



**STELLA VILAS BOAS GONÇALVES MATIAS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL E  
QUALIDADE DA MADEIRA DE CLONES DE  
*EUCALYPTUS* EM SISTEMAS DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA  
FLORESTA**

**LAVRAS – MG**

**2016**

**STELLA VILAS BOAS GONÇALVES MATIAS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL E QUALIDADE DA MADEIRA DE  
CLONES DE *EUCALYPTUS* EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha  
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados  
informados pelo (a) próprio(a) autor (a)**

Matias, Stella Vilas Boas Gonçalves.

Desempenho silvicultural e qualidade da madeira de clones de  
*Eucalyptus* em sistemas de integração lavoura pecuária floresta / Stella  
Vilas Boas Gonçalves Matias. – Lavras: UFLA, 2015.

89 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Sistema Agroflorestal. 2. Consórcios. 3. Silvicultura. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**STELLA VILAS BOAS GONÇALVES MATIAS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL E QUALIDADE DA MADEIRA DE  
CLONES DE *EUCALYPTUS* EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 24 de Novembro de 2015.

Dr. Nelson Venturin	UFLA
Dra. Selma Lopes Goulart	UFLA
Dra. Rosângela Alves Tristão Borém	UFLA
Dr. Regis Venturin	EPAMIG/Lavras

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2015**

A Deus meu princípio e fim,  
Aos meus pais Antônio e Margarida,  
modelos de fé e perseverança, pelo constante apoio,  
Ao meu irmão e minha cunhada sempre presentes,  
Ao meu esposo por toda dedicação e paciência,  
À minha filha Luiza, meu amor incondicional,  
Dedico este trabalho...

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, Antônio e Margarida, por tudo que sou hoje, pelo apoio constante, por serem meu exemplo de vida. Ao meu irmão e minha cunhada, sempre presentes em minha vida, agradeço a força e colaboração sempre!

Ao meu esposo, por estar sempre ao meu lado, me dando forças para seguir em frente.

À minha filha Luiza que me faz ver o mundo diferente, e que me recarrega a alma com seu amor incondicional.

Ao Professor Renato Luiz Grisi Macedo, por me orientar e se dedicar para a concretização desta etapa.

À banca de defesa de tese, Professor Nelson, Selma, Regis e Professora Rosângela, pela colaboração e por tudo que acrescentou ao meu trabalho.

À Maria Celuta, pela colaboração na alocação e coleta dos dados para o experimento.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa e pelo financiamento do projeto de pesquisa (CVZ APQ 1850/13) e à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo suporte aos trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Campo Experimental de Santa Rita.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por colaborações em congressos e trabalhos.

À Solange, ao Leônidas e à Janaína por me ajudarem com a estatística.

Aos amigos da silvicultura, Diana, Kmila, João, Mirlaine, Regiane, Josina e Renata por me auxiliarem na execução de meu trabalho e por todos os momentos da vida compartilhados.

## RESUMO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho silvicultural de três clones de *Eucalyptus* em diferentes arranjos de espaçamentos de plantio em sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF), 72 meses após sua implantação. Avaliou-se o desempenho silvicultural de três clones e três espaçamentos, e possíveis defeitos relacionados ao desempenho da floresta e usos finais da madeira. O primeiro capítulo consta uma revisão bibliográfica de conceitos sobre, iLPF, sobre os clones implantados no sistema, e alguns fatores importantes relacionados ao desempenho silvicultural, espaçamento de plantio e os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da madeira. O segundo capítulo, avaliou a influência de diferentes clones de eucalipto e arranjos de plantio e sobre sua produção, aos 72 meses após implantação no sistema iLPF. O delineamento foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram plantados os clones: GG100, I144 e VM 58, nas subparcelas foram distribuídos os arranjos de eucalipto em linhas duplas:  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ ,  $(2 \times 2) + 9\text{m}$  e simples:  $9 \times 2\text{m}$ . Foram avaliadas as variáveis diâmetro à altura do peito (DAP), altura total da planta (H), a área basal por planta (g) e por hectare (G), o volume por planta e por hectare. Conclui-se que os clones de *Eucalyptus* no espaçamento  $(2 \times 2) + 9\text{m}$  apresentaram os menores valores de diâmetro a altura do peito, área seccional e volume por planta e os maiores valores de área basal e volume por hectare. O clone GG100, apresentou os menores valores de área seccional, área basal e volume por planta. O clone VM 58 apresentou a menor altura. E destacou-se o clone I144 que apresentou o maior volume por hectare. No terceiro capítulo, avaliou-se o afilamento das árvores cubadas, as deformações residuais e concomitantes as rachaduras encontradas nas toras. O delineamento para o fator de forma, afilamento e as rachaduras foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos e nas subparcelas os clones. O delineamento estatístico para a Deformação Residual Longitudinal (DRL) foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições e duas posições na linha e entrelinha de plantio. Conclui-se que os fatores de forma que melhor corrigem o volume do cilindro para volume sólido é de 0,49 para o clone GG100; 0,47 para o clone I144 e 0,39 para o clone VM58. Os valores da DRL foram influenciados somente pelas posições do painel na linha e entrelinha. Com relação às rachaduras, a interação entre os clones e os espaçamentos foi significativa para o comprimento da rachadura de topo, e para a espessura da rachadura de topo, o que indica que as mesmas variam de acordo com o arranjo e o material genético.

Palavras-chave: Sistema Agroflorestal. Consórcios. Silvicultura.



## GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the silvicultural performance of three *Eucalyptus* clones in different arrangements of plant spacing on Integration Crop Farming Forest system, 72 months after its implementation. Three clones and three spacing were studied on silvicultural performance and also possible defects related with the performance of the forest and wood end uses. This work was developed with three chapters. The first chapter contains a bibliographic review of concepts of system iLPF, on the clones implanted in the system, and some important factors related to silvicultural performance, planting spacing and the parameters used to assess wood quality. In the second chapter, it was evaluated the influence of different clones of eucalyptus and arrangements and on their production, to 72 months after implantation in iLPF system. The design was a randomized block in a split plot design with three replicates. In the plots, GG100, I144 and VM58 clones were planted; in the subplots, eucalyptus arrangements were distributed in double lines:  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ ,  $(2 \times 2) + 9\text{m}$  and simple:  $9 \times 2\text{m}$ . The variables such as diameter at breast height (DBH), total plant height (H) basal area per plant and per hectare, volume per plant and per hectare were assessed. Data analysis showed that the smaller diameter at breast height values, sectional area and volume per plant were found in the spacing  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ . And this same spacing the largest basal area and volume per hectare were found. GG100 clone showed the smallest sectional area, basal area and volume per plant values. But VM58 clone had the lowest height. And the highlight was I144 clone that had the highest volume per hectare. In the third chapter, the tapering of cubed trees was evaluated, as waste and concomitant deformation cracks found in the logs. The design for the form factor, thinning and cracks was the randomized blocks in a split plot design with three replicates. In the plots were distributed eucalyptus arrangements in double lines:  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ ,  $(2 \times 2) + 9\text{m}$  and simple:  $9 \times 2\text{m}$ , and in the subplots, GG100, I144 and VM58 clones were planted. For Longitudinal Residual Deformation (DRL) it was used randomized blocks in a split plot design with three replicates and two positions on the line and planting spacing. Data analysis showed that factors that best corrected cylinder volume to solid volume was 0.49 to GG100 clone; 0.47 for I144 clone and 0.39 for VM 58 clone and that the DRL values were affected only by the panel positions and the line spacing. Regarding cracks, interaction between clones and spacing were significant for the length of the top crack, and the thickness of the top crack, which probably indicates that they vary according to the arrangement and the genetic material.

Keywords: Agroforestry System. Consortium. Silviculture Forestry.

## **LISTA DE FIGURAS**

### **SEGUNDA PARTE**

#### **ARTIGO 1**

- Figura 1 Representação Esquemática dos diferentes arranjos A, B e C do Sistema integração lavoura pecuária floresta no município de Prudente Moraes, MG .....48

#### **ARTIGO 2**

- Figura 1 Painel aberto na árvore para avaliação não destrutiva .....69  
Figura 2 Gabarito para facilitar a confecção do furo que determina a DRL ....70  
Figura 3 Relógio digital comparador .....71

## LISTA DE TABELAS

### SEGUNDA PARTE

#### ARTIGO 1

- Tabela 1 Resumo da análise de variância para DAP (diâmetro a altura do peito), HT (altura total), g (área basal), G (área basal por hectare), Volume por planta e volume por hectare de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos em iLPF, na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....52
- Tabela 2 Valores médios para a variável diâmetro a altura do peito (DAP), Área seccional (g), Área basal (G), Volume por planta (Vol. Ind.), e Volme por hectare (Vol. ha) em 3 espaçamentos, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio.53
- Tabela 3 Valores médios para a variável altura total (HT), Área seccional (g), Área basal (G), Volume por planta (Vol ind), e Volume por hectare (Vol ha) para 3 clones de eucalipto, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....56

#### ARTIGO 2

- Tabela 1 Resumo da análise de variância para Volume por planta (Vol), volume cilíndrico (VC), fator de forma (FF) e afilamento (A) de 3 clones de eucalipto em 3 diferentes espaçamentos em ILPF na região central do estado de Minas Gerais aos 72 meses pós-plantio..73
- Tabela 2 Valores médios para a variável Afilamento (A) na interação de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....74
- Tabela 3 Valores médios para a variável Volume por planta (Vol) e Volume cilíndrico (Vc), de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....74
- Tabela 4 Valores médios para a variável fator de forma (FF), de 3 clones de eucalipto em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....76
- Tabela 5 Resumo da análise de variância para comprimento da rachadura da base (CRB), espessura da rachadura da base (ERB), comprimento da rachadura do topo (CRT) e espessura da rachadura do topo (ERT) de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos em iLPF, na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio.77

Tabela 6	Valores médios para a variável comprimento da rachadura da base (CRB) de 3 clones de eucalipto em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....	78
Tabela 7	Valores médios para a interação clone* espaçamento para variável comprimento de rachadura de topo (CRT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....	78
Tabela 8	Valores médios para a interação clone* espaçamento para variável espessura de rachadura de topo (ERT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio .....	79
Tabela 9	Resumo da análise de variância aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) em 3 clones de eucalipto em 3 diferentes espaçamentos em ILPF na região central do estado de Minas Gerais.....	81
Tabela 10	Valores médios aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) na linha (L) e na entrelinha (E) de plantio do ILPF na região central do estado de Minas Gerais, para os espaçamentos.....	82
Tabela 11	Valores médios aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) linha e entrelinha de plantio do ILPF na região central do estado de Minas Gerais .....	83

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	13
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	27
<b>4</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	28
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36
	<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> .....	41
	<b>ARTIGO 1 Desempenho Silvicultural de clones de <i>Eucalyptus</i> implantados sob diferentes arranjos de sistema iLPF</b> .....	41
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	44
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	46
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58
	<b>ARTIGO 2 Afilamento, Deformação Residual Longitudinal e Rachaduras da madeira de clones de <i>eucalyptus</i> em arranjos de Sistemas de Integração Lavoura Pecuária Floresta</b> .....	60
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	63
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	66
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	72
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	86
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	87

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A iLPF é caracterizada pela combinação de componentes arbóreos com cultivos agrícolas e criação de animais, que se interagem de modo sequencial no tempo ou simultâneo. A distribuição regular de árvores ao longo da área pode ser constituída por linhas simples, duplas ou triplas, sendo estas arrançadas conforme as espécies associadas e as características do ambiente (VENTURIN et al., 2010).

De um modo geral, as espécies mais utilizadas na iLPF são as de maior retorno econômico, e de usos múltiplos. Em um sistema bem manejado há o fornecimento da madeira, o favorecimento no conforto térmico para o gado alocado na área e a produção de grãos. Em relação à agricultura o milho é um bom exemplo de sucessos com este arranjo, onde sua utilização vai desde a alimentação animal e humana, além das forragens.

Com relação à área florestal o eucalipto tem sido a espécie mais difundida, principalmente por seu rápido crescimento, qualidade da madeira, além de sua vocação para usos múltiplos. Todavia deve-se atentar para um fator limitante que é o arranjo das árvores para não comprometer as culturas agrícolas e pastagens com relação à incidência de luminosidade, que poderão ser prejudicados com o sombreamento das árvores.

O sucesso destes empreendimentos também depende da região de implantação, da demanda local e que os produtos sejam comercializáveis na própria região, principalmente para gerar empregos e menor demanda por transporte.

Bungenstab (2012) e Macedo, R. L. G. (2010), consideram que as principais vantagens do Sistema Integração-lavoura-pecuária-floresta são:

- a) melhoria da condição do solo (física, química e biológica), devido ao incremento em matéria orgânica;
- b) a radiação solar pode não incidir diretamente sobre a cultura, como nas culturas solteiras;
- c) absorção de nutrientes e umidade de diferentes camadas do solo, o que diminui a necessidade de adubações, além de reduzir os impactos de chuva e vento;
- d) a definição do arranjo espacial das árvores facilita o trânsito de máquinas e de animais, como as faixas simples e múltiplas com espaçamentos mais amplos, o que não ocorre em espaçamentos simples e convencionais;
- e) espaçamentos que favoreçam a qualidade da madeira, (menor tensão de crescimento e com isso menor incidência de rachaduras mantendo a qualidade do plantio pós desdobro e pós-secagem).

Os estudos do desempenho silvicultural em diferentes arranjos estruturais são primordiais na definição do melhor arranjo e a sua indicação para cada consórcio.

Já os estudos sobre afilamento, tensões de crescimento e rachaduras, são essenciais para a obtenção de madeiras de qualidade tanto no pós desdobro como no pós-secagem. Porém constatou-se uma generalizada deficiência e carência destes estudos em clones de eucalyptus implantados em iLPF.

