Efeito da poda sobre a qualidade da madeira de
Eucalyptus dunnii, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*Effect of pruning on wood quality of
Eucalyptus dunnii, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna*Rafael Leite Braz¹, Leif Nutto² e Jorge Luis Monteiro de Matos³

Resumo

O presente estudo tem como objetivo verificar quantitativamente a qualidade do regime de poda por meio das análises de cicatrização dos ferimentos internos dos nós em razão dos galhos podados. As espécies podadas foram o *E. dunnii*, *E. grandis* e *E. saligna* nas idades de 65, 65 e 52 meses, respectivamente, provenientes de um plantio comercial na região de Rosário do Sul – RS. Foram mensurados e avaliados no corte no plano radial das toras das árvores podadas quanto a extensão da oclusão do nó, a extensão da madeira com nó, o diâmetro do núcleo nodoso e obteve a estimativa da extensão da madeira limpa. O *E. dunnii* foi o que apresentou o melhor comportamento para a produção de madeira limpa, livre de defeitos, quando foi estimado em razão do corte no diâmetro meta da empresa. A eficiência da poda contribuiu para a redução do núcleo nodoso, com consequentemente aumento produção da madeira limpa, principalmente quando o objetivo é a produção de madeira serrada. Essas constatações contribuem para incentivar a aplicação da prática de poda, tornando-se essencial. No entanto, essa prática não deve ser considerada uma operação isolada em relação às práticas silviculturais e sim integrante no planejamento estratégico.

Palavras-chave: eucalipto, núcleo nodoso, regime de poda, madeira limpa

Abstract

This study aims to quantitatively verify the quality of the pruning regime through the analysis of the healing process by evaluating the wood around pruned branches. The species were pruned *E. dunnii*, *E. grandis* and *E. saligna* at ages 65, 65 and 52 months, respectively, from a commercial plantation in Rosario do Sul region - RS. In the cut we measured and evaluated in the radial plane of pruned trees as to the extent of node occlusion, the length of the wood with knot, the diameter of the knotty core and estimated the extent of clear wood. The species *E. dunnii* presented the best behavior for the production of clear wood, in relation to the target diameter of the company. It may be concluded that efficient pruning contributes in reducing the knotty core significantly and leads to a higher production of clean timber, especially when the aim is to produce aggregated value lumber. The findings of this study may encourage the application of adequate the pruning regimes in eucalypts. However, pruning should not be regarded as an isolated operation but as a substantial part of the strategic planning of silicultural management.

Keywords: *Eucalyptus*, knotty core, pruning, clear wood.

INTRODUÇÃO

As florestas plantadas, que tem como objetivo a produção de madeira sólida, de alto valor agregado, devem ser conduzidas para que tenham características desejáveis, assim, tratamentos silviculturais adicionais são necessários na condução destas florestas. Atrelado à qualidade dos plantios florestais e ao produto final de interesse, há a necessidade do desenvolvimento de estratégias do manejo florestal e das práticas silviculturais a serem adotadas, principalmente nas empresas que têm como objetivo a produção de madeira serrada ou laminadas.

A prática da poda para as espécies do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, é um tratamento relativamente recente. O regime de poda quando efetuado de maneira organizada e correta, contribui, principalmente, para a formação e aumento de uma madeira limpa, redução do núcleo nodoso, evitando a

¹Professor Doutor do Departamento de Ciência Florestal. UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos - 52171-900 - Recife - PE, Brasil. E-mail: rlbraz.ufrpe@gmail.com

²Doutor. Consultor Sênior - Investimento Florestal. UNIQUE forestry and land use / Forest Investment. Schnewlinstraße 10 - 79098 - Freiburg, Alemanha. E-mail: leif.nutto@gmail.com

³Professor Doutor no Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. UFPR - Universidade Federal do Paraná. Av. Lothário Meissner, 631 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR, Brasil. E-mail: jmatos@ufpr.br

descontinuidade das fibras, conseqüentemente, reduz também o desperdício durante os processos de produção e aumenta o aproveitamento de produtos de madeira de alta qualidade.

A perda dos galhos é um processo natural durante a vida das árvores, mas em muitas espécies do gênero *Eucalyptus* isso ocorre de forma indesejada em relação às expectativas de qualidade, assim torna-se necessária a prática da poda bem-sucedida com intuito de proporcionar uma maior extensão da madeira limpa, reduzindo os defeitos provenientes dos nós bem como a sua oclusão. Dessa forma, a madeira será melhor empregada como produto sólido, com aspectos econômicos positivos, elevando o volume da madeira livre de defeitos.

A classificação da madeira serrada tem como um dos critérios de avaliação da qualidade a presença de nós, quanto à posição, distribuição e tamanho, o que influi, diretamente na qualidade da madeira, limitando o seu uso para fins nobres e desqualificando-a. Essa classificação, pode ser feita através de normas, tais como a ABNT NBR 14806:2002 - Madeira serrada de eucalipto – Requisitos (ABNT, 2002) e ABNT NBR ISO 2299:2010 - Madeira serrada de folhosas – defeitos – classificação (ABNT, 2010). Para que a madeira oferecida ao mercado, para o abastecimento em serraria, tenha qualidade, há a necessidade de práticas adequadas de manejo como o regime de poda, evitando-se a depreciação da madeira.

A existência de um mercado para madeira de qualidade, equipamentos necessários, técnicas de poda e mão de obra disponível para o trabalho correto, além do conhecimento fisiológico das plantas são fatores de suma importância que contribuem para a aplicação de um sistema de poda eficiente.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da poda sobre a qualidade da madeira de três espécies de *Eucalyptus*, por meio da análise da cicatrização dos ferimentos internos causados pelo nó.

