

**MODELO DE CRESCIMENTO, COM VARIÁVEIS
AMBIENTAIS, PARA O IPÊ FELPUDO EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS**

CLARIÇA CACCIAMALI DE SOUZA

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, para a obtenção do título de
Mestre em Recursos Florestais, Área de
Concentração: Manejo Florestal.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo – Brasil

Agosto - 2004

**MODELO DE CRESCIMENTO, COM VARIÁVEIS
AMBIENTAIS, PARA O IPÊ FELPUDO EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS**

CLARIÇA CACCIAMALI DE SOUZA
Engenheira Florestal

Orientador: Prof. Dr. **Hilton Thadeu Zarate do Couto**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade
de São Paulo, para a obtenção do título de
Mestre em Recursos Florestais, Área de
Concentração: Manejo Florestal.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo – Brasil

Agosto - 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Souza, Clariça Cacciamali de

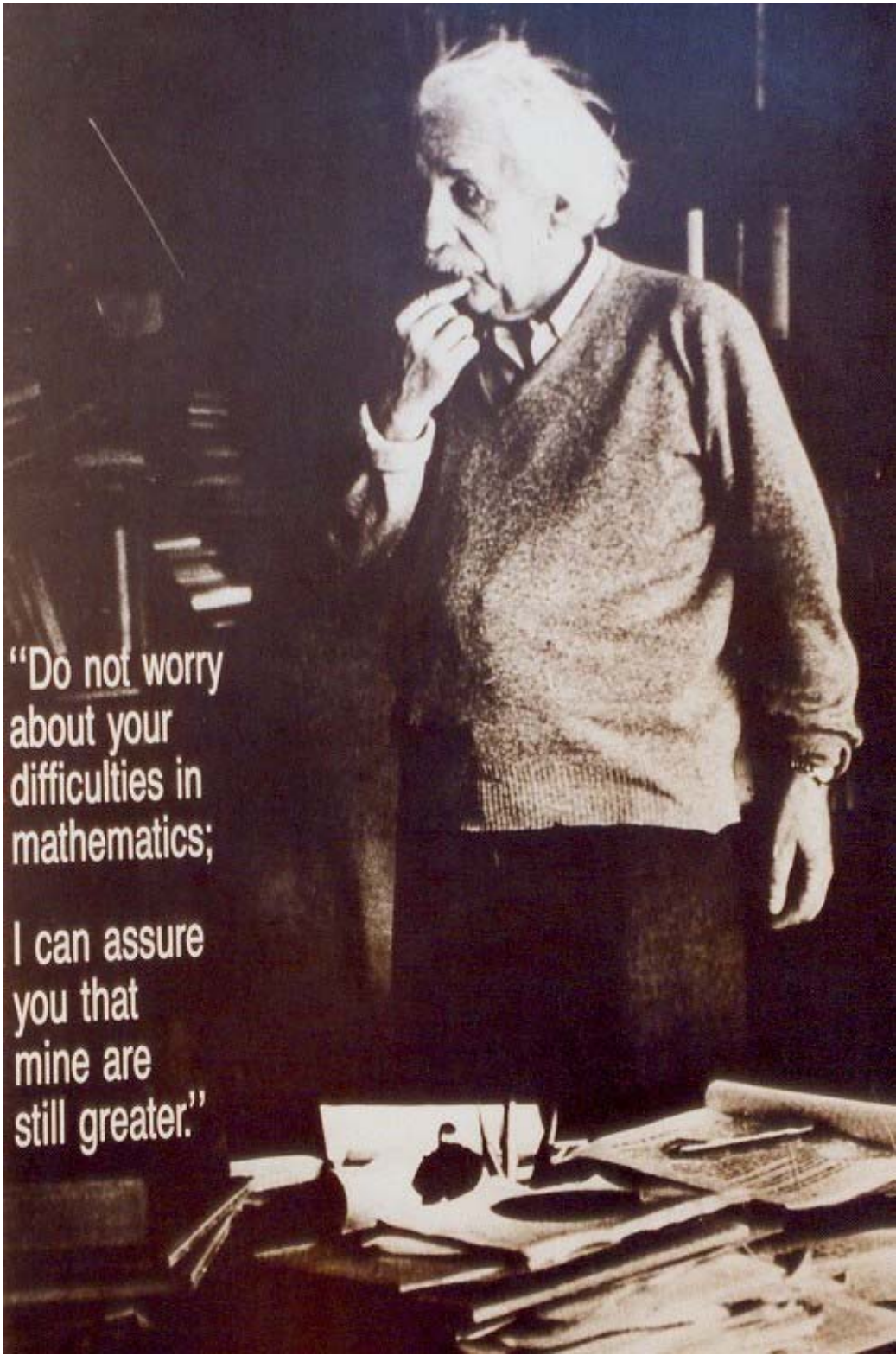
Modelo de crescimento, com variáveis ambientais, para o Ipê felpudo em diferentes
espaçamentos / Clariça Caccimali de Souza. - - Piracicaba, 2004.
96 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
Bibliografia.

1. Crescimento vegetal – Modelos 2. Espaçamento 3. Ipê-Felpudo 4. Manejo florestal
Povoamento florestal I. Título

CDD 0634.97354

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”



“Do not worry
about your
difficulties in
mathematics;
I can assure
you that
mine are
still greater.”

Ofereço esse trabalho ao Sr. Albert Einstein pelo cientista e ser humano que foi;

Aos meus avós Agnese e Enzo; Clery e Afonso, que plantaram a árvore da qual eu colho os frutos hoje;

Ao Amarildo, Seu Chico, Seu Zé e Grupo Florestal Monte Olimpo que me ensinaram boa parte do que sei;

À Natureza por suas complexidades e surpresas.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à Comissão de Apoio a Pesquisa (CAPES) pela bolsa de estudos concedida ao longo de 2 anos desse estudo;

Ao Dr. Renato de Moraes Jesus, ao Eng. Florestal Samir Rolim e à Cia. Vale do Rio Doce pelo apoio e concessão dos dados;

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pela orientação, amizade, aprendizado, carinho, companheirismo, e compreensão ao longo de 4 anos de trabalho;

Aos Professores Doutores João Luis Ferreira Batista e Paulo Justiniano Ribeiro Jr. pelo aprendizado e por nossas R-conversas;

Aos Professores Doutores José Luiz Stape e Durval Dourado Neto pelo aprendizado, carinho e participação em minhas bancas de qualificação e de defesa;

Ao Prof. Doutor José Roberto Scolforo pelo aprendizado;

A todos do Departamento de Ciências Florestais e da ESALQ/USP pela possibilidade de execução dessa pesquisa, carinho e amizade ao longo dos meus 9 anos de profissionalização;

Aos Funcionários Jefferson Lordelo Polizel, Evandro Dell Amatrice e José Martins por toda a ajuda, amizade e atenção;

Aos meus pais, José Sebastião e Maria Cristina, por caminharem comigo ao longo da minha formação profissional e me darem essa oportunidade;

À Thaia e Dirce pela amizade e amor;

À Fátima pelo incentivo e amizade;

Aos meus amigos Tuk, Gik, Dani Passos, Dani Pedroso, Adriana, Eros, Aresta, Gibi, Rica, Ângela, Audrei, Ana Paula, Beija, Butuk, Balã, Bromélia, Pinga, Christian, Cyra, Bako, Ivo, Tia Lydia, C. G., Fabio, Kandanga, Du Mato, Claudinha, Ex, Cris, Sissa, Mamona, Val, Márcio, Sorriso, Alexandre da RDP, Dú, Dedé, Laurão, Mura, Fábio, Pastel, Jucela, Fafá, Araucária, Sobra, Daniel, Ignácio, Ângela, Dona Ângela, Seu Francis, Santa, Juliana, Denise, Miriam, Etiqueta, Elisa, Ana Shiling, Lana, Dani Medeiros, Robson, Rastelo, Piri, Marina, Bolaxa, Patrícia, Paula, Pointer, Bronzina, Marcelo, Odila, Fatinha, Quinho, Melissa, Coxinha, Camila, Silvana, Marta, Tira, Παρτα, Pavor, Batata, Wagnão, Zequinha, Lara, Luis, Mardita, Por um Triz, De Sorte, Pepsi, Largada, Formiga, Kinha, meninas da Poisé, meninos da Arado e Covil, Colegas Acadêmicos, Cãopanheiro, Viviane, Maura e ao Fer por nunca me deixarem sozinha;

Aos músicos e cantores que estiveram comigo nos momentos de solidão;

Ao Breu e a Sofia pelo companheirismo e amor;

A Deus e todos que estão no céu olhando por mim.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3 INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DO IPÊ FELPUDO (<i>Zeyhera tuberculosa</i> (Vell) Bur) AOS 15 ANOS.....	6
Resumo.....	6
Summary.....	7
3.1 Introdução.....	8
3.2 Revisão de Literatura.....	10
3.2.1 A Importância do Espaçamento para Plantios Florestais.....	10
3.2.2 Crescimento e Espaçamento com Espécies Nativas.....	13
3.3 Material e Métodos.....	16
3.3.1 Caracterização da Área.....	16
3.3.2 Caracterização do Ensaio.....	16
3.3.3 Coletas de Dados.....	19
3.3.4 Análise dos Tratamentos.....	20
3.4 Resultados e Discussão.....	20
3.4.1 Análise do Volume (m ³ /ha) Médio para os Espaçamentos Estudados...	20
3.4.2 Análise de DAP (cm) Médio para os Espaçamentos Estudados.....	28

3.4.3	Análise da Altura (m) Média para os Espaçamentos Estudados.....	33
3.4.4	Análise da Área Basal (m ² /ha) Média para os Espaçamentos Estudados.....	38
3.4.5	Incremento Médio Anual (IMA– m ³ /ha/ano) para os Espaçamentos Estudados.....	43
3.4.6	Incremento Corrente Anual (ICA-m ³ /ha/ano) para os Espaçamentos Estudados.....	47
3.5	Conclusões.....	51
4	MODELO DE CRESCIMENTO PARA O IPÊ FELPUDO (<i>Zeyhera tuberculosa</i> (VELL) BUR) AOS 6 ANOS DE IDADE.....	52
	Resumo.....	52
	Summary.....	53
4.1	Introdução.....	54
4.2	Revisão de Literatura.....	55
4.2.1	A Modelagem de Florestas.....	56
4.2.2	O Crescimento e o Clima.....	62
4.2.3	A Água e as Plantas.....	66
4.2.4	A Temperatura e as Plantas.....	70
4.3	Material e Métodos.....	72
4.3.1	Coletas de Dados.....	72
4.3.2	Análise dos Dados.....	72
4.3.2.1	<i>Análise dos Dados Climáticos</i>	72
4.3.2.2	<i>A Modelagem Florestal do Experimento</i>	73
4.3.3	O Processo de Modelagem.....	74
4.3.4	A Validação dos Modelos.....	75
4.4	Resultados e Discussão.....	75
4.4.1	Análise do Clima.....	75
4.4.1.1	<i>Análise da Precipitação (mm) Total Anual</i>	75

<i>4.4.1.2 Análise da Deficiência Hídrica (mm)</i>	76
<i>4.4.1.3 Análise da Temperatura (°C)</i>	77
<i>4.4.1.4 Variáveis Seleccionadas pela Regressão Passo-a-Passo</i>	78
4.5 Conclusões.....	83
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

MODELO DE CRESCIMENTO, COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS, PARA O IPÊ FELPUDO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Autora: CLARIÇA CACCIAMALI DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO

RESUMO

O Ipê Felpudo (*Zehyera tuberculosa* (Vell) Bur) é uma espécie nativa, pioneira que possui um alto potencial silvicultural. Essa está ameaçada de extinção devido ao caráter extrativista e predatório da exploração florestal brasileira. A eliminação de complexos ecossistemas florestais por atividades agrícolas, agropecuárias, madeireiras e industriais tem levado a drásticas reduções da base genética dessa essência. O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob aspectos tecnológicos, silviculturais e econômicos. Esse influencia na morfologia e crescimento das árvores. O espaçamento ótimo é aquele que concorrerá para o maior volume do produto e a qualidade almejada. A modelagem florestal inicia-se no inventário de parcelas permanentes que sofrem remedições, pois as florestas são um sistema biológico que está sempre em mudanças e, necessita-se da projeção destas mudanças para que se possa tomar decisões necessárias a fim de ser executado um manejo adequado nesse ecossistema. As decisões de manejo são

baseadas em informações sobre as situações atuais e futuras dos povoamentos. Os objetivos desse trabalho são: analisar um experimento com 6 diferentes espaçamentos; definir um modelo de crescimento para a espécie, em função de variáveis do povoamento e climáticas coletadas na Estação Experimental de Linhares, Espírito Santo.