A madeira será de melhor qualidade se os valores de tensão de crescimento forem menores, com menor deformação residual longitudinal, favorecendo a sua comercialização, principalmente para fins estruturais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF)

A utilização do Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta no Brasil se iniciou na década de 1930, com os conhecimentos trazidos pelos imigrantes europeus, com sistemas adaptados as nossas condições, principalmente no sul do Brasil. O sistema evoluiu na década de 1960, com a utilização de mecanização na produção. Desde então após a sua expansão, instituições de pesquisa como a Embrapa intensificaram suas pesquisas para vários sistemas, como Integração Lavoura-pecuária, Barreirão (KLUTHCOUSKI et al., 1991), Santa Fé (KLUTHCOUSKI et al., 2000) e o mais recente é o Sistema Integração lavoura-pecuária-floresta (ALMEIDA, 2010; MACEDO, M. C. M., 2010).

Com a busca constante de melhorias na produção e conservação ambiental, várias são as classificações para o desenvolvimento e escolha do sistema para adequar-se às necessidades e ao poder aquisitivo de cada região potencial para ser instalado.

Balbino, Barcellos e Stone (2011), definiram e classificaram os sistemas em quatro grupos:

- a) integração Lavoura-Pecuária (iLP) ou Agropastoril: é a integração do componente agrícola e pecuário em consórcio, através de rotação de cultura ou em processos sucessionais em uma mesma área, ano agrícola ou por vários anos consecutivos;
- b) integração Pecuária-Floresta (iPF) ou Silvipastoril: é a integração do componente pecuário, no caso pastagem, e animal com o componente florestal, este sistema é em consórcio;



- c) integração Lavoura-Floresta (iLF) ou Silviagrícola: é a integração do componente florestal (espécies arbóreas) com os componentes agrícolas (culturas anuais ou perenes);
- d) integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) ou Agrossilvipastoril: é a integração dos componentes agrícola, pecuário e florestal em um mesmo sistema de produção (área) através de rotação, consórcios ou sucessão.

Estes sistemas podem ser manejados de acordo com as necessidades da região, do local de plantio e do interesse do produtor, relacionados a ganhos em produtividade e sustentabilidade.

Os sistemas iLPF podem proporcionar um grande aumento na produtividade, principalmente em áreas antes degradadas e pouco produtivas, além de um favorecimento ambiental com relação às questões de mitigação dos gases de efeito estufa na agropecuária e do favorecimento na estocagem de carbono (árvores). A estimativa é que no Brasil as áreas que abrangem os sistemas iLPF chegam a 1,6 milhão de hectares, e que de acordo com Balbino, Barcellos e Stone (2011) 67,8 milhões de hectares estão aptos a implantação dos diversos modelos de iLPF, evitando a abertura de áreas com vegetação nativa (ZIMMER et al., 2012).

As pesquisas com iLPF sugerem a inserção de eucalipto de forma sequencial, e avaliações de clones em arranjos com linhas simples, duplas adensadas ou não. Entretanto observa-se que são utilizados espaçamentos em torno de 3x3m ou 3x2m, em arranjos mais simplificados (SILVA JÚNIOR, 2014). De acordo com Balbino, Barcellos e Stone (2011), as pesquisas com iLPF propõem a busca de efeitos mais sinérgicos entre os componentes do sistema, onde serão contempladas a valorização do homem, a adequação e conservação ambiental local e a viabilidade econômica.

Para que o sistema seja considerado de integração são necessários alguns pré-requisitos como: intenção do consórcio (intervenção humana), o que diferencia de bosques naturais; a presença de no mínimo uma espécie arbórea; e uma das espécies deve ser manejada dentro dos preceitos convencionais das ciências agrárias; a combinação destes cultivos deve ser na mesma área, sendo sua integração simultânea ou no decorrer do tempo; e a resultante deve oferecer bens e serviços de forma sustentável (SILVA, 2013).

De acordo com Viana et al. (2010), é preciso um planejamento para a implantação dos iLPFs, uma tomada de consciência, para a real importância de cada componente no sistema, para se obter os melhores resultados econômicos e ambientais.

Inicialmente deve-se investigar qual a cultura mais exigente no momento da implantação, as suas necessidades nutricionais e o que a mesma pode reciclar no solo para as posteriores culturas. O solo deve ser corrigido para a cultura inicial, no caso a lavoura. E se a lavoura for mantida por mais anos deve-se observar o espaçamento e as espécies florestais plantadas, para que não causem sombreamento.

Mesmo com todos estes cuidados, em um dado momento as árvores poderão impedir a passagem de luminosidade para a lavoura, o que pode comprometer o seu desenvolvimento, é neste momento que a cultura agrícola deverá ser substituída por outra espécie que seja resistente a estas condições ambientais.

Para o sucesso dos iLPFs é necessário um planejamento e um manejo sequencial que contemple a implantação do sistema:

- a) combate às formigas, pois as formigas principalmente as cortadeiras, saúvas e quenquém são as pragas mais danosas ao eucalipto;

- b) preparo do solo de acordo com o uso (ocupação) anterior e para qual fim será utilizado;
- c) escolha das espécies a serem implantadas (culturas agrícolas e florestais), ambas têm que adequar-se as peculiaridades da região em que serão implantadas.

Já as formas de implantação do Sistema seguem de acordo com cada região: o plantio inicia-se no Ano zero, com culturas como arroz, soja, milho, sorgo, mandioca, girassol, amendoim, feijão, dentre outras e o plantio do eucalipto. A escolha da espécie florestal se faz de acordo com a região de implantação e o uso final, o destino da madeira. No Ano 1, também se introduz uma outra cultura agrícola na área ocupada pelas mesmas no Ano zero. Deve-se somente ater ao desenvolvimento do eucalipto e, se necessário realizar desramas para evitar o sombreamento das espécies agrícolas e evitar a formação de nós na madeira, melhorando assim a qualidade de uso para serraria. As linhas de eucalipto devem ser mantidas limpas. No Ano 2, o eucalipto poderá sofrer uma nova desrama. E é neste segundo ano que será introduzida a pastagem, com sementes de gramíneas, para produção de forragem e resistente ao pastoreio. A partir do ano 3, até o período de colheita do eucalipto pode-se introduzir o gado, seja ele de corte, leite e até mesmo outros animais, de acordo com a região de implantação.

O animal é destaque neste sistema devido à renda que o mesmo gera, o que torna atrativo a sua utilização visto que, as culturas agrícolas forneceram rendas semestrais, ou anuais, de acordo com a cultura. Já os animais forneceram rendas anuais e bianuais até a colheita do eucalipto. Assim tem-se um fluxo de caixa contínuo com entradas e saídas a curto, médio e longo prazo, o que favorece rendas, lucros e também como mantenedores do sistema (VIANA et al., 2010).

## 2.2 Clones implantados no Sistema iLPF

Os trabalhos com clones se iniciaram na década de 1980 pela empresa Aracruz, com investimentos em pesquisas de propagação vegetativa, com várias espécies de eucalipto. Em sua maioria os estudos foram focados para a produção de híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis* (MORA; GARCIA, 2000).

Ferreira et al. (2006), especificam que o processo de hibridação de populações é muito importante para a silvicultura clonal, pois a clonagem reduz a idade de exploração, aumenta a produtividade e qualidade da madeira, direcionando os usos das mesmas, o que reduz custos de produção e de operação. Este fato pode ser observado nos plantios de hoje, que em sua maioria são advindos de melhoramento genético para determinadas características, de acordo com o interesse da produção.

No cenário brasileiro o clone de maior destaque para a silvicultura é o *E. urophylla* x *grandis*. Deste cruzamento se obtêm plantas com melhor crescimento e com aumento da massa específica, rendimento e propriedades físicas favoráveis. A escolha do clone é direcionada ao seu futuro uso da madeira e suas características intrínsecas como: propriedades anatômicas, físicas, químicas, permeabilidade e características dendrométricas do povoamento e na disponibilidade destas no mercado, pois de acordo com o uso existe uma especificação de madeira.

### 2.2.1 Clone I144

Este clone é um híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*, originário da empresa Arcelormital, muito bem querido pela indústria moveleira (serraria) e de biomassa. Suas características químicas e físicas favorecem o seu uso múltiplo com relação à madeira, muito plantado nos dias de hoje e de grande utilização

pelo Brasil. O clone de início não se desenvolve rápido, mas com o passar do tempo se desenvolve chegando até 50 m<sup>3</sup> de incremento anual (valor este condicionado a qualidade da muda, solo (tipo, textura e estrutura), adubações, teores de nutrientes, época de plantio). Para as regiões do norte do Brasil em que os percentuais de argila são abaixo de 10, os mesmos não são recomendados. Algumas características que o diferenciam são as folhas arredondas e o caule avermelhado (PORTAL FLORESTAL, 2014).

### **2.2.2 Clone GG100**

Este clone também é um híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, assim como o I144, entretanto foi desenvolvido pela empresa Gerdau e hoje encontra-se plantios em várias regiões do Brasil. Seu desenvolvimento é muito favorável, mas em locais de menor umidade tem encontrado dificuldades para sobrevivência, vindo a morrer no segundo ano de vida. Alguns estudiosos consideram que ele é um *Urophylla*, mas está registrado como *Urograndis*. Seus fins de utilização são para serraria, biomassa, energia, dentre outros. Seu incremento médio anual chega a 45 m<sup>3</sup> (PORTAL FLORESTAL, 2014).

### **2.2.3 Clone VM58**

Este clone é um híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis*, desenvolvido pela empresa V & M Florestal (PORTAL FLORESTAL, 2014). A escolha do clone é baseada em suas características intrínsecas que vão desde características dendrométricas, disponibilidade do mesmo no mercado e as principais propriedades pertinentes as características da madeira como as anatômicas, químicas, físicas e mecânicas. Segundo Stape (2010) os clone I144 e GG100, são clones que se destacam entre os demais por sua alta densidade e longevidade

dos mourões em campo. Já o clone VM58, é menos expressivo, mas com características que o torna mais viável com relação a preservação da madeira.

### **2.3 Desempenho silvicultural**

O crescimento da floresta, alteração na forma e dimensão do fuste estão diretamente relacionados à administração florestal através da produção presente e futura das árvores, o que vem ganhando mais espaço com a silvicultura de produção, tornando o mercado florestal como uma administração industrial (MOSCOVICH, 2006).

Para que haja o manejo adequado e criterioso destas florestas é necessário, estudos de crescimento da floresta e de sua produção, e a definição clara dos arranjos estruturais de plantio e a seleção de espécies florestais de usos múltiplos.

Os estudos do desenvolvimento silvicultural em diferentes arranjos estruturais de distribuição e espaçamento entre os clones de eucalipto e demais componentes do sistema são primordiais na definição do melhor arranjo e o mais indicado para cada consórcio. Mas ainda são escassos estes estudos silviculturais, há uma grande carência de informações, inexistem pesquisas relacionadas ao arranjo e aos usos múltiplos da madeira de eucalipto de sistema iLPP, principalmente para a região de cerrado de Minas Gerais.

#### **2.3.1 Espaçamentos de plantio**

De acordo com Botelho (1998) e Smith e Strub (1991), a decisão de quantas árvores implantar (mesma espécie e mesmo sítio) parte de alguns pressupostos como: o destino final da matéria-prima; número de tratos silviculturais necessários; sobrevivência e distribuição das mudas; o desempenho

silvicultural da espécie a partir do espaçamento inicial; preparo do solo; manejo e exploração; qualidade da madeira; volume da copa e frutificação; custo de produção e idade de rotação; e desbastes necessários até a sua colheita.

Portanto, atentar para o espaçamento adequado é um fator importante para o sucesso dos sistemas de integração lavoura pecuária floresta e primordial na definição do uso final da madeira.

Segundo Zobel, Van Wyk e Stahl (1987 citado por BOTELHO, 1998), quando a finalidade da madeira de eucalipto é a produção de celulose, carvão, e postes, o plantio é feito em espaçamentos mais adensados, pois em plantios adensados a planta apresenta um rápido crescimento em altura, devido a competição por luz e menores diâmetros e volumes comerciais (BERGER et al., 2002).

Assis et al. (1999) em um trabalho realizado com *E. urophylla* encontraram em espaçamentos mais adensados (3,3mx2m), maiores alturas aos 49 meses, devido a elevada competição por luz.

Quando se deseja a produção para serrarias, utiliza-se de espaçamentos mais amplos, o que se pode observar no iLPF, com produção de madeira de alto valor comercial a médio e longo prazo (OLIVEIRA, 2005). Pois a intensidade e a escolha do espaçamento inicial de plantio tem uma influencia maior no diâmetro, do que em relação à altura (OLIVEIRA, 2009).

No Brasil os espaçamentos mais utilizados são 3x2m; 3x1,5m; 2x2m; 3x2,5m; e 2,5x2,5m. Mas as empresas tendem a adotar os mais amplos e variar os arranjos em testes de densidades, associados aos mesmos (BOTELHO, 1998).

É preciso atenção redobrada para espaçamentos que não são quadrados devido a problemas com madeiras de reação, pois a árvore não cresce de maneira uniforme, ela tende para o lado de maior espaço entre plantas.

Manter a mesma densidade de plantio é interessante, pois favorece o crescimento de algumas espécies em função da competição inter e intraespecífica e diminui custos de implantação (BOTELHO, 1998).

Todavia a recomendação do espaçamento não é geral, deve-se observar o objetivo do plantio, as características das espécies, os tratos culturais e o maquinário necessário para implantação e colheita e o uso final da madeira.

Apesar de espaçamentos mais adensados influenciarem a idade de corte da floresta, ela entrará em competição mais cedo, devido ao desenvolvimento mais rápido.