MATERIAL E MÉTODOS

Material de estudo

O material utilizado nesse estudo foi proveniente de plantios comerciais de eucalipto de sementes, procedentes da empresa Gestão de Empreendimentos Florestais – GRANFLOR, localizada na cidade São Gabriel, no Estado do Rio Grande do Sul, destinados à produção de madeira para geração de produtos sólidos.

As espécies selecionadas para o presente estudo foram *Eucalyptus dunnii* (65 meses de idade), *Eucalyptus grandis* (65 meses de idade) e um clone de *Eucalyptus saligna* (52 meses de idade).

Os plantios foram implantados com espaçamento inicial de 5 m (entre linhas) x 2,8 m (linha), com diferentes desbastes. As podas foram efetuadas na altura de 3 m, e depois 6 m, variando de 8 a 14 metros a alturas das árvores, respectivamente.

Das árvores cortadas no campo, retiraram-se frações do tronco das regiões da inserção dos galhos podados das árvores amostradas, até à altura de seis metros, para a avaliação da cicatrização interna do nó (Figura 1).

Figura 1. Retirada de frações do tronco com nós para a avaliação da cicatrização interna após a poda para as diferentes espécies de *Eucalyptus*.

Figure 1. Removal of samples with knot for the assessment of internal healing after pruning of different species of *Eucalyptus*.

Em seguida, as frações de tronco foram devidamente identificados e transportados para o Laboratório de Tecnologia da Madeira, do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, onde se realizaram-se as análises.

Avaliação da cicatrização interna do ferimento do nó após poda

Nas frações de tronco, realizou-se o corte diametral no sentido longitudinal no centro de ocorrência do nó passando-se a serra sobre a cicatriz de inserção do galho, facilitando a análise da cicatrização. Após o corte, as superfícies do material foram lixadas para melhor visualização e mensuração das variáveis. (Figura 2).

Figura 2. Corte no sentido longitudinal das frações do tronco para análise da poda nas diferentes espécies de *Eucalyptus*. A - Toco com o centro do nó marcado para o corte; B - Região interna do corte longitudinal do nó para a mensuração das variáveis.

Figure 2. Samples with longitudinal cut of pruned knots for healing analysis in different species of *Eucalyptus*. A - The center of the stub with a marked knot for cutting; B - internal region of the longitudinal section of the knot for measurement of the variables.

Nos cortes, foram mensurados através de uma régua milimetrada ($\pm 1\text{mm}$), o diâmetro do nó, o tamanho vertical do nó, extensão da oclusão do nó, extensão da madeira com desvio das fibras e fibras normais, extensão do alburno e cerne e consequentemente, a extensão de madeira com o núcleo nodoso (extensão do nó + extensão da oclusão do nó), obtendo-se assim, o diâmetro do núcleo nodoso.

O diâmetro do núcleo nodoso foi estabelecido através do raio da extensão da madeira com nó, mais a extensão da oclusão do nó (Figura 3).

Para avaliar a extensão de madeira limpa, estabeleceram-se os valores do diâmetro final pretendido pela empresa para o corte das árvores, no caso, espera-se que os plantios alcancem, aos 14 anos de idade, um DAP entre 40 a 45 cm com casca. Para simular a extensão da madeira limpa final, utilizaram-se os diâmetros 40, 50 e 60 cm, consequentemente, a extensão da medula a casca foi de 20, 25 e 30 cm, respectivamente. Os valores da madeira limpa foram obtidos pela diferença entre a extensão medula à casca e a extensão média do núcleo nodoso com e sem a presença da extensão das fibras desviadas em função do nó para cada espécie.

Análise dos dados

Os dados obtidos para as variáveis analisadas foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e, em caso de existência de diferença significativa entre as médias (rejeição da hipótese da nulidade) conforme o Teste F, foi efetuada a comparação das médias através do teste de Tukey em 95% de probabilidade.

Figura 3. Variáveis mensuradas: A - Diâmetro do nó (cm); B - Tamanho vertical da cicatrização do nó (cm); C - Extensão da madeira com nó – distância medula – galho cortado (cm); D - Extensão da oclusão do nó (cm); E - Extensão da madeira com defeito (C+D); F - Extensão da madeira com fibra anormal; G - Extensão da madeira com fibra normal; H - Extensão da madeira livre do nó (F+G); I - Extensão do albúrnio; J - Extensão do cerne; NN - núcleo nodoso.

Figure 3. Measured variables: A - Knot diameter (cm); B - Vertical size of the wound induced by cutting (cm); C - Extension of wood with knot (cm); D - Extension occlusion zone (cm); E - Extension of wood with defects (C + D); F - Wood extension with abnormal fiber; G - Wood extension with normal fiber; H - Extension of the knot free wood (F + G); I - Sapwood extension; J - Heartwood extension; NN - Knotty core.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis medidas para as diferentes espécies fornecem informações que permitem caracterizar a eficiência da qualidade da poda adotada pela empresa, além de identificar relações de outras variáveis que estão associadas à poda (Tabela 1). De modo geral, verificou-se que *E. saligna* apresentou valores superiores para as variáveis mensuradas, seguido pelas espécies *E. grandis* e *E. dunnii*.

Na tabela 2, é apresentada a análise de variância para algumas variáveis mensuradas, com exceção da variável “tamanho vertical do nó”, as demais variáveis não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os valores médios obtidos para as espécies, pelo teste F, em nível de 95% de probabilidade, entre os materiais avaliados.

O teste de comparação de médias (Figura 4) indica que o tamanho vertical da cicatrização do nó apresentou diferença estatística significativa, em nível de 95% de probabilidade, pelo teste de média de Tukey, para os valores médios obtidos, sendo que as médias para o *E. saligna* e *E. grandis* foram iguais e superiores ao *E. grandis*.

