

RELAÇÃO ENTRE MODELOS DE DESDOBRO, RENDIMENTO E QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE *Pterocarpus angolensis*

Claudio Gumane Francisco Juízo^{1*}, Marcio Pereira Rocha², Abel Lucas Rafael³

SAP 17678 Data envio: 28/08/2017 Data do aceite: 01/07/2018
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, abr./jun., p. 213-219, 2018

RESUMO - O presente trabalho teve o objetivo relacionar diferentes modelos de desdobro com o rendimento e qualidade de madeira serrada de *Pterocarpus angolensis* (Umbila), na serra-fita, numa serraria de pequeno porte em Moçambique. Foram selecionadas 20 toras as quais foram ditribuídas igualmente para cada classe diamétricas (41-50 cm e 51-60 cm). As toras de cada classe diamétrica foram separadas em cinco para o desdobro radial, e cinco para o desdobro tangencial. Nos resultados obtidos, o modelo de desdobro tangencial apresentou melhores rendimentos em relação ao desdobro radial, e aumento do rendimento em madeira serrada com o aumento do diâmetro das toras. Para a qualidade da madeira, o arqueamento foi intenso no desdobro radial, e o encurvamento foi mais intenso no desdobro tangencial, que por sua vez teve maior índice de rachaduras das tábuas em relação ao desdobro radial. Nas condições utilizadas para a realização do estudo, o desdobro tangencial apresentou melhores resultados de rendimento, sendo que a menor porporção de empenamentos foi verificada no desdobro radial.

Palavras-chave: Umbila, serraria, tangencial, radial, defeitos.

RELATION BETWEEN BREAKDOWN MODELS, YIELD AND WOOD QUALITY OF *Pterocarpus angolensis*

ABSTRACT - The present work had the objective of relating the different breakdown models, with the yield and quality of lumber of *Pterocarpus angolensis* (Umbila), in band saw in a small sawmill in Mozambique. Twenty logs of two diametric classes (41-50 cm and 51-60 cm) were selected and allocated ten logs for each class. The logs of each diametric class were separated into five for a radial breakdown, and five for a tangential breakdown. From the obtained results, the tangential breakdown had a better yield than radial breakdown, and a increasing of yield in lumber on raising of logs diameter. Regarding wood quality, the bending was intense in the radial breakdown, and the curving was intense in tangential breakdown, which in turn, had a higher index of board's cracks than radial breakdown. Under the used conditions for this study, the tangential breakdown presented better yield results, but the lower proportion of wood feathering was verified in the radial breakdown.

Keywords: Umbila, breakdown, tangential, radial, defects.

INTRODUÇÃO

Moçambique é um país tropical, com diversidade de espécies nativas de grande potencial comercial. Contudo, nos últimos anos o processamento dessas espécies tem se restringido a um grupo restrito de folhosas onde se incluem *Pterocarpus angolensis* (Umbila), *Millettia stuhlmannii* (Panga-panga), *Dalbergia melanoxylon* (Pau-preto), *Azelia quanzensis* (Chanfuta), *Milicia excelsa* (Tule), *Androstachys johnsonii* (Simbirre), *Khaya anthoteca* (Umbáua) e *Brachystegia spiciformis* (Messassa), que são as principais espécies utilizadas pela indústria de móveis, construção civil e artesanato.

No contexto atual, a madeira de *Pterocarpus angolensis* tem sido uma das principais espécies empregadas para responder a demanda na fabricação de diversos produtos para uso doméstico, incluindo também a fabricação de móveis escolares.

No entanto, o potencial madeireiro desta, assim como das demais espécies utilizadas com a mesma finalidade, ainda é pouco aproveitado por falta de conhecimento e disseminação de informação sobre as características tecnológicas, bem como, dos rendimentos obtidos no processo produtivo. Informações essas, que podem gerar muito mais benefícios para as empresas e criar possibilidades de agregar valor aos produtos destas espécies, pelo conhecimento das suas qualidades para as mais diversas finalidades do setor madeireiro.

Nesse sentido, Rocha (2000) destaca a utilização de metodologias adequadas para o desdobro das toras, como um mecanismo para a geração de produtos de melhor qualidade, com pouca variação de defeitos e rendimentos satisfatórios. Porém, vale salientar que segundo Leite (2008), a decisão de desdobrar uma tora, dificilmente resulta em produtos de melhor qualidade e um ótimo aproveitamento, principalmente quando se trabalha

¹Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: c.gumane@gmail.com. *Autor para correspondência.

