

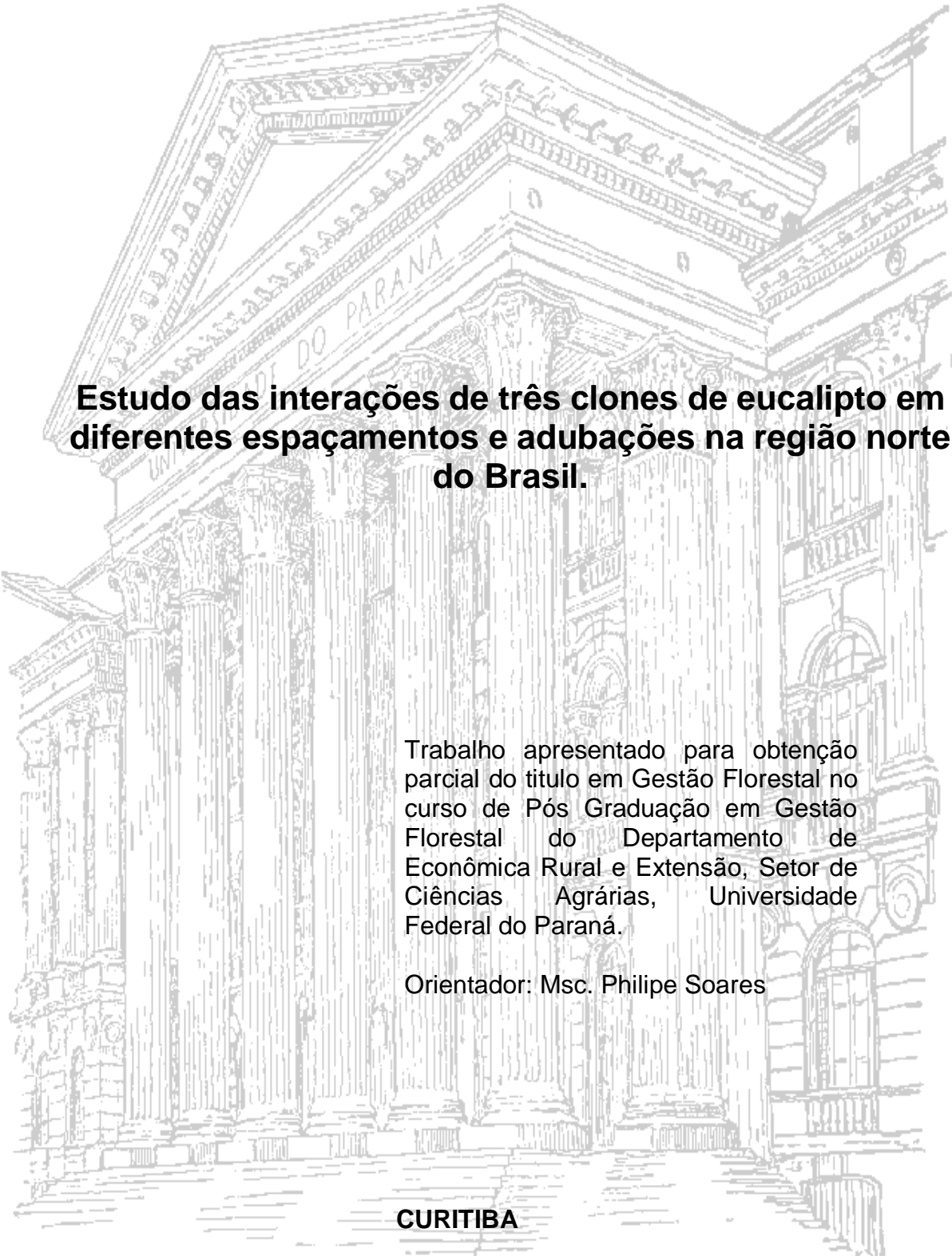
**VICENTE SIMÕES DE SALES DIAS**

**Estudo das interações de três clones de eucalipto em diferentes espaçamentos e adubações na região norte do Brasil.**

**CURITIBA**

**2013**

VICENTE SIMÕES DE SALES DIAS



**Estudo das interações de três clones de eucalipto em diferentes espaçamentos e adubações na região norte do Brasil.**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título em Gestão Florestal no curso de Pós Graduação em Gestão Florestal do Departamento de Econômica Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Msc. Philippe Soares

**CURITIBA**

**2013**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2. OBJETIVO</b> .....	6
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
3.1. EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA PRODUTIVIDADE .....	7
<b>4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA</b> .....	9
4.1. CUSTO ESTIMADO POR HECTARE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS.....	9
4.2. ANÁLISE ECONÔMICA DE INVESTIMENTO .....	10
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	12
5.1. CLONES UTILIZADOS.....	12
5.2. LOCAL DE INSTALAÇÃO .....	12
5.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	13
5.4. MANEJO NUTRICIONAL.....	14
5.5. MANEJO SILVICULTURAL .....	16
5.6. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	16
5.6.1. Operações Mecanizadas.....	16
5.6.2. Operações Manuais .....	17
5.7. COLETA DE DADOS .....	19
5.7.1. INVENTÁRIO DE SOBREVIVÊNCIA .....	19
5.7.2. INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO .....	19
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	20
6.1. VARIÁVEIS MENSURADAS.....	20
6.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	30
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por permitir que minha vida seja tão abençoada.

A minha esposa, por estar todos os dias ao meu lado me apoiando e me dando força em todos os desafios que a vida me apresenta.

A minha mãe Fátima meu pai Maurício e irmãos, Adriana, Fernanda, Paula e Fábio.

A minha madrinha Lourdes e minhas tias Mariana, Ana Paula e Mary.

Aos meus sobrinhos Felipe, Isabela, Júlia, Clara e Laura.

A Empresa Jari Celulose pela oportunidade profissional e oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

A Universidade Federal do Paraná e ao orientador desse trabalho Philipe Soares.

Aos colegas de pós-graduação e todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Meu agradecimento.

## 1. INTRODUÇÃO

O eucalipto vem sendo o gênero florestal mais plantado, pelas empresas de reflorestamento, dentre ao seu rápido crescimento e fácil adaptação às diferentes condições edafoclimáticas existentes no Brasil (BERGER et al., 2002). Além disso, a crescente demanda de madeira oriunda destas plantações florestais estimula a busca de florestas cada vez mais produtivas, o que torna os produtos florestais mais competitivos no mercado madeireiro (STAPE, 1995).

O estudo realizado buscou conhecer a produtividade do eucalipto em diferentes espaçamentos com o objetivo de avaliar a produtividade da floresta avaliando as variáveis, **espaçamento, material genético e adubação**. Esse estudo foi proposto no sentido de otimizar o processo silvicultural dentro de cada unidade de manejo presente em uma empresa florestal, possibilitando maximizar o rendimento econômico dos povoamentos florestais e definir os melhores tratamentos silviculturais.

A influência do espaçamento de plantio sobre a produção de madeira ao final da rotação tem despertado o interesse de vários pesquisadores e empresas florestais desde o início do seu plantio em larga escala no Brasil (FISHWICK, 1976; COUTO et al., 1977; BALLONI; SIMÕES, 1980; BALLONI, 1983; MORA, 1986). Segundo Berger et al. (2002), é consagrado que espaçamentos menores produzem árvores com diâmetros reduzidos em virtude de maior competição entre as plantas pelos recursos do meio, como água, nutrientes e luz. Porém, em termos de produção total por área, estes menores espaçamentos apresentam maior área basal e volume por hectare, para uma determinada idade.

Através dos dados gerados foi realizada avaliação econômica, de produtividade florestal, tratamentos silviculturais, sanidade florestal e capacidade de uso do solo.

Não foram acrescentadas mais variáveis ao projeto, como clone, espaçamento, ambiente, adubação, devido à preocupação em analisar os dados com qualidade, além de aumentar os custos proporcionalmente ao aumento das variáveis.

Além de afetar de forma marcante a produção, o espaçamento tem uma série de implicações do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico: interfere nas taxas de crescimento e sobrevivência das plantas, no volume de copa e galhos, na qualidade da madeira, na porcentagem de casca, na idade de corte, bem como nas práticas de colheita e manejo florestal e, conseqüentemente, nos custos de produção florestal (STAPE et al., 1988; MARQUEZ, 1997; LELES et al., 1998)

Esse trabalho irá direcionar a melhor rotação econômica florestal (idade em que a floresta deve ser cortada de forma a maximizar o lucro por unidade de área), descobrir e afinar informações a respeito dos estádios de produção florestal e realizar uma análise econômica da rotação florestal, fornecendo informações importantes a respeito do melhor manejo por tipo de solo.