Trabalhos realizados por Soares et al. (2003), com *E. urophylla* em espaçamentos 3,5x2,6m e 2,9x3,0m mostraram o adiantamento do período de corte para 7,8 e 10 anos, e quando se fez da utilização de desbastes, o período aumentou para 12,13 e 14 anos, devido a menor competição. Visto que o volume de madeira decresce com espaçamentos iniciais amplos, mas essa notória diferença se extingue com o passar dos anos (OLIVEIRA, 2005).

#### **2.4 Parâmetros para avaliar a qualidade da madeira**

A densidade da madeira é uma das propriedades mais importantes para definir sua qualidade, principalmente por estar relacionada às demais características (BUSNARDO et al., 1983; CRUZ; LIMA; MUNIZ, 2003; OLIVEIRA FILHO; FERREIRA, 1997; TEIXEIRA et al., 1993).

Para elaborar as classes de utilização da madeira de forma confiável, torna-se necessário determinar a densidade e as características de variabilidade da madeira (características físicas, químicas, mecânicas e anatômicas) (JORGE; PEREIRA, 1998).

A qualidade da madeira só pode ser alterada durante o processo de formação. Assim, através de seleção, melhoramento genético e tratos



silviculturais pode-se melhorar ou minimizar fatores relacionados à qualidade da madeira (ZOBEL, 1981).

Para potencializar o uso da madeira, como os demais produtos que se encontram no mercado, é preciso determinar os rendimentos da matéria prima. Estes rendimentos dependem da qualidade da madeira, menor incidência de defeitos no processamento, para a obtenção da madeira serrada, o que pode ser previsto na avaliação e estudo das tensões de crescimento da espécie.

As tensões de crescimento para alguns autores são características intrínsecas ao crescimento natural das árvores, atuando na estabilidade e equilíbrio destas. Estas características ocorrem tanto em folhosas, como em coníferas, no momento da derrubada (JACOBS, 1945; VAN WYK, 1978). As tensões ocorrem em todos os sentidos, tanto na direção longitudinal, tangencial e radial, mas em sua maioria são avaliadas longitudinalmente, pois são as mais severas e variáveis tanto no encurtamento das fibras (tensão de tração) e no alongamento das fibras (tensão de compressão). As tensões são liberadas quando ocorre o desequilíbrio dentro da árvore. Quando as árvores estão vivas as tensões têm efeitos benéficos. Já após o abate as mesmas oferecem dificuldades para o processamento, desdobro da madeira, o que leva a rachaduras, empenamentos dentre outros defeitos ocasionados pós-desdobro (LISBOA, 1993).

Os defeitos podem ocorrer tanto pós-desdobro, como os defeitos pós-secagem. Para o eucalipto os defeitos pós-desdobro normalmente estão relacionados a qualidade do fuste e as tensões de crescimento, pois quando a madeira é desdobrada, há a liberação da tensão residual, o que pode comprometer a utilização das peças, pois ocorre um dos piores defeitos, o arqueamento. Por isso, deve-se ater ao melhor método de desdobro, que ocasionará menor dano à peça (DEL MENEZZI, 1999; FERREIRA et al., 2004).

Para os defeitos pós-secagem, o controle é mais rigoroso, pois é preciso conhecer as características da espécie, para então definir o processo de secagem mais adequado, não comprometendo resultados posteriores, podendo controlar ou minimizar danos que seriam prejudiciais ao fim estrutural da peça.

Todavia para alguns autores os defeitos podem estar associados não somente ao desdobro e a secagem e sim ao processo inicial de formação da madeira (BRANDÃO, 1989); as diferentes contrações (radiais e tangenciais) e diferenças de umidade que levam as rachaduras (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985), contrações (radiais, tangenciais e longitudinais) diferenciadas em uma mesma peça, além do gravame que é a presença de grãos irregulares ou torcidas e anormalidades na madeira (SIMPSON, 1991).

Segundo Jacobs (1945), as tensões de crescimento são características do crescimento natural das árvores e ocorrem em folhosas e coníferas. Elas são definidas como forças encontradas nos troncos lenhosos verdes, por isso se diferenciam das deformações que ocorrem na madeira através da perda de água na secagem (DINWOODIE, 1966). As tensões de crescimento tem como função fornecer suporte a árvore durante a sua vida. Elas atuam dando estabilidade a mesma (VAN WYK, 1978). Através dela a árvore regula a posição de sua copa em relação às condições ambientais impostas pelo meio, pois as árvores sendo imóveis, quando ocorre a ação do vento a tensão de crescimento permite que a árvore se curve para uma direção mais favorável à mesma (KUBLER, 1987). O equilíbrio é desfeito tão logo esta seja cortada, ocorrendo imediatamente às deformações e rachaduras nos topos das toras (FERRAND, 1983). Segundo Malan (1979), a zona periférica da tora, sob tração após o abate tende a expandir e empurrar a face do corte para a área externa, causando as rachaduras de topo.

As tensões de crescimento podem estar relacionadas a fatores genéticos, idade, inclinação e taxa de crescimento do fuste e o tamanho da tora (OPIE;

CURTIN; INCOLL, 1984). E a fatores como desrama, desbaste, espaçamento, manejo florestal e tipo de solo (DEL MENEZZI, 1999).

Para Fernandes (1982), os defeitos (rachaduras e empenamentos) que ocorrem na madeira em um ponto acima ao de saturação das fibras, se devem as tensões de crescimento.

As deformações longitudinais podem ser determinadas através da liberação das tensões, que são medidas através de extensômetros. Este método é simples e rápido, e destrutivo localmente, que permite a comparação entre árvores e o acompanhamento das alterações para redução e seleção de espécies com baixas tensões em estudos genéticos e experimentos de propagação. A deformação liberada pelo orifício é 15% inferior ao valor da retirada total da peça de madeira (NICHOLSON, 1971).

Shield (1995), em estudos afirma que toras de maior diâmetro originárias de desbaste ou ampliação do prazo de rotação, tem efeitos de tensão de crescimento reduzidos. O que pode ser observado por Fernandes, Ferreira e Stape (1986), em estudo de níveis de tensões de crescimento e os diâmetros da tora de *E. saligna*, encontrando valores altamente significativos. Já Fernandes et al. (1989), observaram que o índice de rachaduras decrescia com o aumento do DAP em estudo com três progênies de *E. grandis*.

Os desbastes podem minimizar o efeito das tensões de crescimento se não forem tão rigorosos, pois em um desbaste rigoroso ocorre o rearranjo das copas aumentando assim as tensões de crescimento. Segundo Kubler (1987), o mesmo ocorre com a desrama, no começo há o aumento das tensões que com o passar do tempo se estabilizam. Dependendo dos desbastes eles podem ocasionar alterações bruscas no crescimento das espécies o que pode favorecer o maior aparecimento das rachaduras de topo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o desempenho silvicultural e a qualidade da madeira dos componentes arbóreos de um Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF) aos 72 meses após sua implantação.

#### **3.2 Objetivos específicos**

**3.2.1 Avaliar e comparar os parâmetros de crescimento de três clones de *Eucalyptus* submetidos a três arranjos espaciais de plantio em Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta**

**3.2.2 Avaliar a qualidade da madeira de três clones de *Eucalyptus* submetidos a três arranjos espaciais de plantio em Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta**

#### 4 HIPÓTESES

- a) O Desempenho Silvicultural dos clones de *Eucalyptus* VM58, GG100 e I144 implantados nos Sistemas Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF) é determinado pelos arranjos de espaçamentos de plantio;
- b) a Deformação Residual Longitudinal e os índices de Rachaduras da madeira são determinados pelos clones de *Eucalyptus* e pelos arranjos espaciais de plantio do Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta;
- c) o Afilamento das árvores é influenciado pelos arranjos estruturais e pelos clones.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Localização e Caracterização da área de estudo

O experimento está implantado na Fazenda Experimental de Santa Rita (EPAMIG), no município de Prudente Moraes, MG, localizado a 19° 27' 15'' de latitude Sul e 44° 09' 11'' de longitude oeste, e altitude de 732 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa em área antes dominada por pastagens. Já o clima é do tipo Aw, com estações secas de maio a outubro e úmidas de novembro a abril.

### 5.2 Implantação e condução do experimento

O sistema em estudo foi implantando em Março de 2008, onde se realizou a limpeza da área, controle de formigas e da mato competição (aplicou-se 2 t/ha de calcário dolomítico). O preparo do solo se deu de maneira convencional por meio de aração (1) e gradagens (2), sendo a subsolagem realizada apenas nas linhas de plantio, onde incorporou-se 796 kg/ha de fosfato natural reativo. Em Junho de 2008, utilizando-se de gel hidrato o plantio foi realizado com uma adubação de 150 g do formulado NPK 10-28-10 + 0,3%B e 0,5% de Zn. Entre as linhas de eucalipto, consorciado com o capim-braquiária (*Urochroa decumbens* cv Basilisk), foi introduzido o milho (cultivar BRS 3060) nos três anos iniciais ao cultivo, sendo a adubação de plantio e cobertura de 350 kg/ha 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de nitrogênio considerando o parcelamento em duas aplicações.

As condições fitossanitárias e os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e local de instalação. Vale ressaltar que a entrada dos animais na área ocorreu em junho de 2009, 12 meses após o plantio

do eucalipto. E que em outubro do mesmo ano foi realizada a desrama do eucalipto retirando 1/3 da copa viva, desrama esta necessária para o sistema, pois com a retirada dos ramos baixeiros, aumentou a entrada de luz para o pasto e para a cultura plantada posteriormente, além da melhoria na qualidade da madeira para serraria (VIANA et al., 2010).

### **5.3 Delineamento, tratamentos e parcelas experimentais**

#### **5.3.1 Desempenho silvicultural**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições e distribuídas em três arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas, com área útil por planta de 23 m<sup>2</sup> e 434 plantas por hectare e 0,78 ha de área ocupada pelo milho; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas duplas, com área útil por planta de 11 m<sup>2</sup> e 909 plantas por hectare e 0,64 ha de área ocupada pelo milho 3º: 9 x 2 m e em linha simples, com área útil por planta de 18 m<sup>2</sup> e 555 plantas por hectare e 0,78 ha de área ocupada pelo milho. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*).

#### **5.3.2 Afilamento, Fator de forma e Rachaduras**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) em parcelas subdivididas com três repetições e distribuídas em três arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas, com área útil por planta de 23 m<sup>2</sup> e 434 plantas por hectare; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas

duplas, com área útil por planta de 11 m<sup>2</sup> e 909 plantas por hectare e 3º: 9 x 2 m e em linha simples, com área útil por planta de 18 m<sup>2</sup> e 555 plantas por hectare. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*).

### 5.3.3 Deformação Residual Longitudinal

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) em parcelas subdivididas com três repetições, onde foram avaliadas árvores de *Eucalyptus* em 3 arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas duplas; 3º: 9 x 2 m e em linha simples, e nas posições linha e entrelinha de plantio onde foram abertos os painéis. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*).

## 5.4 Avaliações aos 72 meses pós-plantio do desempenho silvicultural dos clones de eucalipto

### 5.4.1 Diâmetro a altura do peito (DAP)

Com uma fita métrica foram coletadas as medidas das circunferências a altura do peito, (1,30 m do solo), das árvores pertencentes a parcela avaliada, e calculados os valores de DAP, dividindo os valores da circunferência por  $\pi$ .



#### 5.4.2 Altura das árvores (Ht)

Com o hipsômetro “Suunto”, foram coletadas as alturas totais das plantas, e obtida a média aritmética das mesmas, em metros, para cada arranjo.

#### 5.4.3 Área basal por planta (g)

A área seccional foi calculada por meio da expressão:

$$g = \pi((DAP)^2 / 40000), \text{ em que:}$$

g: área seccional da planta em m<sup>2</sup>;

$\pi$ : constante (3,141592654);

DAP: diâmetro à altura do peito (cm).

#### 5.4.4 Área basal por hectare (G)

A área basal por hectare (G) foi obtida pela multiplicação da área seccional média da parcela pelo número de árvores por hectare de acordo com o arranjo estrutural avaliado:

$$G = g.N, \text{ em que:}$$

G: área basal por hectare em m<sup>2</sup>;

g: área seccional média da planta em m<sup>2</sup>;

N: número de plantas por hectare.

#### 5.4.5 Volume por planta (V. ind)

A partir dos valores de H e DAP das árvores de cada parcela foi calculado o volume de cada indivíduo da área útil das parcelas:

$$V. \text{ ind} = (\pi.DAP^2) H.f 40000, \text{ em que:}$$

V. ind: volume individual por planta ( $m^3$ );

DAP: diâmetro a altura do peito (cm);

H: altura das árvores (m);

f: fator de forma (0,42).

#### **5.4.6 Volume por hectare (V. ha)**

O volume por hectare foi calculado por meio da multiplicação do volume individual médio por planta de cada parcela pelo número de árvores por hectare de acordo com cada arranjo estrutural avaliado:

$V. ha = V. ind \cdot N$ , em que:

V. ha: volume total em ( $m^3 \cdot hectares^{-1}$ );

V. ind: volume individual médio por planta ( $m^3$ ) na parcela;

N: número de plantas por hectare correspondente a cada tratamento.

#### **5.5 Avaliações do Afilamento (A), da Deformação Residual Longitudinal (DRL) e Rachaduras**

Foram amostradas aleatoriamente quatro árvores por clone e por espaçamento, dentro de um mesmo bloco. A obtenção dos dados de Volume por planta (Vol), Volume do cilindro (Vc), Fator de Forma (FF) e Afilamento (A) foram realizadas com o abate e tomada de dados das árvores, para assim determinar-se o volume. Realizou-se a cubagem rigorosa, separadas nos diferentes clones e classes de diâmetro. A circunferência foi obtida com fita métrica aos 0,40m, 0,70, 1,30 em relação à base da tora e as demais de metro em metro até a altura comercial em que a circunferência foi de 5 cm de diâmetro. A fórmula utilizada foi de Smalian.