GROWTH MODEL, WITH AMBIENTAL VARIABLES, FOR IPÊ FELPUDO IN DIFFERENT PLANTATION DENSITIES

Author: CLARIÇA CACCIAMALI DE SOUZA

Adviser: Prof. Dr. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO

SUMMARY

The Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) is a native and pioneer species, which possesses a high silvicultural potencial. It has been threatened of extinguishing due the intense predatory extraction of the Brazilian forestry exploitation. The elimination of the complex forestry ecosystem for agricultural, farming, lumber and industrial activities has induced to the drastic reductions of it's genetic base. Plantation density is one of the most important factor or is the most important factor has a great importance for the development of the trees under technological, sivicultural and economic aspects. It influences in the morphological and trees growth. The excellent plantation density is the one that will concur for the biggest volume of the product and it's quality. Forest modeling initiates through the inventory of permanent plots that suffer remeasures, therefore, forests are biological systems that are always changing and requires a projection of these changes, in order to permit executing management adjustments in this ecosystem. This decisions are based on

information of the current and future situations of the stand. The purposes of this work are: to analyze an experiment with 6 different plantation densities; to define a growth model for this species, with stand and climatic variables, collected in the Experimental Station of Linhares, Espírito Santo.

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Foto da inflorescência da espécie.....	5
2 Foto do experimento em espaçamentos menores, aos 15 anos de idade (2002).....	18
3 Foto do experimento em espaçamentos maiores, aos 15 anos de idade (2002).....	19
4 Volume médio de madeira por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados.....	21
5 Volume (m ³ /ha) médio no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	24
6 Volume (m ³ /ha) médio no 13ºano, para os espaçamentos estudados.....	27
7 DAP médio por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados.....	28
8 DAP (cm) médio no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	30
9 DAP (cm) médio no 13ºano, para os espaçamentos estudados.....	32
10 Altura média por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados.....	33
11 Altura (m) média no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	35
12 Altura (m) média no 13ºano, para os espaçamentos estudados.....	37
13 Área basal média por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados..	39
14 Área basal (m ² /ha) média no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	41
15 Área basal (m ² /ha) média no 13ºano, para os espaçamentos estudados....	43
16 IMA por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados.....	44
17 IMA (m ³ /ha) no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	46
18 IMA (m ³ /ha) no 13ºano, para os espaçamentos estudados.....	47
19 ICA por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados.....	48

20 ICA (m ³ /ha) no 6ºano, para os espaçamentos estudados.....	49
21 ICA (m ³ /ha) no 13ºano, para os espaçamentos estudados.....	50
22 Classificação de modelos utilizados em florestas, adaptado de Peng (2000).....	58
23 Representação do ciclo de modelagem, verificação e validação, adaptação de Rykiel (1996).....	61
24 Precipitação (mm) ao longo de 6 anos do experimento.....	76
25 Deficiência hídrica (mm) ao longo 6 anos do experimento.....	77
26 Temperatura (°C) ao longo de 6 anos do experimento.....	78
27 Comparação entre os dados observados e preditos para os modelos estudados.....	81
28 Estudos dos resíduos dos modelos não logaritmizado (à esquerda) e logaritmizado (à direita), para todos os tratamentos.....	82

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Análise do 1º desbaste para volume (m ³ /ha) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	22
2 Estatísticas do 6º ano para volume (m ³ /ha) médio.....	23
3 Análise do 2º desbaste para volume (m ³ /ha) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	24
4 Estatísticas do 13º ano para volume (m ³ /ha) médio.....	26
5 Análise do 1º desbaste para DAP (cm) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	29
6 Estatísticas do 6º ano para DAP (cm) médio.....	30
7 Análise do 2º desbaste para DAP (cm) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	31
8 Estatísticas do 13º ano para DAP (cm) médio.....	32
9 Análise do 1º desbaste para altura (m) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	34
10 Estatísticas do 6º ano para altura (m) média.....	35
11 Análise do 2º desbaste para altura (m) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	36
12 Estatísticas do 13º ano para altura (m) média.....	37
13 Análise do 1º desbaste para área basal (m ² /ha) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	39
14 Estatísticas do 6º ano para área basal (m ² /ha) média.....	40

15	Análise do 2º desbaste para área basal (m^2/ha) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	41
16	Estatísticas do 13º ano para área basal (m^2/ha) média.....	42
17	Análise do 1º desbaste para IMA ($m^3/ha/ano$), percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	45
18	Análise do 2º desbaste para IMA ($m^3/ha/ano$), percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	46
19	Análise do 1º desbaste para ICA ($m^3/ha/ano$), percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	48
20	Análise do 2º desbaste para ICA ($m^3/ha/ano$), percentual de árvores remanescentes e desbastadas.....	49
21	Variáveis selecionadas para o modelo proposto, sendo a variável dependente o volume.....	79
22	Variáveis selecionadas para o modelo proposto, sendo a variável dependente Ln de volume.....	80

1 INTRODUÇÃO

Essa dissertação foi elaborada a partir de um experimento realizado com Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur.), implantado em 1988, na Estação Experimental de Linhares, pertencente a Cia. Vale do Rio Doce.

Nesta realizou-se uma análise de variância, para identificar a diferença entre os seis espaçamentos determinados aos 15 anos de condução do experimento. Possibilitando a indicação de um espaçamento para plantio futuros dessa árvore.

Também, estudou-se a modelagem de crescimento deste plantio, com dados até os 6 anos, pois a partir dessa data foram realizados desbastes que influenciaram no número de indivíduos no experimento. Utilizou-se para tal a metodologia da regressão passo-a-passo, onde as variáveis independentes foram altura, DAP, idade, área basal e variáveis climáticas medidas na própria Estação Experimental.

O crescimento, aos 6 anos de idade, não foi afetado pelas variáveis climáticas testadas (precipitação, precipitação acumulada, deficiência hídrica, deficiência hídrica acumulada, temperaturas máxima, média e mínima). Pois, a região estudada é zona de ocorrência natural da espécie, estando os indivíduos adaptados as variações climáticas do local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur), segundo Lorenzi (1992), tem a sinonímia botânica de *Bignonia tuberculosa* Vell., Seus nomes populares são: Ipê Tabaco, Ipê Felpudo, Bucho de Carneiro, Bucho de Boi, Bolsa de Pastor, Camaruçu, Ipê Bóia, Ipê Cabeludo, Ipê Cumbuca, Ipê Una, Velame do Mato e Saco de Carneiro. Em geral, possui a altura entre 15 a 23 m, com tronco revestido por casca espessa de até 5 cm e atinge de 40 a 60 cm de diâmetro.

Suas folhas são compostas com 40 a 60 cm de comprimento, sustentadas por pecíolo de 20 a 25 cm, seus folíolos são em número de 5, de característica denso-pubescente, podendo atingir até 25 cm de comprimento. Ocorre no Espírito Santo, Minas Gerais até o norte do Paraná nas florestas pluviais atlânticas e semidecíduas da Bacia do Paraná.

Tem madeira leve, resistente, flexível, de alta durabilidade, seu albúrnio é claro e espesso. Apresenta qualidade regular, sendo própria para obras internas, construção civil, cabos de ferramentas e de instrumentos agrícolas, moirões, papel e lenha. A árvore é muito ornamental, sendo muito utilizada para paisagismo pela sua elegância.

Possui uma facilidade de multiplicação e rapidez de crescimento, não podendo faltar nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente.

Essa árvore é uma planta semidecídua, heliófila, pioneira, encontrada principalmente em solos de média a alta fertilidade, tem ocorrência tanto em formação secundária como no interior da mata primária densa e apresenta uma rara frequência em toda a área de dispersão. Floresce durante os meses de novembro a janeiro e seus frutos estão maduros no período de julho a setembro.

Luz & Ferreira (1985), relataram o desenvolvimento de um programa de conservação e determinação da variabilidade genética, estudando a biologia e características silviculturais do Ipê Felpudo para desenvolver técnicas que viabilizem a utilização da mesma, que fora escolhida devido seu alto potencial silvicultural.

Essa essência nativa suporta bem estiagens prolongadas e geadas. Em condições naturais, forma "Matas de Ipê Felpudo" chegando a atingir de 50 a 100 indivíduos adultos por hectare e centenas de indivíduos mais jovens.

Geralmente, está associada à aroeira, Jacarandá da Bahia, Copaíba, Angicos, Jjatobás, Cedros e outros Ipês. Forma naturalmente populações homogêneas, tem grande plasticidade, é de fácil propagação, rebrota, tem bom pegamento de muda e pode ser usado para o paisagismo.

Luz et al. (1985), avaliaram aos 12 meses um teste de 5 procedências de Ipê Felpudo e as procedências de Jaboticatubas e Lagoa Santa, ambas em Minas Gerais, diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade das demais para a altura média das plantas. Foi evidenciado nessa avaliação que mais de 45% das plantas ultrapassaram 1m de altura, sendo que 20% atingiram

1,5 m e 7% superaram 2,0 m e a sobrevivência média foi de 92% mesmo com um longo período de estiagem que seguiu o plantio.

Viana et al. (2002), procederam um estudo em Minas Gerais sobre espécies florestais que fossem aptas a participar de sistemas silvopastoris, isto é, sistemas de produção agrícola que tenham a atividade pastoril consorciada a silvicultura, otimizando o uso da terra, reduzindo os custos de manutenção e mantendo e/ou aumentando a conservação do local. Analisado a essência nativa em questão foram obtidos ótimos resultados. Esses foram: ótima regeneração natural da mesma; a alta digestibilidade e valor nutricional de suas folhas; uma vez estabelecida as arvoretas do experimento, com aproximadamente 3 m de altura, elas permitiram que houvesse o estabelecimento de outras espécies florestais; por ser caducifólia, nas estações secas, compete menos com as gramíneas do pasto e outras essências.



Figura 1 - Foto da inflorescência da espécie

3 INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DO IPÊ FELPUDO (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) AOS 15 ANOS DE IDADE

Resumo

O Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) é uma espécie nativa, pioneira que possui um alto potencial silvicultural. Essa está ameaçada de extinção devido ao caráter extrativista e predatório da exploração florestal brasileira. A eliminação de complexos ecossistemas florestais por atividades agrícolas, agropecuárias, madeireiras e industriais tem levado a drásticas reduções da base genética dessa essência. O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob aspectos tecnológicos, silviculturais e econômicos. Esse influencia na morfologia e crescimento das árvores. O espaçamento ótimo é aquele que concorrerá para o maior volume do produto e a qualidade almejada. O objetivo desse trabalho é analisar um experimento com 6 diferentes espaçamentos.

THE INFLUENCE OF PLANTATION DENSITY IN THE GROWTH OF IPÊ FELPUDO (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) AT THE AGE OF 15 YEARS

Summary

The Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) is a native and pioneer species, which possesses a high silvicultural potencial. It has been threatened of extinguishing due the intense predatory extraction of the Brazilian forestry exploitation. The elimination of the complex forestry ecosystem for agricultural, farming, lumber and industrial activities has induced to the drastic reductions of it's genetic base. Plantation density is one of the most important factor or is the most important factor has a great importance for the development of the trees under technological, sivicultural and economic aspects. It influences in the morphological and trees growth. The excellent plantation density is the one that will concur for the biggest volume of the product and it's quality. The purpose of this work is to analyze an experiment with 6 plantation densities.