Para isso, todas as atividades serão avaliadas em relação aos custos de implantação. O valor do capital será considerado com o tempo, para possibilitar a realização de avaliações onde serão comparados tratamentos dentro do projeto, sendo escolhido o mais viável economicamente. A valorização será feita com o uso de uma taxa de desconto positiva, necessária para atualizar os fluxos de caixa e tornar comparáveis custos e receitas que ocorrem em pontos diferentes do tempo.

## **2. OBJETIVO**

O principal objetivo do projeto é conhecer o volume de madeira produzido em cada tratamento. O presente trabalho vem com a proposta de traçar um horizonte de planejamento de plantio e produtividade, através de técnicas diferenciadas de manejo, que serão analisadas e avaliadas estatisticamente.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A produção madeireira para uma determinada espécie florestal é dependente das variáveis climáticas e edáficas predominantes ao longo do seu desenvolvimento, podendo tal produção ser modulada quantitativa e qualitativamente pelo manejo florestal adotado, a começar pela escolha do espaçamento de plantio (ASSMANN, 1970; FISHER; BINKLEY, 2001)

Chapman e Allan (1978) e Evans (1992) citam que diversos aspectos precisam ser observados na escolha de determinado espaçamento de plantio, como clima e disponibilidade hídrica, espécie, grau de melhoramento, idade de planejamento de corte, competição das plantas daninhas, uso desejado de madeira, investimentos disponíveis e a qualidade da madeira a ser produzida.

A escolha do espaçamento inicial de plantio tem influência nas características da árvore e do povoamento e a decisão de adotar um determinado espaçamento e arranjo de plantio depende do conjunto de fatores de natureza ambiental, silvicultural e econômico financeiro (ZOBEL, 1987). Balloni e Simões (1980) citam ainda que o espaçamento influencia, de forma direta, a taxa de crescimento das árvores assim como a taxa de crescimento do povoamento, a qualidade e o sortimento de madeira, os tratos culturais, os custos de implantação, manutenção e colheita florestal, a conservação do solo e a própria rentabilidade da floresta.

#### 3.1. EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA PRODUTIVIDADE

Um dos principais aspectos envolvidos no manejo florestal refere-se a correta escolha da densidade de árvores por unidade de área, no plantio e ao longo do ciclo da floresta, pois ela influencia tanto o crescimento individual das plantas como também o seu crescimento conjunto. Esta densidade, determinada pelo espaçamento de plantio, é uma variável de grande interesse, sendo continuamente estudada em virtude da constante introdução de novas espécies, procedências e clones, bem como devido a expansão de novos projetos florestais em sítios distintos (STAPE, 1995).

Do ponto de vista silvicultural, os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade do sítio mais rapidamente, com a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (ASSMANN, 1970). Porém, as dificuldades iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade, se anulando quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis, resultando numa produção equivalente por hectare em todos os espaçamentos (BERGER et al., 2002).

Avaliando a produção de *E. camaldulensis*, *E. Pellita* e *E. urophylla* estabelecidas em três espaçamentos (4,5, 9,0 e 12,0 m<sup>2</sup>/planta) em região de cerrado, em Minas Gerais, Ladeira et al. (2001) verificaram que, com base na média para as três espécies, a biomassa de lenho reduzida aos 7 anos no espaçamento de 4,5 m<sup>2</sup>/planta foi respectivamente, 20,9 e 28,6% superior à produzida nos espaçamentos de 9 m<sup>2</sup>/planta e 12 m<sup>2</sup>/planta. Os autores indicam a utilização do espaçamento de 4,5 m<sup>2</sup>/planta para a região de estudo, desde que o produto final não requeira árvores de grandes dimensões.

## 4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Através das informações obtidas no inventário florestal será determinado o volume de madeira por hectare dentro de cada tratamento, com as informações de volume será possível estimar a receita ano a ano, e de posse de todas as informações de custos e receitas e analisada a viabilidade técnica do projeto, será realizada a avaliação econômica.

### 4.1. CUSTO ESTIMADO POR HECTARE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS

Todo projeto de investimento exige uma aplicação de capital, em qualquer empreendimento a finalidade básica é aumentar as receitas, dessa forma, o projeto visa avaliar as receitas dos diferentes tratamentos e apresentar os de maiores ganhos, no intuito de estabelecer parâmetros de produção. Assim, todos os insumos e serviços relacionados ao projeto foram quantificados em termos monetários, conforme indicado na tabela 1.

TABELA 1. DESCRIÇÃO DOS CUSTOS.

Descrição	R\$/ha
A- OPERAÇÕES MECANIZADAS	CONSTANTE
B- OPERAÇÕES MANUAIS	VARIÁVEL
C- INSUMOS	VARIÁVEL
D- CUSTO DA TERRA	CONSTANTE
<b>Total Geral</b>	<b>VARIÁVEL</b>

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

De forma geral, independente do espaçamento, os custos com operações mecanizadas e o valor da terra permanecem constantes, já as operações manuais e os insumos são proporcionais ao adensamento, ou seja, quanto mais adensado maiores são os gastos com operações manuais e insumos.

Como na maioria das atividades o adensamento reflete diretamente em aumento dos custos, dessa forma, a mensuração dos gastos foi estruturada dentro de cada espaçamento e subdividida de acordo com sua recomendação de adubação, pois a adubação é recomendada por planta, como exemplo, aplicação de NPK por muda.

Os valores quantificados foram estruturados de acordo com os setores de controle florestal, principalmente ao que se refere aos custos com insumos e valor da terra. A estruturação da planilha foi revisada e analisada pelo setor de custos da empresa e as atividades operacionais foram embasadas nos valores estipulados pelas prestadoras de serviço locais.

A taxa alternativa de atratividade considerada no projeto foi de  $i = 0,11\%$  (SELIC . Setembro de 2011), além disso, um fator que encarece a produção é a taxa de utilização da terra que no caso é de 1,8, ou seja, essa taxa é devido a reserva legal na região que é de 80%. Como previsão futura das atividades de manutenção para mensurar os custos, foram levadas em consideração as atividades silviculturais realizadas em 2010.

Outro fator fundamental e gargalo no custo de produção florestal é o custo com colheita e transporte, não levantado na análise econômica atual, pois será analisado futuramente na idade de corte, permitindo uma projeção do custo de colheita por espaçamento.

#### 4.2. ANÁLISE ECONÔMICA DE INVESTIMENTO

A análise econômica do projeto será fundamental para definir qual manejo resultará em maior ganho, para isso em todos os tratamentos avaliados serão comparados aos custos de implantação e manutenção (citados acima) e as receitas inerentes ao projeto.

Cada critério econômico fornece informações específicas. Assim, Rezende e Oliveira 2011, recomendam utilizar mais de um critério. Serão utilizados os seguintes critérios:

- Valor Presente Líquido (VPL)
- Taxa Interna de Retorno (TIR)
- Custo (ou Benefício) Periódico Equivalente (CPE ou BPE)
- Custo Médio de Produção (CMP<sub>r</sub>)
- Razão Benefício/Custo (B/C)
- Tempo de recuperação do capital.

Realizados os cálculos, será feita a análise apurada dos resultados, apontando a significância de cada critério, levantando pontos onde pode-se reduzir os custos e identificando dentro dos custos maneiras de otimizar a receita. A partir de dois anos de idade será informado anualmente os resultados econômicos do projeto, sendo o resultado final apresentado em 2017 quando os experimentos instalados obtiverem idade superior a 6 anos.

Na presente avaliação (2 anos de idade) os dados econômicos VPL, BPE, CMPr, B/C e tempo de recuperação do capital não foram considerados, foi avaliado apenas a TIR, isso ocorreu pois a avaliação econômica precoce dos dados não gerou uniformidade estatística nos resultados, no entanto para uma avaliação futura será fundamental avaliar todos os critérios apresentados.

A Taxa Interna de Retorno de um projeto é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto. Pode ser entendida, também, como a taxa média de crescimento de um investimento. É uma taxa intrínseca ao projeto e independe da taxa de desconto corrente (REZENDE e OLIVEIRA 2011).

O critério da TIR esta normalmente associada a estudo de viabilidade econômica, em que se busca verificar se a rentabilidade de determinado investimento é superior, inferior ou igual ao custo do capital que será utilizado para financiar o projeto.