### 5.5.1 Taxa de Afilamento

A taxa de afilamento foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Taxa de afilamento} = (DAP - d_i) / (hDAP - h_i)$$

DAP = diâmetro a altura do peito (cm);

$d_i$  = diâmetro inicial (cm);

$h_i$  = altura inicial (m).

### 5.5.2 Fator de Forma

O fator de forma (FF) foi calculado com a seguinte equação:

$$FF = \text{Vol (m}^3\text{)} / \text{Vol cilíndrico}$$

### 5.5.3 Deformação Residual Longitudinal (DRL)

Para a avaliação da DRL foram confeccionados dois painéis em lados opostos da árvore a 1,30 m do solo e com altura de 48 cm e largura variável de acordo com o diâmetro da árvore. Foi utilizado o aparelho Extensômetro (método CIRAD *Fôrest*) que tem como método a medição das deformações ocorridas devido à tração das fibras quando estas são liberadas através de um furo confeccionado na área central entre dois pontos de 45 mm de distância entre eles (utiliza-se de um gabarito).

As medições da deformação residual longitudinal (DRL) foram realizadas nas árvores em pé, na linha e entre linha de plantio.

A metodologia consiste em fixar dois pinos na árvore sem a casca na altura do DAP, os pinos devem estar distantes um do outro em 45 mm. Tais pinos estão conectados a um medidor de deformações cuja função é indicar a intensidade da deformação residual longitudinal. Após a calibragem do aparelho

fez-se um furo de 2 cm de diâmetro com um arco de pua entre os dois pinos, com o objetivo de liberar as tensões. Essa deformação é registrada no relógio digital comparador que é medido em mm.

#### **5.5.4 Rachaduras**

As rachaduras foram avaliadas na base e topo da tora, após o desbaste. Os dados de comprimento e espessura foram coletados com o paquímetro.

As medições do comprimento foram realizadas da casca a medula, e a espessura foi correspondente à abertura ocasionada na madeira.

#### **5.6 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância com parcelas subdivididas para os tratamentos (espaçamentos, clones e interação) e foram realizadas comparações de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD ROM.
- ASSIS, R. L. et al. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 151-156, 1999.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília: Embrapa, 2011. 132 p.
- BERGER, R. et al. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, p. 75-87, 2002.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.
- BRANDÃO, A. O. **Determinação de metodologia para a identificação de programas de secagem de madeiras**. 1989. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1989.
- BUNGENSTAB, J. D. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável** 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 256 p.
- BUSNARDO, C. A. et al. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose: II. Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1983. v. 1, p. 31-47.
- CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUNIZ, G. I. B. Variação dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas das madeiras de híbridos de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 33-47, dez. 2003.

DEL MENEZZI, C. H. **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *E. cloeziana* F. Muell.** 1999. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1999.

FERNANDES, P. S.; FERREIRA, M. C.; STAPE, J. L. Manejo de eucalipto pelo “CCT method” visando madeira para serraria. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 223-236, dez. 1986.

FERNANDES, P. S. **Variações de densidade da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênie de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** 1982. 85 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1982.

FERRAND, J. C. H. Growth stresses and silviculture of eucalypts, **Australian Forest Research**, Camberra, v. 13, n. 1, p. 75-81, 1983.

FERREIRA, C. R. et. al. Avaliação tecnológica de clones de eucaliptos: qualidade da madeira para produção de celulose kraft. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 161-170, abr. 2006.

FERREIRA, S. et al. Influência de método de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21, 2004.

GALVÃO, A. P.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira.** São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.

JACOBS, M. R. The growth stresses of wood stems. **Bulletim. Commonwealth Forestry Bureau**, Canberra, v. 28, p. 1-67, 1945.

JORGE, F.; PEREIRA, M. Influência da silvicultura na qualidade da madeira. **Revista Florestal**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 27-31, 1998.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz:** sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20 p. (Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa:** integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38).

KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forestry**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 131-189, 1987.

LISBOA, C. D. J. Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill, ex Maidan. **Floresta**, Curitiba, v. 23, n. 1/2, p. 82-83, 1993.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa de agricultura conservacionista para os diferentes biomas brasileiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte; UFPI, 2010. 1 CD ROM.

MACEDO, R. L. G. et al. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

MALAN, F. S. The control and-splitting in saw logs: a short literature review. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 109, p. 14-18, 1979.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NICHOLSON, J. E. A rapid method for estimating longitudinal growth stresses in logs. **Wood Science and Technology**, New York, v. 5, p. 40-48, 1971.

OLIVEIRA FILHO, L. C.; FERREIRA, J. D. C. A. Potencial florestal da Amazônia. In: \_\_\_\_\_. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. p. 133-169.

OLIVEIRA, T. K. et al. Desempenho Silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 1, p. 1-9, 2009.

OLIVEIRA, T. K. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 150 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OPIE, J. E.; CURTIN, R. A.; INCOLL, W. D. Stand management. In: HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. **Eucalypts for wood production**. Sydney: CSIRO, 1984. p. 179-197.

PORTAL FLORESTAL. Disponível em: <<http://www.portalflorestal.com.br>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

SHIELD, E. D. Plantation grown eucalyptus: utilization for lumber and rotary veneers: primary conversion. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ESALQ; USP, 1995. p. 133-139.

SILVA, I. C. **Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos**. Itabuna: SBSAF, 2013. v. 1, 308 p.

SILVA JÚNIOR, V. P. **crecimento inicial de clones de eucalipto em diferentes arranjos espaciais para sistemas de ILPF em MG**. 2014. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SIMPSON, W. T. **Dry kiln operator's manual**. Madison: USDA/FS/FPL, 1991.

SMITH, W. D.; STRUB, M. R. Initial spacing: how many trees to plant. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. **Forest regeneration manual**. London: Kluwer Academic, 1991. p. 281-320.

SOARES, T. S. et al. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 481-486, 2003.

STAPE, J. L. et al. The Brazil eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1684-1694, 2010.

TEIXEIRA, M. L. et al. Avaliação da qualidade da madeira de seringueira *Hevea sp* para produção de celulose e carvão vegetal. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba, 1993. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1993. v. 2, p. 588-590.

VAN WYK, J. L. Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African Forestry Journal**, Berlin, n. 107, p. 47-53, 1978.



VIANA, M. C. M. et al. Experiências com o sistema Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 98-111, 2010.

ZIMMER, R. et al. Examining charter school achievement in seven states. **Economics of Education Review**, Cambridge, v. 31, n. 2, p. 213–224, 2012.

ZOBEL, B. J.; VAN WYK, G.; STAHL, P. **Growing exotic forests**. New York: J. Wiley, 1987. 508 p.

ZOBEL, B. Wood quality from fast-grown plantations. **Tappi**, Atlanta, v. 64, n. 1, p. 17-74, 1981.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**

**ARTIGO 1**

**Desempenho Silvicultural de clones de *Eucalyptus* implantados sob  
diferentes arranjos de sistema iLPF**

Stella Vilas Boas Gonçalves Matias\*

**Artigo normalizado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003), conforme  
exigência do Manual de Normalização e Estrutura de trabalhos acadêmicos  
da UFLA**

\*Engenheira Florestal. Universidade Federal de Lavras.  
stellavbg@yahoo.com.br

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho silvicultural de três clones de *Eucalyptus* implantados em três arranjos estruturais no sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF) aos 72 meses após sua implantação. O delineamento foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos de eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20m, com área útil de 23m<sup>2</sup> por planta, (2 x 2) + 9m com 11m<sup>2</sup> de área útil, e simples: 9 x 2m, totalizando 18 m<sup>2</sup> de área útil. E nas subparcelas foram plantados os clones: GG100, I144 VM58. Foram avaliadas as variáveis diâmetro à altura do peito (DAP), altura total da planta (H) a área basal por planta (g) e por hectare (G), o volume por planta (vol/pl) e por hectare(vol/ha). As análises dos dados permitiram concluir que o espaçamento (2x2) + 9m se destacou por apresentar maiores valores de volume por hectare e área basal por hectare. O volume de madeira produzida foi proporcional à densidade de árvores plantadas. A maior densidade de plantio conferiu menor valor individual de volume por planta e maior valor de volume por hectare. A área basal do experimento variou de 12,77 a 19,25 m<sup>2</sup>/ha entre os espaçamentos de plantio e foi proporcionalmente decrescente à densidade de plantio. Não se constatou interação significativa entre os clones e os arranjos de plantio estudados. E com relação aos clones o clone GG100, apresentou os menores valores de área seccional, área basal e volume por planta. Já o clone VM58 apresentou a menor altura e o clone I144 produziu maior volume de madeira por hectare e apresentou o melhor desempenho silvicultural.

Palavras-chave: Espaçamento. Sistemas Agroflorestais. GG100. I144. VM58.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the forestry performance of three *Eucalyptus* clones implanted in three structural arrangements in the Farming Livestock Forest Integration System (iLPF) at 72 months after implantation. The design was a randomized block in a split plot design with three replicates. In the plots were distributed eucalyptus arrangements in double lines: (3 x 2) + 20m, with floor area of 23m<sup>2</sup> per plant (2 x 2) + 9m with 11m<sup>2</sup> of floor area, and simple: 9 x 2m, totaling 18 m<sup>2</sup> of useful area. In the subplots, GG100, I144 and VM 58 clones were planted. Variables diameter at breast height (DBH), total plant height (H) basal area per plant (g) and per hectare (G), the volume per plant (vol / pl) per hectare (vol / ha) were evaluated. Data analysis showed that the spacing (2x2) + 9m stood out with greater volume per hectare and basal area per hectare values. The produced wood volume was proportional to the density of planted trees. Most planting density gave less individual volume per plant and higher volume per hectare values. The basal area of the experiment ranged from 12.77 to 19.25 m<sup>2</sup> / ha between plant spacing and was proportionally decreasing the planting density. It was not found a significant interaction between the studied clones and planting arrangements. GG100 clone showed the smallest sectional area, basal area and volume per plant values. But VM 58 clone had the lowest height and I144 clone produced more timber volume per hectare and presented the best silvicultural performance.

Keywords: Spacing. Agroforestry. GG100. I144. VM58.

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de aprimorar modelos de produção alternativos que ofereçam maior retorno econômico e atendam a demanda social e ambiental são constatadas nos últimos anos. O sistema, que envolve a interação de lavoura, pastagem e floresta (iLPF), pode constituir uma alternativa rentável, desde que a escolha da espécie, o arranjo e o manejo do componente arbóreo favoreçam a produção no sistema (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

A iLPF é caracterizada pela combinação de componentes arbóreos com cultivos agrícolas e criação de animais, que se interagem de modo sequencial no tempo ou simultâneo. A distribuição regular de árvores ao longo da área, pode ser constituída por linhas simples, duplas ou triplas, sendo estas arranjadas conforme as espécies associadas e as características do ambiente (VENTURIN et al., 2010).

De um modo geral, as espécies mais utilizadas no iLPF são as de maior retorno econômico, e de usos múltiplos. Em um sistema bem manejado há o fornecimento da madeira, o favorecimento no conforto térmico para o gado alocado na área e a produção de grãos. Em relação à agricultura o milho é um bom exemplo de sucessos com este arranjo, onde sua utilização vai desde a alimentação animal e humana, além das forragens.

Com relação à área florestal o eucalipto tem sido a espécie mais difundida, principalmente por seu rápido crescimento, qualidade da madeira, além de sua vocação para usos múltiplos. Todavia deve-se atentar para um fator limitante que é o arranjo das árvores para não comprometer as culturas agrícolas e pastagens com relação a incidência de luminosidade, que poderão ser prejudicados com o sombreamento das árvores.

O sucesso destes empreendimentos também depende da região de implantação e da demanda local, que os produtos sejam comercializáveis na própria região, o que gera empregos e menor demanda por transporte.

Bungenstab (2012) e Macedo (2010) consideram que as principais vantagens do Sistema Integração-lavoura-pecuária-floresta são:

- a) melhoria da condição do solo (física, química e biológica), devido ao incremento em matéria orgânica;
- b) a radiação solar pode não incidir diretamente sobre a cultura, como nas culturas solteiras;
- c) absorção de nutrientes e umidade de diferentes camadas do solo, o que diminui a necessidade de adubações, além de reduzir os impactos de chuva e vento;
- d) a definição do arranjo espacial das árvores facilita o trânsito de máquinas e de animais, como as faixas simples e múltiplas com espaçamentos mais amplos, o que não ocorre em espaçamentos simples e convencionais;
- e) espaçamentos que favoreçam a qualidade da madeira (menor tensão de crescimento e com isso menor incidência de rachaduras mantendo a qualidade do plantio pós desdobro e pós-secagem).

Os estudos do desempenho silvicultural em diferentes arranjos estruturais e com diferentes clones são primordiais na definição do melhor arranjo e o mais indicado para cada consórcio.

Inserido neste contexto objetivou-se avaliar o desempenho de três clones de *eucalyptus* implantados em diferentes arranjos dentro do sistema iLPF na região central de Minas Gerais.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e caracterização da área em estudo**

O experimento está implantado na Fazenda Experimental de Santa Rita (EPAMIG), no município de Prudente Moraes, MG, localizado a 19° 27' 15'' de latitude Sul e 44° 09' 11'' de longitude oeste, e altitude de 732 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa em área antes dominada por pastagens. Já o clima é do tipo Aw, com estações secas de maio a outubro e úmidas de novembro a abril.