²Professor Titular, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico, Curitiba, Paraná, Brasil.

³Engenheiro Florestal, Instituto Superior Politécnico de Manica Gondola, Manica, Moçambique.

com espécies nativas, pela dificuldade de se ter a melhor visualização das possíveis alternativas de desdobro, devido a excessiva presença de defeitos nas toras de algumas espécies.

Assim sendo, em função do tipo e qualidade de produtos que se pretende obter utilizando madeira de espécies nativa, as metodologias de desdobro adequadas podem permitir a redução de perdas, contribuindo também nos ganhos das empresas madeireiras e na economia.

Aliado a isso, Murara Júnior (2005) afirma que o bom aproveitamento da tora e a boa qualidade do produto que se pretende obter, são afetados não só pelas metodologias de desdobro, mas também, pelos tipos de matéria prima. Demonstrando que em se tratando de madeira de espécies nativas, a qualidade da matéria prima acaba sendo também um fator preponderante, pois, alguns defeitos podem se manifestar imediatamente após o desdobro e se intensificar durante as etapas secundárias de processamento da madeira.

Os defeitos mais comuns são as rachaduras e empenamentos de peças, que além de serem típicos de muitas espécies de folhosas, podem ocorrer em função dos defeitos observados nas toras de onde as peças foram obtidas, afetando assim o limite de resistência dos materiais em serviço.

Isso implica numa criteriosa classificação da matéria-prima em função das suas características, bem como, no estabelecimento de modelos de desdobro adequados para obtenção de determinados produtos, rendimentos e qualidade satisfatórios. Ainda mais quando o processo produtivo é realizado nos Países em vias de desenvolvimento como é o caso de Moçambique, onde a maioria das empresas são de pequeno porte e operam de

forma empírica, com resultados ineficientes, limitando o desenvolvimento e competitividade da indústria madeireira que ainda carece de informação sobre a matéria-prima e seus produtos.

Assim sendo, na tentativa de suprir a demanda por este tipo de informação para a indústria madeireira Moçambicana, este estudo teve como objetivo relacionar o feito de dois modelos de desdobro de toras numa serra de fita, para obtenção de rendimento e qualidade de madeira serrada de *Pterocarpus angolensis* (Umbila).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa serraria de pequeno porte localizada na zona industrial da cidade de Chimoio, Província de Manica em Moçambique, na costa oriental, região sudeste do continente africano.

Foram selecionadas 20 toras, separadas em duas classes diamétricas (41-50 cm e 51-60 cm), totalizando dez toras para cada classe, que foram distribuídas em cinco para o desdobro radial e cinco para desdobro tangencial. Para cada uma das toras foram tomadas as medidas dos diâmetros da ponta fina e da ponta grossa, em conjunto com o comprimento, os que permitiu a cubagem das mesmas pelo método de Smalian.

Em seguida, foi realizado primeiro o desdobro radial das toras de cada classe diamétrica, dividindo a tora em quatro partes (quadrante), com fios de desdobro perpendiculares no centro da tora, posteriormente em cada quadrante foram realizados cortes alternativos balanceados, para obtenção de tábuas com faces radiais segundo a metodologia utilizada por Pedro et al. (2014) ilustrada na Figura 1.

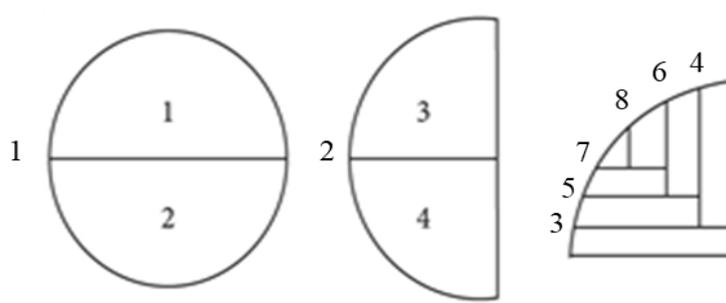


FIGURA 1 - Modelo de desdobro radial. Fonte: Adaptado de Pedro et al. (2014).

Após o desdobro radial, fez-se o desdobro tangencial em cortes sucessivos ou sanduíche para cada uma das classes diamétricas, neste método, as toras foram retiradas a primeira costaneira, seguiu-se a realização do primeiro fio de desdobro para retirada de primeira tábua

com faces curvas, em seguida foram realizados cortes consecutivos para retirada de tábuas com faces tangenciais planas, até a obtenção da segunda costaneira, adaptando a metodologia proposta por Rocha (2000) como ilustra a Figura 2.