Segundo Rezende e Oliveira (2011) para a seleção de projetos pelo método da TIR é interessante confrontar esse método com o VPL, a fim de que sejam observadas algumas peculiaridades.

A avaliação precoce dos resultados demonstrou resultados de VPL negativos sem conexão estatística, acredita-se que a avaliação econômica futura a partir dos três anos de idade vai gerar boas referências.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. CLONES UTILIZADOS

Foi utilizado *Eucalyptus urograndis* (híbrido combinado de duas espécies *Eucalyptus urophylla*, que confere resistência a doenças, e *Eucalyptus grandis*, que confere rápido crescimento). O projeto testou três híbridos 1, 2 e 3, clones selecionados devido a sua maior representatividade nos plantios da empresa.

Os três clones apresentam excelente desenvolvimento, o 2 e 3 estão no escopo do plantio comercial desde 2006 e o 1 desde 2004.

Esses clones apresentam excelente produtividade e para serem selecionados em escala comercial foram testados em testes de progênie, clonais e piloto, apresentando ótimo desempenho de produtividade desde o viveiro até a idade de corte em campo. Como exemplo do potencial produtivo desse material, se bem manejado, temos o clone 1, em área de textura média que apresentou produtividade (IMA) superior a 60 m<sup>3</sup>/ha/ano aos 5 anos de idade, de acordo com os resultados do Inventário Florestal Contínuo disponibilizado pela empresa em 2011.

### 5.2. LOCAL DE INSTALAÇÃO

O experimento foi implantado em duas Unidades de Manejo, UM1 representando os solos argilosos e UM4 representativa de solos arenosos.

O experimento na UM1 foi instalado em período de baixa precipitação utilizando irrigação, aumentando o custo de implantação. A implantação na UM4 ocorreu em maio de 2013, período de maior precipitação. Para conhecer o efeito da precipitação frente aos fatores estudados (material genético, adubação e espaçamento), o ideal seria implantar o teste em período de alta e baixa precipitação na mesma unidade de manejo, no entanto devido ao alto valor de implantação essa amostragem foi desconsiderada.

Inicialmente foi proposto instalar o teste em todas as unidades de manejo, mas com o objetivo de otimizar as atividades, o setor operacional

juntamente aos responsáveis pelo projeto decidiram instalar apenas em dois ambientes, em solos arenosos e argiloso.

TABELA 2. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO 2011/2013.

Unidade de Manejo	Data de implantação	Número de plantas
UM1	Setembro/2011	47.241
UM4	Mai/2013	53.498

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

### 5.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento, apresentado na figura 3, foi definido em blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas, onde as parcelas principais são os 3 tipos de adubação, as subparcelas são os 6 diferentes espaçamentos e por último as sub-subparcelas que são os 3 tipos de clones.

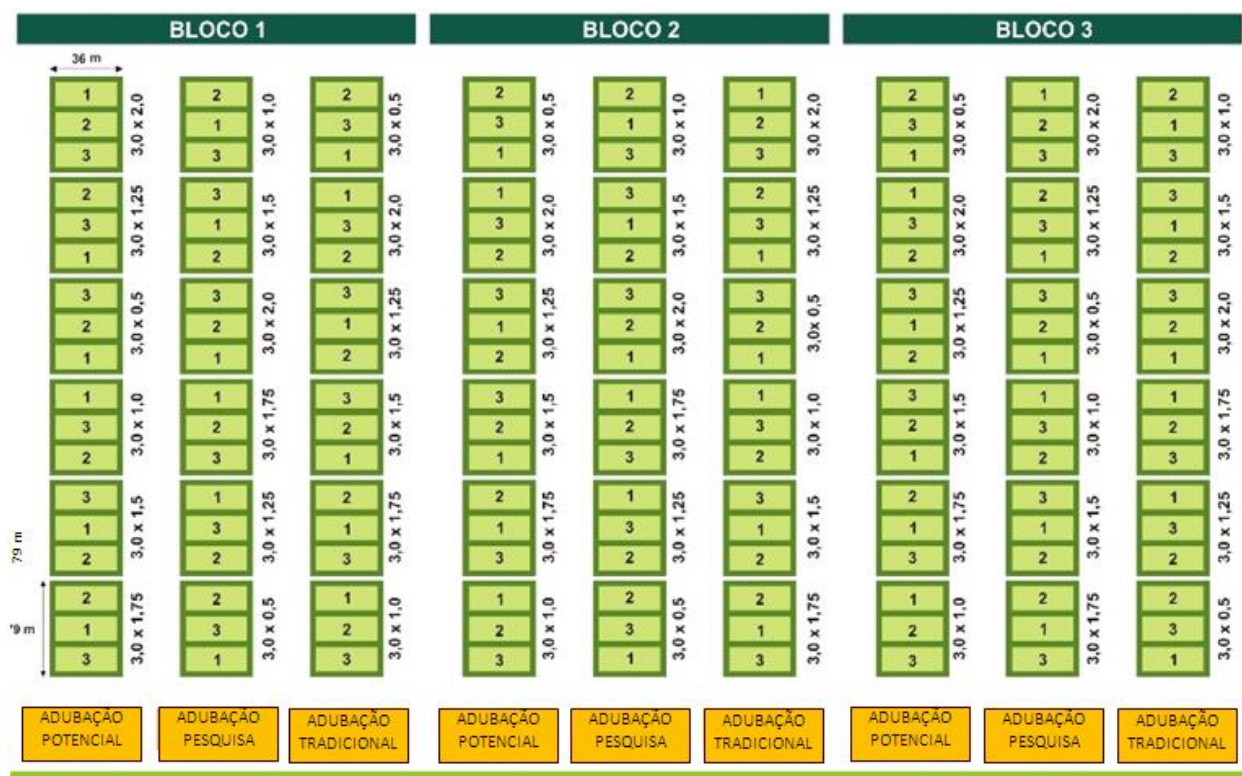


Figura 1. Croqui representativo do teste.

O adensamento em plantios florestais é uma tendência, devido à necessidade de aumentar a produtividade por hectare efetivo de plantio e realizar ciclos mais curtos, dessa maneira optou-se por avaliar os seguintes espaçamentos:

- 3,00 X 3,00, 1111 árvores por hectare, área vital 9,00 m<sup>2</sup>; (Somente na UM4)
- 3,00 X 2,50, 1333 árvores por hectare, área vital 7,50 m<sup>2</sup>; (Somente na UM4)
- 3,00 X 2,00, 1666 árvores por hectare, área vital 6,00 m<sup>2</sup>;
- 3,00 X 1,75, 1905 árvores por hectare, área vital 5,25 m<sup>2</sup>;
- 3,00 X 1,50, 2222 árvores por hectare, área vital 4,50 m<sup>2</sup>;
- 3,00 X 1,25, 2666 árvores por hectare, área vital 3,75 m<sup>2</sup>;
- 3,00 X 1,00, 3333 árvores por hectare, área vital 3,00 m<sup>2</sup>;
- 3,00 X 0,50, 6666 árvores por hectare, área vital 1,50 m<sup>2</sup>.

O espaçamento entre linhas de 3 metros não foi alterado nesse teste pela sua viabilidade operacional, os estudos nesse teste são focados na possibilidade de adensamento entre plantas.

#### 5.4. MANEJO NUTRICIONAL

Foi avaliado 3 adubações, sendo uma adubação reduzida %Adubação Tradicional+, e duas adubações consideradas potenciais, a %Adubação Potencial+ e %Adubação Pesquisa+, definida pelo pesquisador responsável da área, através do programa NUTREE desenvolvido em parceria entre a empresa e a Universidade Federal de Viçosa.

O objetivo de testar diferentes adubações é determinar a produtividade potencial para o eucalipto nas diferentes unidades de manejo de modo que não existam restrições nutricionais, determinar a relação custo/benefício em cada um dos sistemas de adubação e verificar os efeitos dos níveis de adubação sobre as produtividades do eucalipto.

Maiores detalhes podem ser acompanhados na tabela 3 que detalha os diferentes tratamentos de adubação.

TABELA 3: REPRESENTA AS DIFERENTES ADUBAÇÕES TESTADAS NA UNIDADE DE MANEJO 1, ÁREA 139.