### **2.2 Implantação e condução do experimento**

O sistema em estudo foi implantando em Março de 2008, onde se realizou a limpeza da área, o controle de formigas e mato competição (aplicou 2 t/ha de calcário dolomítico). De maneira convencional o preparo do solo se deu por meio de uma aração e duas gradagens, sendo a subsolagem realizada apenas nas linhas de plantio, onde se aplicou 796 kg/ha de fosfato natural reativo. Em Junho de 2008 o plantio foi realizado com uma adubação de 150 g do formulado NPK 10-28-10 + 0,3%B e 0,5% de Zn. Entre as linhas de eucalipto, consorciado com o capim-braquiária (*Urochroa decumbens* cv Basilisk), foi introduzido o milho (cultivar BRS 3060) nos três anos iniciais ao cultivo, sendo a adubação de plantio e cobertura de 350 kg/ha 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de nitrogênio com o parcelamento em duas aplicações. As condições fitossanitárias e os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e local de instalação.

### 2.3 Delineamento, tratamentos e parcelas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições e distribuídas em três arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas, com área útil por planta de 23 m<sup>2</sup> e 434 plantas por hectare e 0,78ha de área ocupada pelo milho; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas duplas, com área útil por planta de 11 m<sup>2</sup> e 909 plantas por hectare e 0,64 ha de área ocupada pelo milho 3º: 9 x 2 m e em linha simples, com área útil por planta de 18 m<sup>2</sup> e 555 plantas por hectare e 0,78 ha de área ocupada pelo milho. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*) (Figura 1).



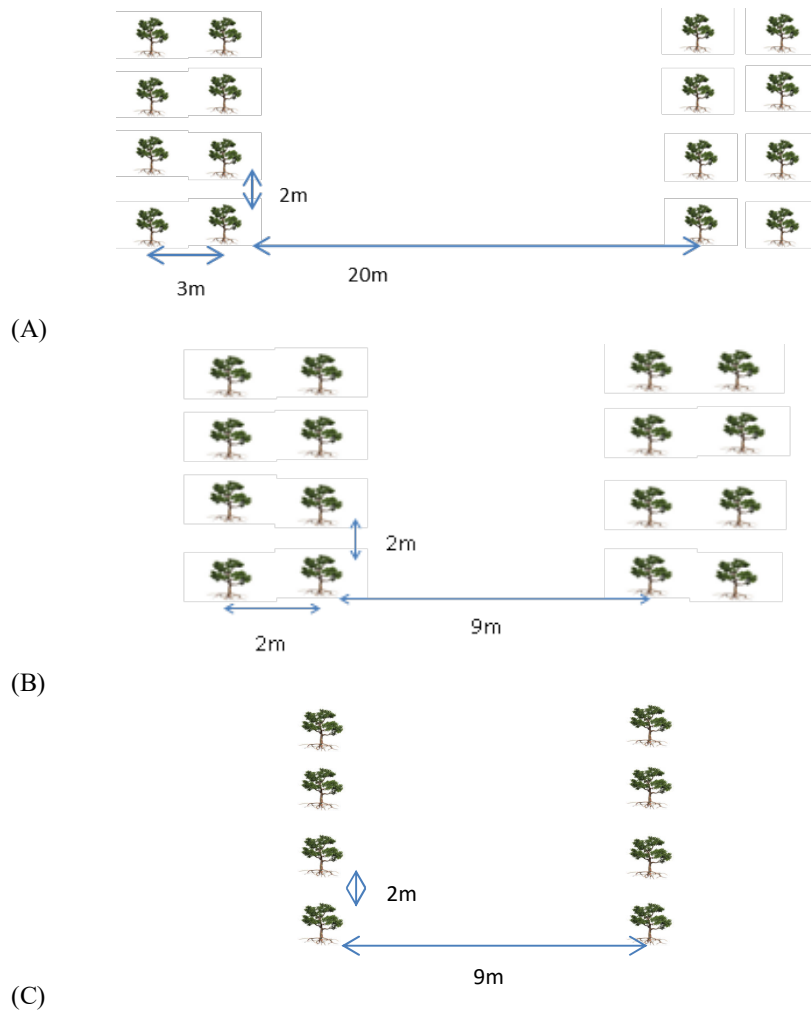


Figura 1 Representação Esquemática dos diferentes arranjos A, B e C do Sistema integração lavoura pecuária floresta no município de Prudente Moraes, MG

## **2.4 Avaliações aos 72 meses pós-plantio dos clones de eucalipto**

### **2.4.1 Diâmetro a altura do peito (DAP)**

Com uma fita métrica foram coletadas as medidas das circunferências a altura do peito, (1,30 m do solo), das árvores pertencentes a parcela avaliada, e calculados os valores de DAP, dividindo os valores da circunferência por  $\pi$ .

### **2.4.2 Altura das árvores (Ht)**

Com o hipsômetro “Suunto”, foram coletadas as alturas totais das plantas, e obtida a média aritmética das mesmas, em metros, para cada arranjo.

### **2.4.3 Área basal por planta (g)**

A área seccional foi calculada por meio da expressão:

$g = \pi((DAP)^2 / 40000)$ , em que:

g: área seccional da planta em m<sup>2</sup>;

$\pi$ : constante (3,141592654);

DAP: diâmetro à altura do peito (cm).

### **2.4.4 Área basal por hectare (G)**

A área basal por hectare (G) foi obtida pela multiplicação da área seccional média da parcela pelo número de árvores por hectare de acordo com o arranjo estrutural avaliado:

$G = g.N$ , em que:

G: área basal por hectare em m<sup>2</sup>;

g: área seccional média da planta em m<sup>2</sup>;

N: número de plantas por hectare.

#### 2.4.5 Volume por planta (V. ind)

A partir dos valores de H e DAP das árvores de cada parcela foi calculado o volume de cada indivíduo da área útil das parcelas:

$V.ind = (\pi.DAP^2) H.f 40000$ , em que:

V.ind: volume individual por planta (m<sup>3</sup>);

DAP: diâmetro a altura do peito (cm);

H: altura das árvores (m);

f: fator de forma (0,42).

#### 2.4.6 Volume por hectare (V. ha)

O volume por hectare foi calculado por meio da multiplicação do volume individual médio por planta de cada parcela pelo número de árvores por hectare de acordo com cada arranjo estrutural avaliado:

$V.ha = V.ind .N$ , em que:

V.ha: volume total em (m<sup>3</sup>.hectares<sup>-1</sup>);

V.ind: volume individual médio por planta (m<sup>3</sup>) na parcela;

N: número de plantas por hectare correspondente a cada tratamento.

### 2.5 Análises estatísticas

Foram realizadas comparações de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para as análises foi o software estatístico de sistema de análise de variância (SISVAR).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 1 são apresentados os resultados da análise de variância para os parâmetros de crescimento (DAP, HT, g, G, Vol/pla e vol/ha), avaliados aos 72 meses após o plantio.

Tabela 1 Resumo da análise de variância para DAP (diâmetro a altura do peito), HT (altura total), g (área basal), G (área basal por hectare), Volume por planta e volume por hectare de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos em iLPF, na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Fonte de Variação	Quadrado Médio						
	GL	DAP	HT	g	G	Vol/pla	Vol/ha
Esp	2	475,39*	356,02 <sup>ns</sup>	0,00358*	1906,42*	0,58679*	102235,568*
Bloco	2	14,04 <sup>ns</sup>	1733,29*	0,00014 <sup>ns</sup>	112,06 <sup>ns</sup>	0,0759 <sup>ns</sup>	23581,5236 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	14,19	73,47	0,00009	41,05	0,0251	4639,5004
Clone	2	29,92 <sup>ns</sup>	166,18*	0,00025*	153,27*	0,03636*	16353,3649*
Clon*Es	4	5,95 <sup>ns</sup>	11,38 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>	28,20 <sup>ns</sup>	0,00258 <sup>ns</sup>	3304,0465 <sup>ns</sup>
Erro 2	529	10,81	24,04	0,00005	19,10	0,00819	2936,9067
CV1(%)		21,04	37,10	35,56	40,45	60,38	43,43
CV2(%)		18,36	21,22	28,58	27,60	34,46	34,55
Média		17,9106	23,1060	0,0260	15,8393	0,2626	156,8340

\*Significativo a 1% pelo teste de F

A análise de variância revelou diferenças significativas para a maioria dos parâmetros avaliados, exceto para Altura Total (HT) em relação ao espaçamento. Para os clones, a maioria dos parâmetros foram significativos, exceto para diâmetro a altura do peito (DAP). Não houve interação entre os clones e os espaçamentos testados, mostrando que estes clones tem o mesmo comportamento quando submetidos a diferentes espaçamentos.

Na tabela 2, são apresentadas as médias de diâmetro (DAP), área seccional (g), área basal (G), e volume por planta e por hectare para cada espaçamento.

Tabela 2 Valores médios para a variável diâmetro a altura do peito (DAP), Área seccional (g), Área basal (G), Volume por planta (Vol. Ind.), e Volme por hectare (Vol. ha) em 3 espaçamentos, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Esp	DAP cm	g m <sup>2</sup>	G m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Vol por planta m <sup>3</sup>	Vol/ha m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
(3x2)+20m	19.06a	0.0295a	12.77c	0.3145a	136,4399b
(2x2)+ 9m	16.05b	0.0210b	19.25a	0.2014b	183,0322a
9x2m	18.61a	0.0276a	15.48b	0.2718a	151.0300b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estaticamente, segundo teste de Tukey a 5% de significância

De um modo geral, pode-se observar que aos 72 meses após o plantio, houve uma definição diferenciada para os parâmetros de crescimento (DAP, g, G, Volume por planta e volume por hectare) imposta pelos arranjos de espaçamentos de plantio. Observa-se que o maiores espaçamentos (3x2) + 20m e 9x2m apresentaram os maiores valores de DAP, g e volume por planta.

As pesquisas de Oliveira et al. (2009), com eucalipto em diferentes arranjos estruturais demonstraram que o diâmetro é altamente influenciado pelo espaçamento. Os autores constataram que aos 38 meses, os valores de DAP diferiram entre os tratamentos 10x4m e 10x3m, já mostrando a competição entre plantas, mesmo nos espaçamentos mais amplos.

Segundo Cardoso (1989), os espaçamentos mais adensados tendem a ter maior concorrência pelos fatores de produção, o que condiciona menores diâmetros.

Segundo Kruschewsky et al. (2007), os espaçamentos mais amplos e linhas simples são mais indicados quando a finalidade da madeira é para uso em serraria, pois há a influência da área útil no crescimento em diâmetro do eucalipto.

Para Balloni e Simões (1980), há uma correlação entre o DAP e o espaçamento, onde o aumento do diâmetro se dá em função do espaçamento sendo maior quanto maior a área útil da planta e a idade do povoamento. O que pode ser observado no decorrer deste trabalho e no trabalho realizado por Silva Júnior (2014), na mesma área, mas em épocas diferentes.

O menor valor de área seccional (g) foi observado no espaçamento (2x2) + 9m, com menor área útil por planta e maior densidade de plantio. O que provavelmente, evidência a maior competição por fatores de produção nos espaçamentos mais adensados.

A área basal do experimento variou de 19,25 a 12,77 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> entre os espaçamentos de plantio e foi proporcionalmente decrescente à densidade de plantio. Ou seja, os valores encontrados para a área basal foram superiores nos arranjos mais adensados, em função do maior número de árvores por hectare nestes tratamentos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2009), 27 meses após o plantio e por Venturin (2012), até a idade de 122 meses, estudando os mesmos onze arranjos estruturais de um clone de *Eucalyptus sp.* implantados em sistemas agrossilvipastoris em área de cerrado no município de Paracatu – MG.

As mesmas tendências de crescimento diferenciado entre os arranjos de plantio observadas para o DAP e a área seccional se confirmaram também para

os valores de volume por planta; evidenciando-se os efeitos da densidade de plantio. Ou seja, as maiores densidades de plantios conferiram menores valores individuais de volume por planta. Fato observado no espaçamento (2x2) + 9m, com maior densidade de plantio e menor área útil por planta.

O aumento dos valores de volume por hectare apresentou relação direta crescente com o aumento da densidade de plantio e também, relação direta decrescente à área útil por planta. Ou seja, evidenciaram-se os efeitos dos arranjos de plantio sobre os valores do volume por hectare.

Visto que os maiores valores encontrados foram no espaçamento duplo mais adensado, apesar do mesmo espaçamento ter atingido o menor desempenho individual para a variável, fato também observado por Gomes (2002), Pinkard e Neilsen (2003) e Silva Júnior (2014).

No espaçamento (2x2)+ 9m em linhas duplas, o adensamento de plantio gera um maior custo de implantação e menor área útil para os cultivos intercalares, aumentam a competição entre plantas e proporcionam menores valores de DAP, g, volume por planta, mas conferem maior, valor de área basal e volume de madeira por hectare.

Comparando-se espaçamentos simples com espaçamentos duplos com mesma distância entre linhas de 9m observou-se que os espaçamentos simples apresentam menor adensamento de plantio, maior área útil para os cultivos intercalares, menor custo de implantação, árvores com maior área seccional e volume por planta, mas, conferem menor volume de madeira por hectare.

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios para as variáveis HT, g e G e Volume por planta e por hectare para os clones de eucalipto (GG100, I144 e VM58).



Tabela 3 Valores médios para a variável altura total (HT), Área seccional (g), Área basal (G), Volume por planta (Vol ind), e Volume por hectare (Vol ha) para 3 clones de eucalipto, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Clone	HT	g	G	Vol por planta	Volume por hectare
GG 100	23.70a	0.02466b	14.77b	0.2491b	147,9108b
I 144	23,61a	0.02661a	16.32a	0.2774 <sup>a</sup>	166,8755a
VM 58	21,99b	0.02683a	16.42a	0.2612 <sup>a</sup>	155,7157b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estaticamente, segundo teste de Tukey a 5% de significância

Em relação à altura total das árvores, os clones GG100 e I144 se destacaram com maiores valores.