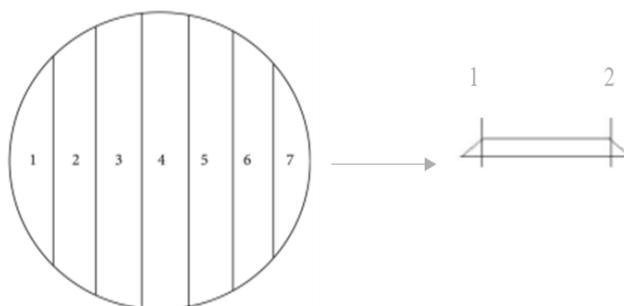


FIGURA 2 - Modelo de desdobro tangencial em cortes sucessivos ou sanduíche. Fonte: Adaptado de Pedro et al. (2014).

As costaneiras foram descartadas por serem consideradas não útil para obtenção de tábuas. Em seguida as tábuas de cada classe diamétrica, foram resserradas, para remoção do esmoado e obtenção da largura final. Posteriormente nas mesmas foram tomadas tres as medidas de , largura e espessura, sendo duas nas extremidades e uma no centro da tábua. Posteriormente a medição do

comprimento de cada tábua para determinação do volume total de madeira serrada obtido de cada tora para cada classe diamétrica.

Assim sendo, com base no volume das toras e volume de madeira serrada por classe diamétrica foi utilizada a equação 1, para determinar o rendimento em em madeira serrada de cada modelo de desdobro.

$$R (\%) = \frac{V_{ms}}{V_t} \quad (1)$$

Onde: R% = rendimento em madeira serrada (%), V_{ms} = volume de madeira serrada (m^3), V_t = volume do tora (m^3).

Qualidade de madeira serrada

Após a determinação do rendimento, as peças de cada classe diamétrica e de cada modelo de desdobro, foram submetidas a avaliação de defeitos na condição verde, logo depois do desdobro, sendo determinadas as intensidades de encurvamento e arqueamento, índice de rachaduras de acordo com a metodologia utilizada por Hornburg et al. (2012).

Análise estatística dos dados

Para a análise dos dados, foi realizada a análise de variância, considerando o arranjo fatorial 1 x 2 x 2 (espécie x classe diamétrica x modelo de desdobro), utilizando como ferramenta de trabalho o programa

estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta. Em seguida, realizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, para a comparação de médias. Posteriormente foram gerados modelos de predição utilizando o microsoft office Excell para estimar cada uma das variáveis avaliadas, em função das diferentes classes diamétricas utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, está apresentado o quadro resumo da análise de variância para o rendimento e qualidade da madeira serrada de *P. angolensis* nas duas classes diamétricas avaliadas para o desdobro radial e desdobro tangencial.

TABELA 1 - Resumo da análise variância do rendimento e qualidade da madeira serrada por classe diamétrica nos dois modelos de desdobro.

Variáveis	R (%)	Significância		
		Ev ($mm\ m^{-1}$)	Ar ($mm\ m^{-1}$)	IR (%)
Classe diamétrica	*	*	*	*
Modelos de desdobro	*	*	*	*
Classe diamétrica x modelo de desdobro	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Em que: R = rendimento, Ev = encurvamento, Ar = arqueamento, IR = índice de rachaduras. *Significativo a 5% de probabilidade de erro. n.s. = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se observar que os fatores classe diamétrica e modelo de desdobro de forma independente, tiveram efeito significativo no rendimento em madeira serrada, possivelmente pela amplitude dos diâmetros das toras utilizadas para cada classe diamétrica, bem como pelas dimensões das peças obtidas em cada modelo de desdobro testado, pois o desdobro tangencial gerou peças mais

largase de maior volume. No entanto, a interação entre os dois fatores não teve efeito significativo sobre esta variável.

Por outro lado, esta diferença, pode ser explicada pela realização de cortes sussecivos do desdobro tangencial, que segundo Rocha (2000) resultam num menor número de fios de corte e com isso menos

desperdícios de madeira, a semelhança dos resultados que foram obtidos por Cunha et al. (2015) na madeira de eucalipto.