FERTILIZAÇÃO POTENCIAL						
TIPO DE FERTILIZANTE	TIPO DE ADUBAÇÃO	DOSAGENS			Método de Aplicação	Data Prevista
		g/pl	Kg/ha	Total (Kg)		
GESSO	Base		800,00	4095,36	FAIXA DE 1 metro	AP
CALCARIO	Base		2.500,00	12.798,00	LANÇO	AP
NPK 10-27-10	Base		150,00	767,88	Sulco de Plantio	AP
NPK 10-27-10	Implantação (0-20 dias)	140		2204,58	70 gr./coveta lateral	0-20 DAP
NPK 15-05-20	Implantação (60 dias)	90		1417,23	45 gr./coveta lateral	60 DPP
NPK 15-05-20	Implantação (5-7 meses)	150		2362,05	75 gr./coveta lateral	5-7 MPP
NPK 10-00-30	Implantação (10-12 meses)	180		2834,46	90 gr./coveta lateral	10-12 MPP
FERTILIZAÇÃO PESQUISA						
TIPO DE FERTILIZANTE	TIPO DE ADUBAÇÃO	DOSAGENS			Método de Aplicação	Data Prevista
		g/pl	Kg/ha	Total (Kg)		
GESSO	Base		1200	6143,04	FAIXA DE 1 metro	AP
CALCARIO	Base		2000	10238,4	LANÇO	AP
MAP	Base		200	1023,84	Sulco de Plantio	AP
NPK 06-30-06	Implantação (0-20 dias)	130		2047,11	65 gr./coveta lateral	0-20 DPP
NPK 15-05-20	Implantação (60-90 dias)	200		3149,4	100 gr./coveta lateral	60-90 DPP
KCl+1%B	Implantação (6-8 meses)		250	1279,8	Entre Linha	6-8 MPP
KCl+1%B	Manutenção (16-20 meses)		150	767,88	Entre Linha	16-20 MPP
FERTILIZAÇÃO TRADICIONAL						
TIPO DE FERTILIZANTE	TIPO DE ADUBAÇÃO	DOSAGENS			Método de Aplicação	Data Prevista
		g/pl	Kg/ha	Total (Kg)		
FOSFATO NATURAL(Arad)	Base		450	2303,64	Sulco de Plantio	AP
CALCARIO	Base		1400	7166,88	LANÇO	AP
NPK 06-30-06	Implantação (0-20 dias)		200	1023,84	Entre Linha	0-20 DPP
NPK 15-00-30	Implantação (60-90 dias)		140	716,688	Entre Linha	60-90 DPP
KCl+1%B	Implantação (10-12 meses)		140	716,688	Entre Linha	10-12 MPP

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

## 5.5. MANEJO SILVICULTURAL

As atividades de silvicultura e manejo (limpeza, controle químico, avaliações e controle de pragas e doenças, adubação, amostragem, etc) que foram realizadas, estão descritas resumidamente abaixo.

## 5.6. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

### 5.6.1. Operações Mecanizadas

As operações mecanizadas, descritas na tabela 4, teve início após a limpeza manual e demarcação da área.

TABELA 4. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES MECANIZADAS.

<b>A.</b>	<b>OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>
<b>A.1</b>	<b>Limpeza da Área</b> Preparo Químico Pós-Emergente Rastelo/Reforma
<b>A.2</b>	<b>Preparo do Solo + Adubação</b> Calagem - Implantação Gessagem - Implantação Subsolagem - Trator pneu Adubação Manutenção
<b>A.3</b>	<b>Tratos Culturais</b> Aplicação de Herbicida Irrigação do Plantio Irrigação de Replantio Segunda Irrigação

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

Na instalação do teste a atividade de adubação apresentou baixo rendimento, devido à especificação de adubação necessária a cada bloco.

### 5.6.2. Operações Manuais

As operações manuais acontecem em todas as etapas do processo de implantação desde o controle de formiga, que acontece antes da implantação até as limpezas químicas e adubação que ocorrem em várias idades, até os 2 anos. As operações manuais seguem descritas na tabela 5.

TABELA 5. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES MANUAIS.

<b>B-</b>	<b>OPERAÇÕES MANUAIS</b>
<b>B.1</b>	<b>Controle de formiga Implantação</b> Controle de Formiga Semi-Sistemático
<b>B.2</b>	<b>Plantio</b> Plantio Terceirizado Aplicação Hidrogel Replantio Adubação de plantio Adubação de cobertura Capina/Coroamento Controle de Formiga - ronda Limpeza Manual Manutenção
<b>B.3</b>	<b>Outras atividades</b> Limpeza Quim. Manual Pós-Emergente

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

Quando o plantio é realizado na estação de baixa precipitação faz-se necessário o uso da irrigação na atividade, o que compromete o rendimento e aumenta os custos, sendo necessário incluir a aplicação do hidrogel.

Para implantação do teste foram definidas metodologias para plantios em diferentes espaçamentos, uma dessas atividades foi o coveamento, ilustrado na figura 2.



Figura 2: Atividade de coveamento.

Para realizar o coveamento com máxima precisão, foi utilizada uma corda identificada com a metragem de cada espaçamento. Buscando diminuir os erros, uma equipe ficou responsável por avaliar a qualidade de todo o processo manual.



Figura 3: Irrigação do plantio.

A Figura 3 ilustra a atividade de irrigação, atividade de alto valor essencial em períodos de baixa precipitação. É realizada apenas em solos argilosos pela boa capacidade de retenção de umidade.

## **5.7. COLETA DE DADOS**

### **5.7.1. INVENTÁRIO DE SOBREVIVÊNCIA**

Foi realizado o inventário de sobrevivência duas semanas após o plantio. O inventário de sobrevivência consiste em um levantamento geral, onde serão avaliadas todas as plantas dentro do projeto, e servirá como fonte de informação para realizar o replantio no local.

### **5.7.2. INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO**

O inventário florestal permite conhecer o estoque de madeira presente ano a ano, além de mostrar a capacidade produtiva da floresta, fundamental ao planejamento.

O inventário será realizado até a idade de 6 anos, a mensuração consiste nos dados de CAP e altura e sua frequência será anual.

A mensuração do povoamento foi realizada dentro das parcelas fixas de medição de 504 m<sup>2</sup>, que foram previamente demarcadas no campo, evitando se assim possíveis erros de medição.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados nesse relatório de conclusão de curso, são referentes a segunda medição (22 meses) do experimento localizado em solo argiloso UM1. Os resultados referem-se aos efeitos do espaçamento de plantio, da adubação e do material genético (clones). Também serão realizadas análises econômicas dos fatores em avaliação.

### 6.1. VARIÁVEIS MENSURADAS

Na segunda medição (22 meses após o plantio do experimento) foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura das árvores em cada um dos tratamentos. Os dados obtidos foram utilizados para determinação do volume total de madeira com casca (VTcc) e para o cálculo do Incremento Médio Anual (IMA), que corresponde à razão entre o volume de madeira produzido e a idade do povoamento. O tratamento dos dados e a estimativa do crescimento da floresta ao longo do tempo (prognoses) para os diferentes tratamentos avaliados foram realizados pelo setor de inventário florestal da empresa. As prognoses foram ajustadas pelo modelo empírico do tipo exponencial. Nesses ajustes foi levado em consideração o histórico dos inventários florestais dos plantios comerciais da área 139 até meados de 2010.

Os custos de implantação e manutenção do experimento foram quantificados/estimados para os diferentes espaçamentos e adubações em teste (Tabela 6). Cabe ressaltar que os custos apontados na Tabela 6 levaram em consideração o custo anual da terra (R\$ 330,00/ha) e os custos com irrigação e uso do Hidrogel, que variaram de R\$ 1698,80/ha a R\$ 2657,72/ha. Esses custos, associados às receitas de venda da madeira produzida ao longo do tempo, serviram de base para o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR), que corresponde a taxa anual de retorno do capital investido. As receitas utilizadas para calcular a TIR foram quantificadas multiplicando-se o volume de madeira por hectare pelo preço atual da madeira em pé (desconsiderando os custos com a colheita), cujo valor é de R\$ 32,00/m<sup>3</sup> (preço informado pelo setor de Controle e Planejamento Florestal da Empresa).