Observa-se que os clones I144 e VM58 se destacaram com maiores valores de área seccional e área basal por hectare, e volume por planta.

Constatou-se que o clone I144 apresentou valor médio de volume por hectare superior aos observados para os clones GG100 e VM58. Esses resultados demonstram que provavelmente o material genético I144 se adaptou melhor as condições edafoclimáticas do local.

O estudo realizado por Venturin (2012), sobre o desempenho do clone de *Eucalyptus* VM58, avaliado aos 36 meses após o plantio na região de cerrado do noroeste do estado de Minas Gerais, em diferentes arranjos silviculturais para o sistema de integração lavoura pecuária floresta obteve valor médio de volume por hectare de 170,47 m<sup>3</sup>/ha, enquanto no presente estudo encontrou-se para o clone I144 valor médio de 166,87 m<sup>3</sup>/ha. Esses resultados refletem o potencial produtivo do presente material genético em sistema iLPF.

Comparando-se os resultados deste presente estudo com os valores relatados nas pesquisas conduzidas por Silva Júnior (2014), nos mesmos experimentos, em anos anteriores, observa-se que com o passar dos anos, a tendência da diferenciação de crescimento se estabilizou. Não existem interações significativas entre os clones e os arranjos de plantio.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) O volume de madeira produzida foi proporcional à densidade de árvores plantadas;
- b) a maior densidade de plantio conferiu menor valor individual de volume por planta e maior valor de volume por hectare;
- c) o maior volume de madeira por hectare foi observado no espaçamento  $(2 \times 2) + 9m$ ;
- d) a área basal do experimento variou de 12,77 a 19,25  $m^2 \cdot ha^{-1}$  entre os espaçamentos de plantio e foi proporcionalmente decrescente à densidade de plantio;
- e) não se constatou interações significativas entre os clones e os arranjos de plantio estudados;
- f) o clone I144 apresentou o melhor desempenho silvicultural;
- g) estudos de dinâmica de crescimento e de análises econômicas comparativamente entre os espaçamentos estudados poderão revelar opções de desbastes.

## REFERÊNCIAS

BALLONI, E. A.; SIMOES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série Técnica. IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 1-16, 1980.

BUNGENSTAB, J. D. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 256 p.

CARDOSO, J. A. Bracatinga. **Brasil Madeira**, Curitiba, v. 3, n. 33, p. 1-10, 1989.

GOMES, J. E. **Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L. f (Teca) em área de cerrado sob diferentes espaçamentos**. 2002. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

KRUSCHEWSKY, G. C. et al. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agroflorestal no Cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, p. 360-367, 2007.

MACEDO, R. L. G. et al. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Arranjos estruturais do componente arbóreo em Sistema Agrossilvipastoril e seu manejo por desrama e desbaste. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 31, n. 257, p. 47-58, jul./ago. 2010.

OLIVEIRA, T. K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 1, p. 1-9, 2009.

PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, Oxford, v. 172, p. 215-227, 2003.

SILVA JÚNIOR, V. P. **Crescimento inicial de clones de eucalipto em diferentes arranjos espaciais para sistemas de ILPF em MG**. 2014. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

VENTURIN, R. P. et al. Produção de madeira de *Eucalyptus sp.* sob arranjos de plantio em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém. **Anais...** Belem: [s. n.], 2012. v. 1, p. 5-10.

VENTURIN, R. P. et al. Sistemas agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 31, n. 257, p. 16-24, jul./ago. 2010.

## ARTIGO 2

### **Afilamento, Deformação Residual Longitudinal e Rachaduras da madeira de clones de *eucalyptus* em arranjos de Sistemas de Integração Lavoura Pecuária Floresta**

Stella Vilas Boas Gonçalves Matias\*

Artigo normalizado de acordo com a NBR 6022 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003), conforme exigência do Manual de Normalização e Estrutura de trabalhos acadêmicos da UFLA

\*Engenheira Florestal. Universidade Federal de Lavras.  
stellavbg@yahoo.com.br

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi estimar o fator de forma e afilamento e avaliar as deformações residuais (DRL) na linha e entrelinha de plantio e as rachaduras de árvores de *Eucalyptus* cubadas em diferentes classes de diâmetros, clones e arranjos em um sistema iLPF na região central de Minas Gerais. O delineamento para o fator de forma, afilamento e as rachaduras foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos de eucalipto em linhas duplas:  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ ,  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ , e simples:  $9 \times 2\text{m}$ , e nas subparcelas foram plantados os clones: GG100, I144 VM58. O delineamento estatístico para a DRL foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições e duas posições na linha e entrelinha de plantio. Conclui-se que os fatores de forma que melhor corrigem o volume do cilindro para volume sólido é de 0,49 para o clone GG100; 0,47 para o clone I144 e 0,39 para o clone VM58. Os valores da DRL foram influenciados somente pelas posições do painel na linha e entrelinha. Com relação as rachaduras, a interação entre os clones e os espaçamentos foram significativas para o comprimento da rachadura de topo, e a espessura da rachadura de topo, o que indica que as mesmas variam de acordo com o arranjo e o material genético.

Palavras-chave: Defeitos da madeira. Fator de forma. Sistemas agroflorestais. GG100. I144. VM58.

### ABSTRACT

The objective was to estimate the form factor and thinning and also to evaluate the longitudinal residual deformation (DRL) on the line, planting spacing and cracks of 39 *Eucalyptus* trees cubed in different diameter classes, clones and arrangements in a iLPF system in the central region of Minas Gerais. The statistical design employed for form factor, thinning and cracks was the randomized blocks in a split plot design with three replicates. In the plots were distributed eucalyptus arrangements in double lines: (3 x 2) + 20m, (2 x 2) + 9m and simple: 9 x 2m, and in the subplots, GG100, I144 and VM 58 clones were planted. The statistical design for DRL was randomized blocks in a split plot design with three replicates and two positions on the line and planting spacing. It was concluded that the factors that best corrected cylinder volume to solid volume was 0.49 for GG 100 clone; 0.47 for I144 clone and 0.39 for VM 58 clone. The DRL values were influenced only by the panel positions on the line and spacing. Regarding the cracks, the interaction between the clones and spacing were significant for the length of the top crack, and the thickness of the top crack, indicating that they vary according to the arrangement and the genetic material.

Keywords: Wood defects. Form factor. Agroforestry. GG100. I144. VM 58.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda crescente por madeira de alta qualidade para usos estruturais tem direcionado pesquisadores para a análise e diagnóstico de defeitos antes mesmo de seu processamento, levando a escolha correta da espécie e de seu arranjo espacial de plantio no campo.

Dentre as principais análises, estão os estudos relacionados à forma da árvore e seu afilamento e as deformações residuais que advém do resultado da ação de forças internas, atuantes nos tecidos das árvores que são responsáveis por sua integridade e que as mantêm eretas.

Os eucaliptos que crescem mais simétricos tem menos propensão a desenvolver tensões de crescimento elevadas (TOUZA VÁZQUEZ, 2001).

No Brasil a disponibilidade de informações ainda são escassas, apesar da existência de estudos, como as pesquisas realizadas por Mattheck e Kubler (1995), onde os autores ressaltam a importância das tensões para a sobrevivência das árvores, uma vez que estas contrabalanceiam inevitáveis pontos de fraqueza estruturais e reagem com cargas críticas que podem levar a ruptura da madeira. Mais recentemente com a procura por madeira de eucalipto serrada para diversos fins estruturais, o Brasil tem buscado informações pertinentes a questões sobre níveis, efeitos, variações e possíveis formas de controlar as tensões de crescimento (CRESPO, 2000; LISBOA, 1993; SCHACHT; GARCIA; VENCOVSKY, 1998).

Segundo Jacobs (1965), as tensões originam-se nas fibras recém-diferenciadas, ocorrendo à tensão de tração longitudinal do cambio, induzindo a uma tensão de compressão na seção transversal do caule. Estas elevadas deformações são responsáveis pelas rachaduras de topo durante o desbaste e por defeitos nas peças pós desdobro. Estas características não podem confundir-se com outras forças que atuam na árvore, como as gravitacionais devido ao peso



da própria árvore, tensões de seiva por variação sazonal e as pós-secagem, devido as contrações irregulares da madeira de acordo com a perda de umidade (LISBOA, 1993).

O método utilizado para a determinação das deformações residuais longitudinais (DRL) é o não destrutivo que mede as deformações associadas às tensões de crescimento. Este método é chamado CIRAD-Fôrest e consiste em medir com o auxílio de um relógio comparador, a movimentação sofrida por dois pinos fixados a 45 mm um do outro no sentido da grã, na superfície da madeira sem casca, onde é feito um furo com uma broca de 20 mm de diâmetro ocorrendo à liberação da tensão e movimentação dos pinos (GONÇALVES, 2009).

O Eucalipto em si já apresenta níveis elevados de tensão de crescimento que são esforços mecânicos que ocorrem durante o desenvolvimento da árvore em seu crescimento. Estes esforços mantêm o equilíbrio da copa em decorrência de agentes externos como declive do terreno, incidência de ventos, desrama e desbaste, dentre outros (TRUGILHO et al., 2006).

É crescente o uso do eucalipto para fins mais nobres, além da grande demanda de uso nas carvoarias, lenha e indústrias que utilizam da celulose e de fibras. E o que o destaca é a grande diversidade de espécies e alta geração de clones e híbridos (TRUGILHO et al., 2006).

Estudos mais focados na espécie e seu desenvolvimento dentro de sistemas como a Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF), têm gerado grandes especulações. Os defeitos provocados por tais tensões são os que provocam grande perda de matéria prima e depreciação do material, pois diminuem o rendimento da matéria prima e leva ao descarte de peças inutilizadas.

Estudos sobre as tensões de crescimento e concomitante a elas, as rachaduras são essenciais e importantes para a obtenção de madeiras de

qualidade tanto no pós desdobro como no pós-secagem, porém constata-se uma generalizada deficiência e carência destes estudos em clones de *eucalyptus* implantados em iLPF.

A madeira será de melhor qualidade se os valores de tensão de crescimento forem menores, com menor deformação residual longitudinal, favorecendo a sua comercialização, principalmente para fins estruturais. Espécies com maior fragilidade devem ser poupadas, visto que as de maior tolerância são as de maior tensão de crescimento (MELO, 2004).

O objetivo do trabalho foi avaliar o afilamento e as rachaduras das árvores cubadas e as deformações residuais (DRL) dos clones de eucalipto na linha e entrelinha de plantio nos diferentes arranjos em um sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF) na região central de Minas Gerais.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e caracterização da área em estudo**

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Santa Rita (EPAMIG), no município de Prudente Moraes, MG, localizado a 19° 27' 15'' de latitude Sul e 44° 09' 11'' de longitude oeste, e altitude de 732 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa em área antes dominada por pastagens. Já o clima é do tipo Aw, com estações secas de maio a outubro e úmidas de novembro a abril.

### **2.2 Implantação e condução do experimento**

Em Junho de 2008 o experimento foi instalado com a implantação de 3 clones de Eucalipto (GG100, VM58 e I144) em três arranjos de plantio( (3 x 2) + 20m, (2 x 2) + 9m e 9 x 2m). Inicialmente o solo passou pelo processo de aração, gradagem e sulcamento.

No ano um do experimento, foi implantada a cultivar de milho BRS 3060, nas entrelinhas do eucalipto, e como sucessor do milho, utilizando-se do banco de sementes foi implantada a forrageira *Brachiaria decumbens* cv Basilisk. Já no segundo ano o milho continuou a ser cultivado, mas foi semeado em conjunto com a *Brachiaria decumbens* cv Basilisk (VIANA et al., 2010).

## **2.3 Delineamento, tratamentos e parcelas experimentais**

### **2.3.1 Delineamento para Afilamento, Fator de forma e Rachaduras**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) em parcelas subdivididas com três repetições e distribuídas em três arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas, com área útil por planta de 23 m<sup>2</sup> e 434 plantas por hectare; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas duplas, com área útil por planta de 11 m<sup>2</sup> e 909 plantas por hectare e 3º: 9 x 2 m em linha simples, com área útil por planta de 18 m<sup>2</sup> e 555 plantas por hectare. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*).

### **2.3.2 Delineamento para Deformação Residual Longitudinal**

O delineamento experimental utilizado foi delineamento em blocos casualizados (DBC) em parcelas subdivididas com três repetições, onde foram avaliadas árvores de *Eucalyptus* em 3 arranjos espaciais para o eucalipto: 1º: (3 x 2) + 20m em linhas duplas; 2º: (2 x 2) + 9 m, em linhas duplas; 3º: 9 x 2 m e em linha simples, e nas posições linha e entrelinha de plantio onde foram abertos painéis. As subparcelas foram constituídas de clones de eucalipto: GG100, I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e o VM58 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*).

## 2.4 Avaliações

Para as avaliações do Afilamento (A), da Deformação Residual Longitudinal (DRL) bem como para as rachaduras foram amostradas aleatoriamente quatro árvores por clone e por espaçamento, dentro de um mesmo bloco.

A obtenção dos dados de Volume por planta (Vol), Volume do cilindro (Vc), Fator de Forma (FF) e Afilamento (A) foram realizadas através do abate e tomada de dados das árvores, para assim determinar o volume. Foi realizada a cubagem rigorosa, separadas nos diferentes clones e classes de diâmetro. A circunferência foi obtida com fita métrica aos 0,40m, 0,70, 1,30 em relação a base da tora e as demais de metro em metro até a altura comercial em que a circunferência foi de 5cm de diâmetro. A fórmula utilizada foi de Smalian.