3.1 Introdução

Segundo Ferreira & Luz (1985), o Ipê Felpudo é classificado como uma espécie pioneira, encontrada entre os paralelos 7° e 25° Sul do litoral ao interior, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás e Bahia. Adapta-se a climas tropicais secos no interior, úmidos no litoral, e frios mais ao sul e nos topos de serra.

Essa essência nativa está ameaçada de extinção devido à destruição dos seus ecossistemas naturais, através da atuação humana em atividades agropecuárias, madeireiras e de carvoaria (Viana, 1982).

Reúne várias características básicas necessárias ao seu uso em reflorestamentos que resultam num alto potencial silvicultural a ser estudado e aproveitado. Alguns desses potenciais são: rápido crescimento, grande porte, crescimento monopoidal, boa desrama natural, tem grande competitividade com outras espécies pioneiras, é uma espécie frugal, forma populações homogêneas naturalmente, tem grande plasticidade, é fácil propagá-la, rebrota, suas mudas tem bom pegamento, pode ser utilizada em paisagismos e em sistemas silvipastoris (Ferreira & Luz, 1985; Viana et al., 2002).

O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológicos, silviculturais e econômicos. Esse influencia na morfologia e crescimento das árvores. Há muitos fatores como forma de crescimento do sistema radicular, crescimento da parte aérea,

desrama natural, fertilidade do solo, que condicionam o espaçamento a ser utilizado.

Miranda (1997) e Couto et al. (1977) afirmam que o espaçamento ótimo é aquele que concorrerá para maior volume do produto, em tamanho, forma e qualidade das árvores desejadas.

Em espaçamentos menores, o volume total de madeira por hectare é maior, todavia, o diâmetro das árvores é pequeno. Espaçamentos mais abertos aumentam o diâmetro dos indivíduos, contribuem para que haja o menor número de árvores dominadas, facilitam a mecanização e as futuras explorações de madeira na floresta (Miranda, 1997; Pereira et al. 1983; Rezende et al., 1983; Chaves, 1997).

O maior volume cúbico de madeira é obtido em florestas plantadas densas, pois essas atingem a plena ocupação do local tão cedo quanto possível. O objetivo real é atingir a produção ótima em termos de material utilizável e não maximizá-la volumetricamente. Logo, o espaçamento das plantações florestais não deve ser rígido para cada espécie ou local. Há a necessidade de que ele seja determinado para cada situação, baseando-se em considerações, tais como, local de plantio, hábitos de crescimento da espécie, sobrevivência esperada, objetivo dos produtos, futuros tratos culturais, e tipos de equipamentos a serem empregados no corte e remoção de madeira.

No trabalho de Couto et al. (1977), foram analisados experimentos com *Eucalyptus urophylla*, na região de Coronel Fabrício, Minas Gerais. Esse experimento foi analisado nas idades de 31 a 93 meses. Foram observados os seguintes resultados: (i) em todas as idades estudadas o espaçamento

influenciou o crescimento em altura. Foram encontrados valores maiores para altura média dos tratamentos com espaçamentos mais amplos; (ii) houve influência do espaçamento no crescimento diamétrico das árvores, em espaçamentos maiores constatou-se diâmetros médios maiores; (iii) a área basal média por hectare sofreu influência dos espaçamentos em todas idades e essa decresce em função do aumento do espaçamento; (iv) o volume médio por hectare também sofreu influência dos espaçamentos e as menores produções volumétricas correspondendo aos espaçamentos mais amplos e que povoamentos mais densos, em espaçamentos menores atingiu-se o volume do sítio mais rapidamente, entretanto, as árvores mais espaçadas utilizam completamente o espaço disponível para crescerem; (v) por fim, o crescimento volumétrico por hectare foi substancialmente o mesmo em todos os tratamentos.

O objetivo desse trabalho é verificar se há influência do espaçamento de plantio no crescimento do Ipê Felpudo.

3.2 Revisão de Literatura

3.2.1 A Importância do Espaçamento para Plantios Florestais

O espaçamento, segundo Stape et. al. (1989), é influenciado pelos fatores abióticos do meio, pois esses governam a disponibilidade dos fatores produtivos como água, luz e nutrientes. Quanto menor a disponibilidade de cada um desses, menor será a capacidade de suporte do sítio, aumentando a necessidade de maiores espaçamentos. Entretanto, mesmo que todos esses fatores estejam em abundância, o comportamento de diferentes espécies exigirá um espaçamento adequado. O delineamento de plantio condiciona para

cada espécie e sítio o número de tratos culturais a serem efetuados, o volume de madeira produzido, o sortimento de madeira, a taxa de mortalidade e dominância, a idade de estagnação e de corte, as práticas de exploração e manejo, a densidade básica e percentagem de casca, o volume de copa, galhos e frutificação, dentre outros. Outro aspecto importante do espaçamento refere-se à sua utilização de forma alternativa (locação de carregadores internos), permitindo facilitar uma exploração futura, bem como, concentrar em determinados locais os danos causados ao solo pelas máquinas pesadas utilizadas nas atividades florestais.

Rezende et al. (1983), observaram num experimento com *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, que o crescimento das árvores de ambas espécies avaliado através da altura, diâmetro e volume foi afetado de maneira significativa pelos espaçamentos. Nas parcelas plantadas os diâmetros tenderam a aumentar com o aumento do espaçamento e os volumes tiveram tendência inversa.

Já Pereira et al. (1983), estudando cinco novos modelos de espaçamentos para *Eucalyptus grandis*, verificaram um aumento de altura média em espaçamentos mais adensados, pois há uma intensa competição entre plantas em busca de luz, estimulando o crescimento em altura. Com relação ao diâmetro verificou-se uma tendência de aumento desse com a redução de número de plantas/ha. Em espaçamentos mais amplos, devido a maior disponibilidade de área para o desenvolvimento das plantas, essas se desenvolveram mais em diâmetro até que se iniciasse a competição por luz. No que se trata de sobrevivência, até a idade de três anos não houve muita diferença, entretanto, com o passar dos anos houve a tendência de, em

espaçamentos mais reduzidos, aumentar o percentual de falhas, pela razão de ter um maior número de árvores dominadas.

Amateis et al. (1987), estudando diferentes espaçamentos para *Pinus taeda* nos Estados Unidos, afirmam que a análise adequada para um delineamento experimental é de suma importância para o bom manejo de um povoamento florestal. Será a partir dessa análise que se estabelecerá o número ótimo de plantas para uma produção, que tenha por objetivo diferentes produtos. O estudo de diferentes espaçamentos fornece valiosas informações sobre o crescimento juvenil, mortalidade, efeitos da densidade na altura e diâmetro, além de proporcionar estudos sobre hipóteses da relação entre o crescimento e a produtividade.

Em resumo, segundo as literaturas citadas acima, quanto menor o espaçamento utilizado:

- ✓ Maior produção de madeira fina;
- ✓ Maior a densidade populacional;
- ✓ Maior o percentual de falhas;
- ✓ Maior a área basal/ha e o volume/ha;
- ✓ Maior o custo da implantação;
- ✓ Menor a altura, o DAP e o volume/árvore;

- ✓ Menor será a idade que a árvore será cortada;
- ✓ Menor será o tempo à estagnação do povoamento.

3.2.2 Crescimento e Espaçamentos com Espécies Nativas

Pinheiro et al. (1982), analisaram um plantio misto de Pau Jacaré e Guarantã, plantado no espaçamento de 1,00 x 1,50 m com as espécies intercaladas em linhas de plantio. Visaram conhecer a intensidade e adaptação quanto a sociabilidade entre ambas as espécies. Nesse estudo foram obtidos os seguintes resultados: 50% das árvores de Pau Jacaré mostravam a presença do fungo conhecido como "orelha de pau". Esse fungo não foi encontrado em nenhum indivíduo de Guarantã. As árvores de Guarantã estavam mais vigorosas que as de Pau Jacaré, embora estivessem com o crescimento mais lento. Com relação às áreas das copas o Guarantã se mostrou superior. O Pau Jacaré apresentou maiores valores dendrométricos, todavia, em decorrência ao ataque de fungos, o Guarantã tende a se sobressair com o tempo.

Coelho et al. (1982), estudaram o comportamento silvicultural da Ibirá-Puitá, em três diferentes espaçamentos, durante oito anos de observações. Após esse período, foi feita a primeira análise do experimento. Verificou-se que não há diferença significativa entre os tratamentos nem para altura e nem para diâmetro. Logo, conclui-se que os tratamentos escolhidos ainda não proporcionaram competição entre os indivíduos.

Nogueira et al. (1982), coletaram informações sobre o Araribá Amarelo em três diferentes espaçamentos. Os resultados estatísticos revelaram que não houve diferença significativa entre altura (m) e volume com casca (m³) para os

tratamentos estudados. Entretanto, houve diferença entre os DAP, ao nível de 5% de probabilidade, e o espaçamento de 3,00 x 2,50 m foi superior que os demais.

Souza et al. (1982), analisaram um teste de espaçamento de Canela Imbuia, instalado na floresta de Angatuba-SP em 1975. Não foram evidenciadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, à altura, ao volume e ao DAP. A geada é um fator limitante para o crescimento dessa espécie, essa deveria ser cultivada sob pioneiras, evitando dessa maneira efeitos danosos como esse.

Zanatto et al. (1982) avaliaram três tratamentos, (A 3,00 X 1,50 m; B 3,00 x 2,00 m; C 3,00 x 2,50 m) de Jequitibá Vermelho, implantados em 1975. Com a análise desse experimento, constatou-se que não houve diferença estatística entre as alturas, entretanto, o DAP diferiu estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade. Nos maiores espaçamentos foram encontrados os maiores DAP. Os volumes também apresentaram diferença estatística entre si ao nível de 5%, nos espaçamentos maiores esse foi superior. Nesse trabalho foi concluído que o espaçamento de 3,00 x 2,50 m o mais indicado para essa espécie, pois apresentou maiores produções nos três espaçamentos testados. As árvores analisadas apresentaram crescimento monopoidal, boa forma e desrama natural satisfatória.

Nogueira et al. (1982) analisaram um ensaio de cinco espaçamentos com Cabreúva em Bauru-SP, instalado em 1964. Em 1978 foi feito um desbaste das plantas inferiores nesse experimento, então foram conduzidos os exemplares de fuste aproveitável. A análise de variância revelou haver a diferença estatística significativa para os espaçamentos ao nível de 1% de probabilidade. O espaçamento de 3,00 x 3,00 m apresentou alturas significativamente inferiores

aos demais espaçamentos ao nível de 5% de probabilidade. Os DAP médios diferiam entre si, significativamente, ao nível de 1% de probabilidade. Com isso concluíram que o espaçamento de 3,00 x 3,00 m apresentou valores inferiores aos demais espaçamentos. Recomenda-se para a essência o espaçamento de 2,00 x 2,00 m.

Nogueira e Siqueira (1976) estudaram um experimento de Peroba Rosa implantado em 1964, em Bauru, com duas procedências, uma de: Bauru-SP e a outra de Alvorada do Sul-PR. As duas procedências não apresentaram diferença estatística em relação ao DAP. Entretanto, houve diferença estatística na análise das alturas ao nível de 1% de probabilidade. Isso ocorreu, pois as plantas oriundas do PR se comportaram de maneira diferente das de SP.

Aguiar et al. (1992) avaliaram um experimento com três diferentes espaçamentos de Cumbaru, instalado em 1971 no Campus de Jaboticabal-FCAV-UNESP. Nesse estudo, concluíram que a sobrevivência das árvores não foi afetada pelos diferentes espaçamentos testados. A altura das árvores apresentou diferença estatística e o espaçamento de 3,00 x 2,00 m foi superior. Já o DAP aumentou conforme o espaçamento era mais amplo.

