

GERALDO MAGELA PEREIRA FILHO

**QUALIDADE EM POVOAMENTO DE EUCALIPTO: ÍNDICE DE
UNIFORMIDADE, ÉPOCA DO REPLANTIO E RELAÇÃO
ENTRE O ALTO FUSTE E A TALHADIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P436q
2016

Pereira Filho, Geraldo Magela, 1987-

Qualidade em povoamento de Eucalipto : índice de uniformidade, época do replantio e relação entre o alto fuste e a talhadia. / Geraldo Magela Pereira Filho. – Viçosa, MG, 2016. viii, 40f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto - Povoamento. 2. Eucalipto - Melhoramento genético. 3. Eucalipto - Produtividade. 4. Eucalipto - Replantio. 5. Eucalipto - Distribuição diamétrica. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.973766

GERALDO MAGELA PEREIRA FILHO

**QUALIDADE EM POVOAMENTO DE EUCALIPTO: ÍNDICE DE
UNIFORMIDADE, ÉPOCA DO REPLANTIO E RELAÇÃO
ENTRE O ALTO FUSTE E A TALHADIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 1º de março de 2016.



Fernando Palha Leite



Hélio Garcia Leite
(Coorientador)



Haroldo Nogueira de Paiva



Celso Trindade



Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
(Orientador)

A DEUS, a minha família e aos amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pelas bênçãos e pelas oportunidades diárias.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao professor Laércio Jacovine, pela orientação, pelo exemplo profissional, pela paciência e principalmente pela consideração, pela confiança e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Helio Garcia, pela coorientação, pela prontidão, pelo exemplo de simplicidade e profissionalismo, pela contribuição e pelas valiosas sugestões a este trabalho.

Ao professor Haroldo e ao Celso Trindade, por aceitarem participar da banca examinadora e pelas sugestões.

A todas as pessoas que fazem parte da área de Pesquisa e Desenvolvimento Florestal da CENIBRA, pelo apoio e pela paciência ao longo do curso.

Ao Fernando Palha, pela oportunidade profissional que me foi dada, pela confiança e permissão para realizar este curso, pelas sugestões e pela grande contribuição para minha formação profissional nestes últimos anos.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, em especial, ao Chiquinho e Alexandre, pela boa vontade e prontidão em ajudar.

A todos os colegas de pós-graduação em Engenharia Florestal, pelo companheirismo e pelos momentos compartilhados durante estes anos.

Aos meus pais, Geraldo e Regina; aos meus irmãos, Gisele e Genésio; e ao meu sobrinho, Matheus, por serem a base da minha vida, pelo apoio e pelo carinho de sempre. A todos os meus familiares, que, mesmo a distância, sempre estiveram presentes, dando-me apoio e por meio das orações.

A todos os amigos que me apoiaram e torceram para que tudo desse certo, em especial ao Guilherme, Myriam, Alice, Bruno, Thaíse, Dona Mirian, Sr. Inácio, Vitor, Joyce, Marcel e Ana Júlia, por compartilharem as dificuldades vividas durante estes anos.

Aos amigos Dani e Álvaro, por me receberem tão bem em suas casas nos dias que estava em Viçosa, pela confiança, pela amizade, pelo apoio, pelos ensinamentos, pela prontidão, pelas contribuições a este trabalho, pelas boas risadas e pelos bons momentos de descontração ao longo deste curso.

A todos que compartilharam dos meus ideais, incentivando-me a prosseguir nesta jornada, e àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta conquista. Obrigado!

BIOGRAFIA

GERALDO MAGELA PEREIRA FILHO, filho de Geraldo Magela Pereira Silva e de Regina Célia Granado Silva, nasceu em 2 de janeiro de 1987, em Uruana, Estado de Goiás.

Em 2006, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

De agosto a dezembro de 2010, estagiou na Empresa Cenibra, na área de Qualidade Florestal, em Ipatinga, Minas Gerais.

Em dezembro de 2010, graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras.

De janeiro a março de 2011, fez parte da primeira turma do curso de Preparação de Gestores Florestais, promovido pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), em Piracicaba, São Paulo.

Em abril de 2011, foi contratado como engenheiro pesquisador na área de Qualidade Florestal, pela Empresa Cenibra, em Ipatinga, Minas Gerais.

Em março de 2014, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de controle e gestão da qualidade, tendo defendido a dissertação em 1º de março de 2016.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1	3
ÍNDICE DE UNIFORMIDADE PV50 E A QUALIDADE DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 MATERIAL E MÉTODOS	5
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4 CONCLUSÕES	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO 2	13
EFEITO DA ÉPOCA DO REPLANTIO NA PRODUTIVIDADE E CRESCI- MENTO DE POVOAMENTOS CLONAIIS DE EUCALIPTO	13
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 3	26
DIMENSÕES INDIVIDUAIS E A UNIFORMIDADE DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO EM TALHADIA EM FUNÇÃO DAS ÁRVORES NO ALTO FUSTE... ..	26
1 INTRODUÇÃO	26
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
CONCLUSÕES GERAIS	40

RESUMO

FILHO, Geraldo Magela Pereira. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2016. **Qualidade em povoamento de Eucalipto: índice de uniformidade, época do replantio e relação entre o alto fuste e a talhadia.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Coorientador: Helio Garcia Leite

O aumento de produtividade dos povoamentos de eucalipto no Brasil, ao longo dos últimos anos, se deve principalmente às melhorias silviculturais, como melhoria na seleção de materiais genéticos, recomendações silviculturais mais adequadas para cada tipo de sítio, melhoria das técnicas de manejo, dentre outras. Em relação às prescrições silviculturais, para que os resultados desejados sejam atingidos, é essencial garantir a qualidade na execução das operações e o cumprimento das recomendações técnicas. O não acompanhamento desses dois itens poderá resultar em diversos fatores que podem afetar a produtividade final do povoamento, portanto é fundamental identificar quais fatores irão impactar negativamente o crescimento das árvores no povoamento. A presente dissertação é composta por três capítulos. No capítulo 1, foi avaliada a correlação entre o índice de uniformidade PV50 e a produtividade florestal, levando em consideração clones, idades e tipo de manejo. O índice PV50 não apresentou correlação com a produtividade para as áreas em estudo, portanto, a uniformidade não deve ser utilizada de forma isolada na avaliação da qualidade de povoamentos. No capítulo 2, avaliou-se o efeito da época de replantio (11% das mudas replantadas 20, 40 e 80 dias após o plantio) no volume individual das árvores replantadas e no volume total da parcela. Constatou-se que quanto maior o intervalo de tempo entre o plantio e o replantio, menor foi o volume individual da árvore replantada. As árvores inicialmente estabelecidas na área foram capazes de compensar a perda de volume das árvores oriundas de replantio e as mudas replantadas se tornaram árvores dominadas, não contribuindo para o volume de madeira por hectare. No capítulo 3, buscou-se avaliar se existe relação entre a dimensão das árvores e a distribuição diamétrica do povoamento entre o regime de alto fuste e o de talhadia. Não foi encontrada correlação entre as dimensões das variáveis *dap*, *H* e volume individual de uma árvore no regime de alto fuste e suas dimensões na talhadia. A obtenção de um povoamento uniforme em alto fuste não é garantia de um povoamento uniforme na talhadia e árvores dominantes no alto fuste podem ser dominadas na talhadia.

ABSTRACT

FILHO, Geraldo Magela Pereira. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2016. **Eucalyptus plantations quality: uniformity index, replanting time and the relation between the stem and coppice.** Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-adviser: Helio Garcia Leite.

The increased productivity of Eucalyptus plantations in Brazil over the past few years is mainly due to silvicultural improvements such as improvement in the selection of genetic materials, more appropriate silvicultural prescriptions for each type of site, improving management techniques, among others. Regarding the silvicultural prescriptions for the achievement of the desired results, it is essential to ensure the quality in the execution of silvicultural operations and compliance with technical recommendations. Failure to follow these two items may generate several factors that may affect the final yield of the stand. Therefore, it is essential to identify what are the factors that will impact negatively the growth of trees in the stand. This thesis consists of three studies. In Chapter 1, the correlation between the uniformity index PV50 and forest productivity was evaluated in clonal-tests, therefore, taking into consideration different clones, age and type of management. The PV50 index showed no significant correlation with productivity in the areas under study. This reinforces that uniformity should not be used alone as a quality index of forest stands. In Chapter 2, we evaluated the effect of the replanting time (11% of replanted seedlings, 20, 40 and 80 days after planting) on the volume of replanted trees and the total volume of the plot. The longer the period between the planting and replanting the lowest the individual volume of the replanted trees was. The non-replanted trees were able to compensate for the loss of volume of the replanted trees. It was possible to identify the trend of replanted seedlings to become, over time, suppressed trees inside the stand, which did not contribute substantially in the final wood volume. In Chapter 3, we sought to assess whether there is a relationship between the size of the trees and the stand diameter distribution between the high-forest rotation and a immediately subsequent rotation under coppice regime. No correlation was found between the dap, Ht and the tree volume in the high-forest rotation and these dimension in the subsequent coppice rotation. Obtaining a uniform stand in the first rotation is no guarantee of a uniform stand in the subsequent rotation. It is understood that dominant trees in the high-forest rotation may be suppressed in a subsequent coppice.

INTRODUÇÃO GERAL

A produtividade do eucalipto para formação de povoamentos florestais vem aumentando no Brasil, ao longo dos anos.

Esse aumento só foi possível devido às melhorias ocorridas na seleção de genótipos mais adaptados, ao melhoramento genético, às técnicas de manejo, às prescrições silviculturais de acordo com o local, dentre outras. Porém, para validar que todas essas ações apresentem os resultados desejados é necessário cumprir as recomendações técnicas e garantir a qualidade na execução das operações silviculturais (STAPE *et al.*, 2010).

A garantia da qualidade da execução das atividades silviculturais exige uma distribuição mais uniforme de insumos e recursos para o povoamento, permitindo, assim, o crescimento de uma floresta mais uniforme (STAPE *et al.*, 2010). Segundo os autores, a uniformidade estrutural de plantios puros tem sido relacionada com a maior produtividade. No Brasil, a evolução da produtividade de povoamentos de eucalipto é parcialmente atribuída à sua maior uniformidade (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Portanto, medir, avaliar e monitorar a uniformidade dos plantios florestais são medidas importantes de controle de qualidade, a fim de evitar que a produção dos povoamentos se afaste de seu potencial produtivo. Para realizar o monitoramento é necessária uma medida que reflita a uniformidade dos povoamentos. Vários índices já foram desenvolvidos para esse fim, dentre os quais se destaca o PV50, com base nos trabalhos de Stape *et al.* (2006) e Hakamada (2012), que atualmente se apresenta como o mais utilizado pelas empresas do setor florestal do País.

Além da criação de uma adequada medida de uniformidade, é preciso entender quais fatores geram ou afetam a uniformidade dos povoamentos, de modo que o seu controle possa ser incorporado às atividades de controle de qualidade das empresas. Dentre esses fatores, a diferença de idade entre indivíduos no povoamento é um dos mais críticos. A ocorrência de mortalidade das mudas em povoamentos equiâneos pode fazer com que seja necessário realizar a operação de replantio, o que resulta em mudas de diferentes idades dentro de um mesmo povoamento. O tempo decorrente entre o plantio e o replantio consistirá na diferença de idade das árvores e pode ou não implicar menor produtividade, quando comparado com um povoamento com 100% de sobrevivência, quando do plantio.