### 2.4.1 Taxa de Afilamento

A taxa de afilamento foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Taxa de afilamento} = (DAP - d_i) / (hDAP - h_i)$$

DAP = diâmetro a altura do peito (cm)

$d_i$  = diâmetro inicial (cm)

$h_i$  = altura inicial (m)

### 2.4.2 Fator de Forma:

O fator de forma (FF) foi calculado com a seguinte equação:

$$FF = \text{Vol (m}^3\text{)} / \text{Vol cilíndrico}$$

### 2.4.3 Deformação Residual Longitudinal (DRL)

Para a avaliação da DRL foram confeccionados dois painéis em lados opostos da árvore a 1,30m do solo e com altura de 48 cm e largura variável de acordo com o diâmetro da árvore (Figura 1).



Figura 1 Painel aberto na árvore para avaliação não destrutiva

Para as avaliações foi utilizado o aparelho Extensômetro (método CIRAD *Fôret*) que tem como método a medição das deformações ocorridas devido a tração das fibras quando estas são liberadas através de um furo confeccionado na área central entre dois pontos de 45 mm de distância entre eles ( utiliza-se de um gabarito) (Figura 02).



Figura 2 Gabarito para facilitar a confecção do furo que determina a DRL

As medições da deformação residual longitudinal (DRL) foram realizadas na árvore em pé, na linha e entre linha de plantio.

A metodologia consiste em fixar dois pinos na árvore sem a casca na altura do DAP, os pinos devem estar distantes um do outro em 45 mm. Tais pinos estão conectados a um medidor de deformações cuja função é indicar a intensidade da deformação residual longitudinal. Após a calibragem do aparelho é feito um furo de 2 cm de diâmetro com um arco de pua entre os dois pinos, com o objetivo de liberar as tensões. Essa deformação é registrada no relógio digital comparador que é medido em mm (Figura 03).



Figura 3 Relógio digital comparador

#### **2.4.4 Rachaduras**

As rachaduras foram avaliadas na base e topo da tora, após o desbaste. Os dados de comprimento e espessura foram coletados com o paquímetro.

As medições do comprimento foram realizadas da casca a medula, e a espessura foi correspondente à abertura ocasionada na madeira.

#### **2.5 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância com parcelas subdivididas para os tratamentos (espaçamentos, clones e interação) e foram realizadas comparações de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.



### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Avaliações da madeira dos clones de eucalipto**

Foi realizada uma cubagem rigorosa, obedecendo às classes de diâmetros encontradas para cada arranjo espacial, e também para os clones.

Os resultados da análise de variância para os parâmetros avaliados nas árvores cubadas são apresentados nas Tabelas 1, 5 e 9.

A tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis Volume por planta (Vol), Volume cilíndrico (VC), Fator de Forma (FF) e Afilamento (A) da madeira de eucalipto dentro do sistema iLPF.

Tabela 1 Resumo da análise de variância para Volume por planta (Vol), volume cilíndrico (VC), fator de forma (FF) e afilamento (A) de 3 clones de eucalipto em 3 diferentes espaçamentos em ILPF na região central do estado de Minas Gerais aos 72 meses pós-plantio

Fonte de Variação	Quadrado médio				
	GL	Vol (m <sup>3</sup> )	VC (m <sup>3</sup> )	FF	A (cm/m)
Espaçamento	2	0,000245*	0,143339*	0,012194 <sup>ns</sup>	0,072507*
Rep	3	0,000010 <sup>ns</sup>	0,007199 <sup>ns</sup>	0,006418 <sup>ns</sup>	0,011734 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	0,000042	0,026394	0,003854	0,005182
Clone	2	0,00011 <sup>ns</sup>	0,03592 <sup>ns</sup>	0,03727*	0,383800*
Espaçamento*Clone	4	0,000023 <sup>ns</sup>	0,00966 <sup>ns</sup>	0,003658 <sup>ns</sup>	0,026699*
Erro 2	18	0,0000656	0,023330	0,004898	0,006785
CV1(%)		19,95	22,66	13,85	14,29
CV2(%)		24,95	22,05	15,62	12,49
Média		0,0323	0,717	0,4481	0,576

\*Significativo a 1% pelo Teste de F

As variações de espaçamento influenciaram os volumes por planta, volume cilíndrico, e afilamento.

Em relação aos clones de *Eucalyptus* constatou-se valores significativos somente para fator de forma e afilamento.

Para as variáveis Vol (m<sup>3</sup>), Volume cilíndrico (VC), e Fator de forma (FF) não houve interação entre os clones e os espaçamentos testados, mostrando que estes clones tem o mesmo comportamento quando submetidos a diferentes espaçamentos. Já para o afilamento a interação foi significativa.

A tabela 2 apresenta os valores médios para a variável Afilamento (A) na interação de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio.

Tabela 2 Valores médios para a variável Afilamento (A) na interação de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos, em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Espaçamento	Afilamento (cm/m)		
	GG 100	I 144	VM 58
(3x2) + 20m	0,528bA	0,461bA	0,877aA
(2x2) + 9m	0,444abA	0,43bA	0,586aB
(9x2)	0,492bA	0,486bA	0,883aA

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

De um modo geral em relação ao afilamento, o clone de eucalipto VM58 diferiu dos demais clones, apresentando menor valor para o espaçamento mais adensado (2x2) + 9m.

Este resultado possivelmente deve-se a menor área útil por planta e ao maior número de plantas por hectare, o que favorece um crescimento acelerado, atingindo maiores alturas em curto espaço de tempo, porém, confere árvores com menor diâmetro, o que causa instabilidade na planta e ocasiona a madeira de reação, afetando a qualidade da madeira.

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios para Volume por planta (Vol) e Volume cilíndrico (Vc) da madeira do eucalipto, para diferentes espaçamentos utilizados no sistema iLPF.

Tabela 3 Valores médios para a variável Volume por planta (Vol) e Volume cilíndrico (Vc), de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Espaçamento	Vol (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
(3x2)+20m	0,033ab	0,768a
(2x2)+9m	0,027b	0,591a
(9x2)	0,036a	0,791a

Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Para o volume por planta os dados foram influenciados pelo espaçamento entre plantas e não entre as linhas, sendo o (9x2)m estatisticamente

igual ao  $(3 \times 2) + 20\text{m}$  e o  $(3 \times 2) + 20\text{m}$  significativamente igual ao  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ . E para volume cilíndrico ( $V_c$ ), não houve diferenças significativas em relação aos espaçamentos.

Observa-se que o espaçamento  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ , que apresenta maior número de árvores/ha e menor área útil por planta conferiu menores valores absolutos de volume por planta ( $Vol$ ) e volume cilíndrico ( $V_c$ ).

Os espaçamentos duplos  $(2 \times 2) + 9\text{m}$  e  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ , apresentaram menores valores de volume por planta, provavelmente devido ao maior adensamento de plantio conferido nas linhas de plantio  $(2 \times 2)\text{m}$  e  $(3 \times 2)\text{m}$ , respectivamente, demonstrando que os respectivos distanciamentos de 9m e 20m entre estas linhas de plantio não exerceram efeitos para diminuir a competição intraespecífica por fatores de produção.

Observa-se ainda que o aumento do espaçamento entre plantas de  $(2 \times 2)\text{m}$ ,  $(3 \times 2)\text{m}$  e  $(9 \times 2)\text{m}$ , correspondentes aos respectivos arranjos de plantio  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ ,  $(3 \times 2) + 20\text{m}$  e  $(9 \times 2)\text{m}$ , promoveu aumento dos respectivos valores absolutos médios de volume por planta ( $Vol/pla$ ) e volume cilíndrico ( $V_c$ ), evidenciando os efeitos da competição intraespecífica proporcionais às respectivas áreas úteis de  $4\text{m}^2$ ,  $6\text{m}^2$  e  $18\text{m}^2$  nestas linhas de plantio mais próximas.

Kruschewsky et al. (2007), verificou que o volume não mostrou diferenças distintas entre os arranjos, o que ocorreu foi um volume maior no espaçamento mais amplo e de menor concorrência, como o encontrado neste trabalho para o espaçamento sem linhas duplas.

Na tabela 4 estão apresentados os valores médios para os fatores de forma ( $FF$ ), dos diferentes clones.

Tabela 4 Valores médios para a variável fator de forma (FF), de 3 clones de eucalipto em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Clone	FF
GG 100	0,49a
I 144	0,47a
VM 58	0,39b

Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Para uma estimativa rápida do volume individual ou do povoamento, onde plantios apresentarem características semelhantes ao do presente estudo, os fatores de forma que melhor corrigem o volume do cilindro para volume sólido é de 0,49 para o clone GG100; 0,47 para o clone I144 e 0,39 para o clone VM58. Os valores encontrados para os clones GG100 e I144 foram estatisticamente semelhantes e superiores ao valor de referência do fator de forma médio de 0,42, utilizado como referência nas pesquisas conduzidas por Oliveira (2009), Silva Júnior (2014) e Venturin (2012). Porém para o clone VM58, o valor médio encontrado (0,39) foi inferior ao valor de referência (0,42) utilizado nas citadas pesquisas de Oliveira (2009), Silva Júnior (2014) e Venturin (2012).

A tabela 5 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis comprimento da rachadura da base (CRB), espessura da rachadura da base (ERB), comprimento da rachadura do topo (CRT) e espessura da rachadura do topo (ERT) da madeira do eucalipto dentro do sistema iLPF.

Tabela 5 Resumo da análise de variância para comprimento da rachadura da base (CRB), espessura da rachadura da base (ERB), comprimento da rachadura do topo (CRT) e espessura da rachadura do topo (ERT) de 3 clones de eucalipto, em 3 espaçamentos em iLPF, na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Fonte de Variação	Quadrado Médio				
	GL	CRB	ERB	CRT	ERT
Espaçamento	2	8040,98 <sup>ns</sup>	14,71 <sup>ns</sup>	3144,64*	3,52*
Repetição	3	3120,16 <sup>ns</sup>	3,19 <sup>ns</sup>	251,05 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	2570,12	6,62	513,05	0,21
Clone	2	15427,45*	5,39 <sup>ns</sup>	1537,92*	0,48 <sup>ns</sup>
Clon*Espaçam	4	3749,30 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>	1573,73*	1,75*
Erro 2	18	2610,08	1,85	318,78	0,39
CV1(%)		54,35	125,01	80,25	40,48
CV2(%)		54,77	66,05	63,26	54,56

\*Significativo a 1% pelo teste de F

Em relação ao espaçamento, observou-se que os valores de comprimento de rachadura de topo (CRT) e espessura da rachadura de topo (ERT), foram significativos.

Em relação ao clone os valores foram significativos para as variáveis, comprimento da rachadura da base (CRB) e comprimento da rachadura de topo (CRT). Para as demais variáveis (espessura da rachadura de topo (ERT) e espessura de rachadura de base (ERB)) os dados foram não significativos.

Para a interação clone\*espaçamento somente os valores de comprimento da rachadura do topo (CRT) e espessura da rachadura do topo (ERT), foram significativos.

Na tabela 6 são apresentadas as médias para comprimento da rachadura da base (CRB) para cada clone.

Tabela 6 Valores médios para a variável comprimento da rachadura da base (CRB) de 3 clones de eucalipto em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Clone	CRB (cm)
GG 100	78,28 b
I 144	134,20 a
VM 58	67,36 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estaticamente, segundo teste de Tukey a 5% de significância

Os clones GG100 e VM58 foram significativamente iguais em relação a variável comprimento de rachadura da base (CRB). Já o clone I144 diferiu dos demais, apresentando um valor de comprimento de rachadura de base (CRB) maior. Esta variação de acordo com o material genético, pode favorecer uma seleção genética, para a escolha do melhor clone, e assim diminuir as perdas de toras com estes defeitos, otimizando o aproveitamento.

Na tabela 7 são apresentadas as médias para a interação clone\* espaçamento para variável comprimento da rachadura de topo (CRT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio.

Tabela 7 Valores médios para a interação clone\* espaçamento para variável comprimento de rachadura de topo (CRT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Clone	CRT (cm)		
	Espaçamentos (m)		
	(3x2)+20	(2x2) +9	(9x2)
GG 100	0,00aB	11,31aB	17,34aA
I 144	26,82aA	70,30bA	17,71aA
VM 58	52,99aA	39,19aB	18,34aA

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

No espaçamento (3x2) + 20m destacou-se o clone GG 100 com menores valores de comprimento de rachadura de topo (CRT). No espaçamento (2x2) + 9m o clone I144 apresentou maior valor de comprimento de rachadura de topo (CRT). No espaçamento (9x2)m os clones não apresentaram diferenciação com relação ao comprimento da rachadura de topo (CRT).

Os valores do comprimento da rachadura de topo (CRT) foram significativamente iguais para a maioria dos clones e espaçamentos, exceto para o clone I144 no espaçamento (2x2) + 9m em que o valor foi maior, fato provavelmente relacionado a menor área útil por planta no caso, 11m<sup>2</sup> e maior quantidade de indivíduos por hectare, 909 plantas, o que acarretou maior competição entre as plantas e uma possível perda de estabilidade para o clone em questão.

Na tabela 8 são apresentadas as médias para a interação clone\* espaçamento para variável espessura de rachadura de topo (ERT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio.

Tabela 8 Valores médios para a interação clone\* espaçamento para variável espessura de rachadura de topo (ERT) de 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em iLPF na região central do estado de Minas Gerais, aos 72 meses pós-plantio

Clone	ERT (mm)		
	(3x2)+20m	(2x2) +9m	(9x2)m
GG 100	1,06aA	0,48aA	0,92aA
I 144	0,89aA	0,67aA	0,94aA
VM 58	0,77aA	2,65bB	1,88bB

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Nos menores espaçamentos ((2x2)+9m; (9x2)m), os clones GG100 e I144 se destacaram com menores valores de espessura da rachadura de topo (ERT) em relação ao clone VM58 que apresentou maiores valores. No



espaçamento ((3x2)+20m) todos os clones apresentaram valores semelhantes entre si.