Jesus & Garcia (1992), analisaram um teste de seis espaçamentos para Ipê Felpudo aos 49 meses. Obtiveram os seguintes resultados: os menores espaçamentos (1,41 x 1,41 m e 2,00 x 2,00 m) diferiam dos demais, pois apresentavam as maiores médias de volume anuais. O maior espaçamento é muito inferior aos demais nesse quesito. Concluíram que essa essência nativa apresenta um grande potencial silvicultural, devido ao seu rápido crescimento inicial, desrama natural e boa resistência a pragas e doenças. Já o espaçamento

de 4,00 m², apresentou o maior volume médio por hectare. Aos 48 meses ainda não havia um padrão de crescimento para a espécie nas condições do ensaio.

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Caracterização da Área

O ensaio está localizado na Estação Experimental de Linhares, pertencente à Cia. Vale do Rio Doce, entre os municípios de Linhares e Jaguaré. Estando ao norte do estado do Espírito Santo, nas coordenadas geográficas 19° 06' S e 39° 45' W.

O clima é classificado por Koppen-Geiger como Af com temperaturas elevadas sem estação seca e temperaturas sempre maiores que 20°C. A temperatura média anual é de 23,6°C, a precipitação média anual é de 1000 mm e a altitude de 35 m.

O solo tem predominância de Argissolo (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo, segundo EMBRAPA, 1999) e a análise química do solo realizada em 1988 (Jesus & Garcia, 1992) revela que o pH médio do solo é 5,35 e o percentual médio de matéria orgânica é 1,47 para os três blocos instalados.

3.3.2 Características do Ensaio

A área do experimento é de 1,45 ha com bordadura dupla, tendo sido implantada em janeiro de 1988. São seis espaçamentos diferentes no delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições para cada tratamento. Esses são: 1,41 x 1,41 m; 2,00 x 2,00 m; 2,45 x 2,45 m; 2,83 x

2,83 m; 3,16 x 3,16 m e 3,46 x 3,46 m. O que corresponde ao plantio de 5030 árvores/ha, 2500 árvores/ha, 1666 árvores/ha, 1249 árvores/ha, 1001 árvores/ha e 835 árvores/ha, respectivamente.

Foram feitas medições anuais nos meses de janeiro a partir do ano de 1989 e nesse estudo foram analisadas as medições do 1989 a 2002, ou seja, 15 anos.

Apenas as árvores centrais foram mensuradas e o número de árvores úteis mensuráveis é de 169 no tratamento de espaçamento 1,41 x 1,41 m (1,99 m²/árvore); 64 no tratamento de 2,00 x 2,00 m (4,00 m²/árvore); 36 árvores no de 2,45 x 2,45 m (6,00 m²/árvore); 25 árvores no de 2,83 x 2,83 m (8,01 m²/árvore); 16 árvores no 3,16 x 3,16 m (9,98 m²/árvore); e 9 no tratamento 3,46 x 3,46 m (11,97 m²/árvore).

O experimento foi adubado com 15Kg/ha de superfosfato simples (18% de P₂O₅) no plantio. Os tratos culturais ao longo do processo foram capinas químicas com herbicida a base de glifosato, roçadas manuais, controle de formigas com iscas a base de dodecacloro e dois desbastes ao longo desses 15 anos de experimentação. Sendo um no 6º ano e outro no 13º ano.

As medições de circunferência foram feitas com fita métrica a altura do peito (1,30 m do nível do solo), as de altura foram colhidas com vara. As mudas foram produzidas no viveiro da Reserva Experimental de Linhares, com sementes colhidas no próprio local. As Figuras 2 e 3 apresentam os espaçamentos menores e maiores em 2002, do experimento.



Figura 2 - Foto do experimento em espaçamentos menores, aos 15 anos de idade (ano 2002)



Figura 3 - Foto do experimento em espaçamentos maiores, aos 15 anos de idade (ano 2002)

3.3.3 Coletas de Dados

Foram coletados dados referentes à circunferência a altura do peito (CAP), altura das árvores, forma das árvores (árvore morta, reta – padrão poste, retidão com alguns defeitos, levemente tortuoso, tortuoso, mal formada ou raquítica), sanidade (árvore morta, ausência de doença, pouco doente, muito doente) e situação (bifurcada, morta aproveitável, falha, morta normal e quebrada).

Além dos dados experimentais, foram coletados dados climáticos mensais da estação meteorológica local. Esses foram: temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$),

temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), precipitação (mm), velocidade do vento (m/s), insolação (horas/dia), umidade e direção do vento.

3.3.4 Análise dos Tratamentos

Para verificar se há diferença entre os seis tratamentos utilizados, foram realizados uma análise de variância (ANOVA) e um teste Tukey com a intenção de classificá-los, caso houvesse a diferença entre os tratamentos.

O teste F considera duas hipóteses relativas às médias de tratamento:

H_0 (hipótese de nulidade): $m_1=m_2=\dots=m_n$

em que:

$m_1\dots m_n$ são as médias dos tratamentos

H_a : Há diferença entre pelo menos duas médias de tratamento.

A estatística F é dada por:

$F=(\text{Quadrado médio do tratamento}/\text{Quadrado médio do resíduo})$

Esse procedimento foi utilizado para as variáveis: volume médio por hectare (m^3/ha), altura média por hectare (m), DAP médio por hectare (cm) e área basal média por hectare (m^2/ha). Então, o incremento médio anual - IMA ($m^3/ha/ano$) e incremento corrente anual - ICA ($m^3/ha/ano$), foram analisados.

3.4 Resultados e Discussão

3.4.1 Análise do Volume (m^3/ha) Médio para os Espaçamentos Estudados

Observa-se na Figura 4 que os tratamentos de 1,41 x 1,41 m e 2,00 x 2,00 m se ressaltam dos demais até o 6º ano, produzindo em média, nessa idade, 78,95 m³/ha e 78,51 m³/ha, respectivamente.

Pode-se notar, pela análise da figura em questão, que na figura abaixo que há dois pontos de máximo volume a serem estudados. Ambos foram atingidos antes dos desbastes efetuados no 6º e 13º anos. Esses pontos serão apresentados nas Tabelas 1 e 3. Já nas Tabelas 2 e 4, serão apresentados os resultados das análises estatísticas efetuadas, nas idades de desbaste.

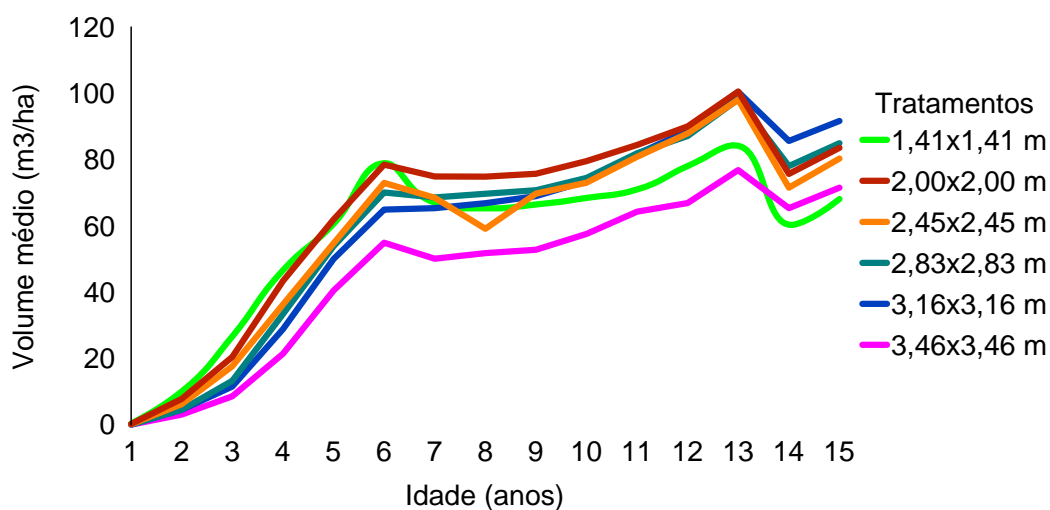


Figura 4 - Volume médio de madeira por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Tabela 1. Análise do 1º desbaste para volume (m³/ha) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Volume(m ³ /ha)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastadas(%)
1,41 x 1,41 m	6	78,95	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	66,99	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	78,51	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	74,95	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	72,99	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	68,50	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	70,08	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	68,59	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	64,91	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	65,39	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	54,94	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	50,11	619	74,08	74,00	26,00

No primeiro tratamento houve o desbaste de 38,56% das árvores e uma redução de volume de 15,15%. No tratamento de 2,00 x 2,00 m foram desbastados 29,14% dos seus indivíduos, já seu volume decaiu 4,53%. No próximo tratamento, a redução de árvores no campo foi de 28,04% e de volume foi de 6,15%.

Já no tratamento de 2,83 x 2,83 m, o desbaste foi de 25,68% e o volume teve uma queda de 2,13%. No tratamento de 3,16 x 3,16 m o desbaste foi de 20,83% e o volume aumentou 0,74%, devido o melhor estabelecimento das árvores nesse espaçamento. Para o último tratamento, o desbaste foi de 26,00% e o volume reduziu, aproximadamente, 8,79%.

Mesmo com a realização do desbaste, o tratamento de 3,16 x 3,16 m apresentou um aumento de 0,74% de volume. O que é um bom indicativo para esse delineamento experimental, pois há uma melhor produção volumétrica nele. A maior redução de volume ocorreu no primeiro tratamento, por outro lado, a menor redução ocorreu no tratamento de 2,83 x 2,83 m.

O volume médio das árvores por hectare no sexto ano é dado por: volume (m^3/ha) dividido pela quantidade de indivíduos no campo (árvores/ha). Esses volumes foram: tratamento 1,41 x 1,41 m 0,017 ($m^3/árvore$); 2,00 x 2,00 m 0,035 ($m^3/árvore$); 2,45 x 2,45 m 0,044 ($m^3/árvore$); 2,83 x 2,83 m 0,057($m^3/árvore$); 3,16 x 3,16 m 0,065 ($m^3/árvore$); 3,46 x 3,46 0,066 ($m^3/árvore$). Com isso observa-se que quanto maior o espaçamento, mais rendimento (m^3/ha) é adquirido pelas árvores individualmente, devido o aumento de diâmetro conforme a literatura nos indica.

Tabela 2. Estatísticas do 6º ano para volume (m^3/ha) médio

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41	2,00 x 2,00	2,45 x 2,45	2,83 x 2,83	3,16 x 3,16	3,46 x 3,46
	m	m	m	m	m	m
Pr > F	0,0056**					
Teste	A	A	A	A	A	B
Tukey						
Média	78,95	78,51	72,99	70,08	64,91	54,94
C. V. %***	8,03					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo (teste F) ao nível de 1% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Na Tabela 2 pode-se observar que há diferença estatística, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos. O tratamento de espaçamento 3,46 x 3,46 m é o que tem menor produção volumétrica por hectare, produzindo 30,41% de volume a menos do que o tratamento que se destaca nessa data (1,41 x 1,41 m). O coeficiente de variação experimental de 8,03% nos indica que não há uma grande heterogeneidade entre os dados, estando dentro do

limite de 10% de probabilidade, recomendado pelos estatísticos para esse tipo de experimento.

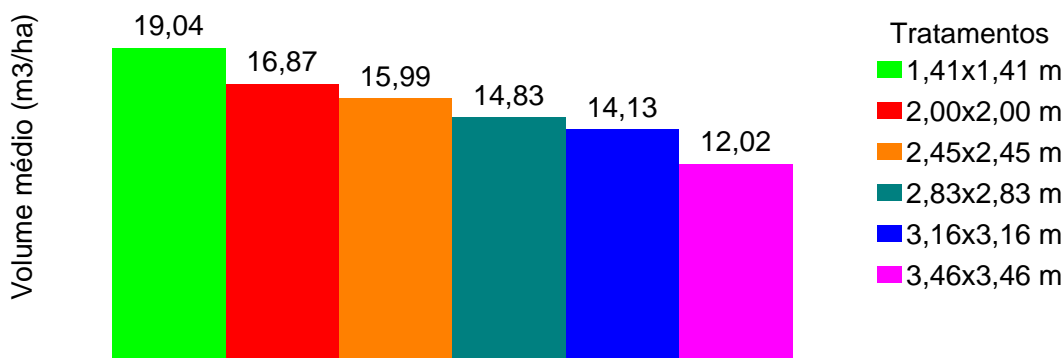


Figura 5 - Volume (m³/ha) médio no 6º ano, para os espaçamentos estudados

A Figura 5 acima nos demonstra a superioridade dos primeiros tratamentos para aquisição de volume. Esse fato ocorre, pois as árvores atingem a ocupação do espaçamento mais cedo, devido a intensa competição entre elas por luz e nutrientes, que os tratamentos de menores espaçamentos proporcionam.