Diâmetro do nó e tamanho vertical da cicatrização

As variáveis diâmetro do nó (A) e tamanho vertical da cicatrização do nó (B) são informações de grande importância porque são influenciadas diretamente pela qualidade da poda. A espécie *E. saligna* apresentou um diâmetro do nó médio de 1,9 cm, variando de 0,6 a 4,6 cm, o *E. grandis* apresentou um valor médio de 1,6 cm, variando de 0,5 a 4,3 cm, para o para o *E. dunnii*, o diâmetro do nó variou de 0,3 a 2,5 cm, com um valor médio de 1,2 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios, máximo, mínimo e o desvio padrão das variáveis mensuradas para três espécies de *Eucalyptus*.

Table 1. Average values, maximum, minimum and standard deviation of the variables measured for the three species of *Eucalyptus*.

<i>Eucalyptus dunnii</i>											
Variáveis	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	NN
Média	1,2	1,5	4,8	0,5	5,4	1,86	0,8	2,6	2,9	5,1	10,8
Máx.	2,5	3,6	10,4	2,8	12,7	6,80	5,9	7,6	4,8	11,1	25,4
Mín.	0,3	0,4	0,5	0,0	0,5	0,20	0,0	0,2	1,2	0,3	1,0
DP	0,6	0,8	2,3	0,7	2,8	1,3	1,3	1,8	0,8	2,4	5,6
<i>Eucalyptus grandis</i>											
Variáveis	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	NN
Média	1,6	2,2	5,2	1,0	6,1	1,7	0,5	2,2	3,0	5,2	12,2
Máx.	4,3	6,1	11,7	4,4	16,1	4,1	3,9	5,1	4,4	13,7	32,2
Mín.	0,5	0,4	0,3	0,0	0,6	0,3	0,0	0,3	2,1	0,2	1,2
DP	0,9	1,5	2,4	1,0	2,9	0,9	0,9	1,1	0,6	2,7	5,8
<i>Eucalyptus saligna</i>											
Variáveis	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	NN
Média	1,9	2,8	5,5	1,0	6,5	2,0	0,8	2,8	4,3	5,0	13,0
Máx.	4,6	6,4	7,1	1,4	8,5	3,3	3,4	4,9	5,9	8,4	17,0
Mín.	0,6	1,0	3,2	0,6	3,8	1,1	0,0	1,2	2,9	2,8	7,6
DP	1,5	2,1	1,5	0,3	1,6	0,9	1,3	1,5	1,0	1,9	3,3

Máx. - Máximo; Mín. - Mínimo; DP - Desvio padrão; A - Diâmetro do nó (cm); B - Tamanho vertical da cicatrização do nó (cm); C - Extensão da madeira com nó - distância medula - galho cortado (cm); D - Extensão da oclusão do nó (cm); E - Extensão da madeira com defeito (C+D); F - Extensão da madeira com fibra anormal; G - Extensão da madeira com fibra normal; H - Extensão da madeira livre do nó (F+G); I - Extensão do albúrnio; J - Extensão do cerne; NN - Núcleo nodoso

Tabela 2. Análise de variância para as variáveis medidas entre as espécies de *E. saligna*, *E. grandis* e *E. dunnii* submetidas a poda.

Table 2. Analysis of variance of the most significant variable among species of *E. saligna*, *E. grandis* and *E. dunnii* submitted pruning.

Diâmetro do nó					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
A	2	4,60314	2,30157	3,05	0,0525 ns
Residual	83	62,5304	0,753378		
Total	85	67,1335			
Tamanho vertical da cicatrização do nó					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
B	2	16,6786	8,3393	5,04	0,0086*
Residual	83	137,422	1,65569		
Total	85	154,101			
Extensão da madeira com nó					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
C	2	3,76293	1,88147	0,36	0,7009 ns
Residual	83	437,452	5,27051		
Total	85	441,215			
Extensão da cicatrização e oclusão do nó					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
D	2	4,04674	2,02337	2,90	0,0605 ns
Residual	83	57,8747	0,697285		
Total	85	61,9214			
Extensão da madeira livre do nó					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
I	2	5,02948	2,51474	1,14	0,3244 ns
Residual	83	182,893	2,20353		
Total	85	187,922			
Diâmetro do núcleo nodoso					
FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
NN	2	59,2688	29,6344	0,97	0,3833 ns
Residual	83	2535,28	30,5455		
Total	85	2594,55			

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; SQ - Soma do quadrado; QM - Quadrado médio. A - Diâmetro do nó (cm); B - Tamanho vertical da cicatrização (cm); C - Extensão da madeira com nó - distância medula - galho cortado (cm); D - Extensão da oclusão do nó (cm); I - Extensão da madeira livre do nó (F+G); NN - Núcleo nodoso. * significativo em 5% de probabilidade de erro; ns: não significativo.

Figura 4. Box-plot dos valores médios do tamanho vertical do nó e o teste de comparação de médias para as espécies de *Eucalyptus*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de probabilidade.

Figure 4. Box-plot of the mean values of vertical node size and the mean comparison test for *Eucalyptus* species. Means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 95% probability.

Os galhos tendem a apresentar maiores diâmetros à medida que um maior espaço é oferecido as árvores, favorecendo as taxas de crescimento, chegando ao diâmetro máximo, ao atingirem a maturidade. No presente estudo, verificou-se que os menores diâmetros do nó proporcionaram uma menor extensão da oclusão do nó. Ressalta-se, no entanto, que a qualidade do sítio, material genético e as técnicas de poda são fatores que também podem influenciar na cicatrização dos nós.

O comportamento da oclusão do nó está em conformidade com a literatura, segundo Polli (2005), os ferimentos provenientes de galhos grossos apresentam maior velocidade de cicatrização, porém, mencionou que os ferimentos procedentes da retirada de galhos finos exibiram um menor tempo de oclusão total. Em função dos ferimentos de maior diâmetro, apresentaram uma maior porcentagem de espaços abertos e maior produção de goma.