O aumento da diferença de idade entre as plantas faz com que as mudas replantadas sejam, ao longo do seu crescimento, menos capazes de competir por recursos de crescimento que as plantas inicialmente estabelecidas na área. Por isso, é provável que quanto mais tarde o replantio for feito, maior a chance das mudas replantadas tornarem-se dominadas. Portanto, é necessário um entendimento mais aprofundado da relação entre o tempo de replantio e o desenvolvimento das mudas replantadas, bem como do povoamento como um todo.

A presença de plantas dominadas dentro do povoamento pode afetar a produtividade no final da rotação do alto fuste e também na talhadia. A área manejada com talhadia vem aumentando sua importância nas empresas florestais, devido aos menores custos quando comparados com os da reforma da área. A produtividade da talhadia pode ser semelhante à do alto fuste, porém a maioria das áreas conduzidas no regime da talhadia apresenta produtividade inferior à da primeira rotação. Esses resultados; no entanto, vêm de análises em nível de povoamento. Em nível de árvore individual, espera-se que a brotação da cepa da árvore cortada cresça mais rapidamente que uma muda plantada, por já apresentar sistema radicular desenvolvido, apesar de parte das raízes morrer após o corte. Entender se o porte da árvore ao final da primeira rotação tem relação com o seu crescimento na segunda rotação é essencial para comprovar se a qualidade do povoamento tem relação com esses regimes.

Esta pesquisa é constituída por três estudos. No primeiro, foi analisada a relação entre o índice de uniformidade PV50 e a produtividade florestal, com o objetivo de validar a eficácia desse índice como uma medida de qualidade de povoamentos florestais e sua correlação com a produtividade do povoamento. No segundo, foi avaliado o efeito da época de replantio no volume individual das árvores que se originaram de replantio e no volume de madeira por hectare. Por último, para constatar se a qualidade de um povoamento no alto fuste tem relação com sua qualidade na talhadia, foi avaliada a correlação entre as dimensões das árvores no alto fuste e na talhadia, bem como a relação entre as distribuições de diâmetros.

CAPÍTULO 1

ÍNDICE DE UNIFORMIDADE PV50 E A QUALIDADE DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém menos de 3% dos 264 milhões de hectares plantados com árvores no mundo. No entanto, em 2013 o País contribuiu com 17% de toda a madeira colhida, em decorrência da alta produtividade dos plantios (IBA, 2014).

Na década de 1970, no início da expansão dos plantios comerciais de eucalipto, a produtividade na idade de corte, de cerca de 7 anos, era em torno de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (QUEIROZ; BARRICHELO, 2007). Em 2013, a produtividade estava em torno de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (IBA, 2014), podendo atingir cerca de $70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em alguns locais (BORGES, 2012).

Os ganhos de produtividade foram possíveis devido ao desenvolvimento de técnicas de manejo, às prescrições silviculturais adequadas às condições de cada local, à seleção de genótipos adaptados, ao melhoramento genético e às técnicas de propagação vegetativa. Porém, apesar desses fatores terem sido fundamentais para o aumento da produtividade dos povoamentos florestais, é necessário garantir a qualidade da execução das operações e o cumprimento das recomendações técnicas (STAPE *et al.*, 2010) para atingir a produtividade potencial de um dado local.

A realização adequada das operações silviculturais garante maior homogeneidade na distribuição de insumos e recursos de crescimento pela área de plantio, o que contribui para o desenvolvimento de um povoamento uniforme (STAPE *et al.*, 2010). Entretanto, existem poucos trabalhos com o objetivo de monitorar o impacto da qualidade das operações silviculturais e da uniformidade do povoamento na sua produtividade. O monitoramento florestal é definido como a observação periódica de variáveis selecionadas para quantificar suas mudanças ao longo do tempo. Em qualquer tipo de produção florestal é fundamental que o povoamento seja monitorado para que ações corretivas e preventivas no manejo da população possam ser tomadas (PAIVINEM *et al.*, 1994).

Para o monitoramento da qualidade dos povoamentos florestais, torna-se necessária a criação de índices que permitam o acompanhamento e a gestão dos

resultados. Portanto, é essencial a identificação das melhores variáveis a serem analisadas e que a coleta dos dados e o cálculo dos índices sejam rápidos e de fácil compreensão por todos os envolvidos no processo. Existem poucos métodos desenvolvidos que permitem fazer o acompanhamento, levando em consideração a sua qualidade. Para essa finalidade, o índice de uniformidade do povoamento é o mais utilizado. Segundo Stape *et al.* (2010), o aumento da heterogeneidade do tamanho das árvores pode reduzir entre 10 e 18% a produção em nível de povoamento.

De acordo com Hakamada (2012), a elaboração de padrões de uniformidade exige que os índices de uniformidade utilizados possuam algumas características: i) o índice deve ser sensível para capturar diferenças na distribuição dos indivíduos nas diferentes classes da variável dendrométrica de interesse; ii) ser sensível às variações de grandeza da variável de interesse; e iii) possuir limites que facilitem a interpretação do índice quando o objetivo é a elaboração de intervalos fixos.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a utilização do índice de uniformidade PV50 como uma ferramenta de verificação da qualidade dos povoamentos, levando-se em consideração diferentes clones, idades e tipo de manejo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram provenientes de dois testes clonais ampliados de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, pertencentes à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.), localizados em duas regiões.

A primeira região, localizada no município de Virginópolis, situa-se na latitude de 18° 45' S, longitude de 42° 34' W, com altitude variando de 742 a 992 m. O clima da região é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual de 22,2 °C e precipitação média anual de 1.065 mm. A segunda região está localizada no município de Belo Oriente, onde o clima é caracterizado como Aw (Köppen), temperado chuvoso-mesotérmico, com precipitação média anual de 1.208 mm, temperatura média anual de 25,2 °C e umidade relativa média de 65,2%. Situa-se na latitude 19° 10' S, longitude de 42° 20' W, com altitude variando de 220 a 425 m.

O espaçamento utilizado em cada experimento variou entre as regiões, devendo ser ressaltado que em Belo Oriente o plantio foi realizado em espaçamento de 6,0 m², em arranjo de 3 × 2,0 m, enquanto em Virginópolis o espaçamento foi de 10,0 m², em arranjo de 3 × 3,33 m. O manejo silvicultural dos experimentos foi realizado conforme as recomendações técnicas e operacionais da empresa. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com três repetições. O número de clones por experimento variou entre as regiões estudadas: em Belo Oriente havia nove clones e em Virginópolis 12. As parcelas foram formadas por linhas de 8 × 8 plantas, sendo 36 plantas úteis e duas fileiras de bordadura.

Foram feitas três medições nas áreas, em diferentes idades e manejo. No alto fuste foram realizadas medições aos 40 e 72 meses após o plantio e na talhadia, aos 40 meses após a desbrota. Foram medidos o diâmetro a 1,3 m de altura (*dap*, cm) e a altura (*H*, m) de todas as plantas da área útil da parcela. Nas medições do alto fuste foram medidas todas as árvores com *dap* superior a 5 cm e na talhadia foram medidas todas as árvores das parcelas, independentemente do *dap*.

Para o cálculo do volume individual das árvores foram utilizadas equações ajustadas para cada região e manejo. Para a região de Belo Oriente foram usadas as equações: $\ln(V) = -10,2924 + 1,7653 \times \ln(dap) + 1,2206 \times \ln(H)$ para o alto fuste e $\ln(V) = -10,3272 + 1,8206 \times \ln(dap) + 1,1756 \times \ln(H)$ para a talhadia. Já para a região de Virginópolis foram utilizadas as equações: $\ln(V) = -10,1399 + 1,8683 \times \ln(dap) +$

$1,0777 \times \ln(H)$ para o alto fuste e $\ln(V) = -10,2420 + 1,8097 \times \ln(dap) + 1,1627 \times \ln(H)$ para a talhadia (CENIBRA, dados não publicados).

O índice de uniformidade utilizado foi o PV50, proposto por Stape *et al.* (2006) e Hakamada (2012), que consiste na porcentagem de volume acumulado das 50% menores árvores da parcela. Para seu cálculo foram utilizados os volumes individuais de todas as árvores medidas nas parcelas. Posteriormente, os dados foram organizados em ordem crescente de volume individual, sendo então somado o volume das 50% menores árvores. Para o cálculo do índice, o volume das 50% menores árvores foi dividido pelo volume total da parcela, conforme a equação (1).

$$PV50 = \frac{\sum_{k=1}^{n/2} Vij}{\sum_{k=1}^n Vij} \quad (1)$$

em que

$PV50$ = porcentagem volumétrica das 50% menores árvores plantadas;

Vij = volume individual das árvores da parcela i na idade j ;

n = número de árvores plantadas ordenadas, da menor para a maior; e

$n/2$ = volume individual das 50% das menores árvores da parcela i na idade j .

Após o cálculo do PV50, avaliou-se a correlação entre o índice de uniformidade e a produtividade das parcelas estudadas por meio da correlação de Pearson, adotando-se o nível de significância de 5%. Para o processamento dos dados utilizou-se o programa estatístico STATISTICA versão 12 (STATSOFT, INC., 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentemente dos resultados obtidos por Hakamada *et al.* (2015), em que para cada 1% de redução do PV50 houve perda de $0,63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o mesmo índice de uniformidade não apresentou correlação significativa ($p > 0,05$) com a produtividade em nenhuma das situações avaliadas neste estudo. Segundo Hakamada (2012), a produtividade de um determinado sítio aumenta com o aumento da uniformidade de tamanho entre as árvores. Porém, no presente estudo, independentemente da região, do clone, do tipo de manejo e da idade analisada, o coeficiente de correlação (r) apresentou valores inferiores a 0,40 para todas as situações em que se avaliou a correlação entre a produtividade e a uniformidade do povoamento (Figura 1).

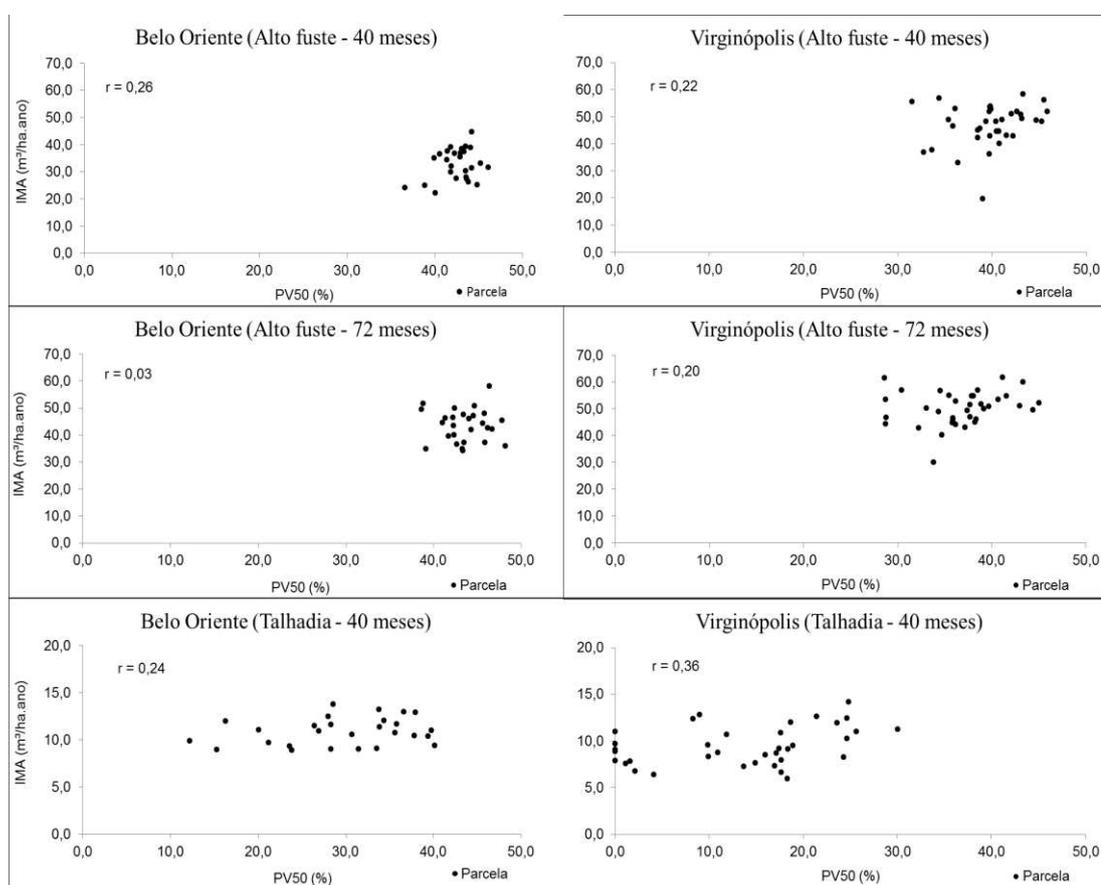


Figura 1 – Correlação entre o índice de uniformidade PV50 e a produtividade das parcelas, levando-se em consideração os clones, o tipo de manejo e a idade.

