ACL. Um sistema de otimização aplicado ao desdobro de madeira. In: *Anais do XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*; 2009; Porto Seguro, BA. Porto Seguro: SBPO; 2009. p. 3030-3040.
- Pedro FS, Juízo CGF, Rocha MP, Bila NF, Uetimane E. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. *Floresta e Ambiente* 2014; 21(4): 543-550.
- Regalado C, Kline DE, Aramas PA. Optimum edging and trimming of hardwood lumber. *Forest Products Journal* 1992; 42(1): 8-14.
- Valério AF, Watzlavick LF, Balbinot R, Caldeira MVW, Figueiredo A Fo. Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. *Floresta* 2009; 39(3): 619-628. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i3.15361>.
- Valério AF, Watzlavick LF, Santos RT, Brandelero C, Koehler HS. Quantificação de resíduos e rendimento no desdobro de *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) O. KUNTZE. *Floresta* 2007; 37(3): 387-398. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v37i3.9934>.
- Vital BR. *Planejamento e operação de serrarias*. Viçosa: UFV; 2008. 211 p.