O mesmo efeito foi observado por Polli et al (2006), ao estudar o efeito da poda para o *E. grandis*, dos 16 aos 55 meses de idade. Constatou que os galhos finos apresentaram menor extensão da oclusão do galho, maior extensão de madeira limpa e menores valores de núcleo nodoso. Este resultado, no entanto, contrasta com o observado por König (2005) que, ao avaliar a poda do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* em diferentes áreas de plantios, nas regiões do Espírito Santo e sul da Bahia, encontrou para o diâmetro do galho valores, variando de 0,40 a 3,6 cm, concluindo que os maiores diâmetros proporcionaram a menor extensão da oclusão do nó, devido ao fato que árvores com galhos mais grosso tem um crescimento em diâmetro superior que resulta em cicatrização mais rápida.

Em relação ao tamanho vertical da cicatrização do nó ou diâmetro do corte, o comportamento foi semelhante ao diâmetro do nó, apresentando a mesma tendência entre as espécies. O *E. saligna* e *E. grandis* apresentaram estatisticamente o maior tamanho vertical da cicatrização do nó superior, com um valor médio de 2,8 cm, variando de 1,0 a 6,4 cm para o *E. saligna*, seguido pelo o *E. grandis*, com valores variando de 0,40 a 6,10 cm, e um tamanho médio de 2,2 cm, por último, o *E. dunnii* com um valor médio de 1,5 cm, variando de 0,4 a 3,6 cm (Tabela 2).

A diferença entre os valores médios, obtidos para as espécies, pode ser atribuída ao comportamento quanto à cicatrização do corte em razão das taxas de crescimento das árvores do procedimento efetuado no corte para o *E. dunnii*, apresentando um corte dos galhos mais eficiente, resultado do correto uso do equipamento de corte, visto que apresentou um tamanho vertical do nó, semelhante ao diâmetro do galho podado.

Os valores encontrados no presente trabalho estão em conformidade com König (2005), que encontrou para o tamanho vertical da cicatrização do nó, valores variando de 0,7 a 6,2 cm.

Verifica-se na Figura 5 uma relação linear entre o diâmetro do corte (tamanho vertical da cicatrização do nó) e o diâmetro do nó, confirmando a influência do diâmetro do nó com a extensão da cicatrização do nó, afetando o tamanho do núcleo nodoso.

Figura 5. Relação entre o diâmetro do galho podado e o tamanho vertical da cicatrização do nó.

Figure 5. The relationship between the diameter of the pruned branch and the vertical extension of the knot cicatrization.

Observa-se que o diâmetro do corte não é igual ao diâmetro do nó, executado com o serrote, equipamento de poda utilizado no corte pela empresa, o ângulo do galho aumenta a área, de forma significativa. O aumento do diâmetro do nó proporcionou um aumento da área do galho cortado, consequentemente, irá ocorrer o aumento, também, do tempo necessário para a oclusão do nó, tendendo aumentar o tamanho do núcleo enodado das árvores. Esse fato também pode promover um maior risco de podridão para as árvores, uma vez que maiores ferimentos resultam em maior período para cicatrização e apresentam maior susceptibilidade ao ataque de microorganismos xilófagos (WARDLAW; NEILSEN, 1999).

Extensão da oclusão do nó

A extensão da oclusão do nó (D) retrata o tamanho e o tempo de cicatrização do nó após a poda, assim, os baixos valores são desejáveis, uma vez que proporcionam a redução da área da madeira com defeito, em razão do menor período de cicatrização.

O sistema de poda propiciou um valor médio da extensão da oclusão entre as espécies inferior a 1 cm, (média de 0,9 cm). A rápida oclusão dos nós, também colaborou para evitar o ataque de organismos xilófagos. Na tabela 1, verifica-se que para a madeira de *E. dunnii*, foi obtido um valor médio de 0,5 cm, variando de 0 a 2,8 cm. A madeira de *E. saligna* apresentou valores que variado de 0,6 a 1,4 cm, com um valor médio de 1,0 cm, o *E. grandis*, também, obteve uma extensão média de 1,0 cm, variando de 0 a 4,4 cm. A menor extensão da oclusão do nó ocorreu na espécie que apresentou o menor diâmetro do galho podado. Polli (2005) constatou que, quanto mais cedo ocorrer a remoção dos galhos das árvores, mais rápida será a cicatrização do ferimento e menor será a extensão da oclusão desse ferimento.

Nutto et al (2006) ressaltaram também que para a produção de madeira de *Eucalyptus* de alta qualidade, deve-se podar os galhos ainda vivos, o que reduz o tempo de cicatrização. Segundo O'Hara (2007) há um consenso na literatura em que a poda da floresta é mais provável que seja bem-sucedida em árvores jovens, de rápido crescimento e com ramos pequenos, o que leva a rápida oclusão e baixa probabilidade de serem infectadas por fungos.

König (2005) encontrou valores da extensão da oclusão do nó variando de 0 a 11,30 cm, mas ressaltou que, valores acima de 1,00 cm, são indesejáveis, assim, os valores médios da presente pesquisa encontram-se dentro desse padrão. Os valores médios da extensão da oclusão do nó encontrados por Polli et al (2006) variaram de 0,44 cm a 0,98 cm nos diferentes tratamentos de intervenção da desrama, valores, também, são desejáveis para a produção da madeira limpa.

Segundo Evans (1992), a oclusão dos ferimentos pode diferir entre as espécies e variar com o vigor dos indivíduos, como o tamanho da cicatriz, com a época ou estação do ano, que ocorreu a atividade, a posição no tronco e as condições das atividades fisiológicas das árvores.

O desbaste, acompanhando a poda, é fundamental para o vigor das árvores, acelerando as taxas de crescimento e as atividades fisiológicas, o que contribuiria para a cicatrização mais rápida dos nós. Polli (2005) ressaltou a importância do planejamento para a atividade de poda, entre outras práticas silviculturais.