TABELA 6. DESCRIÇÃO DOS CUSTOS ANUAIS TOTAIS PARA OS DIFERENTE ESPAÇAMENTOS E ADUBAÇÕES EM AVALIAÇÃO

Espaçamento	Adubação*	Custos (R\$/ha)						
		Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
3,00 X 0,50 m	APQ	12512,93	1683,81	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	APT	15582,57	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	9412,83	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
3,00 X 1,00 m	APQ	8625,45	1683,81	250,41	225,59	206,64	189,56	34,93
	APT	9979,37	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	6885,15	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
3,00 X 1,25 m	APQ	7847,95	1683,81	250,41	225,59	206,64	189,56	34,93
	APT	8858,73	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	6379,61	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
3,00 X 1,50 m	APQ	7329,62	1683,81	250,41	225,59	220,86	216,59	34,93
	APT	8111,63	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	6042,59	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
3,00 X 1,75 m	APQ	6959,38	1683,81	250,41	225,59	208,61	193,30	34,93
	APT	7570,25	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	5801,85	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
3,00 X 2,00 m	APQ	6677,93	1683,81	250,41	225,59	220,86	216,59	34,93
	APT	7174,02	1474,14	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93
	ATD	5617,50	1332,23	250,41	225,59	203,24	183,10	34,93

\* APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional

Fonte: Dados de pesquisa 2013.

## 6.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis volume total de madeira com casca por hectare (VTcc), Incremento Médio Anual de madeira com casca (IMA) e Taxa Interna de Retorno (TIR), todas elas referentes a idade de 22 meses (1,83 ano), foram submetidas a análise fatorial (6 espaçamentos x 3 adubações x 3 clones) e as interações significativas entre esses fatores foram desdobradas e suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Os outros critérios econômicos como VPL, BPE, CMPr e outros, não apresentaram interação estatística para a idade de avaliação, não sendo avaliado nessa idade.

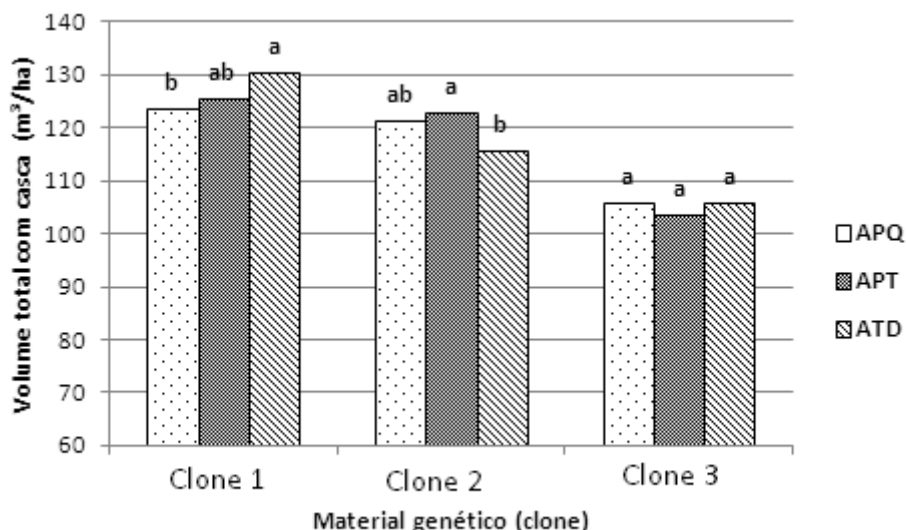
As interações significativas foram material genético x adubação, para as variáveis volume total de madeira com casca (VTcc), Incremento Médio

Anual (IMA) e Taxa Interna de Retorno (TIR); e  $\frac{\text{espaçamento} \times \text{adubação}}{\text{para a variável TIR}}$ .

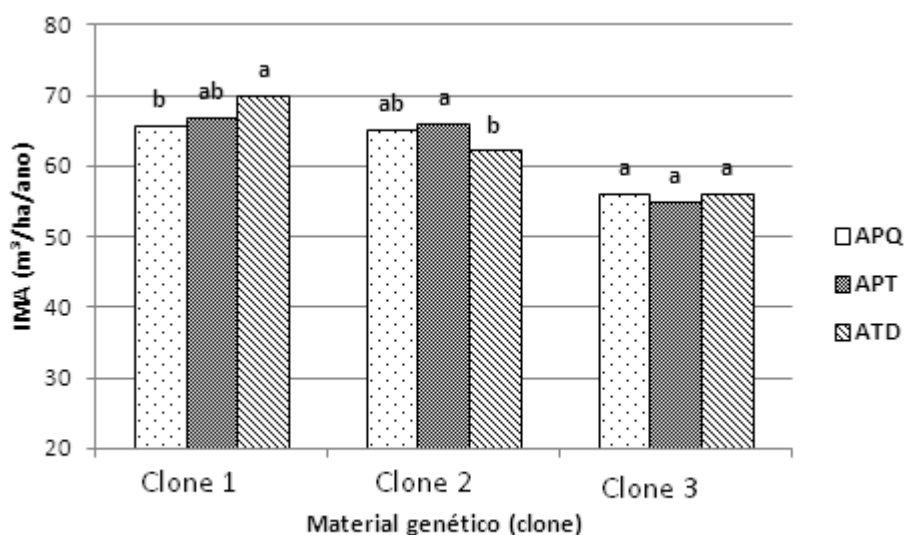
Os materiais genéticos avaliados apresentaram respostas diferentes às adubações para as variáveis VTcc (Figura 4) e IMA (Figura 5). Para o clone 1 a adubação tradicional (ATD) resultou em maior VTcc e IMA do que a adubação pesquisa (APQ), mas a ATD não diferiu da APT para essas variáveis. Para o clone 2 a APT resultou em maior VTcc e IMA do que a ATD, mas a ATD não diferiu da APQ para essas variáveis. Para o clone 3 não houve diferenças no VTcc e no IMA para as diferentes adubações em teste.

Esses resultados mostram que os materiais genéticos avaliados respondem diferentemente a quantidade e tipos de adubos aplicados. Provavelmente esses clones possuem eficiências nutricionais diferentes, ou seja, apresentam capacidades diferenciadas de converter nutrientes em biomassa.

Aparentemente o clone 1 apresenta maior eficiência nutricional, pois apresentou maior produtividade com menor aporte de nutrientes no solo via adubação. No entanto, existem diferenças expressivas nas adubações avaliadas, como a quantidade de nutrientes, os tipos de adubos/condicionantes utilizados e os modos e épocas de aplicação dos insumos (Tabela 3). Nesse sentido, isolar quais os fatores dessas adubações mais influenciou nos resultados obtidos torna-se difícil. Porém, o monitoramento nutricional (análise nutricional do solo e da planta) pode trazer respostas para os resultados encontrados.



**Figura 4.** Média do volume total de madeira com casca aos 22 meses de idade (1,83 ano) em função da adubação e material genético. Médias seguidas pela mesma letra (por material genético) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.



**Figura 5.** Incremento Médio Anual de madeira com casca aos 22 meses de idade (1,83 ano) em função da adubação e material genético. Médias seguidas pela mesma letra (por material genético) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.

Em relação à Taxa Interna de Retorno (TIR), todos os materiais genéticos apresentaram a mesma resposta em relação às adubações (Figura 6), em que a adubação tradicional (ATD) apresentou maior TIR do que a adubação potencial (APT) e pesquisa (APQ). Ou seja, a adubação tradicional possui melhor retorno do capital investido até os 22 meses. No entanto, a TIR

nessa idade ainda é negativa, pois os custos nos anos 0 e 1 foram superiores à receita que seria obtida pela venda da madeira produzida aos 22 meses.

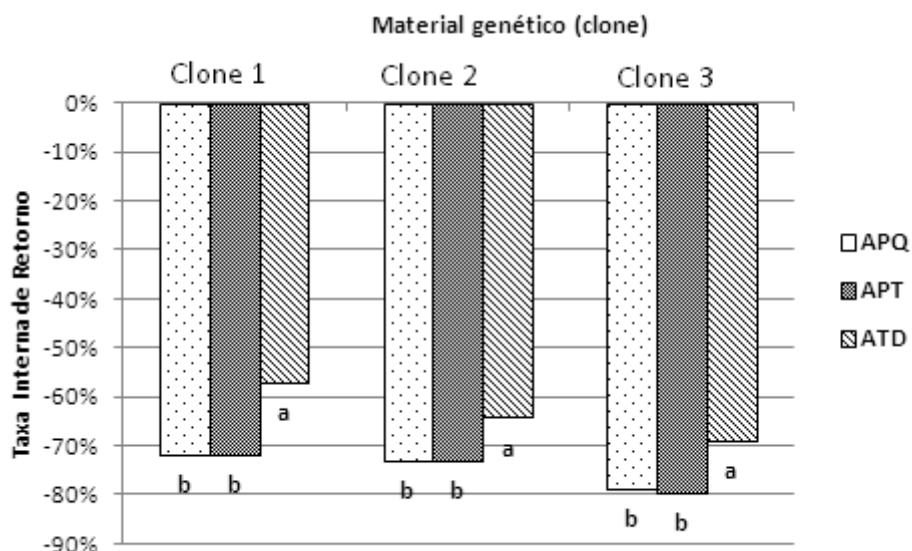
O clone 1 foi o que apresentou as maiores médias de TIR, seguido dos clones 2 e 3, independente da adubação. Sendo que na adubação tradicional (ATD) as diferenças de TIR entre os clones foram mais expressivas (Figura 6).