Pode-se observar que o clone VM58 foi afetado pela competição entre plantas, pois os valores encontrados foram altos (2,65 e 1,88 mm de rachadura) para os espaçamentos onde se encontram menor área útil por planta (11m<sup>2</sup> e 18m<sup>2</sup>), no caso do espaçamento (2x2) + 9m e (9x2)m, respectivamente.

Touza Vázquez (2001 citado por FERRAZ FILHO; SCOLFORO, 2014), em estudos mostra que desbastes seletivos que mantenham um espaçamento adequado entre as árvores reduz as tensões longitudinais de crescimento. Há uma correlação entre o crescimento com a disposição dos anéis de crescimento e os índices de rachaduras.

As árvores que crescem em ambientes com menor restrição de espaço (arranjos menos adensados) sofrem menores deformações devido a sua maior estabilidade, no caso de uma maior incidência de ventos (TOUZA VÁZQUEZ, 2001). Há então o desenvolvimento de uma baixa densidade de tensão de crescimento, causando pouca ou nenhuma rachadura quando a árvore é cortada.

Quando a árvore sofre ampla concorrência em ambos os lados, sua estrutura se torna instável sendo muito suscetível a ação de ventos, o que leva a uma deformação residual. Quando a árvore é cortada imediatamente a tensão é liberada do centro para a periferia, causando então as rachaduras (TOUZA VÁZQUEZ, 2001).

Em espécies de rápido crescimento, o estudo das tensões de crescimento é muito importante principalmente para o processamento e utilização da madeira, por isso devem ser bem avaliadas.

Na tabela 9 são apresentados o resumo da análise de variância para a variável deformação residual longitudinal (DRL) em 3 clones de eucalipto em 3 espaçamentos em ILPF na região central do estado de Minas Gerais.

Tabela 9 Resumo da análise de variância aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) em 3 clones de eucalipto em 3 diferentes espaçamentos em ILPF na região central do estado de Minas Gerais

Fonte de Variação	Quadrado médio	
	GL	DRL (mm)
Espaçamento	2	0,002383 <sup>ns</sup>
Repet	3	0,001550 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	0,001582
Clone	2	0,000814 <sup>ns</sup>
Posição do painel	1	0,030742*
Espaçamento*Clone	4	0,000807 <sup>ns</sup>
Espaçamento*Posição do painel	2	0,000313 <sup>ns</sup>
Clone *Posição do painel	2	0,003300 <sup>ns</sup>
Espaçamento*Clone*Posição do painel	4	0,000300 <sup>ns</sup>
Erro 2	126	0,001137
CV1(%)		48,76
CV2(%)		41,33
Média		0,0815

\*significativo a 1% pelo teste F

Os valores de DRL (deformação residual longitudinal) foram não significativos para Espaçamento, Clone, para as interações: Espaçamento\*clone, Espaçamento\*Posição do painel, Clone\*posição do painel, e Espaçamento\*Clone\*Posição do painel, e foram significativos somente para a Posição do Painel (linha e entrelinha). Já Cardoso Junior (2005) encontrou valores de DRL influenciados por espaçamento para *Eucalyptus*, só que em monoculturas.

Na tabela 10 e 11 são apresentados os valores médios para a variável deformação residual longitudinal (DRL) na linha e entre linha de plantio no sistema ILPF na região central do estado de Minas Gerais.

Tabela 10 Valores médios aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) na linha (L) e na entrelinha (E) de plantio do ILPF na região central do estado de Minas Gerais, para os espaçamentos

Clones Posição do painel	GG100		I 144		VM 58	
	L	E	L	E	L	E
(3x2) + 20m	0,092	0,066	0,094	0,086	0,096	0,055
(2x2) + 9m	0,102	0,074	0,094	0,078	0,121	0,060
9x2	0,099	0,064	0,084	0,070	0,081	0,046

Aos 72 meses de idade, o clone GG100 apresentou no espaçamento (3x2) + 20m na linha uma DRL de 0,092mm e na entrelinha uma DRL de 0,066mm, para o espaçamento (2x2)+9m os valores apresentados para a DRL foi na linha de 0,102mm e na entrelinha 0,074mm já para o espaçamento (9x2m) os valores de DRL foram de 0,099mm na linha e 0,064 na entrelinha.

Para o clone I144 os valores apresentados para a DRL nos espaçamentos (3x2) + 20m na linha foram de: 0,094mm e na entrelinha 0,086mm. Para o espaçamento (2x2)+9m os valores apresentados na linha foram de 0,094mm e na entrelinha 0,078mm. Já para o espaçamento (9x2m) os valores de DRL foram de 0,084mm na linha e 0,070 na entrelinha.

Para o clone VM58, os valores apresentados para a DRL foram de 0,096mm na linha e 0,055 na entrelinha, para o espaçamento (3x2) + 20m. Para o espaçamento (2x2) + 9m os valores encontrados foram; 0,121mm na linha e 0,060mm na entrelinha. Para o espaçamento 9x2m; encontraram-se valores de 0,081mm na linha e 0,046 na entrelinha.

Apesar dos resultados da tabela 9 demonstrarem não significância entre as médias dos valores de DRL, observa-se que os valores absolutos das médias apresentaram-se de forma crescente para os arranjos (9x2), (3x2)+ 20m e (2x2)+ 9m, para os clones VM58 na linha e entrelinha, para o clone I144 na linha e para o clone GG100 na entrelinha.

Para o clone I144 na entrelinha os valores absolutos das médias apresentaram-se de forma crescente respectivamente para os espaçamentos (9x2)m, (2x2)+9m e (3x2)+20m. E para o clone GG100 na entrelinha os valores absolutos apresentaram-se de forma crescente respectivamente para os espaçamentos (9x2)m, (3x2)+20m e (2x2)+9m.

Este resultado deve-se a menor área útil e ao maior número de plantas no espaçamento (2x2) + 9m serem maiores que os demais, ocasionando um crescimento inicial acelerado, que com o passar do tempo, faz com que as plantas se direcionem em busca de luz, o que faz com que as forças internas atuem sobre os tecidos das árvores de forma a manterem eretas e íntegras o que leva a uma maior deformação residual longitudinal.

Na tabela 11 são apresentados os valores médios para a variável deformação residual longitudinal (DRL) na linha e na entre linha de plantio no sistema ILPF na região central do estado de Minas Gerais.

Tabela 11 Valores médios aos 72 meses pós-plantio para a variável deformação residual longitudinal (DRL) linha e entrelinha de plantio do ILPF na região central do estado de Minas Gerais

Painel no sentido da:	DRL (mm)
Entrelinha	0,066b
Linha	0,096a

Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Os valores encontrados para DRL foram bastante heterogêneos entre as árvores de *Eucalyptus* sendo significativos para a posição dentro do arranjo, em que a média geral encontrada na linha foi de 0,096 mm e na entrelinha de 0,067 mm.

Estes valores permitem inferir que os clones na entrelinha sofreram menor deformação residual, o que favorece a melhor qualidade da madeira no pós desdobro e pós-secagem.

Os valores médios encontrados para o eucalipto dentro do sistema iLPF foram próximos a outros trabalhos realizados, porém utilizando-se a espécie em monocultura. Quando se avalia a linha, o que pode ser observado nos trabalhos de Cardoso Junior (2005), que obteve média de 0,084mm; Lima, Rosado e Trugilho (2001), média de 0,071mm e Souza (2002), média de 0,090mm.

Para a avaliação na entrelinha obteve-se valores inferiores aos resultados encontrados em outros experimentos (CARDOSO JUNIOR, 2005; LIMA; ROSADO; TRUGILHO, 2001).

A partir destes resultados pode-se inferir que o eucalipto dentro do sistema integração lavoura pecuária floresta na entrelinha provavelmente fornecerá madeira de melhor qualidade, pois menores serão as deformações residuais longitudinais e menores os defeitos advindos da mesma o que favorece o sistema em relação a monocultura.

As tensões de crescimento variam muito com espaçamentos e clones, além de outros fatores como: inclinação, variação do ângulo da grã, madeira de reação, tortuosidade do fuste, características estas pesquisadas por (ARCHER, 1986; DINWOODIE, 1966; JOUREZ, 1997; NICHOLSON, 1973; WALKER, 1993).

Posteriormente, poderá utilizar-se do extensômetro para determinar com detalhes as tensões ao longo do comprimento das árvores. O que permitirá acompanhar as alterações que possam ocorrer em tratamentos para a seleção das espécies e redução das tensões, visando sua utilização em experimentos na propagação vegetativa. Nicholson (1971) realça que estes valores correspondem a 15% a menos dos valores obtidos com a retirada total da peça para avaliação sendo indicado somente para trabalhos de campo onde se deseja manter a árvore, ou obter a intensidade aproximada das deformações de crescimento, distribuição e variação entre as árvores, e espécies e espaçamentos.

A correlação das deformações residuais longitudinais com as rachaduras permite a utilização de uma ferramenta confiável para a seleção de genótipos menos propensos ao desenvolvimento de rachaduras em tábuas.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) Os clones e os espaçamentos utilizados apresentaram valores diferenciados para os parâmetros que definem a qualidade da madeira;
- b) os maiores espaçamentos  $(3 \times 2) + 20\text{m}$  e  $(9 \times 2)\text{m}$  conferiram maiores valores absolutos de volumes cilíndricos (VC);
- c) os fatores de forma que melhor corrigem o volume do cilindro para volume sólido é de 0,49 para o clone GG100; 0,47 para o clone I144 e 0,39 para o clone VM58;
- d) os clones GG100 e VM58 se destacaram com menores valores de comprimento da rachadura da base (CRB);
- e) para o clone I144 o maior valor de comprimento da rachadura de topo (CRT) foi observado no espaçamento  $(2 \times 2) + 9\text{m}$ ;
- f) no espaçamento  $(3 \times 2) + 20\text{m}$  o clone GG100 se destacou com menor valor de comprimento da rachadura de topo (CRT);
- g) o clone VM58 apresentou menor valor de espessura da rachadura de topo (ERT), no espaçamento  $(3 \times 2) + 20\text{m}$ ;
- h) as deformações residuais longitudinais (DRL), nas árvores dispostas nas linhas foram maiores que as das árvores dispostas nas entrelinhas.

## REFERÊNCIAS

- ARCHER, R. R. **Growth stresses and strains in trees**. New York: Springer-Verlag, 1986. 240 p.
- CARDOSO JÚNIOR, A. A. et al. Deformação residual longitudinal em diferentes espaçamentos e idade em clones de híbridos de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 218-224, 2005.
- CRÊSPO, E. A. **Tensão de crescimento e suas conseqüências, controláveis e não acontroláveis, no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *E. saligna***. Muell. 2000. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.
- DINWOODIE, J. M. Growth stresses in timber: a review of literature. **Forestry**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 162-170, 1966.
- FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. The coppice-with-standards silvicultural system as applied to *Eucalyptus* plantations: a review. **Journal of Forestry Research**, Colombo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2014.
- GONÇALVES, S. V. B. **Ferramentas para avaliação das propriedades da madeira de árvores vivas de *Toona ciliata* (Roemer) e aplicações no melhoramento genético**. 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- JACOBS, M. R. Stresses and strains in tree trunks as they growth in length and width. Leaflet. Commonwealth of Australian Department of National Development. **Forestry and Timber Bureau**, Canberra, v. 96, p. 1-15, 1965.
- JOUREZ, B. Le bois de tension: definition et distribution dans l'arbre. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, Liège, v. 1, n. 2. p. 100-112, 1997.
- KRUSCHEWSKY, G. C. et al. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agroflorestal no Cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, p. 360-367, 2007.
- LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; TRUGILHO, P. F. Assessment of wood density of seven clones of *Eucalyptus grandis*. **Southern African Forestry Journal**, London, n. 191, p.21-27, 2001.



LISBÔA, C. D. J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de Eucalyptus grandis Hill. Ex Maiden.** 1993. 298 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

MATTHECK, C.; KUBLER, H. **Wood: the internal optimization of trees.** Berlin: Springer, 1995. 129 p.

MELO, V. M. **Variação nas produtividades da madeira de clones de Eucalyptus cultivados em diferentes topografias e sujeitas a tempestades.** 2004. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

NICHOLSON, J. E. A rapid method for estimating longitudinal growth stresses in logs. **Wood Science and Technology**, New York, v. 5, n. 1, p. 40-8, 1971.

NICHOLSON, J. E. Growth stress differences in Eucalypts. **Forest Science**, Bethesda, v. 19, n. 3, p. 169- 174, 1973.

OLIVEIRA, T. K. et al. Desempenho Silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 1, p. 1-9, 2009.

SCHACHT, L.; GARCIA, J. N.; VENCOVSKY, R. Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de Eucalyptus urophylla. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 55-68, 1998.

SILVA JÚNIOR, V. P. **crescimento inicial de clones de eucalipto em diferentes arranjos espaciais para sistemas de ILPF em MG.** 2014. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SOUZA, M. A. M. **Deformação residual longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones híbridos de Eucalyptus.** 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

TOUZA VÁSQUEZ, M. C. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar Eucalyptus globulus com tensiones de crecimiento. CIS-Madera, **Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia**, Logroño, n. 6, p. 8-37, 2001.

TRUGILHO P. F. et al. Deformação residual longitudinal (DRL) e tangencial (DRT) em seis clones de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 279-286, 2006.

VENTURIN, R. P. et al. Produção de madeira de *Eucalyptus* sp. sob arranjos de plantio em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém. **Anais...** Belem: [s. n.], 2012. v. 1, p. 5-10.

VIANA, M. C. M. et al. Experiências com o sistema Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 98-111, 2010.

WALKER, J. C. F. The drying of timber. In: \_\_\_\_\_ et al. **Primary wood processing: principles and practice**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 247-284.