Núcleo nodoso

O núcleo nodoso localiza-se na parte central do tronco, presente em todas as árvores, com diferentes proporções, dependendo das práticas silviculturais, manejo florestal e taxas de crescimento das árvores, aliadas aos fatores ambientais. Considera-se como o núcleo nodoso o somatório da extensão da madeira com nó, mais a extensão da oclusão do mesmo, sendo fundamental na qualidade e valor agregado à madeira.

Como apresentado na Tabela 2, não houve diferença estatística significativa entre os valores médios de núcleo nodoso (NN) para as espécies estudadas. O *E. saligna* apresentou uma extensão da madeira com nó (raio) com 5,5 cm, seguida pelo *E. grandis* com 5,1 cm, e o, *E. dunnii*, com 4,8 cm. Ao somar a extensão do nó com a extensão de sua oclusão, a madeira de *E. dunnii* foi a que proporcionou o menor núcleo nodoso, fato desejável para a produção de madeira limpa, para a obtenção de serrados destinados a fabricação de produtos sólidos, potencializando assim a qualidade da madeira.

Crechi et al. (2001) ressaltaram que quando as árvores são submetidas a podas de maneira oportuna e adequada, essa prática condiciona em grande medida, a qualidade e quantidade dos produtos florestais. Wardlaw e Neilsen (1999), ao estudarem a poda em *Eucalyptus nitens*, verificaram que os galhos podados ficaram restritos ao núcleo nodoso, não afetando a madeira formada subsequente a poda.

O *E. dunnii* foi a espécie que também apresentou os menores valores médios para o diâmetro do nó (A) e o seu tamanho vertical da cicatrização (B), além da pequena extensão de sua oclusão. A espécie de *E. dunnii* apresentou um diâmetro médio do núcleo nodoso de 10,7 cm, enquanto que o *E. grandis* apresentou 12,2 cm, e o *E. saligna*, 13,1 cm (Figura 3). Este resultado reforça o fato da poda dos galhos ser feita o mais cedo possível, principalmente dos galhos, já com maiores diâmetros, elevando a qualidade da madeira. Visto que, a empresa tem como interesse concentrar o núcleo nodoso em 10 cm, preferencialmente na extensão da madeira juvenil.

Os valores médios obtidos, no presente trabalho apresentaram-se acima do relatado por Polli et al. (2006), que encontraram, nos ferimentos localizados acima de 1,5 m de altura da tora, valores para o diâmetro do núcleo nodoso igual a 7,3 cm, para os ferimentos localizados abaixo de 1,5 m, o valor obtido foi de 6,7 cm.

Nutto et al. (2003) ressaltaram que, espécies do gênero *Eucalyptus*, quando não são podadas, tendem a possuir um núcleo nodoso em torno de 40 cm, impedindo o uso da madeira para geração de produtos, com alto valor agregado. A poda tem grande influência não apenas no núcleo nodoso em espécies de eucalipto, Hevia et al (2016) ao avaliarem espécies florestais do gênero *Pinus*, confirmaram também que a poda influencia positivamente a forma do núcleo nodoso.

Polli et al. (2006) verificaram que o núcleo nodoso foi, significativamente, mais elevado para o controle, independentemente da idade na qual foi feita a intervenção de poda, demonstrando a sua importância sobre a qualidade da madeira.

Os resultados indicam que o *E. dunnii* foi o que apresentou o melhor comportamento, em resposta à cicatrização interna dos nós, após a poda com o menor núcleo nodoso, tendendo a apresentar uma maior extensão da madeira limpa com qualidade superior para a geração dos produtos sólidos. Esse aumento da madeira limpa dependerá também do potencial de crescimento das árvores, bem como de certos fatores, como a qualidade de sítio, práticas silviculturais e manejo florestal.

Extensão da madeira limpa

De acordo com o apresentado na Figura 3, as variáveis F e G retratam as extensões da madeira em que ocorreu o desvio das fibras em função do nó. O nó influencia a direção das fibras e o tempo que leva para as fibras voltarem ao normal após a oclusão do nó. As alterações da direção das fibras podem variar conforme as dimensões e cicatrização dos nós, bem como das taxas de crescimento das árvores.

Em torno dos nós, percebe-se que a direção das fibras é alterada, ocorrendo desvio das mesmas, o que pode interferir na resistência e rigidez mecânica da madeira, o que também promove tensões, empenamentos e rachaduras. As fibras distorcidas também influenciam nos processos de usinagem e acabamento, e na aparência visual o que afeta o valor comercial do produto final. Finger et al. (2001) ressaltaram que tecnologicamente, a presença de nó vivo ou morto na madeira prejudica a sua qualidade, reduz sua resistência e, como consequência, leva a uma classificação comercial inferior.

A maior influência do sentido das fibras, em função da cicatrização do nó, ocorre na madeira de *E. saligna* em que se obteve uma extensão médias das fibras desviadas e normais de 2,0 e 0,8 cm, respectivamente, seguido pelo *E. dunnii*, com 1,9 cm e 0,8 cm e o *E. grandis*, com 1,7 cm 0,5 cm (Tabela 1).

A diferença entre a extensão da casca-medula e a extensão do núcleo nodoso resultou na extensão da madeira livre do nó. Apesar do *E. dunnii* ter apresentado o menor diâmetro para o núcleo nodoso, *E. saligna* apresentou um valor da extensão da madeira, livre do nó, mais expressivo, com 2,8 cm, seguido pelo *E. dunnii* e *E. grandis*, com 2,6 e 2,2 cm, respectivamente, para o diâmetro das árvores nesta idade (Tabela 1). Muito embora estas diferenças entre médias não fossem estatisticamente significativas, observou-se que as árvores que apresentaram os maiores diâmetros do nó proporcionaram uma maior extensão da madeira livre do nó, o que pode ser explicado em função das taxas de crescimento, apesar de possuir uma idade inferior, apresentou o mesmo comportamento das demais espécies. Esse fato, se refere, especificamente, para árvores nesse diâmetro.