Os resultados, são semelhantes aos observados por Pedro et al. (2014), ao avaliar o efeito da combinação dos fatores classe diamétrica e modelo de desdobro no processamento de eucalipto, utilizando serra circular.

Semelhante a estes resultados, estes estudos, Juízo et al. (2015) avaliando o desdobro tangencial de *Pterocarpus angolensis*, também não observaram o feito significativo para a interação entre os fatores modelo de desdobro e classe diamétrica.

Apesar do aumento no rendimento em madeira serrada, a utilização de toras de diferentes classes diamétricas, resultou em diferença proporcional de defeitos, e consequentemente diferença na qualidade do produto obtido. Assim sendo pode se observar na tabela 1, que o encurvamento, arqueamento e índice de rachaduras também foram influenciados pelo modelo de desdobro adotado e pelas classe diamétrica das toras.

Segundo Calonego e Severo (2005) e Trevisan et al. (2009), grande parte dos defeitos no desdobro da madeira, surgem pela liberação de tensão de crescimento que se concentram no tronco. Assim sendo em função do modelo de desdobro adotado, podem ocorrer diferenças na intensidade de movimentação em espessura e largura das

peças radiais e tangenciais resultando nas diferenças na proporção de defeitos.

Por outro, a diferença observada nas peças obtidas das toras de maiores diâmetros em comparação às toras de menores diâmetros, segundo Trevisan et al. (2009), Trevisan et al. (2013) e Souza et al. (2012), estão relacionadas com as variações que as mesmas apresentam nas características de crescimento, como por exemplo a proporção do lenho juvenil e lenho adulto, que tende a ser mais estevele geralmente em maior proporção nas toras de maior diâmetro resultando em tábuas com menor propensão a defeitos.

Sugerindo assim que para obtenção de madeira serrada de boa qualidade em toras de *Pterocarpus angolensis*, há necessidade de se considerar o modelo de desdobro e classes diamétricas a serem adotadas no processo.

Rendimento e qualidade da madeira serrada

A variação do rendimento e parâmetros de qualidade da madeira serrada utilizando o desdobro radial e tangencial obtidos no teste de comparação de médias das variáveis avaliadas nos para cada classe diamétrica de toras de *Pterocarpus angolensis* são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Valores médios de rendimento e qualidade de madeira serrada de *Pterocarpus angolensis* (Umbila) no desdobro radial e tangencial.

Variáveis	Classes diamétricas	Modelos de desdobro					
		Radial			Tangencial		
Rendimento (%)	Classe 1	31,63	Aa**	*(3,2)	44,81	Ab	*(12,02)
	Classe 2	36,47	Ba	*(7,2)	54,92	Bb	*(7,33)
Encurvamento (mm m ⁻¹)	Classe 1	1,68	Aa	*(10,60)	2,30	Ab	*(4,35)
	Classe 2	2,46	Ba	*(17,04)	2,83	Bb	*(4,61)
Arqueamento (mm m ⁻¹)	Classe 1	3,49	Aa	*(5,21)	2,28	Ab	*(29,06)
	Classe 2	4,47	Ba	*(20,16)	3,93	Ab	*(17,77)
IR (%)	Classe 1	4,1	Aa	*(20,20)	5,52	Bb	*(32,99)
	Classe 2	2,80	Bb	*(22,62)	14,09	Bb	*(28,91)

**Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. *Valores entre parênteses = desvio padrão e coeficiente de variação (%), respectivamente. IR = índice de rachaduras.

Pelos valores médios apresentados na tabela 2, a maior classe diamétrica e o desdobro tangencial tiveram de forma significativa os maiores rendimentos em madeira serrada. Neste sentido, Rocha (2000) e Cunha (2015), relatam que, geralmente é esperado um aumento do rendimento com o aumento da classe diamétrica, bem como, com a utilização do modelo de desdobro tangencial, pela possibilidade de obtenção de peças que proporcionam maiores volumes de madeira serrada.

Pelo fato de ainda haver limitação de pesquisas com espécies nativas de Moçambique para efeitos de comparação, foram tomadas como base algumas espécies de eucalipto e espécies tropicais nativas do Brasil, com características semelhantes as do *P. angolensis*.

Neste contexto os resultados obtidos para o desdobro radial da classe diamétrica 2, foram semelhantes

as observações de Cunha et al. (2015) que obtiveram 36,79% no rendimento em madeira serrada sem rachadura e destopo de toras de *E. Benthamii*. Todavia estes resultados foram relativamente baixos aos observados por Cunha et al. (2015) rendimento em madeira serrada de desdobro radial em toras de *Eucalyptus grandis* os quais tiveram uma variação de 41,60% a 44,20%.