Tabela 3. Análise do 2º desbaste para volume (m³/ha) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Volume(m³/ha)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastadas(%)
1,41 x 1,41 m	13	84,21	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	60,33	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	100,57	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	75,69	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	98,11	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	71,54	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	98,19	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	78,08	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	100,46	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	85,61	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	76,84	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	65,36	402	48,15	65,00	35,00

Na Tabela 3 pode-se notar que o 2º desbaste teve um grau de intensidade maior do que o primeiro, isto é, mais árvores foram desbastadas nessa ocasião. Para o primeiro tratamento houve uma redução de 63,27% dos indivíduos plantados no campo e a queda de volume foi de 28,36%. O segundo sofreu um desbaste de 53,27% e o volume decaiu 24,74%.

O tratamento de 2,45 x 2,45 m sofreu um desbaste de 51,39% e seu volume reduziu 27,08%. O próximo tratamento teve um desbaste de 40,38% e seu volume reduziu em 20,48%. O tratamento de 3,16 x 3,16 teve uma redução de indivíduos de 39,47% e de 14,78% de volume. O último tratamento teve um desbaste de 35,00% e seu volume decaiu 14,94%.

A maior redução de volume ocorreu no tratamento de 1,41 x 1,41 m. Os dois últimos tratamentos apresentaram as menores reduções de volume, sendo que seus percentuais desbastados estão entre 35,00% e 40,00%.

O volume médio ($m^3/\text{árvore}$) no 13º ano por tratamento foi: 1,41 x 1,41 m 0,043 ($m^3/\text{árvore}$); 2,00 x 2,00 m 0,072 ($m^3/\text{árvore}$); 2,45 x 2,45 m 0,088 ($m^3/\text{árvore}$); 2,83 x 2,83 m 0,113 ($m^3/\text{árvore}$); 3,16 x 3,16 m 0,126 ($m^3/\text{árvore}$); 3,46 x 3,46 m 0,124 ($m^3/\text{árvore}$). Mais uma vez, o último tratamento apresenta o maior volume médio por hectare.

Tabela 4. Estatísticas do 13º ano para volume (m³/ha) médio

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41	2,00 x 2,00	2,45 x 2,45	2,83 x 2,83	3,16 x 3,16	3,46 x 3,46
	m	m	m	m	m	m
Pr > F	0,0720 n.s.					
Teste Tukey	A	A	A	A	A	A
Média	84,21	100,57	98,11	98,19	100,46	76,85
C. V. %***	11,70					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

n.s. não significativo (teste F) ao nível de 5% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Na Tabela 4 pode-se observar que não há diferença estatística entre os tratamentos pelo teste Tukey, apesar do tratamento de 3,46 x 3,46 m produzir, aproximadamente, 24% a menos de volume do que o tratamento de maior produção (2,00 x 2,00 m).

O coeficiente de variação experimental continua baixo, entretanto, esse valor é 45,75% maior do que o encontrado na Tabela 2, o que indica que teve um aumento na heterogeneidade dos tratamentos. Esse aumento no coeficiente pode ter ocorrido devido aos dois desbastes ocorridos no 6º e no 13º ano em discussão, pois houve uma diminuição do número de árvores plantadas no campo.

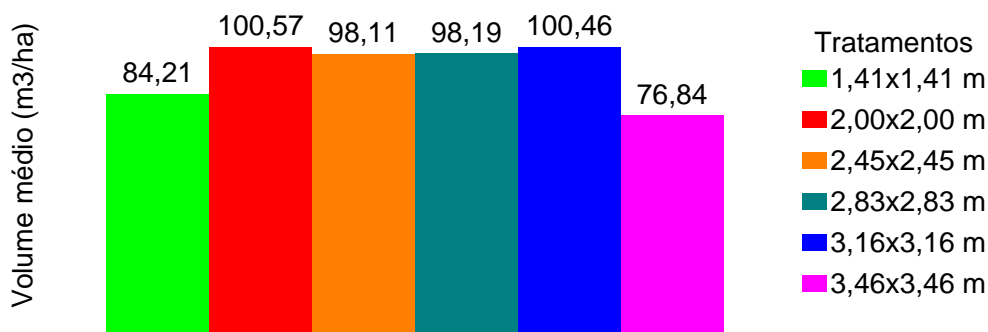


Figura 6 - Volume (m^3/ha) médio no 13º ano, para os espaçamentos estudados

Na Figura 6 pode-se observar que a maior aquisição de volume total, não se encontra, nem no espaçamento mais aberto, nem no espaçamento mais fechado. Mas sim, nos espaçamentos intermediários, apesar de não haver diferença estatística entre os mesmos, durante o período desse estudo. O tratamento de maior área por planta adquiriu menos volume médio ao longo do processo.

No trabalho realizado por Vieira et al.(2002), com a *Tectona grandis* L. (teca) em Rondônia. Apresentam aos 8 e aos 12 anos a produção volumétrica atingiu $30,84 m^3/ha$ e $50,18 m^3/ha$. Esse fato evidencia a boa qualidade do Ipê Felpudo, pois a volumetria apresentada nesse trabalho, nas idades de 6 e 13 anos, é ligeiramente superior.

Já, na pesquisa por Bermejo et al. (2004), com *Tectona grandis* L. f. na Costa Rica, os volumes obtidos nas idades de 5, 8 e 12 anos antes dos desbastes foram em média $30,2 m^3/ha$, $76,8 m^3/ha$ e $107,6 m^3/ha$. Após os desbastes, nas mesmas idades de 5 e 12 anos, esses foram de $23,4 m^3/ha$, $59,5 m^3/ha$ e $83,5 m^3/ha$. Nesse segundo experimento apresentado, observa-se que os volumes da espécie estudada e da *Tectona grandis* L. f. praticamente se igualam.

3.4.2 Análise de DAP (cm) Médio para os Espaçamentos Estudados

A Figura 7 apresenta a diferença dos tratamentos com relação ao DAP. Pode-se notar que quanto maior o espaçamento, mais aumenta o diâmetro médio das árvores analisadas, estando de acordo com a literatura.

Nessa figura, observa-se a que até o 2º ano não há muita diferença entre os tratamentos, todavia, a partir do 3º ano o tratamento de 1,41 x 1,41 m é bem inferior aos demais. A partir dessa data os tratamentos 3,46 x 3,46 m e 3,16 x 3,16 m são superiores até o final desse estudo.

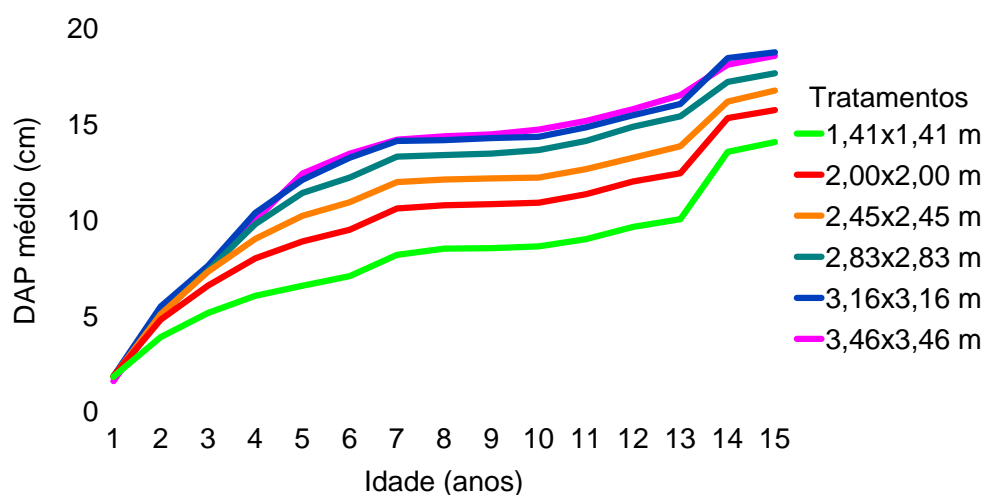


Figura 7 - DAP médio por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Tabela 5. Análise do 1º desbaste para DAP (cm) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	DAP médio(cm)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	6	7,07	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	8,18	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	9,49	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	10,59	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	10,92	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	11,97	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	12,20	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	13,30	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	13,24	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	14,11	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	13,45	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	14,18	619	74,08	74,00	26,00

No primeiro tratamento ocorreu um desbaste de 38,56% e o acréscimo em diâmetro foi de 15,70%. No segundo o desbaste foi de 29,14% e o diâmetro aumentou 11,59%. No tratamento de 2,45 x 2,45 m o desbaste efetuado foi de 28,04% e o DAP aumentou 9,61%.

No tratamento seguinte, foram desbastadas 25,68% das árvores e o DAP aumentou 9,02%. No penúltimo tratamento houve o desbaste de 20,83% e o DAP aumentou 6,57%. No tratamento de 3,46 x 3,46 m o desbaste foi de 26,00% e o DAP médio aumentou 5,43%.

O maior aumento dos DAP ocorreu no primeiro tratamentos. O menor aumento, de 5,43%, foi observado no tratamento de 3,46 x 3,46 m.

Tabela 6. Estatísticas do 6º ano para DAP (cm) médio

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41	2,00 x 2,00	2,45 x 2,45	2,83 x 2,83	3,16 x 3,16	3,46 x 3,46
	m	m	m	m	m	m
Pr > F	<0.001**					
Teste Tukey	E	D	C	B	A	A
Média	3,89	4,80	5,08	5,05	5,48	5,06
C. V. %***	6,25					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo (teste F) ao nível de 1% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

A Tabela 6 apresenta a diferença estatística altamente significativa, ao nível de 1% de probabilidade, do experimento aos seis anos, mostrando a superioridade dos tratamentos sobre o delineamento de menor espaçamento, esse fato se perpetua até o final desse estudo. Também, o coeficiente de variação experimental demonstra a homogeneidade entre os dados analisados e é 22,17% inferior ao obtido para volume médio por hectare, nessa data.

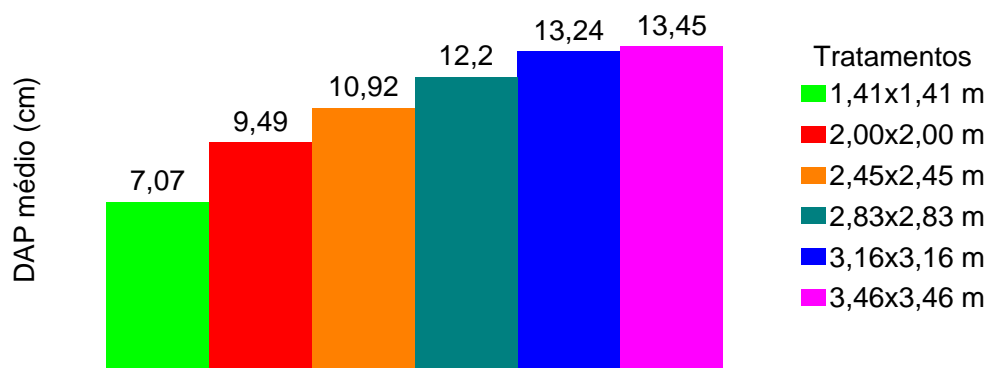


Figura 8 - DAP (cm) médio no 6º ano, para os espaçamentos estudados

Na Figura 8 nota-se que o DAP médio aumentam conforme o aumento dos espaçamentos. Os maiores DAP estão nos últimos dois tratamentos.