Bredenkamp et al. (1980), também, não observaram diferenças estatísticas significativas para a extensão de madeira limpa entre os tratamentos de desrama, aplicados em árvores de *E. grandis*, na África do Sul. Pulrolnik (2002), ao estudar o efeito da desrama artificial sobre a produção de madeira limpa em clones de *E. grandis* e de *E. grandis* x *E. urophylla*, encontrou, uma influência positiva da desrama artificial sobre a proporção da extensão de madeira limpa. Já Forrester et al (2007) relataram que a quantidade e alta qualidade da madeira limpa (livre de defeitos e nós) pode ser aumentada através da manipulação da copa, pela poda e desbaste. Influenciando diretamente a luz do ambiente que irá refletir no desempenho do povoamento florestal.

Observou-se que a maior extensão na madeira, com fibras desviadas, ocorreu na espécie que apresentou o diâmetro do nó superior, visto que isso tende a proporcionar um maior tempo de oclusão dos ferimentos, com o relatado anteriormente. Apesar disso, a madeira de *E. saligna* foi a que apresentou a maior extensão de madeira limpa, esta região é totalmente livre de defeitos, tendendo apresentar as melhores características da madeira.

Em relação às propriedades mecânicas a perda da resistência à tração é a mais afetada, seguida pela resistência à flexão e a compressão, de acordo com Knigge e Schultz (1966).

As variáveis J e I (Figura 3) representam, apenas a extensão do cerne e alburno, respectivamente e, não, influenciam no núcleo nodoso. A quantificação do alburno e cerne está mais relacionada com as classificações realizadas nas serrarias, e principalmente, com as propriedades de resistência e rigidez, que são influenciadas pelas características anatômicas, químicas e tecnológicas da madeira.

A espécie *E. grandis* apresentou uma extensão para o alburno de 3,0 cm e para o cerne 5,2 cm, enquanto que para a espécie de *E. dunnii*, a extensão de alburno e cerne apresentou valores médios menores, com 2,9 e 5,1 cm, respectivamente. Para o *E. saligna* foram obtidos valores para extensão do alburno de 4,3 cm e, para o cerne, de 5,0 cm, para o diâmetro médio da árvore (Tabela 1).

Apesar de as árvores serem jovens a proporção do cerne tende a aumentar em função das taxas de crescimento, o que torna a madeira mais apta para a produção de produtos sólidos, uma vez que o cerne apresenta propriedades tecnológicas superiores ao alburno, apesar de possuir difícil trabalhabilidade devido a maior massa específica.

Para Gonçalves et al (2010) a quantificação do cerne e alburno é extremamente importante para a utilização da madeira de qualidade, uma vez que maiores proporções de cerne, por exemplo, dificultam o processo de penetração de compostos químicos, devido às suas características anatômicas, sendo preferencial para o uso em produtos serrados. Em indústrias à base de madeira sólida para movelaria, por exemplo, torna-se mais interessante a madeira com maiores proporções de cerne.

Pereira et al. (2013) ressaltaram que a madeira com maior quantidade de cerne é desejável para a produção de móveis e aplicação no setor de construção civil. E maiores proporções de cerne devido a suas características, tende a resultar em maior valor tecnológico para as serrarias.

Os valores médios, obtidos para a extensão da madeira limpa, foram próximos entre as espécies avaliadas, entretanto verifica-se que a madeira de *E. dunnii* tende a apresentar a maior extensão da madeira limpa estimada, ao se considerar tanto a extensão do núcleo nodoso (C+D) quanto a extensão no núcleo nodoso, mais a extensão da madeira com o desvio das fibras (C+D+F), apresentando, assim, a melhor resposta ao regime de poda proposto pela empresa.

Tabela 3. Valores estimados da extensão da madeira limpa para as espécies de *Eucalyptus* considerando os diâmetros médios meta para o desbaste de 40, 50 e 60 cm.

Table 3. Estimated values of the extent of clear wood for the species of *Eucalyptus* considering the average diameters for the final cut 40, 50 and 60 cm.

Extensão da madeira limpa - raio (cm)						
Diâmetro (cm)	C+D			C+D+F		
	d = 40	d = 50	d = 60	d = 40	d = 50	d = 60
<i>E. dunnii</i>	14,6	19,6	24,6	12,8	17,8	22,8
<i>E. grandis</i>	13,9	18,9	23,9	12,2	17,2	22,2
<i>E. saligna</i>	13,5	18,5	23,5	11,5	16,5	21,5

d - diâmetro; C - extensão do nó; D - extensão da oclusão do nó; F - extensão da madeira com o desvio das fibras.

Para melhor visualização, na Figura 6 é apresentado o perfil de comportamento estimado para as diferentes espécies em relação à extensão da madeira limpa, considerando um diâmetro final que a empresa pretende alcançar entre 40 a 60 cm de diâmetro. Observa-se o diâmetro do núcleo nodoso (Figura 6A) e a extensão da madeira limpa, estimada na seção longitudinal (Figura 6B), considerando o núcleo nodoso com e sem presença da área de extensão da madeira com fibras anormais.

O núcleo nodoso, depois de formado, é um fator constante, ocorrendo a seguir apenas o crescimento da madeira limpa, ao redor do fuste, nota-se que a poda limita os nós na zona central do fuste, garantindo uma maior extensão da madeira limpa.

Polli (2005), avaliando a qualidade da madeira de clone de *E. grandis*, em diferentes tratamentos de poda, constatou que a aplicação da poda promoveu um ganho médio de 94% de madeira limpa, em relação às árvores testemunhas, fato justificado pela redução do núcleo nodoso, em virtude da poda. O autor, contudo, observou que a aplicação da primeira intervenção de poda em árvores mais velhas, promoveu a redução no ganho de extensão de madeira limpa, indicando que a desrama deve ser efetuada o mais cedo possível, mesmo que implique em alguma redução de crescimento.