Vale salientar que esses resultados não indicam necessariamente que menor aporte de insumos (adubos e corretivos) proporcionará melhor retorno do capital investido, pois deve-se levar em consideração outros fatores, como por exemplo, a idade do povoamento florestal e o tipo de solo.

As diferenças de crescimento observadas na idade de 22 meses podem não ser as mesmas em idades mais avançadas, em razão das especificidades de demandas nutricionais e de ciclagem de nutrientes dos materiais genéticos.

Quanto ao solo, deve-se lembrar que na quadra onde foi instalado este experimento o solo tem saldo de cargas positivo (caráter ácido), o que exige manejo da adubação criterioso, em especial quanto a aplicação de nutrientes com carga positiva e/ou que possuem alta mobilidade no solo, por exemplo o  $K^+$  e o  $(SO_4)^{2-}$  (presente no gesso). Portanto, se o manejo da adubação não for adequado podem ocorrer perdas significativas de nutrientes por lixiviação, que por sua vez podem aumentar a concentração de íons no lençol freático (contaminação). Assim, menor quantidade de nutrientes estará efetivamente disponível para a planta, no caso, o eucalipto.

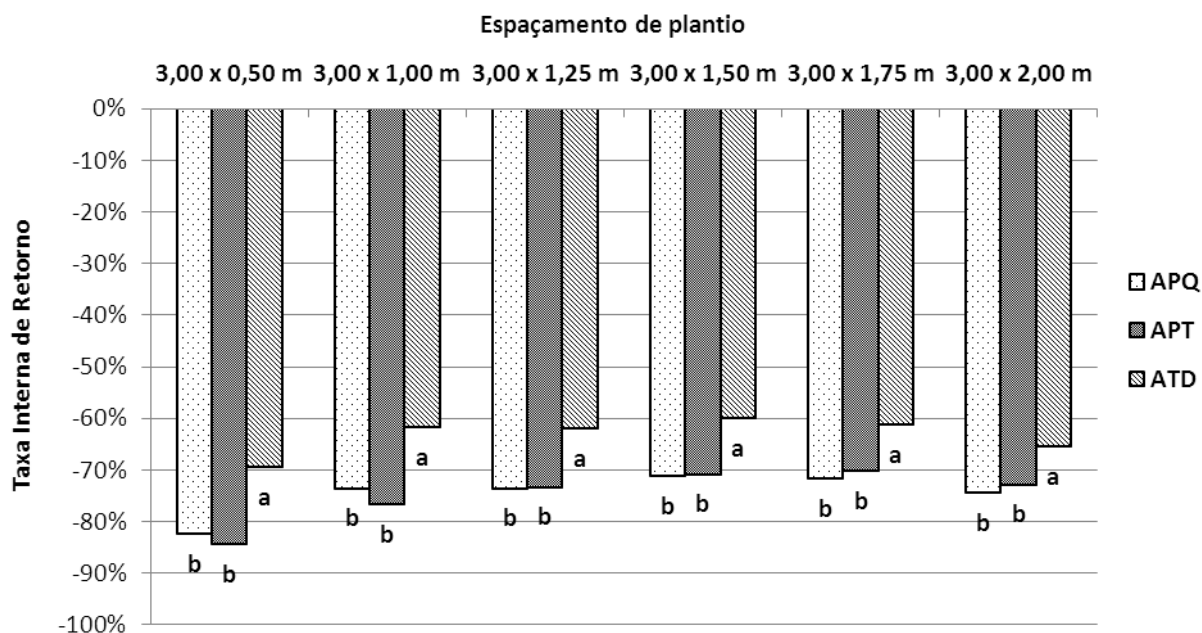
Ressalta-se também que outro teste, com os mesmos tratamentos deste, foi instalado em solo arenoso em junho de 2013. Esse novo teste poderá trazer respostas distintas a essas aqui relatadas, assim como evidenciar outras tendências.



**Figura 6.** Taxa Interna de Retorno (TIR) aos 22 meses de idade (1,83 ano) em função da adubação e material genético. Médias seguidas pela mesma letra (por material genético) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.

Ao se avaliar a TIR em função dos espaçamentos de plantio nas diferentes adubações (Figura 7) verifica-se que a adubação tradicional (ATD) foi a que possibilitou a maior TIR aos 22 meses para todos os espaçamentos testados. Nessa idade, o espaçamento 3,00 x 1,50 m trouxe, em média, maior retorno do capital investido, enquanto que no espaçamento 3,00 x 0,50 m o retorno do capital investido foi o menor dentre os espaçamentos avaliados.

Nos espaçamentos mais adensados os custos de implantação são maiores (Tabela 6), devido muitas das operações de plantio levar em consideração o número de plantas por hectare. Além disso, o adensamento do plantio aumenta a competição entre plantas e encurta a rotação, pois o crescimento do povoamento florestal estabiliza em idades mais jovens. Tudo isso reflete no rendimento de madeira, que em espaçamentos mais adensados é menor (Figura 8).

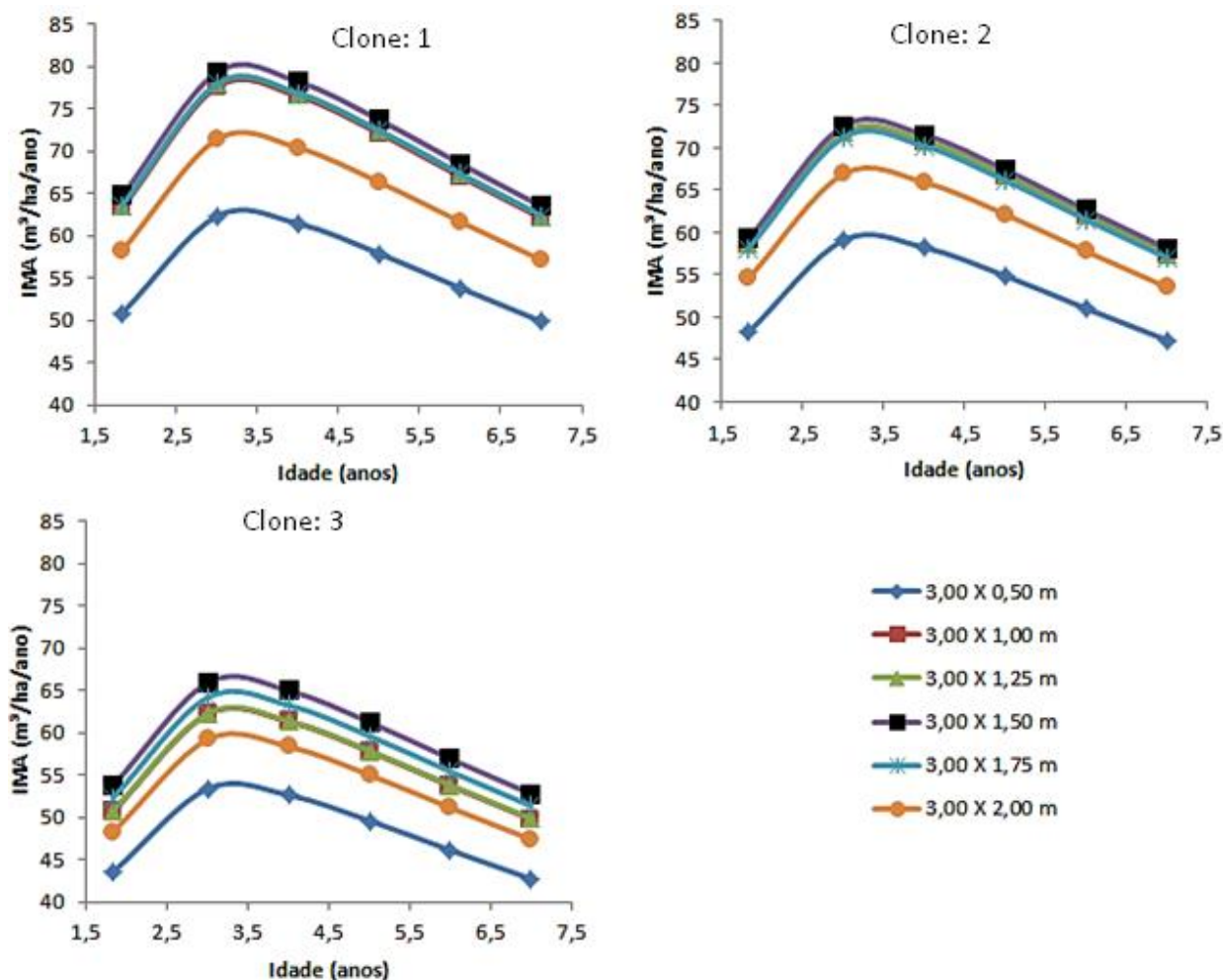


**Figura 7.** Taxa Interna de Retorno (TIR) aos 22 meses de idade (1,83 ano) em função do espaçamento de plantio e adubação. Médias seguidas pela mesma letra (por espaçamento) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.