Os resultados encontrados reforçam os cuidados que se deve tomar quando índices são utilizados para avaliação da qualidade de povoamentos. Conforme Ittner e Larcker (2003), quando o pesquisador não sabe o que medir, ele geralmente passa a

medir demais e a gerar muitos indicadores, o que pode resultar em grande quantidade de medidas periféricas, triviais ou irrelevantes.

Muitas empresas utilizam a avaliação da uniformidade do povoamento para validarem a qualidade das suas atividades operacionais, mesmo que o índice não tenha sido criado levando-se em consideração suas peculiaridades edafoclimáticas e o produto final a ser obtido do povoamento. Quando se avalia a uniformidade de uma floresta, espera-se que quanto maior a uniformidade do povoamento menor será a diversidade de crescimento entre as árvores. Porém, a uniformidade só será crítica a partir do momento que gerar perda de produtividade de madeira que atenda aos objetivos de implantação daquela floresta. Como exemplo, uma planta dominada só será crítica para uma empresa de celulose a partir do momento que não apresentar *dap* mínimo para atender aos requisitos da colheita e produção de cavaco.

De acordo com Canh *et al.* (2013), mesmo altamente uniforme, um plantio clonal de eucalipto tem variação substancial no tamanho e no crescimento das árvores. Diversos são os fatores que podem influenciar a uniformidade dos povoamentos, como material genético, características físicas e químicas do solo, condições climáticas do sítio, dentre outros, que, em sua maioria, são difíceis de serem controlados ou corrigidos. Além disso, a uniformidade também pode ser afetada pela assertividade das recomendações técnicas e pela qualidade das operações silviculturais (STAPE *et al.*, 2010), fatores estes que podem ser minimizados a partir da realização do controle de qualidade das atividades silviculturais.

Mesmo o índice de uniformidade PV50 não apresentando resultados significativos como bons indicadores da qualidade de uma floresta, é necessário que o desenvolvimento do povoamento seja monitorado para que ações corretivas e preventivas no manejo da população possam ser tomadas (PAIVINEN *et al.*, 1994). A definição das variáveis a serem selecionadas e monitoradas vai depender dos objetivos do indicador a ser criado.

No caso de povoamentos florestais, a definição da qualidade do povoamento é muito complexa para ser avaliada utilizando somente um índice. Portanto, para analisar a qualidade de uma floresta de produção recomenda-se avaliar, em conjunto, diferentes índices, como sobrevivência, produtividade e presença de plantas inservíveis, que não geram madeira suficiente para obtenção do produto final desejado naquele povoamento. Com isso, pode ser criado um indicador que permita, de forma

confiável, rápida e acessível, o acompanhamento da qualidade dos povoamentos monitorados.

Um indicador deve expressar, de forma mais simples possível, uma determinada situação que se deseja avaliar (FERNANDES, 2004). Depois que se cria um indicador, é preciso estar atento para que ele seja utilizado pelos gestores (BOTELHO, 2003). Essa situação muitas vezes não acontece, pois, muitos indicadores de qualidade são criados e calculados, mas não são utilizados para gestão e tomada de ação, o que faz com que eles percam sua importância dentro do processo de melhoria da implantação e condução de povoamentos.

Outro ponto a ser considerado ao criar um indicador é que ele deve ser sensível para captar todos os fatores que podem influenciar seu resultado. De acordo com Takashima e Flores (1996), um bom indicador precisa atender a vários critérios, como simplicidade e clareza, abrangência, rastreabilidade e acessibilidade, comparabilidade, estabilidade e rapidez de disponibilidade, bem como baixo custo de obtenção.

No caso do índice de uniformidade PV50, o principal critério não atendido neste estudo foi a abrangência de seu uso, pois apresentou resultados diferentes aos obtidos por Hakamada (2012) e Hakamada *et al.* (2015). Assim, faz-se necessário avaliar outras características do povoamento que possam formar um indicador que expresse a sua qualidade.

4 CONCLUSÕES

- O índice de uniformidade PV50 não apresentou correlação significativa entre a uniformidade e a produtividade para as áreas em estudo.

- A uniformidade não deve ser utilizada de forma isolada como um índice de qualidade de povoamentos florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, J. S. **Modulador edáfico para uso em modelo ecofisiológico e produtividade potencial de povoamentos de eucalipto**. 2012. 80 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

BOTELHO, Amaury Sílvio. **Os indicadores de desempenho e o piloto automático**. Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade, 2002. Disponível em: <http://www.qsp.org.br/biblioteca/os_indicadores.shtml>. Acesso em: 09 fev. 2016.

CANH, T.; BINKLEY, D.; LUIZ, J. Neighborhood uniformity increases growth of individual *Eucalyptus* trees. **For. Ecol. Manage**, v. 289, p. 90-97, 2013.

FERNANDES, D. R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. **Revista FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1-18, 2004.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997. Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRABA, v. 1. p. 14-34, 1997.

HAKAMADA, R. E. **Uso do inventário florestal como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em povoamentos clonais de *Eucalyptus***. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2012.

HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z. D.; ALMEIDA, A. E. A.; SILVA, L. F. Uniformity between trees in a full rotation and its relationship with productivity in clonal *Eucalyptus*. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 21, n. 3, p. 465-472, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2014**. Disponível em <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em 18 de maio de 2015.

ITTNER, C. D.; LARCKER, D. F. Coming up short on nonfinancial performance measurement. **Harvard Business Review**, v. 81, n. 11, p. 88-95, 2003.

PAVINEM, R.; LUND, H. G.; POSO, S.; ZAWILA-NIEDSWIECK, T. **IUFRO International guidelines for forest monitoring**. Vienna: International Union of Forest Research, 1994. 102 p.

QUEIROZ, L. R. de S.; BARRICHELO, L. E. G. **The Eucalypt – A century in Brazil**. São Paulo: Dutarex S.A., 2007.

STAPE, J. L.; ROCHA, J. C.; DONATTI, Z. **Indicadores de qualidade silvicultural na Aracruz: 2000 a 2005**. Piracicaba, SP: Relatório Técnico IPEF, 2006.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. D. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil *Eucalyptus*

Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **For. Ecol. Manage**, v. 259, p. 1684-1694, 2010.

STATSOFT, INC. **Statistica** (Data Analysis Software System), version 12. 2014. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 22 abr. 2015.

TAKASHIMA, N. T.; FLORES, M. C. X. **Indicadores da qualidade e do desempenho**: como estabelecer metas e atingir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA ÉPOCA DO REPLANTIO NA PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DE POVOAMENTOS CLONAIIS DE EUCALIPTO

1 INTRODUÇÃO

Os povoamentos de eucalipto brasileiros estão entre os mais produtivos do mundo. A produtividade média aos 7 anos, que na década de 1970 era em torno de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (QUEIROZ; BARRICHELO, 2007), passou para $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em 2013 (IBÁ, 2014).

Para atingir e aumentar essa produtividade é necessário garantir a qualidade da execução das operações silviculturais (TRINDADE *et al.*, 2000) e a exatidão das recomendações técnicas (STAPE *et al.*, 1997). A realização adequada das operações silviculturais permite maior homogeneidade na distribuição de insumos e recursos pela área de plantio, permitindo, assim, o desenvolvimento de uma floresta mais uniforme (STAPE *et al.*, 2010).

A evolução da produtividade do eucalipto se deve parcialmente à maior uniformidade dos povoamentos (FERREIRA; SANTOS, 1997), no entanto vários fatores podem influenciar essa uniformidade. Existem fatores que são determinados, por exemplo, pelas variáveis intrínsecas às condições do local, das características físicas e químicas do solo, do material genético, etc. Por outro lado, a uniformidade pode ser afetada pela forma de execução das operações silviculturais, que podem ser controladas pela qualidade operacional.

Portanto, mesmo altamente uniforme, um plantio clonal de eucalipto tem variação substancial no tamanho e no crescimento das árvores (CANH *et al.*, 2013). A uniformidade de um povoamento só será considerada crítica a partir do momento em que o crescimento heterogêneo das árvores gerar perda de produtividade da floresta.

Além dos fatores citados, outros fatores ambientais e silviculturais podem influenciar a uniformidade, como ocorrência de pragas e doenças, danos por formigas, falhas operacionais e técnicas, diferença de idade dos indivíduos, dentre outros.

A presença de indivíduos com diferentes idades no povoamento, por sua vez, é gerada pela realização de replantios na área. Este consiste na reposição de

mudas mortas para garantir a sobrevivência da floresta dentro da meta estabelecida pelas empresas florestais. O replantio é uma atividade onerosa, pois é um retrabalho que está relacionado à má qualidade inicial das atividades de implantação da floresta. Quando realizado fora do prazo, pode perder seu objetivo inicial de garantir a produtividade do povoamento.

A realização tardia do replantio faz com que as plantas replantadas sofram mais competição por recursos das plantas inicialmente estabelecidas na área. Árvores maiores crescem mais rapidamente que árvores menores no mesmo povoamento, por utilizarem recursos de forma mais eficiente na produção de madeira (BINKLEY, 2004). Em sua maioria, as árvores menores acabam se tornando plantas dominadas dentro do povoamento.

Segundo Alfenas *et al.* (2004), as plantas dominadas são indesejáveis não somente pelo seu menor desenvolvimento, mas também por serem mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças e por atuarem como fonte de inóculo. Além disso, são mais vulneráveis às condições de estresse do ambiente. Portanto, o aumento de plantas dominadas dentro do povoamento pode ocasionar perdas em seu potencial produtivo.

Para que o setor florestal brasileiro mantenha a posição de destaque mundial como um dos maiores produtores e exportadores de produtos madeireiros, é preciso conhecer melhor todos os fatores que possam influenciar a produtividade final. Para isso, é necessário que o desenvolvimento do povoamento seja monitorado, permitindo que ações possam ser tomadas para corrigir ou prevenir perdas de produtividade.