Segundo Montagu et al. (2003), a produção de madeira limpa só ocorre após a total oclusão do ferimento, os ferimentos maiores levam mais tempo para a total oclusão, em relação aos ferimentos menores, justificando, assim, a adoção de técnicas de desrama o mais cedo possível, fazendo a retirada dos galhos, quando esses ainda apresentarem um diâmetro reduzido.

Quando podadas, as árvores têm o seu núcleo nodoso reduzido, apresentando um maior percentual de madeira limpa à medida que aumenta o seu diâmetro, segundo Nutto et al. (2003) quando não ocorre a poda nas árvores, o núcleo nodoso pode chegar a 40 cm ou superior, impedindo o uso da madeira, como de alto valor agregado, especialmente com diâmetros meta baixos em ciclo de rotação curto.

O menor diâmetro do nó proporcionou um menor período de cicatrização dos ferimentos, menor extensão da oclusão do galho, maior extensão da madeira limpa, assim, deve-se priorizar a poda enquanto os galhos ainda são jovens com um menor diâmetro.

De acordo com Nutto et al. (2003) várias espécies do gênero *Eucalyptus* usados em plantios comerciais não possuem uma desrama natural satisfatória, havendo a necessidade de realizar a poda, sendo necessário as árvores alcançarem um diâmetro próximo a 60-70 cm para uma maior produção de madeira limpa, isenta de nós.

Apesar da poda ser uma prática complexa e onerosa, contribui para agregar valor à madeira e ao produto final, sem perder a produtividade do povoamento florestal, proporcionando a redução do núcleo nodoso, conseqüentemente, eleva a quantidade de madeira limpa, visto que é de grande interesse para a produção de madeira serrada.

As práticas silviculturais necessárias para maximizar a produção de madeira dependerão, também, da espécie, de sua susceptibilidade às doenças, e das taxas de crescimento e da qualidade do sítio. O desenvolvimento de ações que promovam uma desrama natural, também, devem ser consideradas. Dentre essas ações, está o melhoramento genético que aliados às técnicas de poda, tendem a proporcionar madeira com qualidade superior. Favorece a seleção de material com carac-

terísticas desejáveis, que contribuem para a produção de madeira sólida, livre de defeitos e maior valor agregado.

Figura 6. Diâmetro (a) e extensão do raio (b) da madeira limpa estimados para as espécies de *E. saligna*, *E. grandis* e *E. dunnii* entre 40 e 60 cm de diâmetro; C - Extensão da madeira com nó; D - Extensão da oclusão do nó (cm); F - Extensão da madeira com fibras anormal.

Figure 6. Diameter (a) and distance covered (b) the estimated clean wood for the species of *E. saligna*, *E. grandis* and *E. dunnii* between 40 and 60 cm in diameter C - Wood extension with node; D - Knot occlusion Extension (cm); F - Wood extension with abnormal fibers.

A existência de um mercado para madeira de qualidade, equipamentos necessários, técnicas de poda e mão de obra disponível para o trabalho correto, e conhecimento fisiológico das plantas são alguns fatores de suma importância para a aplicação de um sistema de poda eficiente.

Segundo Gerrand et al. (1997), para a produção de 90% do volume de madeira limpa é preciso um diâmetro central, no momento da colheita de 50 cm e um diâmetro do núcleo nodoso inferiores a 15 cm. No presente trabalho, observa-se que o diâmetro do núcleo nodoso apresentou valores inferiores a 15 cm, evidenciando a poda como prática silvicultural satisfatória.

Alcorn et al (2013) verificaram que a qualidade do sítio, características do fuste, galhos e copa vão influenciar nos desbaste e poda das árvores jovens de *E. pilularis*, *E. cloeziana* plantados na região do Nordeste em New South Wales, Australia. Constataram também que a poda é mais provável nos povoamentos florestais nos sítios de maior produtividade, devido à maiores taxas de crescimento e um retorno mais rápido sobre o investimento nos tratos silviculturais.

Diversos estudos do regime de poda foram e estão sendo avaliado, em diferentes plantios florestais e sistemas adotados, dada a importância da produção por uma madeira de qualidade superior, agregando ao produto final. Fontan et al (2011) ao avaliarem a intensidade da poda em árvores de eucalipto em um sistema agroflorestal verificaram maior proporção de árvores nas classes com maior diâmetro na altura do peito, nas quais tiveram maior remoção dos galhos, o que implicou em um menor núcleo nodoso. Víquez e Pérez (2005) ao avaliar um plantio de *Tectona grandis* (20 anos), sob um regime de poda intensivos, encontrou um rendimento de 40% de madeira livre de nós (mais de 60% do volume da árvores comercializável).

As árvores, quando podadas tendem a reduzir o núcleo nodoso, principalmente em toras com maiores diâmetros, porque proporcionam maior área de madeira limpa, livre de defeitos, resultando em melhor aproveitamento da madeira serrada. As informações adquiridas quanto à qualidade e cicatrização da poda supõem um melhor emprego da matéria prima para a produção de produtos sólidos. É necessário a elaboração do regime de poda, antes da sua execução, em função das características do povoamento florestal.

Alcorn et al (2013) ressaltaram em seu estudo que além de informações biológicas e propriedades das árvores para espécies de *Eucalyptus*, a poda vai depender também das condições de econômicas e de mercado.

Sugere-se, também, a elaboração e simulação de modelos de corte de acordo com as características da indústria e com as adequações às peças, verificando a eficiência do rendimento de madeira serrada das toras que passaram pelo processo de poda e a sua classificação nas serrarias. Essas atividades contribuirão para as tomadas de decisão e planejamento. Vale ressaltar que, na prática, problemas inerentes à matéria-prima, equipamentos, e operacionais podem ocorrer, proporcionando erros que poderão distorcer do aproveitamento final esperado.