Tabela 7. Análise do 2º desbaste para DAP (cm) médio, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	DAP Médio(cm)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	13	10,03	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	13,55	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	12,43	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	15,31	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	13,84	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	16,16	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	15,40	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	17,19	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	16,05	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	18,44	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	16,50	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	18,09	402	48,15	65,00	35,00

O tratamento de 1,41 x 1,41 m sofreu um desbaste de 63,27% e houve um acréscimo de 35,09% no diâmetro. Já para o segundo tratamento o desbaste foi de 53,27% e o diâmetro médio populacional aumentou 23,17%. O tratamento de 2,45 x 2,45 m teve um desbaste de 51,39% e seu diâmetro aumentou 16,76%.

O próximo tratamento sofreu uma redução populacional de 40,38% e o acréscimo de diâmetro foi de 11,62%. No tratamento de 3,16 x 3,16 m ocorreu um desbaste de 39,47% e os diâmetros aumentaram em 14,89%. Para o último tratamento, o desbaste foi de 35,00% e o acréscimo de diâmetro foi de 9,64%.

Por essa análise constata-se o fato de que o maior percentual de árvores desbastadas proporcionou o maior aumento dos DAP médio, isso ocorreu no

tratamento de menor espaçamento. Esse episódio comprova a grande competição entre as árvores nos espaçamentos menores.

Tabela 8. Estatísticas do 13º ano para DAP (cm) médio

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41 m	2,00 x 2,00 m	2,45 x 2,45 m	2,83 x 2,83 m	3,16 x 3,16 m	3,46 x 3,46 m
Pr > F	<0,0001**					
Teste Tukey	D	C	B	A	A	A
Média	10,03	12,43	13,84	15,40	16,05	16,50
C. V. %***	6,25					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo (teste F) ao nível de 1% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Na Tabela 8 acima continuamos a observar a inferioridade do primeiro tratamento perante os demais. O tratamento de maior espaçamento obteve o maior diâmetro do período, conforme a literatura. Já o coeficiente de variação experimental continuou o mesmo da Tabela 6.

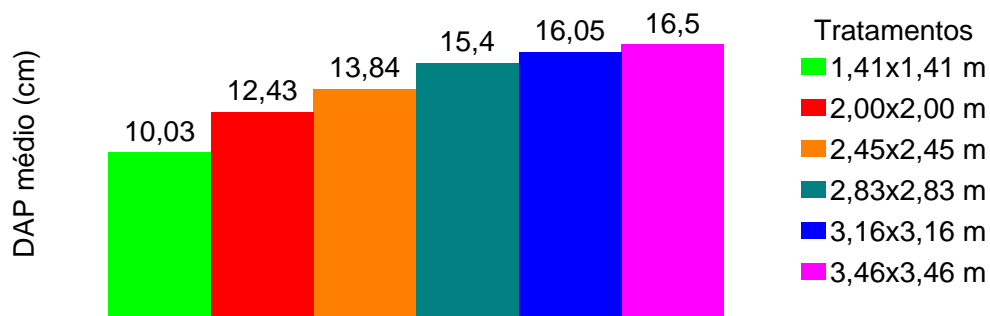


Figura 9 - DAP (cm) médio no 13º ano, para os espaçamentos estudados.

A Figura 9 continua ilustrando a superioridade dos espaçamentos com maiores áreas por planta.

Na pesquisa realizada por Ladeira et al. (2001), com *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *E. pellita* F. Muell. e *E. urophylla* S.T. Blake, no município de Três Marias-MG, com 3 diferentes espaçamentos e 3 repetições. Concluíram que os diâmetros das árvores são maiores com o aumento dos espaçamentos.

Leles et al. (2001), analisaram um experimento implantado em João Pinheiro-MG, em 9 diferentes espaçamentos, com *E. camaldulensis* e *E. pellita*. Nesse concluiu-se que maiores valores para DAP, para ambas as espécies, foram obtidos nos espaçamentos mais amplos.

3.4.3 Análise da Altura (m) Média para os Espaçamentos Estudados

A Figura 10 apresenta a análise de altura do experimento. Nela observa-se que até o 4º ano não há diferença entre os tratamentos. A partir daí o tratamento 1,41 x 1,41 m é nitidamente inferior aos demais até o final do estudo.

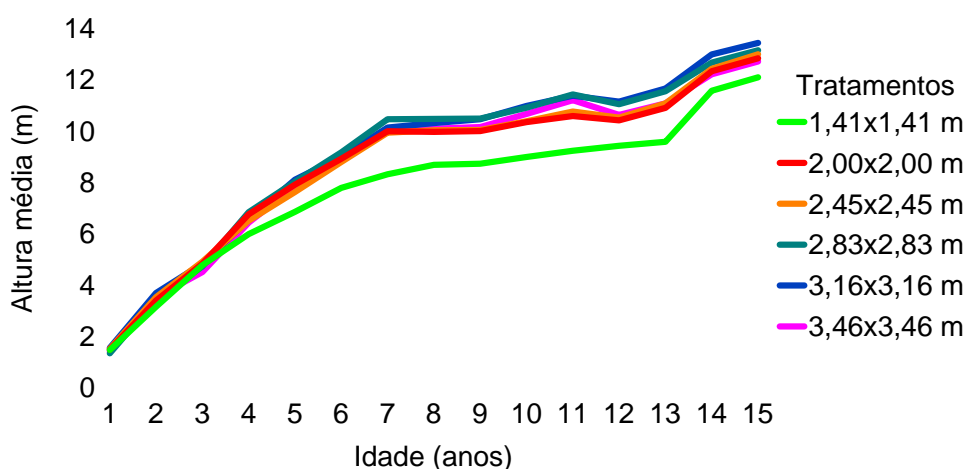


Figura 10 – Altura média por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Tabela 9. Análise do 1º desbaste para altura (m) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Altura Média(m)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	6	7,78	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	8,31	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	8,91	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	9,98	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	8,79	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	9,93	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	9,16	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	10,45	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	9,00	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	10,13	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	9,02	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	10,00	619	74,08	74,00	26,00

No primeiro tratamento houve um desbaste de 38,56% e isso acarretou um aumento de altura de 6,81% para o próximo ano. Já no tratamento de 2,00 x 2,00 m o desbaste foi de 29,14% e a altura média aumentou 12,01%. No tratamento de seguinte, o desbaste foi de 28,04% e a altura aumentou 12,97%.

No tratamento de 2,83 x 2,83 m o desbaste foi de 25,68% e a altura média aumentou 14,08%. No próximo tratamento o desbaste foi de 20,83% e a altura aumentou 12,56%. O último tratamento teve um desbaste de 26,00% e sua altura média aumentou 10,86%.

Nessa análise observa-se que o desbaste de 25,68% proporcionou o maior aumento de altura média do experimento. Esse aumento foi de 14,08% e ocorreu no tratamento de 2,83 x 2,83 m.

Tabela 10. Estatísticas do 6º ano para altura (m) média

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41 m	2,00 x 2,00 m	2,45 x 2,45 m	2,83 x 2,83 m	3,16 x 3,16 m	3,46 x 3,46 m
P > F			0,0356*			
Teste Tukey	B	A	A	A	A	A
Média	7,78	8,91	8,79	9,16	9,00	9,02
C. V. %***	4,79					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

* significativo (teste F) ao nível de 5% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Na Tabela 10 observa-se que há diferença estatística, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F e Tukey, entre os tratamentos na idade em que se está discutindo. O tratamento de maior valor em altura (2,83 x 2,83 m) é 20,53% superior que o de menor valor (1,41 x 1,41 m). Os dados são bem homogêneos, pois, o coeficiente de variação experimental é o mais baixo até aqui observado.

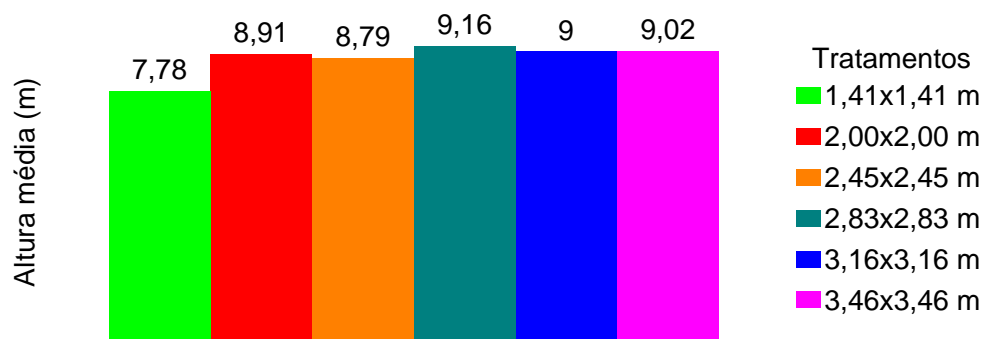


Figura 11 - Altura (m) média no 6º ano, para os espaçamentos estudados

A Figura 11 acima ilustra a inferioridade do primeiro tratamento frente os demais.

Tabela 11. Análise do 2º desbaste para altura (m) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Altura Média(m)	Árvores/ha	Árvores (%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	13	9,57	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	11,56	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	10,89	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	12,32	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	11,07	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	12,41	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	11,54	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	12,66	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	11,65	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	12,97	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	11,07	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	12,20	402	48,15	65,00	35,00

Com 63,27% de desbaste o tratamento 1,41 x 1,41 m obteve 20,79% de acréscimo em altura. Já no segundo tratamento o desbaste foi de 53,27% e a altura aumentou em 13,13%. Para o tratamento de 2,45 x 2,45 m o desbaste foi de 51,39% e a altura aumentou 12,11%.

O tratamento seguinte sofreu um desbaste de 40,38% e a altura aumentou 9,71%. O tratamento de 3,16 x 3,16 m sofreu um desbaste de 39,47% e a altura aumentou 11,33%. Para o último tratamento o desbaste foi de 35,00% e a altura aumentou 10,21%.

Na Tabela 11 acima, observa-se que o maior percentual desbastado acarretou um aumento de 20,79% nas alturas médias do menor espaçamento analisado. Este fato pode ter ocorrido devido à diminuição da competição das árvores plantadas com o desbaste. O menor percentual de aumento de altura ocorreu no delineamento de 2,83 x 2,83 m. Mais uma vez, pode-se observar o efeito da competição entre as árvores nos espaçamentos mais apertados.

Tabela 12. Estatísticas do 13º ano para altura (m) média

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41	2,00 x 2,00	2,45 x 2,45 m	2,83 x 2,83	3,16 x 3,16	3,46 x 3,46
	m	m		m	m	m
P > F			0,0003**			
Teste Tukey	B	A	A	A	A	A
Média	9,57	10,89	11,07	11,54	11,65	11,07
C. V. %***	4.79					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo (teste F) ao nível de 1% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Mais uma vez, as alturas foram superiores em espaçamentos maiores. Uma vez que há diferença, significativa ao nível de 1% de probabilidade, entre os dados. Apenas o primeiro tratamento ficou num grupo de classificação inferior aos demais. Há uma grande homogeneidade entre os dados analisados, esse fato se deve ao baixo coeficiente de variação experimental apresentado na Tabela 12. Esse coeficiente é o mesmo que o encontrado na tabela anterior para esse mesmo quesito analisado.

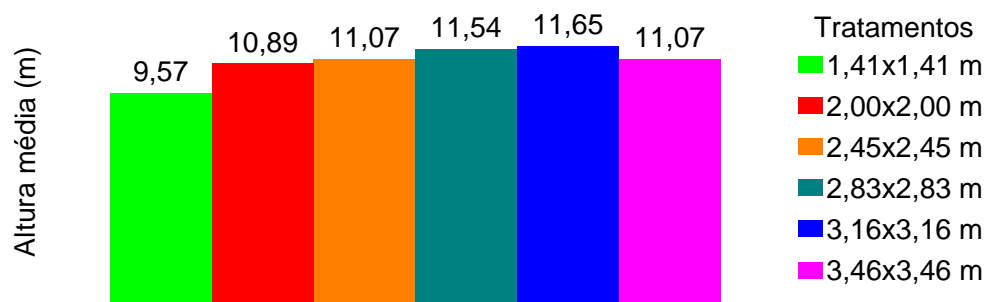


Figura 12 - Altura (m) média no 13º ano, para os espaçamentos estudados

Mais uma vez, é confirmada a inferioridade do tratamento de 1,41 x 1,41 m para altura média. Em algumas literaturas encontradas esse fato é o de se esperar, em outras, discute-se que em espaçamentos menores há maiores alturas devido à competição por luz.