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da época de realização de replantios sobre a produtividade e o crescimento de povoamentos de eucalipto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.), em um Cambissolo Latossólico (CXbd5) localizado no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O clima é caracterizado como Aw (Köppen), temperado chuvoso-mesotérmico, com precipitação média anual de 1.208 mm, temperatura média anual de 25,2 °C e umidade relativa média de 65,2%. A região situa-se na latitude 19° 10' S, longitude de 42° 20' W, com altitude variando de 220 a 425 m.

O plantio do experimento foi realizado em um talhão comercial implantado em agosto de 2011, seguindo as recomendações técnicas e operacionais da empresa. A aplicação de herbicida e o combate de formigas em área total foram realizados antes do plantio. Mudanças clonais de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis* foram plantadas no espaçamento de 7,5 m², com arranjo de 3,0 × 2,5 m. O preparo do solo foi feito com motocoveadores. A fertilização foi feita com 1.500 kg/ha de calcário aplicado a lanço em área total antes do plantio e 100 g/planta de fertilizante NPK (06-30-06), aplicado imediatamente após o plantio, em duas covetas laterais. Quatro meses após a instalação do experimento fez-se uma adubação de cobertura com 300 kg/ha de NPK (06-10-29).

Os tratamentos consistiram de quatro datas de replantio de mudas sem adubação de plantio complementar (0, 20, 40 e 80 dias) + dois tratamentos (replantio com 40 e 80 dias do plantio) com adubação complementar de plantio (+ 100 g/planta de NPK 06-30-06) (Tabela 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Tabela 1 – Tratamentos do experimento com replantio em diferentes idades em povoamentos clonais de *E. urophylla* × *E. grandis*, em Belo Oriente, MG

Tratamento	Replantio (dias depois do plantio)	Adubação Complementar	Sigla
1	SR	-	SR
2	20	Não	20R
3	40	Não	40R
4	80	Não	80R
5	40	Sim	40R+A
6	80	Sim	80R+A

SR = sem replantio.

A parcela experimental foi de nove linhas de nove plantas, totalizando 81 plantas. Para imposição dos tratamentos, realizou-se o replantio de 11% da parcela, ou seja, nove mudas, tomando-se o cuidado para que a muda replantada sempre tivesse uma bordadura dupla de mudas não replantadas, conforme ilustrado na Figura 1. Para isso, realizou-se o plantio de toda a parcela, e aos 12 dias as mudas das covas a serem replantadas foram arrancadas, tendo outras sido replantadas de acordo com os tratamentos.

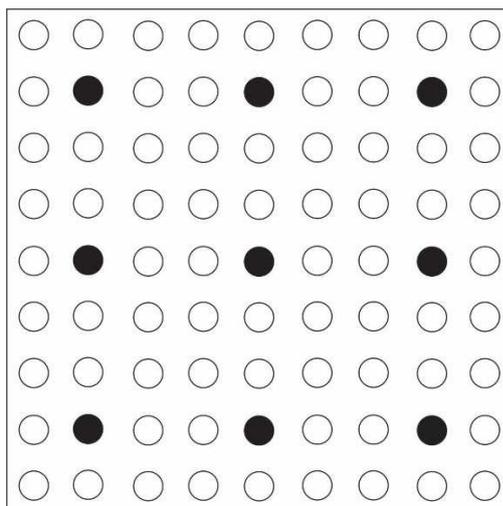


Figura 2 – Posição das mudas replantadas dentro das parcelas.

Aos 32 e 43 meses após o plantio foram medidos o diâmetro a 1,3 m de altura (dap , cm) e a altura (H , m) de todas as plantas da área útil da parcela. O volume individual de cada árvore foi determinado com base na equação ajustada $\hat{y} = 0,014562 + 0,0000323 \times dap^2 \times H$ (CENIBRA, dados não publicados).

Para a variável volume avaliou-se, por meio de regressões, o efeito do período de replantio sob o volume individual das árvores replantadas e o volume total de madeira da parcela, adotando-se o nível de significância de 5%. Para avaliação do efeito da adubação complementar de plantio foi estabelecido o contraste (sem adubação complementar *versus* com adubação complementar), adotando-se o nível de significância de até 5% no teste f. Para o processamento dos dados utilizou-se o programa estatístico STATISTICA versão 12 (STATSOFT, INC., 2014).

Realizou-se a caracterização da distribuição de diâmetros do povoamento, em diferentes classes de produtividade, a partir do agrupamento das árvores das parcelas em classes de 3 cm de amplitude. Posteriormente, foram elaborados histogramas para verificar as mudanças da estrutura diamétrica dos povoamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume individual das árvores, aos 43 meses de idade, foi influenciado ($p < 0,05$) pela época do replantio (Figura 2). A época de replantio que proporcionou o menor volume individual ($\hat{y} = 0,0635 \text{ m}^3$) foi de 80 dias. Nessa época, o volume individual foi 46,6% inferior ao volume de madeira das árvores não replantadas. Essas árvores não apresentaram média de volume individual de $0,1188 \text{ m}^3$, valor este 15,4% superior do ao segundo tratamento, em que replantio foi feito 20 dias após o plantio, o que indica que a realização do replantio influenciou essa variável. O volume individual nas épocas de 40 e 80 dias de replantio não diferiram ($p > 0,05$) ao se realizar adubação complementar de plantio ou não.

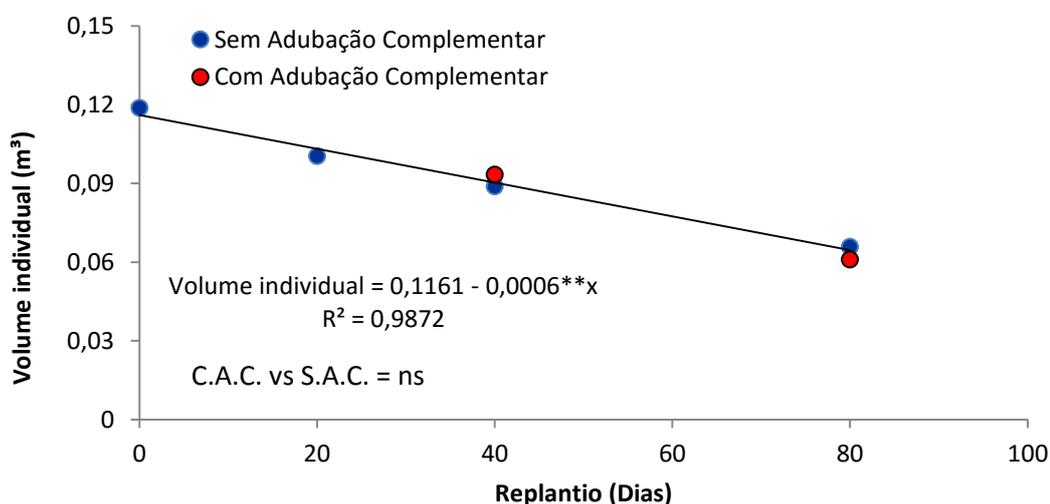


Figura 2 – Volume individual de árvores de *E. urophylla* x *E. grandis* aos 43 meses de idade, influenciado pela época de replantio sem adubação complementar de plantio (S.A.C.) e com adubação complementar de plantio (C.A.C.), aos 40 e 80 dias de replantio. ** = significativo, a 5% de probabilidade; e ns = não significativo, até 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

De modo geral, constatou-se que quanto mais tempo demorou para realizar o replantio de uma muda, menor foi seu volume individual, quando comparado ao das mudas não replantadas, mesmo quando o replantio foi realizado 20 dias após o plantio. Esse fato demonstra a importância de realizar todas as atividades de implantação do povoamento com qualidade, para garantir a maior sobrevivência inicial das mudas e reduzir a necessidade de replantio. Entretanto, Correia *et al.* (2013) avaliaram resultados que demonstram que quando o replantio é realizado até 20 dias após o plantio não há comprometimento no desenvolvimento do povoamento. Já para Stape

et al. (2001), a fase de implantação da floresta vai desde o tempo do plantio até o fim do período de replantio, que ocorre dentro de 45 a 80 dias, devendo ser ressaltado que qualquer replantio após esse período produz, em geral, indivíduos dominados.

Do ponto de vista silvicultural, a uniformidade do volume das árvores em um povoamento pode não ser prioridade, se o crescimento das árvores de maior porte foi alto o suficiente para compensar o crescimento mais baixo das árvores menores (CANH *et al.*, 2013). Assim, é necessário avaliar o efeito do replantio no volume total do povoamento, e não o de árvores individuais.

Neste sentido, apesar da redução do volume individual das árvores de acordo com a época de replantio, não foi detectada variação significativa no incremento médio anual (IMA) do volume de madeira, considerando todas as árvores presentes nas parcelas dos tratamentos (Figura 3).

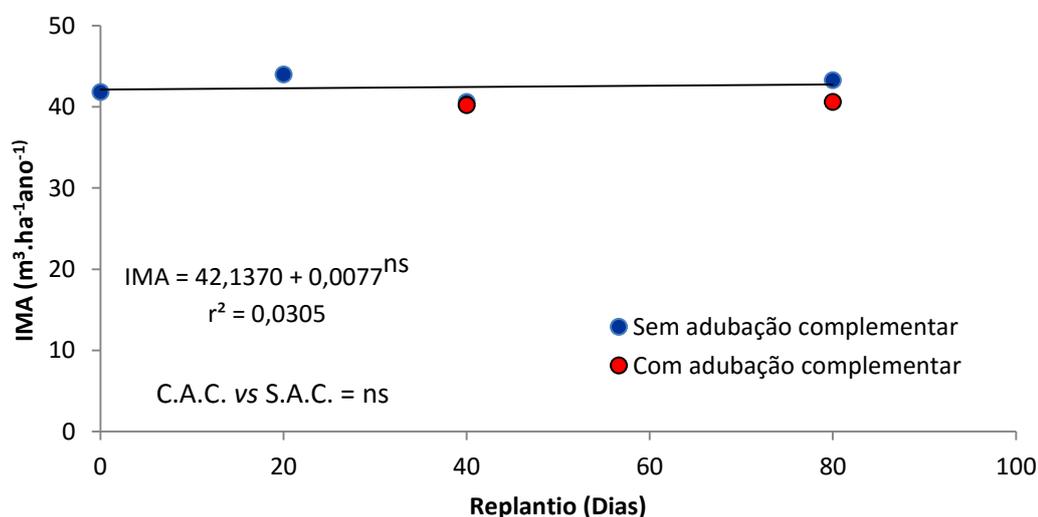


Figura 3 – Incremento médio anual de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos 43 meses de idade, influenciado pela época de replantio sem adubação complementar de plantio (S.A.C.) e com adubação complementar de plantio (C.A.C.) nas épocas de 40 e 80 dias de replantio. ns, não significativo, até 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Para Silva e Angeli (2006), o replantio deve ser realizado quando o índice de mortalidade ultrapassar 10%, sendo aconselhável realizar essa operação no período de 15 a 30 dias após o plantio, pois taxas de mortalidade inferiores a 10% não trazem grandes prejuízos à produtividade da floresta, desde que as falhas não se encontrem juntas, formando reboleiras. Neste estudo o índice de mudas replantadas por tratamento foi de 11%, valor que não interferiu na perda de produtividade. Portanto, pode-se questionar se não seria melhor aceitar uma menor sobrevivência do

povoamento do que indicar a realização de replantio tardio de mudas na área, pois a contribuição das árvores provenientes de replantio para o volume foi reduzida de acordo com o aumento do intervalo de tempo entre o plantio e o replantio (Figura 4). O período de realização de replantio e a meta de sobrevivência dos plantios variam de empresa para empresa. Porém, trabalhos que abordam o efeito do replantio no crescimento inicial do povoamento são raros na literatura (CORREIA *et al.*, 2013).