Os resultados deste estudo, foram relativamente superiores as observações de Pedro et al. (2014) verificaram uma variação de 26,12% a 34,82% no rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* e *E. cloeziana* apesar de semelhante a este estudo, terem observado aumento do rendimento com aumento da classe diamétrica no radial utilizando serra circular portátil.

Para o desdobro tangencial, em estudos realizados por Garcia (2013) também foram observados aumento do

rendimento com o incremento da classe diamétrica no desdobro de *Eucalyptus* sp.

Não obstante, o desdobro tangencial, proporcionou resultados semelhantes às observações de Araújo (2014), no desdobro tangencial convencional da madeira de *Parkia multijuga* (faveira), o qual obteve rendimento médio de 44,12%. Concomitantemente, Juízo et al. (2015), estudando o desdobro tangencial de espécies nativas de Moçambique obtiveram resultados semelhantes, na ordem de 48,69% para madeira de *Pterocarpus angolensis* e 54,48% para de *Combretum imberbe*.

Marchesan (2012), fazendo classificação da madeira serrada de primeira e segunda qualidade de muiracatiara (*Astronium lecointei*), obteve 33,99% de rendimento no tangencial sucessivo, diferindo assim dos valores obtidos no desdobro tangencial (Tabela 2).

Em relação à qualidade da madeira serrada, os valores médios obtidos no encurvamento de tábuas radiais e tangencial foram relativamente baixos em relação aos observados por Rocha (2000), o qual obteve 4,30 mm m⁻¹ e 3,27 mm m⁻¹ do desdobro radial e 2,63 mm m⁻¹ e 1,89 mm m⁻¹ no desdobro tangencial de toras finas e grossas de *Eucalyptus grandis* respectivamente. Já no arqueamento, os valores observados neste estudo, foram relativamente superiores principalmente, no desdobro tangencial no qual Rocha (2000) obteve 0,15 mm m⁻¹. Porém no desdobro radial os valores observados foram baixos em relação as observações de Rocha (2000) que obteve 7,8 mm.m⁻¹ de arqueamento nas tábuas de *E. grandis*.

Um aspecto importante a ser considerado, é que o desdobro tangencial minimizou a intensidade do arqueamento quando comparado com o desdobro radial que minimizou a intensidade de encurvamento das peças obtidas, como foi observado por Rocha (2000) em madeira de *Eucalyptus* sp., essa situação observa-se pelo fato de as tábuas do desdobro radial terem maior equilíbrio na movimentação da espessura que se projeta na direção dos anéis de crescimento, estando mais sujeitas a arquear, do que as tábuas do desdobro tangencial que tem maior equilíbrio de movimentação em largura que se projeta na direção dos raios, estando sujeitas a encurvamento.

Ainda assim, para Severo (2000), as intensidades de encurvamento e arqueamento das tábuas observados no presente estudo podem ser consideradas leves, uma vez que estão de acordo com a NBR 9587 que regulamenta um máximo de defeito igual a 5 mm m⁻¹.

O aumento da classe diamétrica no desdobro radial ocasionou a redução de índice de rachaduras das peças, pelo fato dos cortes terem sido realizados de forma balanceada, controlando a liberação de tensão no desdobro. Outro aspecto, pode estar estritamente relacionado com a qualidade das toras, uma vez que as toras de maior diâmetros aparentavam ter maior proporção de lenho adulto, reduzindo assim a possibilidade de surgimento de rachas na madeira conforme também foi relatado por Trevisan et al. (2013) em toras de *Eucalyptus grandis*.

No desdobro tangencial o aumento de classe diamétrica ocasionou aumento significativo do índice de rachaduras nas tábuas, pois, apesar de serem provenientes

do lenho dulto com menor efeito de tensão e maior estabilidade dimensional, estas eram mais largas e com maior seção na direção dos anéis de crescimento, tornando-se mais instáveis em relação as peças obtidas do radial.

Trugilho (2005), verificou valores mais baixos (9,2%) no índice de rachadura, em relação aos resultados obtidos no desdobro tangencial deste estudo. Porém, avaliando a madeira de *Eucalyptus grandis* Souza et al. (2012), verificaram índices de rachaduras de 15,1% e de 23,7% para a madeira de 14 anos de idade. Enquanto Haselein et al. (2004), verificaram o índice de rachaduras de 63,56%, para o *E. grandis*, aos 27 anos de idade.