Ao se avaliar a estimativa do Incremento Médio Anual (IMA) ao longo do tempo para os diferentes espaçamentos (Figura 8), verifica-se que o espaçamento 3,00 x 1,50 m é o que possibilita os maiores IMA $\text{R}$  para todos os clones em avaliação. Sendo os maiores incrementos os do clone 1, seguido dos clones 2 e 3. Ademais, os picos de IMA desses materiais genéticos situam-se na faixa de 3,0 a 3,5 anos.

Em relação a estimativa da TIR ao longo do tempo para os diferentes espaçamentos (Figura 10), o clone 1 é o que apresenta o maior retorno do capital investido, seguido dos clones 2 e 3. Independente do clone, os espaçamentos que possibilitam as maiores TIR $\text{R}$  são o 3,0 x 1,50 m e 3,0 x 1,75 m, com pouca diferenciação entre eles. O espaçamento 3,00 x 0,50 m não apresenta TIR $\text{R}$  positivas, ou seja, no horizonte estimado (1,8 a 7 anos) o capital investido não seria recuperado.

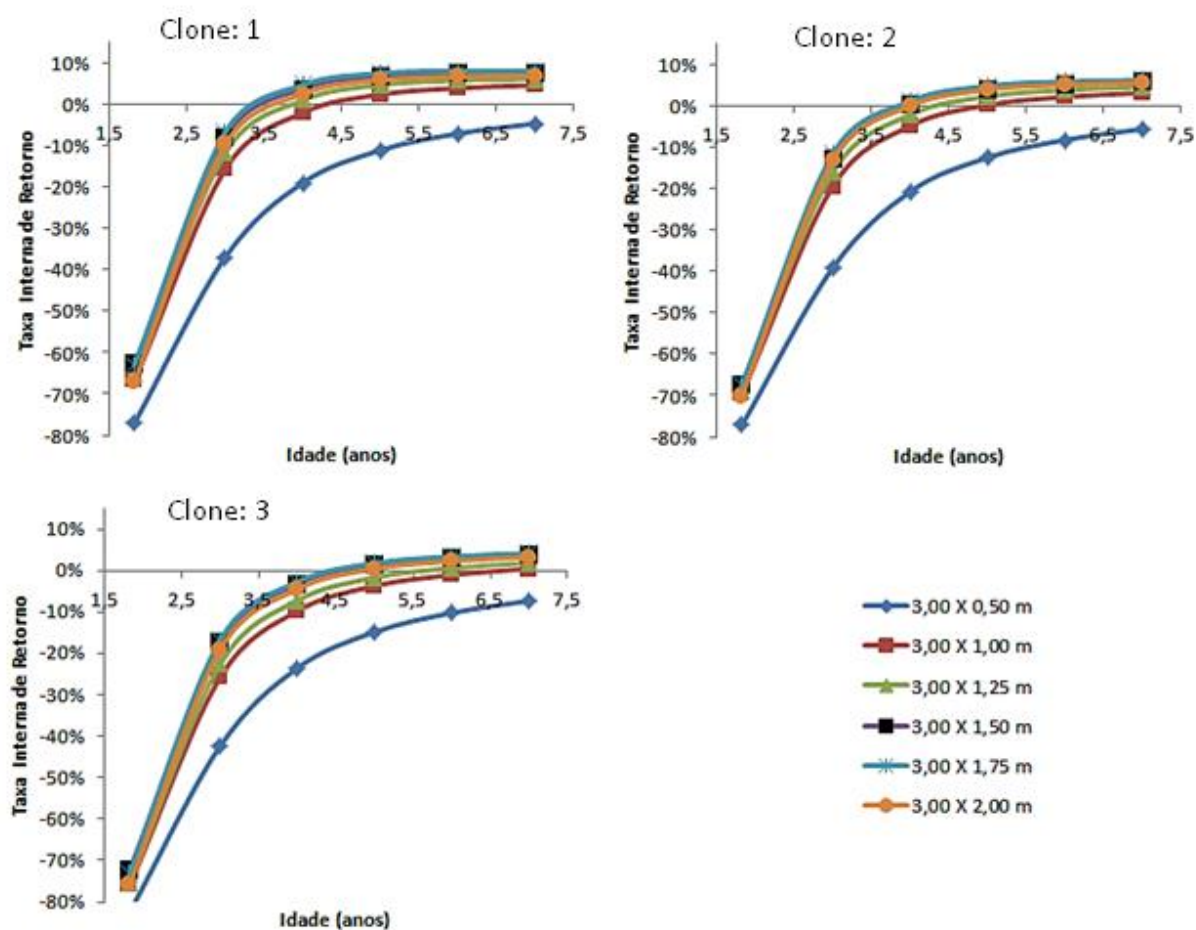
Considerando apenas os espaçamentos em que as TIR $\text{R}$  foram maiores (3,00 x 1,50 e 3,00 x 1,75 m), verifica-se que as idades em que as TIR $\text{R}$  se igualaram a zero foram, aproximadamente, 3,3; 3,8 e 4,3 anos para os clones 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 9). Portanto, a recuperação do capital investido é mais rápida para o clone 1, seguido dos clones 2 e 3.



**Figura 8.** Estimativa do Incremento Médio Anual de madeira de eucalipto (IMA) em função da idade e espaçamentos de plantio para os clones 1, 2 e 3.

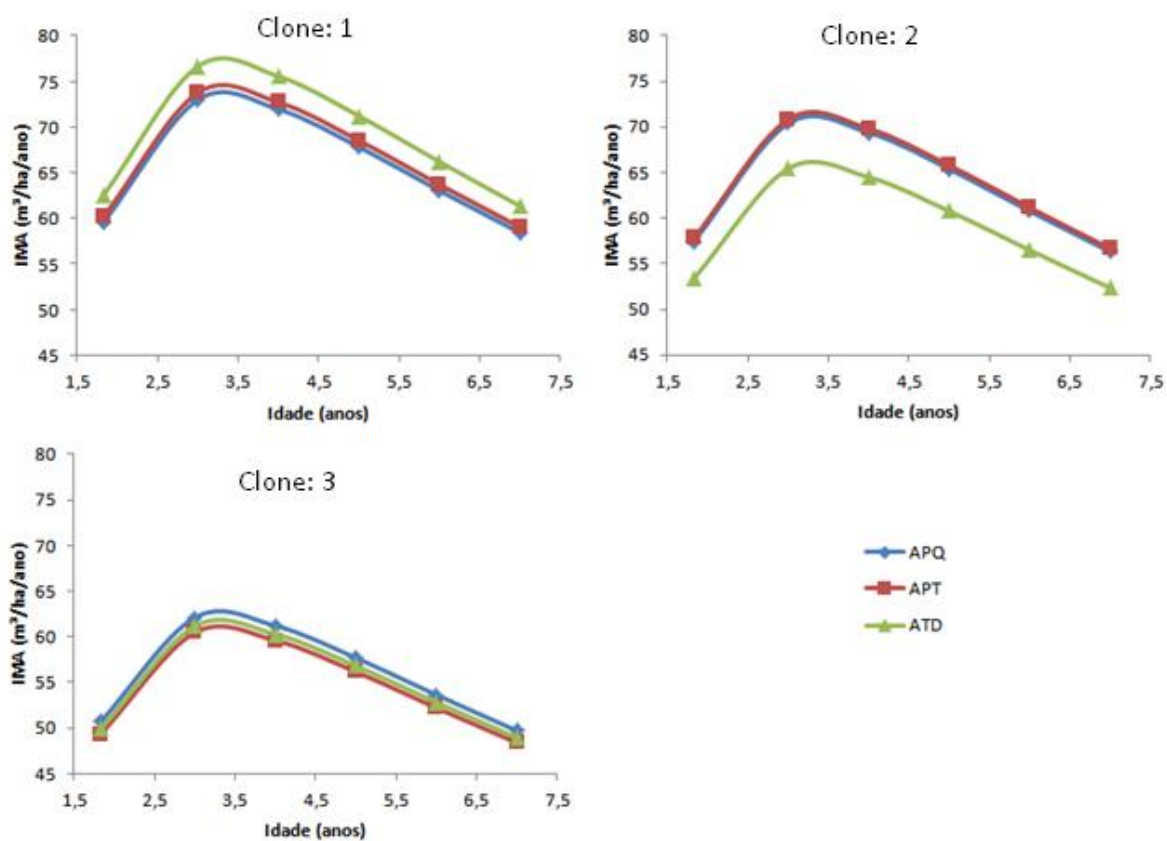
Na Figura 10 são exibidas as estimativas do Incremento Médio Anual (IMA) ao longo do tempo para as adubações em teste. As estimativas seguiram os resultados observados aos 22 meses (Figura 5). Para o clone 1 a adubação tradicional (ATD) possibilita maiores IMA $\phi$  do que as adubações pesquisa (APQ) e potencial (APT). Para o clone 2 ocorreu o contrário, visto que as adubações potencial e pesquisa apresentam maiores IMA $\phi$  do que a adubação tradicional. Para o clone 3 as curvas de IMA ao longo do tempo praticamente se sobrepõem, indicando que independente da adubação a produtividade desse clone pouco se altera.