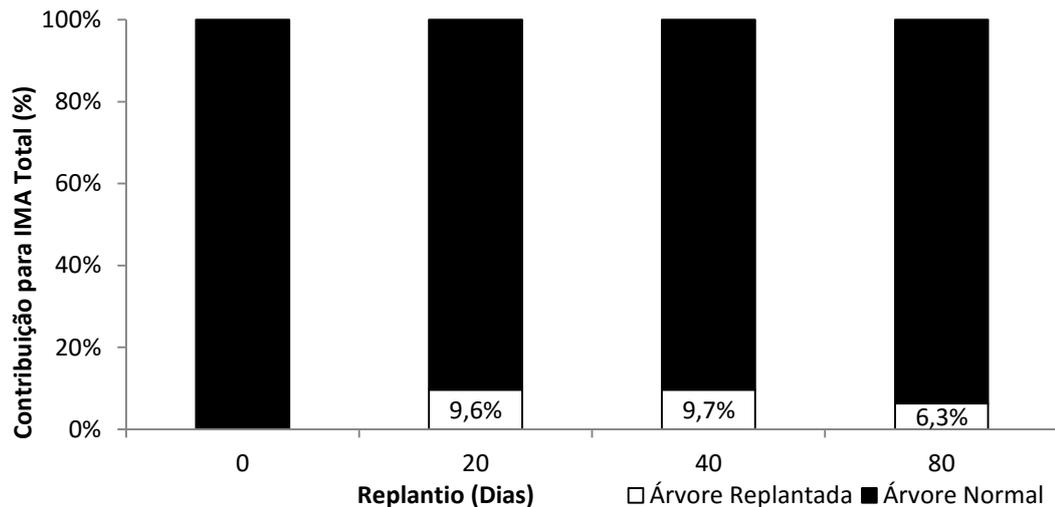


Figura 4 – Contribuição percentual do volume das árvores replantadas para o incremento médio total dos tratamentos.

A variação no tamanho entre as árvores dentro de povoamentos resulta em variedade de dinâmicas no povoamento. Esse fato envolve *feedbacks* positivos para árvores maiores, que obtêm mais recursos e crescem mais rápido que árvores menores, levando ao aumento na variação do tamanho das árvores (OTTO *et al.*, 2014).

Ao comparar os valores obtidos nas medições de 32 e 43 meses a partir da distribuição da frequência de árvores em classes diamétricas com amplitude de 3 cm, verificou-se que quanto maior a árvore na primeira medição, maior foi o incremento em *dap*. Isto fez com que a diferença de tamanho entre as maiores e as menores árvores ficasse maior (Figura 5).

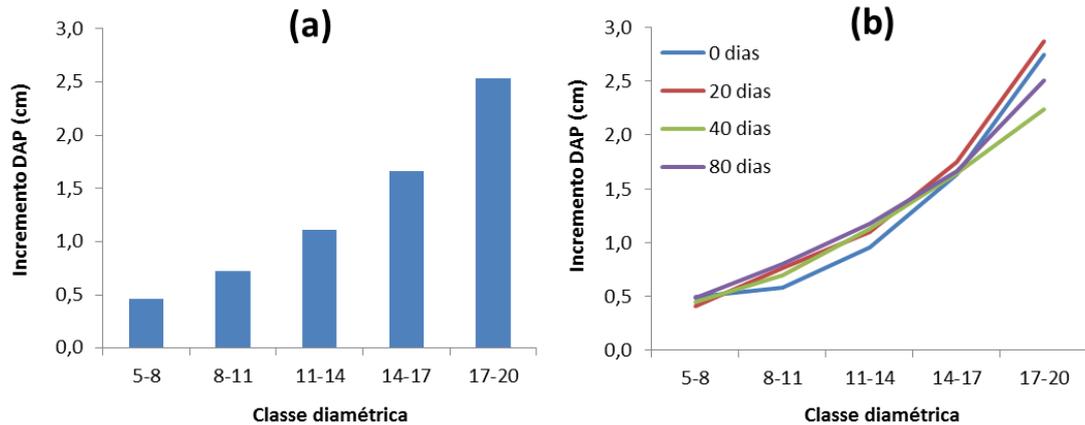


Figura 5 – Incremento médio em *dap* das árvores dos 32 aos 43 meses de idade, de acordo com as classes diamétricas na primeira medição (a) e os tratamentos de replantio (b), em povoamentos de clone de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis*.

A classe diamétrica de 5 a 8 cm proporcionou o menor incremento em *dap*, 0,46 cm, aos 43 meses. Esse valor é 5,4 vezes menor que o incremento em *dap* da maior classe diamétrica.

Segundo Souza *et al.* (1993), quanto maior a classe diamétrica, maior é a taxa de crescimento, de tal forma que as maiores árvores, em uma idade inicial, atingiram classes de tamanho superiores em idades futuras. Para Binkley (2004), árvores maiores também podem crescer mais rapidamente que árvores menores no mesmo povoamento, pois utilizam recursos mais eficientemente na produção de madeira. Esse aumento da heterogeneidade do tamanho de árvores em povoamentos monoclonais de eucalipto pode reduzir a produção em nível de povoamento entre 10 e 18% (STAPE *et al.*, 2010).

Quando a mudança das árvores foi analisada pelas classes de diâmetro ao longo das medições, verificou-se o deslocamento das árvores para classes à direita com o passar do tempo. Para visualizar a dinâmica da mudança das árvores pelas classes de diâmetro foram elaborados gráficos de barras coloridas, indicando quais classes sofreram as mudanças dos 32 para os 43 meses de idade (Figura 6). As classes de menor diâmetro foram as que apresentaram a menor migração de árvores para a classe imediatamente superior. Resultados semelhantes foram obtidos por Demolinari *et al.* (2007), para povoamentos clonais de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis*.

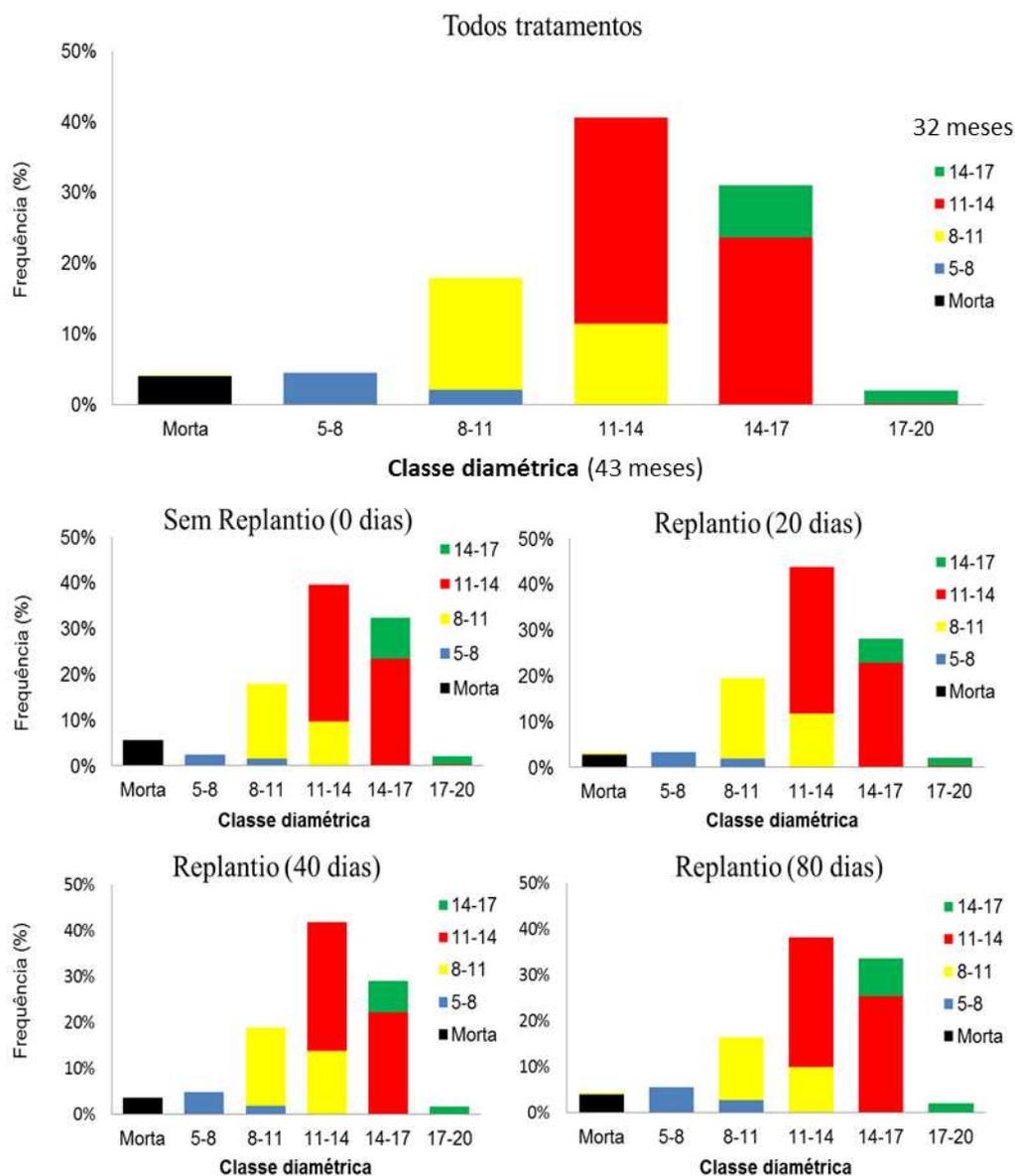


Figura 6 – Distribuição dos diâmetros considerando a dinâmica da mudança das árvores em classes diamétricas dos 32 para os 43 meses, de acordo com os tratamentos de replantio.

Em geral, todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante quanto à dinâmica de mudança das árvores de classe diamétrica. A menor classe diamétrica, em sua maioria, foi formada pelas árvores provenientes de replantio, independentemente do seu período. Portanto, existe a tendência de mudas replantadas se tornem, ao longo do tempo, árvores cada vez mais dominadas dentro do povoamento. Além dos impactos causados pelo replantio na produtividade do povoamento, esse também aumenta os custos com o retrabalho, como o maior consumo de mudas, mão de obra, de água, de adubo, etc.

Para validar os resultados obtidos neste estudo, recomenda-se a realização de mais medições até idades mais próximas do corte da floresta para validar o efeito do replantio. Além disso, deve-se fazer a instalação de novos experimentos em diferentes épocas do ano (período chuvoso e seco), para comprovar se o efeito do replantio é o mesmo.

4 CONCLUSÕES

- Quanto maior o intervalo de tempo entre o plantio e o replantio, menor é o volume individual da árvore advinda de replantio.

- As árvores originalmente estabelecidas são capazes de compensar a perda de volume das árvores provenientes de replantio.

- Quanto maior o intervalo de tempo entre o plantio e o replantio, menor é a contribuição das árvores advindas de replantio para o volume total do povoamento.

- As árvores de menor diâmetro são as que apresentam menor incremento em *dap* ao longo das medições.

- As árvores de menor diâmetro são as que apresentam menor migração para a classe imediatamente superior ao longo do período de crescimento.