É interessante observar que os índices de rachaduras, nos dois modelos de desdobro, foram relativamente mais baixos que os índices observados por algumas espécies de folhosas como *Liquidambar styraciflua* e *Eucalyptus* sp. descritas por Lima et al. (2013) e Trevisan et al. (2009), respectivamente, como espécies com porcentuais altos de rachaduras. Pode-se verificar que os modelos ajustados foram significativos para a estimativa do rendimento, encurvamento e arqueamento (Tabela 3), com valores de coeficiente de determinação altos. Para o índice de rachaduras os modelos não foram significativos e tiveram os coeficiente de determinação mais próximo de zero.

Os coeficientes de determinação ajustados (Raj²) para o rendimento em madeira serrada foram de 55% no desdobro radial e 71% no desdobro tangencial, valores estes que sugerem uma relação de dependência desta variável com o diâmetro das toras, ou seja, mais da metade da variação do rendimento em madeira serrada é explicado pela variação diamétrica. Porém, aqui é preciso observar a contribuição de outros fatores como o tipo de serra utilizada, uma vez que as serras de fita têm uma lâmina de menor espessura em relação à serra circular, e com isso geram menores perdas em volume e consequentemente, maiores rendimentos em madeira serrada.

Ainda na Tabela 3, o encurvamento e arqueamento tangenciais apresentaram 84% e 72% de coeficiente de determinação, respectivamente, indicando também que existe uma forte correlação entre as variáveis, onde mais da metade da variação do encurvamento e arqueamento tangencial é causada pela variação do diâmetro das toras. Por outro lado, no desdobro radial apesar de terem gerado modelos significativos para a estimativa da qualidade da madeira serrada, somente 49% e 43% da variação do encurvamento e arqueamento são explicados pela variação do diâmetro das toras, o que representa somente a metade da estimativa.

Modelos para rendimento e qualidade da madeira

A influência da classe diamétrica e dos modelos de desdobro nas variáveis avaliadas, pode ser representada através de modelos ajustados apresentados na Tabela 3, para estimar o rendimento e qualidade da madeira de *Pterocarpus angolensis*. Apesar das diferenças dos coeficientes de determinação ajustados, os dois modelos de desdobro geraram modelos estatísticos que podem ser utilizados para estimar o rendimento e qualidade das

tábuas, prevalecendo a possível influência de outros fatores de desdobro tais como: ajustes de serra, desequilíbrio mecânico da tora e curvatura das toras,

características essas que também influenciam no rendimento e qualidade da madeira.

TABELA 3 - Modelos ajustados para o rendimento e qualidade da madeira de *Pterocarpus angolensis*.

Variáveis	Modelos de desdobros	Modelos ajustados		R^2_{aj}	S_{yx} (%)	F
		B_0	B_1			
Rendimento	Radial	27,08	4,69	0,55	2,12	10,87*
	Tangencial	30,91	12,01	0,71	3,95	20,54*
Encurvamento	Radial	1,05	0,66	0,49	0,33	8,73*
	Tangencial	1,75	0,54	0,84	0,12	42,57*
Arqueamento	Radial	2,14	1,34	0,43	0,75	7,02*
	Tangencial	0,15	1,89	0,72	0,61	21,19*
Índice de rachaduras	Radial	4,91	-0,95	0,25	0,74	3,72 ^{ns}
	Tangencial	-7,41	9,35	0,39	5,68	6,02 ^{ns}

Em que: B_0 = coeficiente do modelo estimado, B_1 = coeficiente de diâmetro das toras, R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado, S_{yx} (%) = erro padrão da estimativa, F = fator de significância calculado, *Significativo a 5% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo.

O índice de rachaduras apresentou coeficientes de determinação de 25% no desdobro radial e 39% no desdobro tangencial, o que sugere que a proporção das rachaduras nas peças não teve grande influência da variação diamétrica das toras, porém foi influenciado pelo modelo de desdobro, uma vez que o desdobro tangencial contribuiu para obtenção de peças de maiores larguras e com isso mais instáveis em relação as peças radiais que são de menor largura, conforme foi observado por Calonego e Severo (2005), segundo os quais, as tábuas mais estreitas normalmente possuem um único tipo de lenho, diferentemente das tábuas mais largas que tem maior heterogeneidade da madeira, tornando-as mais propensas a formação de rachaduras.