Rondon 2002 realizou um experimento com *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, o Paricá, em Sinope-MT. Nesse testeou-se 7 espaçamentos diferentes (1,50 x 1,50 m; 2,00 x 2,00 m; 3,00 x 2,00 m; 3,00 x 3,00 m; 4,00 x 2,00 m; 4,00 x 3,00 m e 4,00 x 4,00 m). Nessa pesquisa concluiu-se que o aumento da densidade populacional, isto é menores espaçamentos, promoveu redução da altura e diâmetro das plantas. Os delineamentos de 4,00 x 3,00 m e 4,00 x 4,00 m proporcionaram maiores crescimentos.

Leles et al. (2001), no experimento implantado em João Pinheiro-MG, em 9 diferentes espaçamentos, com *E. camaldulensis* e *E. pellita*. Observou-se menores alturas no maior espaçamento e nos dois menores para o *E. pellita*. Já para o *E. camaldulensis*, a altura foi praticamente a mesma para os 6 maiores espaçamentos e nos 3 últimos a altura diminuiu com o adensamento de plantio.

3.4.4 Análise da Área Basal (m²/ha) Média para os Espaçamentos Estudados

A área basal é a somatória das áreas seccionais de uma floresta e/ou experimento. Expressa a densidade de ocupação do espaço de crescimento.

A Figura 13 analisa as diferentes áreas basais do experimento em questão. Nela observa-se que o tratamento 1,41 x 1,41 m é superior aos demais até o 6º ano. Deste ano até o final dessa análise não há diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

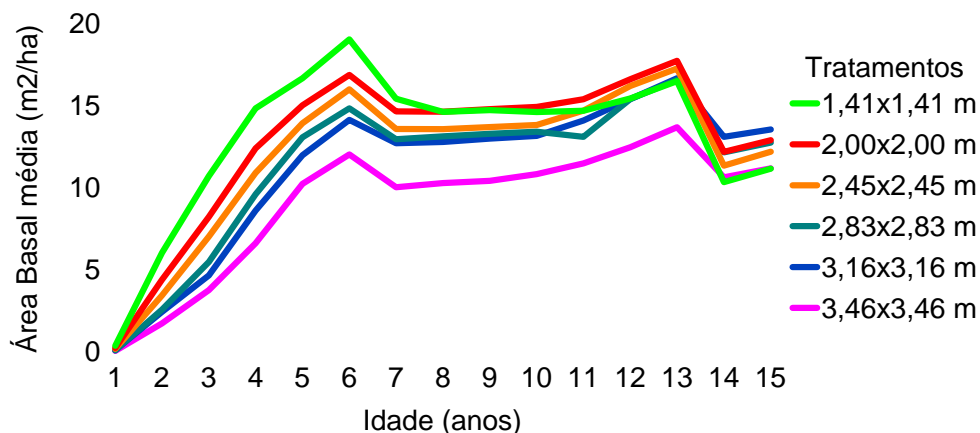


Figura 13 - Área basal média por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Tabela 13. Análise do 1º desbaste para área basal (m²/ha) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Área Basal(m ² /ha)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	6	19,04	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	15,42	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	16,87	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	14,64	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	15,99	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	13,57	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	14,83	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	12,94	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	14,13	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	12,70	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	12,02	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	10,01	619	74,08	74,00	26,00

O primeiro tratamento sofreu um desbaste de 38,56% e sua área basal decaiu 19,01%. No tratamento seguinte, houve um desbaste de 29,14% e um decréscimo em área basal de 13,22%. No tratamento de 2,45 x 2,45 m o desbaste foi de 28,04% e a área basal decaiu 15,14%.

No tratamento seguinte a redução populacional foi de 25,68% e ocorreu uma queda na área basal de 12,74%. No tratamento de 3,16 x 3,16 m o

desbaste foi de 20,83% e a redução de área basal foi de 10,12%. Para o último tratamento, o desbaste foi de 26,00% e a área basal caiu 16,72%.

O maior decréscimo de área basal ocorreu no tratamento de menor área por planta, num desbaste com grau de 38,56%. Por outro lado, no tratamento de 3,16 x 3,16 m ocorreu o menor decréscimo com um desbaste de 20,83%.

Tabela 14. Estatísticas do 6º ano para área basal (m²/ha) média

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41 m	2,00 x 2,00 m	2,45 x 2,45 m	2,83 x 2,83 m	3,16 x 3,16 m	3,46 x 3,46 m
P > F	0,0001**					
Teste Tukey	A	B	C	C	C	D
Média	19,04	16,87	15,99	14,83	14,13	12,02
C. V. %***	4,72					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo (teste F) ao nível de 1% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

A Tabela 14 demonstra a nítida diferença, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos tanto pelo teste F como pelo Tukey. Também, apresenta a superioridade do tratamento de espaçamento 1,41 x 1,41 m, sendo esse 36,86% superior que o tratamento de menor valor (3,46 x 3,46 m). O coeficiente de variação mostra, mais uma vez, a homogeneidade dos dados analisados com relação ao quesito que se está discutindo.

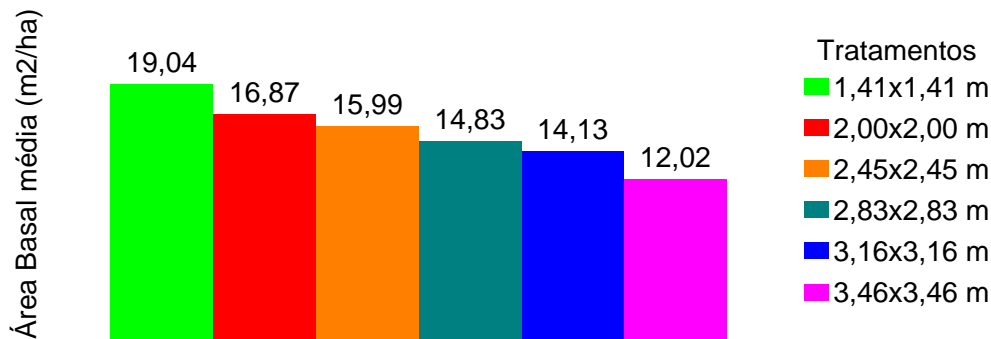


Figura 14 - Área basal (m²/ha) média no 6^o ano, para os espaçamentos estudados

Observa-se, pela Figura 14 acima, que o tratamento de menor espaçamento obteve uma área basal superior aos demais, conforme a literatura.

Tabela 15. Análise do 2^o desbaste para área basal (m²/ha) média, percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	Área Basal(m ² /ha)	Árvores/ha	Árvores (%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	13	16,48	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	10,33	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	17,73	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	12,17	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	17,26	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	11,34	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	16,56	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	12,14	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	16,66	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	13,09	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	13,67	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	10,62	402	48,15	65,00	35,00

O desbaste de 63,27%, no primeiro tratamento, provocou uma queda de área basal de 37,32%. No segundo, o desbaste foi de 53,27% e a área basal decresceu 31,36%. No terceiro tratamento ocorreu uma baixa populacional de 51,39% de indivíduos e sua área basal decaiu 34,30%.

No tratamento de 2,83 x 2,83 m com o desbaste de 40,38% a área basal caiu 26,69%. No próximo tratamento o desbaste foi de 39,47% e a área basal decaiu 21,43%. No último tratamento o desbaste foi de 35,00% e a área basal decresceu 22,31%.

A maior redução da área basal ocorreu no primeiro tratamento, com um desbaste de 63,27% (o de maior grau realizado nessa data). Já no tratamento de 3,16 x 3,16 m ocorreu a menor redução e o percentual desbastado foi de 39,47%.

Tabela 16. Estatísticas do 13º ano para área basal (m²/ha) média

	Tratamentos					
	1,41 x 1,41	2,00 x 2,00	2,45 x 2,45	2,83 x 2,83	3,16 x 3,16	3,46 x 3,46
	m	m	m	m	m	m
P > F	0,1248 n.s.					
Teste Tukey	A	A	A	A	A	A
Média	16,48	17,72	17,26	16,56	16,66	13,67
C. V. %***	11,62					

Nota: médias com a mesma letra não têm diferença estatística significativa (teste Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

n.s. não significativo (teste F) ao nível de 5% de probabilidade.

*** Coeficiente de variação experimental.

Na Tabela 16 observa-se que não há diferença estatística entre os tratamentos, no 13º ano, para a área basal (m²/ha). Também, o tratamento de 2,00 x 2,00 m obteve o maior valor para tal quesito. Em contra partida, o tratamento de 3,46 x 3,46 m foi o de menor valor. Ocorreu um aumento do coeficiente de variação experimental entre o primeiro e segundo desbaste, todavia, ele ainda apresenta uma homogeneidade entre os tratamentos.

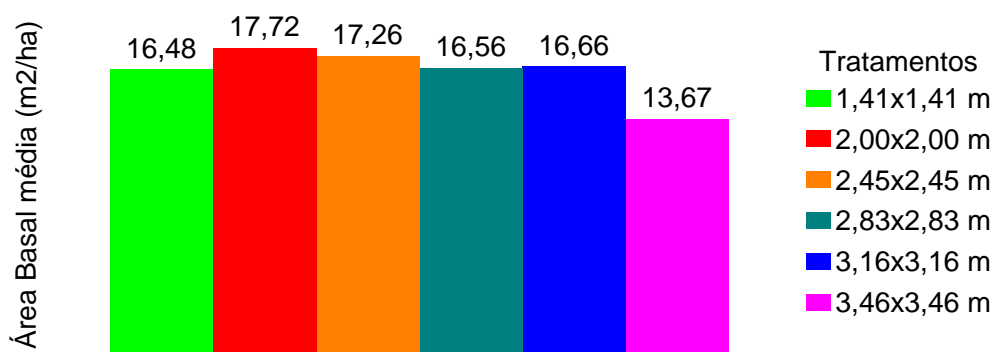


Figura 15 - Área basal (m²/ha) média no 13º ano, para os espaçamentos estudados

Já nessa nova análise, observa-se que os maiores valores de área basal encontram-se nos espaçamentos intermediários, todavia, é no 6º tratamento que esse valor é menor, conforme a literatura.

Feig et al. (2003), estudaram 9 espaçamentos diferentes para *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva Mate), nesse estudo detectaram que menores distâncias das entrelinhas proporcionaram maiores valores de área basal por hectare.

Bermejo et al. (2004), conduziram um experimento com *Tectona grandis* L. f., nesse a área basal alcançada antes dos desbaste, aos 5, 8 e 12 anos foram 11,9 (m²/ha), 16,9 (m²/ha) e 17,7 (m²/ha). Logo após o desbaste essas foram 10,2 (m²/ha), 13,7(m²/ha) e 13,8 (m²/ha). Fato que praticamente iguala a *Tectona grandis* L. f. e o Ipê Felpudo.

3.4.5 Incremento Médio Anual (IMA – m³/ha/ano) para os Espaçamentos Estudados

O IMA expressa o término de uma rotação de um plantio florestal quando esse povoamento atinge a idade que maximiza o volume médio anual. A Figura 16 expressa essa análise do experimento em questão.