- A não realização de replantio, até uma mortalidade de 11% e distribuída por toda a área, não impactará a produtividade do povoamento.

Por fim, entende-se que existe a tendência de que mudas replantadas se tornem, ao longo do tempo, árvores cada vez mais dominadas dentro do povoamento, não contribuindo de forma substancial no volume final de madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 442 p.
- BINKLEY, D. A hypothesis about the interaction of tree dominance and stand production through stand development. **For. Ecol. Manage.**, v. 190, p. 265-271, 2004.
- CANH, T.; BINKLEY, D.; LUIZ, J. Neighborhood uniformity increases growth of individual Eucalyptus trees. **For. Ecol. Manage.**, 289, p. 90-97, 2013.
- CORREIA, A. C. G.; SANTANA, R. C.; OLIVEIRA, M. L. R.; TITON, M.; ATAÍDE, G. M.; LEITE, F. P. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 19, p. 185-191, 2013.
- DEMOLINARI, R. D. A.; PEDRO, C.; SOARES, B.; GARCIA, H.; LOPES, A. Crescimento de plantios clonais de eucalipto não desbastados na região de Monte Dourado (PA). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, p. 503-512, 2007.
- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos Eucalyptus no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997. Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRABA, v. 1. p. 14-34, 1997.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2014**. Disponível em <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 18 maio 2015.
- OTTO, M. S. G.; HUBBARD, R. M.; BINKLEY, D.; STAPE, J. L. Dominant clonal *Eucalyptus grandis* x *urophylla* trees use water more efficiently. **Forest Ecology and Management**, v. 328, p. 117-121, 2014.
- QUEIROZ, L. R. de S.; BARRICHELO, L. E. G. **The Eucalypt - A century in Brazil**. São Paulo: Dutarex S.A., 2007.
- SILVA, P. H. M.; ANGELI, A. **Implantação e manejo de florestas comerciais**. IPEF – Documentos Florestais, nº 18, maio de 2006.
- SOUZA, A. L.; ARAUJO, P. A.; CAMPOS, J. C. C.; PAULA NETO, F. Dinâmica de crescimento em diâmetro de uma floresta primária sem interferência: uma análise pelo tempo de passagem entre classes diamétricas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 17, p. 129-145, 1993.
- STAPE, J. L.; GOMES, A. N.; ASSIS, T. F. Estimativa da produtividade de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* no Nordeste do Estado da Bahia-Brasil, em função das variabilidades pluviométricas e edáfica. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997. Salvador. **Proceedings...** Salvador: EMBRABA/CNPF, 1997. p. 192-198.

STAPE, J. L.; LEONARDO, J.; GONÇALVES, M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for Eucalyptus plantations in Brazil A historical overview and its increasing importance. **New For.**, v. 22, p. 19-41, 2001.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. D. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **For. Ecol. Manage**, v. 259, p. 1684-1694, 2010.

STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system), version 12. 2014. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 22 abr. 2015.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade:** aplicação na atividade florestal. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2000. 124 p.

CAPÍTULO 3

DIMENSÕES INDIVIDUAIS E A UNIFORMIDADE DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO EM TALHADIA EM FUNÇÃO DAS ÁRVORES NO ALTO FUSTE

1 INTRODUÇÃO

Os povoamentos florestais podem ser conduzidos em regime de alto fuste, a partir da implantação de novos plantios ou da reforma de plantios já existentes, ou em regime de talhadia, que consiste na condução dos brotos das cepas após o corte raso. Nos últimos anos, em função do aumento dos custos operacionais, muitas empresas florestais ampliaram suas áreas conduzidas por talhadia, com o objetivo de reduzir seus gastos. Essa redução pode chegar a 50% em relação aos gastos com a reforma da área, devendo ser ressaltado que apenas no primeiro ano esses custos podem ser 65% menores que o da reforma (ORIONI, 2009).

A condução de brotação dispensa gastos com mudas e preparo de solo e reduz os custos com adubação (IBA, 2014). O gênero *Eucalyptus* se destaca nos reflorestamentos devido à sua capacidade de regenerar por brotação, o que possibilita a adoção do manejo por talhadia, cujos benefícios vão desde aspectos econômicos, como já descritos, até implicações ambientais decorrentes dos menores níveis de interferência no ambiente (KLEIN *et al.*, 1997). Segundo Cacau *et al.* (2008), a taxa de crescimento inicial de brotações é superior à de povoamentos de alto fuste com a mesma idade, o que pode resultar em antecipação da produtividade máxima. Porém, esse crescimento superior depende da capacidade produtiva e do espaçamento inicial.

A produção obtida em povoamentos de eucalipto manejados por talhadia seria, em princípio, semelhante à do povoamento original, desde que a disponibilidade de fatores de crescimento (água, luz, nutrientes, oxigênio e temperatura) não seja diminuída (BARROS; COMERFORD, 2002). Entretanto, a maioria das áreas conduzidas no Brasil apresenta produção final de madeira menor que a da mesma área no regime de alto fuste. Para Stape (1997), essa queda de produtividade das brotações depende do genótipo (clone), da sobrevivência, da altura das brotações na época de corte, do manejo de formigas-cortadeiras e cupins, da época de corte do plantio anterior, da competição com ervas daninhas, da época e intensidade de desbrota e dos danos causados à cepa e ao solo durante a colheita.

Para atingir a produtividade potencial de um povoamento é necessário garantir a qualidade das atividades florestais e a exatidão das recomendações técnicas (STAPE *et al.*, 2010). Dessa forma, qualquer falha na recomendação técnica ou na qualidade da execução das atividades pode proporcionar distribuição heterogênea de recursos pela área manejada, o que pode resultar em povoamentos heterogêneos quanto ao crescimento das árvores.

A variação no crescimento das árvores dentro do povoamento faz com que as árvores maiores obtenham mais recursos e cresçam mais rápido que as árvores menores, levando a aumento na variação do tamanho das árvores (OTTO *et al.*, 2014). Portanto, a garantia da manutenção da uniformidade do povoamento aumenta a probabilidade de obtenção da produtividade atingível do sítio (STAPE *et al.*, 2010).

Com o aumento da importância da talhadia, faz-se necessário aumentar o conhecimento sobre os fatores que afetam o seu crescimento e impactam a redução do seu potencial de produtividade. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar: i) se as dimensões das árvores no final da rotação em regime de alto fuste são correlacionadas com suas respectivas dimensões na condução da talhadia; e ii) se nesse mesmo período a distribuição de diâmetros e a uniformidade do povoamento no alto fuste são mantidas no regime de talhadia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em povoamentos florestais de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, pertencentes à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.), localizadas em duas regiões. A primeira está localizada no município de Belo Oriente, cujo clima é caracterizado como Aw (Köppen), temperado chuvoso-mesotérmico, com precipitação média anual de 1.208 mm, temperatura média anual de 25,2 °C e umidade relativa média de 65,2%. A região situa-se na latitude 19° 10' S e longitude de 42° 20' W, com altitude variando de 220 a 425 m, em situação de encosta.

A segunda região, localizada no município de Virginópolis, situa-se na latitude de 18° 45' S e longitude de 42° 34' W, com altitude variando de 742 a 992 m, em situação de encosta. O clima da região é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual de 22,2 °C e precipitação média anual de 1.065 mm.

O plantio das áreas foi efetuado em abril de 2005 na região de Belo Oriente, no arranjo de 3 × 2,0 m, em um Latossolo Vermelho, e em novembro de 2005 na região de Virginópolis, no arranjo de 3 × 3,33 m, em um Latossolo Amarelo. O preparo do solo foi feito com subsolador, nas duas áreas. A adubação do plantio foi realizada de acordo com a recomendação técnica da empresa, levando-se em consideração as diferenças edafoclimáticas entre as duas regiões. O restante do manejo do plantio foi feito conforme as recomendações técnicas e operacionais da empresa.

A colheita das áreas foi realizada, aproximadamente 7 anos após o plantio, com Harvester, com tração 6x6 e equipado com pneus, e o baldeio foi realizado com Forwarder, com tração 8 × 8 e equipado com pneus. O corte das árvores foi realizado deixando as cepas com altura entre 5 e 15 cm. Os resíduos da colheita permaneceram espalhados no local do corte. A desbrota foi feita com uma cavadeira, quando os brotos apresentavam altura média entre 1,0 e 2,0 m, deixando um broto por cepa, tomando-se a precaução de deixar o broto mais vigoroso. Para o manejo da talhadia também foram seguidas as recomendações técnicas e operacionais repassadas pela empresa. A adubação da talhadia também foi realizada de acordo com a recomendação técnica da empresa, levando-se em consideração as diferenças edafoclimáticas entre as duas regiões. As características gerais das duas regiões avaliadas neste estudo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Características gerais das regiões onde se encontram os povoamentos utilizados neste estudo

Características	Região	
	Belo Oriente	Virginópolis
Época de plantio	abr./2005	nov./2005
Arranjo de plantio	3 × 2,0 m	3 × 3,33 m
Idade de corte (meses)	84	84
Regime de regeneração	Talhadia	Talhadia
Época da Desbrota	nov./2012	ago./2012
Nº de brotos/cepa	1	1

As parcelas foram lançadas em talhões comerciais da empresa e eram compostas de 36 árvores, incluindo as falhas, ocupando área variável de acordo com o espaçamento de plantio. Na região de Virginópolis foram lançadas 24 parcelas, enquanto em Belo Oriente foram 27 parcelas.

As medições das áreas foram realizadas em dois momentos, a primeira aos 40 e 80 meses após o plantio, e a segunda no máximo aos 40 meses após a desbrota. Foram medidos o diâmetro a 1,3 m de altura (*dap*, cm) e a altura (*H*, m) de todas as plantas da área útil da parcela. Nas medições do alto fuste foram medidas todas as árvores com *dap* superior a 5 cm e na talhadia foram medidas todas as árvores das parcelas, independentemente do *dap*. A sequência de medição das árvores foi mantida de uma medição para outra, com o objetivo de permitir correlacionar as características analisadas em uma mesma árvore no alto fuste e na talhadia.

O volume individual das árvores foi determinado com base na equação ajustada para cada região e manejo. Para a região de Belo Oriente foram usadas as equações: $\ln(V) = -10,2924 + 1,7653 \times \ln(dap) + 1,2206 \times \ln(H)$, para o alto fuste, e $\ln(V) = -10,3272 + 1,8206 \times \ln(dap) + 1,1756 \times \ln(H)$, para a talhadia. Já para a região de Virginópolis foram utilizadas as equações: $\ln(V) = -10,1399 + 1,8683 \times \ln(dap) + 1,0777 \times \ln(H)$, para o alto fuste, e $\ln(V) = -10,2420 + 1,8097 \times \ln(dap) + 1,1627 \times \ln(H)$, para a talhadia (CENIBRA, dados não publicados).

Todas as variáveis avaliadas continham as informações da mesma árvore na primeira e segunda rotação. Para as variáveis volume, *dap*, altura e volume individual, avaliou-se a correlação do efeito da dimensão das árvores no alto fuste sob a dimensão das árvores da talhadia por meio da correlação de Pearson, adotando-se o

nível de significância de 5%. Para o processamento dos dados foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 12 (STATSOFT, INC., 2014).