CONCLUSÕES

Para a madeira de *P. angolensis*, o aumento da classe diamétrica interferiu significativamente no aumento do rendimento em madeira serrada.

O modelo de desdobro tangencial resultou em maiores rendimentos em madeira serrada em relação ao modelo de desdobro radial.

A intensidade de encurvamento da madeira serrada foi maior do desdobro tangencial, sendo acentuada pela elevação da classe diamétrica.

O arqueamento diminuiu com redução das classes diamétricas e com aplicação do modelo de desdobro tangencial.

O aumento do diâmetro das toras no desdobro radial diminuiu o índice de rachaduras enquanto no desdobro tangencial o índice de rachaduras aumentou com aumento da classe diamétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9587**. Classificação de madeira serrada de folhosa. Rio de Janeiro. 1986. 32p.

ARAÚJO, J.A.; COSTA, N.S.; LIMA, R.S.; CALDERON, C.M.A.; CALDERON, R.A. Rendimento e eficiência operacional do desdobro da madeira de faveira (*Parquia multijuga* Benth - fabaceae). **Enciclopédia Biosfera**, Goiana, v.10, n.19; p.1656, 2014.

CALONEGO, F.W.; SEVERO, E.T.D. Influência da posição diametral das tábuas e da vaporização nos defeitos de secagem de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, Lavras, v.13, n.1, p.10-18, 2007.

CUNHA, A.B.; FRANÇA, M.C.; ALMEIDA, C.C.F.; GORSKI, L.; CRUZ, R.C.; SANTOS, D. 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.

GARCIA, F.M. **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie Cambará (*Qualea albiflora* Warm.) na Região Amazônica**. 2013. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual Paulista, 2013.

HASELEIN, C.R.; LOPES, M.C.; SANTINI, E.J.; LONGHI, S.J.; S. ROSSO, FERNANDES, D.L.G.; MENEZES, L.F. Características tecnológicas da madeira de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.2, p.145-155, 2004.

HORNBERG, K.F.; ELEOTÉRIO, J.R.; BAGATTOLI, T.R.; NICOLETTI, A.L. Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.40, n.96, p.463-471, 2012.

JUÍZO, C.G.F.; LOIOLA, P.L.; MARCHESAN, R.; JOSSÉFA, C.G.; CHAÓRA, I.J.; ROCHA, M.P.; KLITZKE, R.J. Influência da classe diamétrica no rendimento em madeira serrada de duas espécies nativas de Moçambique. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.35, n.83, p.293-298, 2015.

LEITE, F.S. **Estimativa do volume de madeira a partir do diâmetro da cepa em uma área explorada de floresta amazônica de terra firme**. 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade de Brasília, 2008.

LIMA, I.L.; FREITAS, J. A.; GARCIA, J.N. Influência da classe diamétrica nos índices de rachadura da madeira em *Liquidambar styraciflua*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.20, n.1, p.117-123, 2013.

MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, 2012.

MURARA JÚNIOR, M.I. **Desdobro de toras de Pinus utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas**. 2005. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, 2005.

PEDRO, F.S.; JUÍZO, C.G.F.; ROCHA, M.P.; BILA, N.F.; UETIMANE JUNIOR, E. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.4, p.543-550, 2014.

ROCHA, M.P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias**. 2000. 185p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2000.

SEVERO, E. T. D. Qualidade da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.109-124, 2000.

SOUZA, J.T.; TREVISAN, R.; DENARDI, L.; STANGERLIN, D.M.; VIVIAN, M.A.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E.J. Qualidade da Madeira serrada proveniente de árvores dominantes e médias de *Eucalyptus grandis* submetidas à secagem. **Cerne**, Lavras, v.18, n.1, p.167-174, 2012.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C.R.; SANTINI, E.J.; SCHNEIDER, P.R.; MENEZES, L.F. Efeito da intensidade de desbaste na qualidade da Madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.4, p.825-831, 2009.

TREVISAN, R.; DENARDI, L.; CARDOSO, G.V.; HASELEIN, C.R.; SANTINI, E.J. Variação axial do índice de rachaduras na base e no topo de toras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.41, n.97, p.75-81, 2013.

TRUGILHO, P.F. **Tensão de crescimento em árvores vivas e de clones de *Eucalyptus* spp. e de *Eucalyptus dunnii* Maiden e propriedades da sua madeira**. 2005, 123 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2005.