A atividade de poda deve ser considerada uma operação integrante com outras práticas silviculturais. O desenvolvimento de modelos de crescimento que incorporam a poda em diferentes intensidades, juntamente com outras atividades silviculturais, como o desbaste, oferecendo diferentes regimes silviculturais e avaliação econômica da poda, devem ser estabelecidos, buscando novas informações que agreguem as constatações feitas neste estudo, para a geração de produtos sólidos de qualidade.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a poda limita a presença de nós à zona central do fuste, aumentando a proporção da extensão da madeira limpa, livre de defeitos. O *E. dunnii*, foi o que apresentou a melhor resposta ao sistema de poda adotado pela empresa, resultando em menor núcleo nodoso e em maior produção de madeira limpa estimada.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudo e a empresa GRANFLOR pela disponibilidade do material de estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 2299:2010 - Madeira serrada de folhosas – Defeitos – Classificação. Rio de Janeiro: 2002. 27 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14806: Madeira serrada de eucalipto - Requisitos. Rio de Janeiro, 2002. 11 p.

- ALCORN, P. J.; FORRESTER, D. I.; GEOFF, R.; SMITH, B.; THOMAS, D. S.; JAMES, R.; NICOTRA, A. B.; BAUHUS, J. The influence of site quality on timing of pruning in *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus cloeziana* plantations. **Australian Forestry**, Melbourne, v. 76, n. 1, p. 25–36, 2013.
- BREDENKAMP, B. V.; MALAN, F. S.; CONRADIE, W. E. Some effects of pruning on growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululand. **South African Forestry Journal**, v. 114, n. 1, p. 29-34, 1980.
- CRECHI, E. H.; FRIEDL, R. A.; FERNÁNDEZ, R. A.; FAHLER, J.C. Efectos de la intensidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones. **Informe técnico INTA EEA**, Buenos Aires, v. 35, 2001.16 p.
- EVANS, J. L. W. **Plantation forestry in the tropics**. New York: Oxford Science Publications, 1992. 403 p.
- FINGER, C.A.G.; SCHEIDER, P.R.; BAZZO, J.L.; KLEIN, J.E.M.K. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 53-64, 2001
- FONTAN, I.; REIS, G. G.; REIS, M. G.F.; LEITE, H. G.; MONTE, M.A. ; RAMOS, D. C. ; SOUZA, F. C. Growth of pruned eucalypt clone in an agroforestry system in southeastern Brazil. **Agroforest System**. v. 83, p.121-134, 2011.
- FORRESTER, D. I.; MEDHURST, J. L.; WOOD, M.; BEADLE, C. L; VALENCIA, J. C. Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from Eucalyptus plantations: An Australian perspective. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, n. 9, p. 1819–1835, 2010.
- GERRAND, A. M.; NEILSEN, W. A.; MEDHURST, J. L. Thinning and pruning eucalypt plantations for sawlog production in Tasmania. **Tasforests**, Camdale, v. 9, p.15-34, 1997.
- HEVIA, A.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J. G.; MAJADA, J. Effects of pruning on knotty core taper and form of *Pinus radiata* and *Pinus pinaster*. **European Journal of Wood and Wood Products**,v. 74, p. 741–750, 2016.
- GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, G. E.; NAPPO, M. E.; TOMAZELO FILHO, M. **Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.947-959, 2010.
- KNIGGE, W.; SCHULTZ, H. **Growndise der Forestbenutzung**. Hamburg and Berlin: Varlang, Paul Parey, 1966. 584 p.
- KÖNIG, C. **Optimizing the production of high value timber in fast growing Eucalyptus plantations in Brazil (Aracruz Celulose S.A.) – Efficiency and economic Impact of pruning**.2005. 116 p. Tese (Doutorado) - Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs, Universität Freiburg, Freiburg, 2005.
- MONTAGU, K. D., KEAMEY, D. E.; SMITH, R. G. B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production – a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.179, n. 1-3, p.1-13, 2003.
- NUTTO, L.; SPATHELE, P.; SELING, I. Management of individual tree diameter growth and implications for pruning for Brazilian *Eucalyptus grandis* HILL ex MAIDEN. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 3, p. 397 - 413, 2006.
- NUTTO, L.; TOUZA VÁZQUEZ, M.C.; DELGADO, J. L. Producción de madera de calidad de eucalipto. La poda - conocimientos fundamentales y técnicas. **Revista Cis-madera, Ciencia y Tecnología**, Concepcion, v. 11, p. 35-45, 2003.
- O'HARA, K. L. Pruning Wounds and Occlusion: A Long-Standing Conundrum in Forestry. **Journal of Forestry**, Bethesda, p. 131-138, 2007.

PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R; SANTOS, L. C. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 217-225, 2013.

POLLI, H. Q. **Crescimento e qualidade da madeira para serraria em clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetido à desrama artificial.** 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

POLLI, H. Q.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; VITAL, B. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; FONTAN, I. C. I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN submetido a desrama artificial. *Árvore*, Viçosa. v. 30, n. 4, p. 557-566, 2006.

PULROLNIK, K. **Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira para serraria de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetido à desrama artificial.** 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

VÍQUEZ, E.; PÉREZ, D. Effect of pruning on tree growth, yield, and wood properties of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Silva Fennica*, Helsinki, v. 39, n. 3, p. 381–390, 2005.

WARDLAW T. J.; NEILSEN, W. A. Decay and other defects associated with pruned branches of *Eucalyptus nitens*. *Tasforests*, Camdale, v.11, p. 49-57, 1999.

Recebido em 25/01/2016

Aceito para publicação em 09/01/2017