Silva et al., (2005) citam na dissertação, que ao avaliar diferentes espaçamentos, as decisões embasadas em resultados precoces, podem levar a adoção de arranjos inadequados, que resultarão em menor produtividade ao final da rotação.

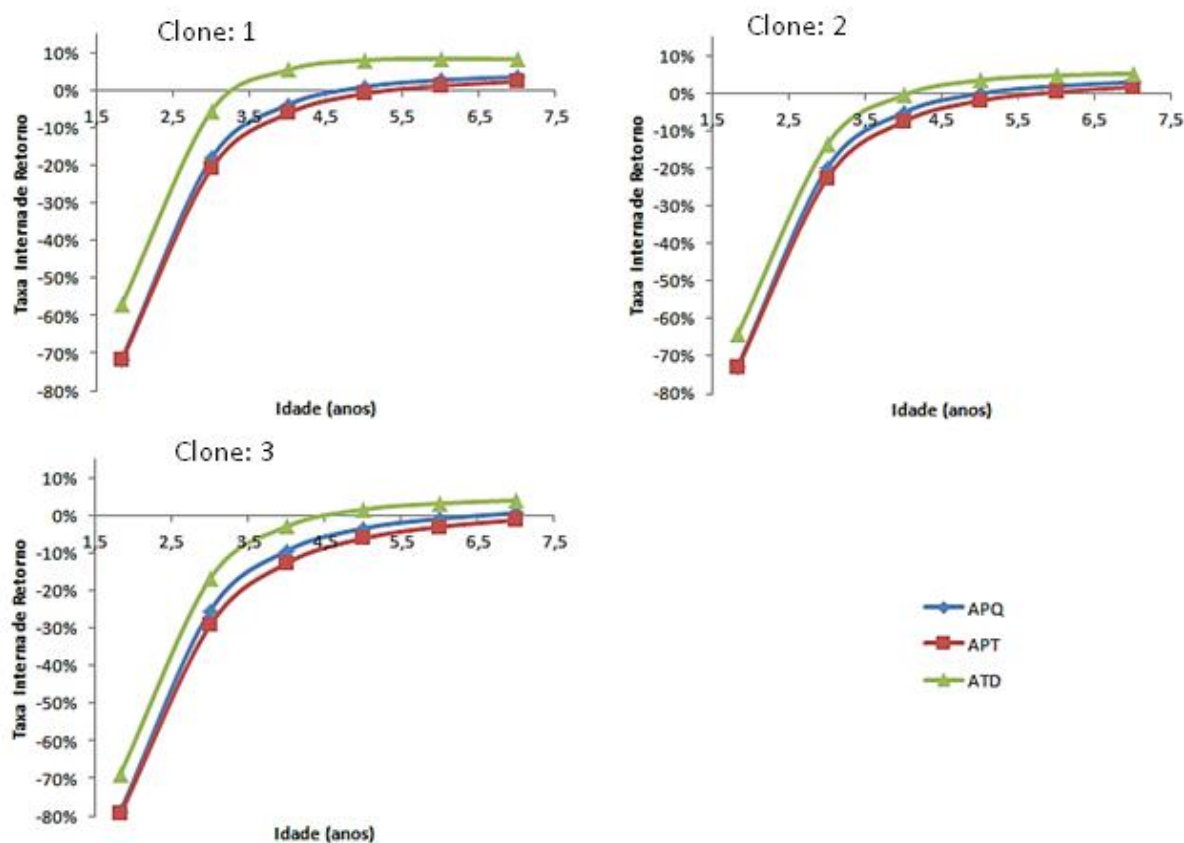


**Figura 9.** Estimativa da Taxa Interna de Retorno (TIR) em função da idade e espaçamentos de plantio para os clones 1, 2 e 3.

A adubação tradicional é a que proporciona o melhor retorno do capital investido ao longo do tempo (Figura 11), seguindo os resultados obtidos aos 22 meses (Figura 6). Porém a época em que a TIR se iguala a zero foi diferente para os clones em teste. Para o clone 1 a TIR se iguala a zero na idade de 3,3 anos. Para os clones 2 e 3 essas idades são de 4,1 e 4,5 anos, respectivamente. Ressalta-se que esses resultados foram obtidos por prognose, ou seja, são estimativas. Há a possibilidade de que as respostas observadas nessas estimativas não sejam confirmadas, em vista da juvenilidade dos dados usados para o cálculo das prognoses (22 meses).



**Figura 10.** Estimativa do Incremento Médio Anual de madeira de eucalipto (IMA) em função da idade e adubação para os clones 1, 2 e 3. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.



**Figura 11.** Taxa Interna de Retorno em função da idade e adubação para os clones 1, 2 e 3. APQ = adubação pesquisa; APT = adubação potencial; ATD = adubação tradicional.

## 7. CONCLUSÕES

- O clone 1 apresentou as maiores médias de produtividade de madeira;
- O clone 1 obteve maior produtividade com a adubação tradicional;
- O clone 2 obteve maior produtividade com a adubação potencial;
- Para o clone 3 não houve diferenças de produtividade de madeira para as adubações testadas;
- A adubação tradicional possibilitou a maior Taxa Interna de Retorno (TIR), independente dos clones e espaçamentos avaliados;
- As maiores TIRs foram obtidas no espaçamento 3,00 x 1,50 m;

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxfor: Pergamon Press, 1970.

BERGER, R., SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v.12, n.2, 2002.

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

BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.31, 1983.

CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. **Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales**. Roma: FAO, 1978.

COUTO, L.; BRANDI, R.M.; CONDÉ, A.R., PAULA NETO, F. Influência do espaçamento de *E. urophylla* de origem hírida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, MR. **Revista Árvore**, Viçosa, v.1, n.c, 1977.

EVANS, J. **Plantation forestry in the tropics**. Oxford: Claredon Press, 1992.

FISHER, R.F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of forest soils**. New York; Wiley, 2001.

FISHWICK, R.W. Estudos de espaçamentos e desbastes em plantações brasileiras. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 27, 1976.

LADEIRA, B.C.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma sequência de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25 n.1, 2001.

MORA, A.L. **Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus* no norte do estado da Bahia.** 1986. 101 p. (Mestrado em Ciências Florestais) . Universidade de São Paulo. Piracicaba 1986.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais.** 2.ed 386p. Viçosa: UFV, 2011.

STAPE, J.L. **Utilização de delineamento sistemático tipo Ílequeê no estudo de espaçamentos florestais.** 1995. 86 p. (Mestrado em Ciências Florestais) . Universidade de São Paulo. Piracicaba 1995.

SIMÕES, J.W.; LEITE, N.B.; BRANDI, G. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento.** Brasília: IBDF, 1981.

SILVA, C.R. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do estado de São Paulo.** 2005 51 p. (Mestrado em Ciências Florestais) . Universidade de São Paulo. Piracicaba 1995.

ZOBEL, B.J. ET AL., **Growing exotic plants.** New York: Wiley . Interscience, 1987.