A distribuição de diâmetros foi feita pelo agrupamento das árvores das parcelas em classes de 5 cm de amplitude. Em seguida, foram feitas análises estatísticas descritivas para verificar as mudanças da estrutura diamétrica dos povoamentos e a dinâmica de crescimento das árvores. As distribuições de diâmetro foram utilizadas para inferir sobre a uniformidade do povoamento, para constatar se a uniformidade do povoamento no alto fuste tem relação com a uniformidade na talhadia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada correlação entre o crescimento das árvores no alto fuste e na talhadia para nenhuma das variáveis avaliadas ($p > 0,05$). Dentre as variáveis analisadas, a que apresentou menor coeficiente de correlação foi volume individual, seguido pelo *dap* e pela altura (Figura 1).

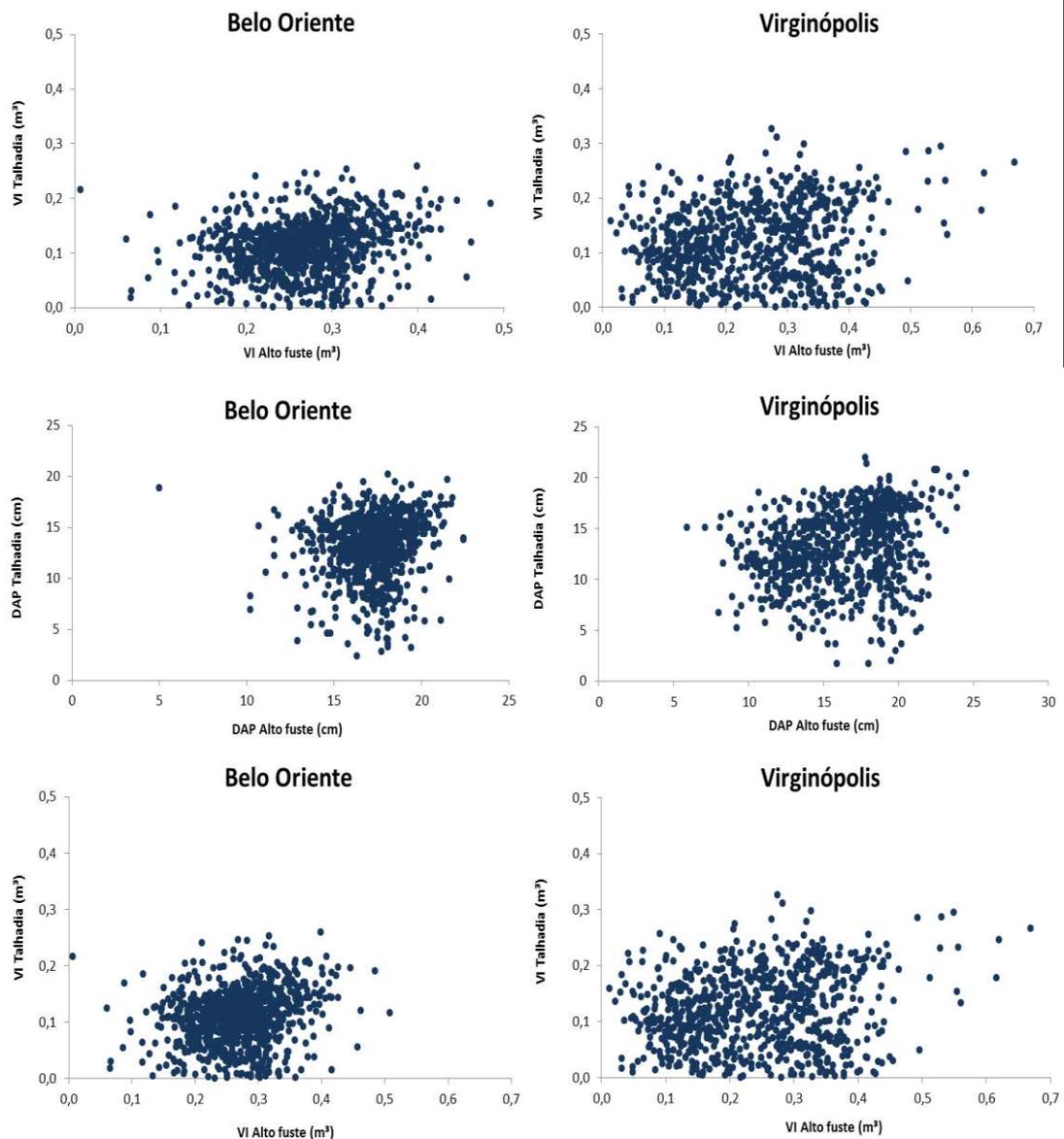


Figura 1 – Relações entre árvores de *E. urophylla* × *E. grandis* para as variáveis volume individual, *dap* e altura, aos 80 meses no alto fuste e aos 40 meses na talhadia.

Diversos são os fatores que podem ter contribuído para que as variáveis analisadas não apresentassem correlação entre o alto fuste e a talhadia. Apesar de as árvores mais grossas apresentarem maior acúmulo de reservas de carboidratos no

sistema radicular, o que permite o aumento do vigor da brotação (MROZ *et al.*, 1985), fatores extrínsecos às condições fisiológicas das brotações podem ter afetado o crescimento das árvores conduzidas no manejo por talhadia.

Segundo Walters *et al.* (2005), o maior crescimento inicial das brotações se deve à utilização de reservas orgânicas e inorgânicas nas cepas ou nas raízes. Posteriormente, quando passam a depender mais diretamente do solo, a existência de um sistema radicular desenvolvido favorece a absorção de água e nutrientes, aumentando a taxa de crescimento da parte aérea das brotações. Portanto, após a desbrota há o crescimento dos brotos remanescentes, etapa em que a planta requer maior quantidade de água e nutrientes do solo. Desta forma, qualquer falha na qualidade da realização da atividade de adubação ou na disponibilidade de nutrientes no solo da área manejada compromete o crescimento das brotações, o que afeta sua produtividade final e pode gerar plantas dominadas dentro do povoamento. Faria *et al.* (2002) constataram que a não reposição de K em plantio de *Eucalyptus grandis* levou à redução de 54% na produção volumétrica e no Incremento Médio Anual (IMA) da talhadia.

A realização de tratos silviculturais inadequados pode prejudicar a brotação e contribuir para o aumento da mortalidade e a redução do crescimento dos brotos selecionados. Assim, a garantia que as operações florestais sejam realizadas de acordo com a recomendação técnica para a área e com o padrão de qualidade desejado é fundamental para o bom desenvolvimento dos brotos. Aparício *et al.* (2010), estudando a influência da matocompetição em clones de *E. urophylla* × *E. grandis*, verificaram que o *dap* foi a variável mais sensível nos clones de eucalipto em convivência com a matocompetição.

Segundo Ferrari *et al.* (2005), a época do ano em que é realizado o corte para a regeneração das cepas influencia sobremaneira o resultado final, uma vez que temperaturas extremas, ausência de chuvas e insolação excessiva podem reduzir bastante o número de brotos obtidos, bem como a sua qualidade. Quando a colheita ocorre no período de seca, a morte das raízes finas pode ser mais intensa, o que pode reduzir o vigor das cepas (REIS; REIS, 1997) e, portanto, prejudicar o crescimento da brotação.

Outro fator crítico que afeta o potencial produtivo e o crescimento das árvores da talhadia são as operações que envolvem a colheita de madeira, que podem acarretar em significativas perdas para as áreas a serem conduzidas em regime de

talhadia (FERRARI *et al.*, 2004). Cada vez mais as empresas florestais utilizam a colheita mecanizada como forma de reduzir seus custos e aumentar a produtividade da atividade, e essa também foi a realidade das duas áreas estudadas neste trabalho. A compactação causada pelo tráfego de máquinas no talhão durante a colheita pode reduzir até dois terços no volume total de madeira, da área de rebrota, nas linhas com maiores compactações de solo argiloso (DEDECEK; GAVA, 2005).

A movimentação das máquinas dentro dos talhões afeta também a sobrevivência da brotação e seu arranque inicial. O tráfego das máquinas resulta em danos mecânicos às cepas, como esmagamento, rachadura e perda de casca, reduzindo, assim, seu potencial de brotação. Outro fator que influencia a sobrevivência da talhadia é a cobertura das cepas pelos resíduos resultantes da colheita, como folhas, galhos e casca proveniente do descascamento da madeira no campo. Klein *et al.* (1997) observaram aumento da sobrevivência da brotação em até 24% quando os tocos estiverem livres de qualquer resíduo da colheita.

No presente estudo, as duas regiões apresentaram diferenças em seus valores de mortalidade das brotações, sendo esta de 7,5% para a região de Belo Oriente e 13,1% para Virginópolis. Ao analisar a mortalidade da talhadia a partir da taxa de árvores mortas por classe diamétrica, com amplitude de 5 cm, do alto fuste aos 80 meses, foi observada diferença entre as regiões estudadas quanto às classes, com maior e menor porcentual de cepas mortas (Figura 2). Na região de Belo Oriente, a classe de 10 a 15 cm foi a que gerou o maior porcentual de cepas mortas por classe diamétrica, devendo ser ressaltado que quanto maior o diâmetro das árvores no alto fuste menor foi a taxa de mortalidade das cepas. Nessa região, a classe de 5 a 10 cm apresentou somente um indivíduo aos 80 meses, o que pode ter levado a não apresentar cepas mortas.

Já para a região de Virginópolis, o comportamento da mortalidade das cepas, de acordo com a classe diamétrica no alto fuste, não seguiu o mesmo comportamento, tendo todas as classes apresentado valores próximos quanto à taxa de mortalidade das cepas. Entretanto, a menor (5 a 10 cm) e a maior classe (20 a 25 cm) foram as que apresentaram maior porcentual de cepas sem brotação na talhadia. A diferença na taxa de mortalidade e no comportamento por classe diamétrica pode ser explicada pelas diferenças edafoclimáticas entre as regiões estudadas, sendo a precipitação e a temperatura média os fatores principais.

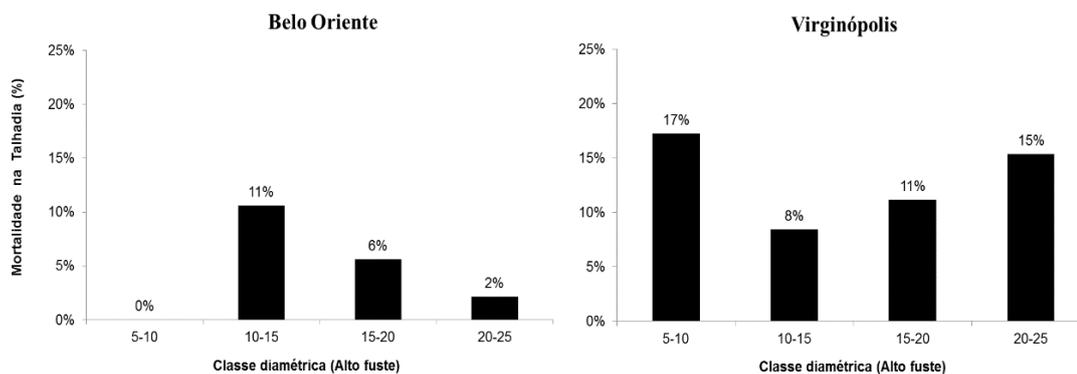


Figura 2 – Mortalidade das cepas, pós-corte, por classe diamétrica do alto fuste aos 80 meses.

Por meio da análise da distribuição diamétrica, aos 40 meses de idade do alto fuste e da talhadia, foram constatadas semelhanças entre a classe de diâmetro, com maior frequência de indivíduos nos dois regimes (Figura 3). No alto fuste, as duas regiões apresentaram maior porcentual de indivíduos na classe de 10 a 15 cm, porém a região de Virginópolis apresentou maior porcentual de indivíduos nas classes superiores, quando comparada com a região de Belo Oriente. Já na talhadia, a classe com maior número de árvores foi a mesma, porém a dispersão das árvores nas diferentes classes de diâmetro foi maior em ambas as regiões, o que demonstra o aumento da heterogeneidade dos povoamentos avaliados, ao passar de alto fuste para talhadia.

Conforme observado por Hakamada *et al.* (2015), a uniformidade de um plantio não é recuperada ao longo do tempo, ocorrendo o seu declínio com o avanço da idade do povoamento. A produção de madeira em nível de povoamento pode diminuir entre 10 e 18%, devido ao aumento da heterogeneidade do tamanho de árvores em povoamentos de eucalipto (STAPE *et al.*, 2010). Em um povoamento clonal, em princípio, todas as plantas possuem a mesma capacidade genética de capturar recursos e convertê-los em estoque de biomassa (ASPINWALL *et al.*, 2011). Portanto, a menor produtividade em povoamentos heterogêneos pode ser explicada pela menor eficiência de uso dos recursos (água, luz e nutrientes) dos indivíduos dominados (RYAN *et al.*, 2010). Porém, a uniformidade do volume das árvores em uma plantação pode não ser uma prioridade, se o crescimento das árvores de maior porte for alto o suficiente para compensar o crescimento mais baixo das árvores menores (CANH *et al.*, 2013).

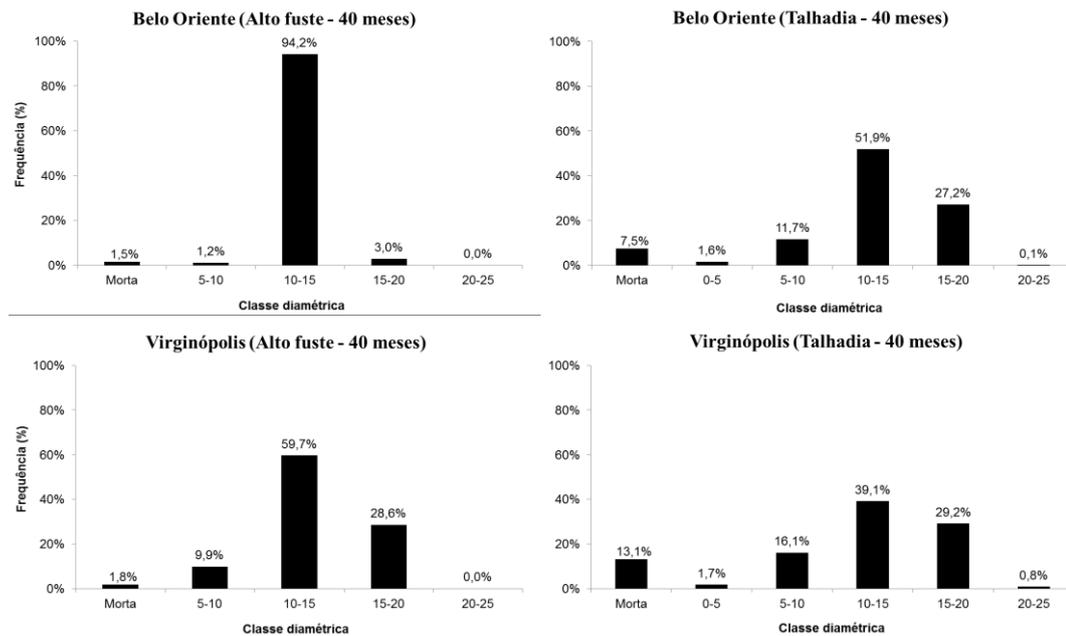


Figura 3 – Distribuição diamétrica nos regimes em alto fuste e talhadia, para as regiões estudadas aos 40 meses de idade.

Ao analisar a dinâmica da mudança na distribuição diamétrica, ao passar de alto fuste para a talhadia, constatou-se que não existe correlação entre a classe pertencente a uma árvore nos dois regimes. Para visualizar a dinâmica das mudanças das árvores pelas classes diamétricas, foram criadas tabelas para demonstrar o comportamento de crescimento das árvores do alto fuste, aos 40 meses, para a talhadia, aos 40 meses (Tabelas 2 e 3). A maioria das árvores permaneceu nas mesmas classes diamétricas de um regime de manejo para outro, na mesma idade. As classes de menores diâmetros no alto fuste foram as que apresentaram maior migração porcentual de indivíduos para classes imediatamente superiores na talhadia. As árvores dominadas na talhadia, em sua maioria, foram formadas por árvores de classes superiores no regime de alto fuste.

Diante dos resultados obtidos pode-se inferir que não existe tendência das maiores árvores no alto fuste se tornarem as maiores árvores da talhadia e nem que as menores árvores no alto fuste se tornem as menores árvores da talhadia.

Tabela 2 – Distribuição porcentual dos diâmetros, considerando a dinâmica da mudança das árvores em classes diamétricas do manejo de alto fuste para a talhadia, para a região de Belo Oriente aos 40 meses de idade

Classe Diamétrica Alto Fuste (40 meses)	% Total Árvores (Alto Fuste) (%)	Classe Diamétrica Talhadia (40 meses)					
		Morta (%)	0-5 cm (%)	5-10 cm (%)	10-15 cm (%)	15-20 cm (%)	20-25 cm (%)
Morta	1,5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5-10 cm	1,2	17,0	0,0	25,0	42,0	17,0	0,0
10-15 cm	94,2	6,0	2,0	12,0	53,0	27,0	0,1
15-20 cm	3,0	3,0	3,0	10,0	31,0	52,0	0,0
20-25 cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Total de Árvores (Talhadia)		7,5	1,6	11,7	51,9	27,2	0,1

Tabela 3 – Distribuição porcentual dos diâmetros, considerando a dinâmica da mudança das árvores em classes diamétricas do manejo de alto fuste para a talhadia, para a região de Virginópolis aos 40 meses de idade

Classe Diamétrica Alto Fuste (40 meses)	% Total Árvores (Alto Fuste) (%)	Classe Diamétrica Talhadia (40 meses)					
		Morta (%)	0-5 cm (%)	5-10 cm (%)	10-15 cm (%)	15-20 cm (%)	20-25 cm (%)
Morta	1,8	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5-10 cm	9,9	15,0	0,0	18,0	52,0	15,0	0,0
10-15 cm	59,7	11,0	2,0	18,0	40,0	29,0	0,4
15-20 cm	28,6	13,0	3,0	14,0	30,0	39,0	2,0
20-25 cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Total de Árvores (Talhadia)		13,3	1,8	16,3	37,6	30,2	0,8

4 CONCLUSÕES

- Não existe correlação entre as dimensões das variáveis *dap*, *H* e volume individual de uma árvore no regime de alto fuste com estas mesmas variáveis na talhadia.

- A obtenção de um povoamento uniforme em alto fuste não é garantia de um povoamento uniforme na talhadia.

- Árvores dominantes no alto fuste podem ser dominadas na talhadia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARÍCIO, P. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; ROSA, A. C.; APARÍCIO, W. C. S. Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 20, n. 3, p. 381-390, 2010.
- ASPINWALL, M. J.; KING, J. S.; MCKEAND, S. E.; BULLOCK, B. P. Genetic effects on stand-level uniformity and above and belowground dry mass production in juvenile loblolly pine. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 262, p. 609-619, 2011.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, p. 487-592, 2002.
- CACAU, F. V.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. F.; SOUZA, F. C. Decepa de plantas jovens de Eucalipto e manejo de brotações, em um Sistema Agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 11, p. 1457-1465, nov. 2008.
- CANH, T.; BINKLEY, D.; LUIZ, J. Neighborhood uniformity increases growth of individual *Eucalyptus* trees. **For. Ecol. Manage.**, v. 289, p. 90-97, 2013.
- DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Influência da compactação do solo na produtividade de rebrota de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 33, p. 383-390, 2005.
- FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LIMA, J. C.; TEIXEIRA, J. L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 577-584, 2002.
- HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z. D.; ALMEIDA, A. E. A.; SILVA, L. F. Uniformity between trees in a full rotation and its relationship with productivity in clonal *Eucalyptus*. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 21, n. 3, p. 465-472, 2015.
- FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 28 p. (Embrapa Florestas, Documentos, 104).
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2014**. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- KLEIN, J. E. M.; BORTOLAS, E. P.; ASSIS, T. F.; PERRANDO, E. R. Fatores operacionais que afetam a regeneração do *Eucalyptus* manejado por talhadia. **Série Técnica – IPEF**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 30, p. 95-104, 1997.

MROZ, G. D.; FREDERICK, D. J.; JURGENSEN, M. F. Site and fertilizer effects on northern hardwood stump sprouting. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.15, n. 3, p. 535-543, 1985.

ORIONI, C. Manejo de brotações na Conpacel. In: REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE SILVICULTURA E MANEJO, 37., 2009. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: PTSM/IPEF, 2009.

OTTO, M. S. G.; HUBBARD, R. M.; BINKLEY, D.; STAPE, J. L. Dominant clonal *Eucalyptus grandis* x *urophylla* trees use water more efficiently. **Forest Ecology and Management**, v. 328, p. 117-121, 2014.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica – IPEF**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 30, p. 9-22, 1997.

RYAN, M. G.; STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; FONSECA, S.; LOOS, R.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S.; HAKAMADA, R.; FERREIRA, J. M. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C. Factors controlling Eucalyptus productivity: how resource availability and stand structure alter production and carbono allocation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1695-1703, 2010.

STAPE, J. L. Planejamento global e normalização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica – IPEF**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 30, p. 51-62, 1997.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. D. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **For. Ecol. Manage.**, v. 259, p. 1684-1694, 2010.

STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system), version 12. 2014. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 22 abr. 2015.

WALTERS, J. R.; BELL, T. L.; READ, S. Intraspecific variation in carbohydrate reserves and sprouting ability in *Eucalyptus obliqua* seedlings. **Australian Journal of Botany**, Washington, DC, v. 53, n. 3, p. 195-203, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos nos estudos realizados mostraram que a produtividade e a uniformidade podem ser afetadas por diversos fatores, permitindo assim concluir que:

- O índice de uniformidade PV50 não apresentou correlação significativa entre a uniformidade e a produtividade para as áreas em estudo.
- Quanto maior o intervalo de tempo entre o plantio e o replantio, menor é o volume individual da árvore advinda de replantio.
- Quanto maior o intervalo de tempo entre o plantio e o replantio, menor é a contribuição das árvores advindas de replantio para o volume total do povoamento.
- Não existe correlação entre as dimensões das variáveis *dap*, *H* e volume individual de uma árvore no regime de alto fuste com as mesmas variáveis na talhadia.
- A obtenção de um povoamento uniforme em alto fuste não é garantia de um povoamento uniforme na talhadia.
- Árvores dominantes no alto fuste podem ser dominadas na talhadia.

Salienta-se a importância de garantir a qualidade durante a realização das atividades silviculturais e na distribuição de insumos e recursos pela área, para que o povoamento como um todo possa dispor da mesma quantidade de fatores de crescimento, diminuindo a chance de perda de produção de madeira devido à heterogeneidade do plantio. Além disso, os demais cuidados devem ser tomados durante o manejo das áreas para evitar impactos negativos sob a dimensão das árvores na próxima rotação.