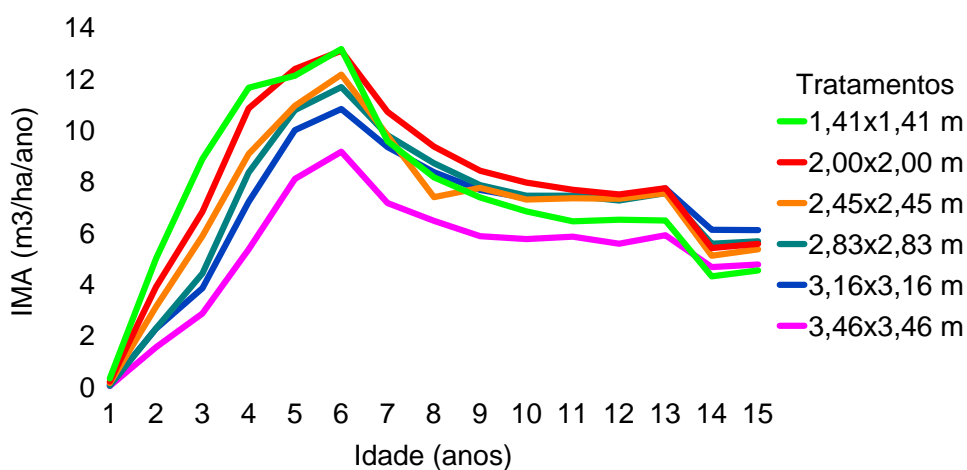


Figura 16 - IMA por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Na Figura 16 pode-se observar que aos seis anos, os tratamentos atingiram suas máximas eficiências volumétricas e ocorreu desbaste nos mesmos. Até o 4º ano o tratamento de menor espaçamento se resalta, a partir daí até o 13º ano o tratamento de 2,00 x 2,00 m tem melhores resultados, entretanto, nos últimos dois anos, é o tratamento de 3,16 x 3,16 m é o que apresenta melhores valores.

Tabela 17. Análise do 1º desbaste para IMA (m³/ha/ano), percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	IMA (m ³ /ha/ano)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	6	13,16	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	9,57	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	13,09	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	10,71	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	12,16	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	9,79	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	11,68	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	9,80	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	10,82	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	9,34	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	9,16	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	7,16	619	74,08	74,00	26,00

Para o primeiro tratamento houve uma redução de 27,28% do valor de IMA; no segundo a redução foi 18,18%. No tratamento de 2,45 x 2,45 m a redução foi de 19,49% e no seguinte foi de 16,10%. Os dois últimos tratamentos tiveram, respectivamente, 13,68% e 21,817% de redução nos seus valores de IMA.

Os tratamentos de 1,41 x 1,41 m e o de 3,46 x 3,46 m foram os que tiveram menor redução em seus IMA. O primeiro sofreu um desbaste de, aproximadamente, 39% de suas árvores. Já no outro o desbaste foi de 26,00%. A menor redução de IMA ocorreu no tratamento de 3,16 x 3,16 m.

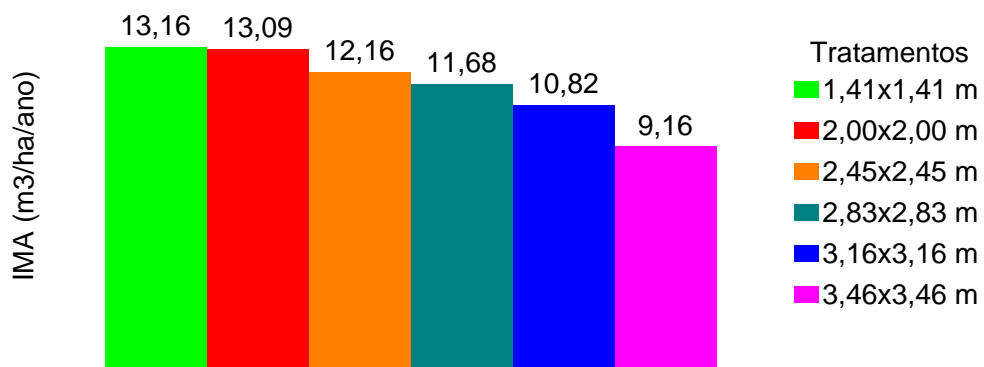


Figura 17 - IMA (m³/ha/ano) no 6º ano, para os espaçamentos estudados

Os espaçamentos menores produziram maiores IMA no 6º ano do experimento.

Tabela 18. Análise do 2º desbaste para IMA (m³/ha/ano), percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	IMA(m³/ha/ano)	Árvores/ha	Árvores (%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	13	6,48	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	4,31	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	7,74	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	5,41	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	7,55	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	5,11	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	7,55	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	5,58	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	7,73	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	6,12	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	5,91	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	4,67	402	48,15	65,00	35,00

Nessa data o valor de IMA atingido pelas árvores foi bem menor do que o atingido aos seis anos. O primeiro tratamento teve uma redução de IMA de 33,49%. Já no segundo de essa foi de 30,10%. No terceiro tratamento a redução foi de 32,32%.

No tratamento de 2,83 x 2,83 m a redução foi de 26,09%. Nos dois últimos tratamentos as reduções foram de 20,83% e de 20,98%, respectivamente.

A maior redução de IMA ocorreu no delineamento de menor área por árvore. Nos dois últimos tratamentos, as reduções de IMA foram praticamente as mesmas.

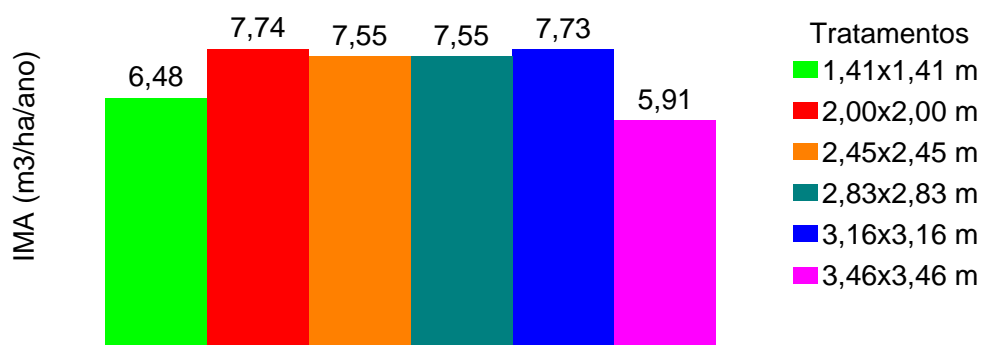


Figura - 18 IMA (m³/ha/ano) no 13º ano, para os espaçamentos estudados

Nos tratamentos de espaçamentos intermediários, nessa data em questão, atingiu-se os maiores valores de IMA.

3.4.6 Incremento Corrente Anual (ICA - m³/ha/ano) para os Espaçamentos Estudados

A Figura 19 apresenta o ICA do experimento em questão. Podemos observar que os tratamentos se comportam praticamente iguais nesse quesito. Do 7º ao 9º o tratamento 2,45 x 2,45 m destoa dos demais, todavia, nos anos seguintes todos voltam a se igualar.

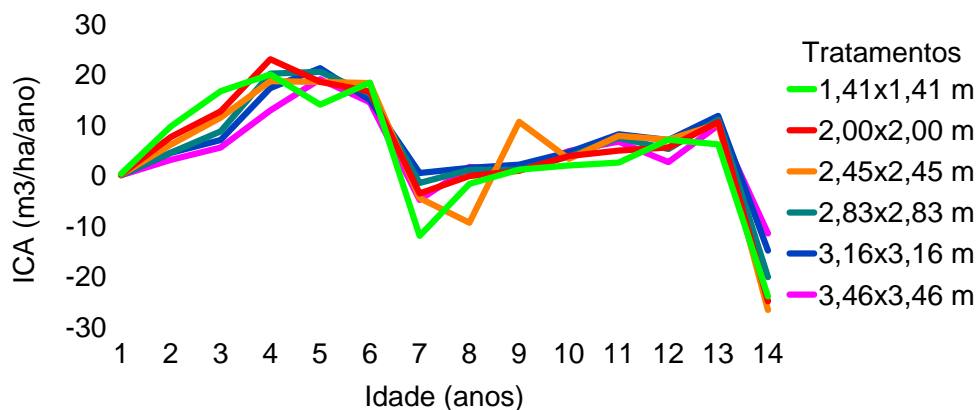


Figura 19 - ICA (m³/ha/ano) por tratamento nos diferentes anos de coleta de dados

Tabela 19. Análise do 1º desbaste para ICA (m³/ha/ano), percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	ICA (m ³ /ha/ano)	Árvores/ha	Árvores(%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	6	18,35	4554	90,53		
1,41 x 1,41 m	7	-11,96	2798	55,62	61,44	38,56
2,00 x 2,00 m	6	16,60	2279	91,15		
2,00 x 2,00 m	7	-3,56	1615	64,58	70,86	29,14
2,45 x 2,45 m	6	18,25	1651	99,07		
2,45 x 2,45 m	7	-4,49	1188	71,30	71,96	28,04
2,83 x 2,83 m	6	16,20	1232	98,67		
2,83 x 2,83 m	7	-1,49	916	73,33	74,32	25,68
3,16 x 3,16 m	6	14,91	1001	100,00		
3,16 x 3,16 m	7	0,48	793	79,17	79,17	20,83
3,46 x 3,46 m	6	14,46	835	100,00		
3,46 x 3,46 m	7	-4,84	619	74,08	74,00	26,00

O primeiro tratamento teve uma redução de 165,18% e o segundo de 121,45% de IMA. O tratamento de 2,45 x 2,45 m reduziu seu ICA em 124,60% o seguinte 109,20%. O quinto e sexto reduziram, respectivamente, 96,78% e 133,47%.

A maior redução de ICA ocorreu no tratamento de 1,41 x 1,41 m. Já a menor redução ocorreu no penúltimo tratamento e foi de 96,78%.

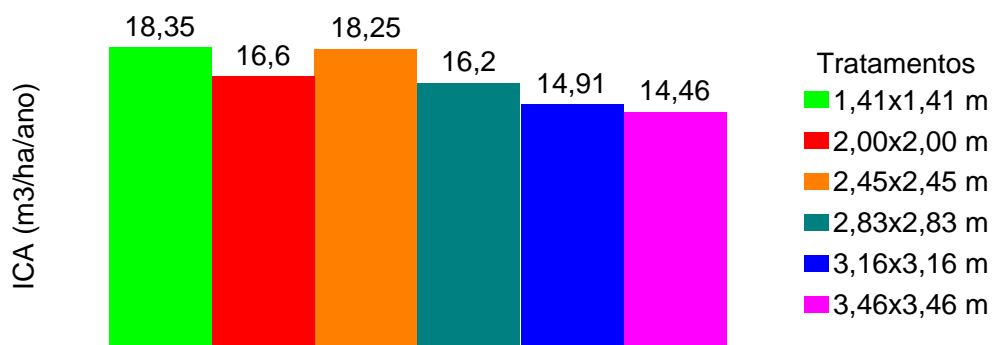


Figura 20 - ICA (m³/ha/ano) no 6º ano, para os espaçamentos estudados

Os maiores valores de ICA, nessa data, foram obtidos pelos tratamentos de 1,41 x 1,41 m e 2,45 x 2,45 m.

Tabela 20. Análise do 2º desbaste para ICA (m³/ha/ano), percentual de árvores remanescentes e desbastadas

Tratamentos	Idade	ICA(m³/ha/ano)	Árvores/ha	Árvores (%)	Remanescentes(%)	Desbastado(%)
1,41 x 1,41 m	13	6,14	1945	38,66		
1,41 x 1,41 m	14	-23,88	714	14,20	36,73	63,27
2,00 x 2,00 m	13	10,54	1393	55,73		
2,00 x 2,00 m	14	-24,88	651	26,04	46,73	53,27
2,45 x 2,45 m	13	10,19	1111	66,67		
2,45 x 2,45 m	14	-26,57	540	32,41	48,61	51,39
2,83 x 2,83 m	13	11,05	866	69,33		
2,83 x 2,83 m	14	-20,11	516	41,33	59,62	40,38
3,16 x 3,16 m	13	11,76	793	79,17		
3,16 x 3,16 m	14	-14,84	480	47,92	60,53	39,47
3,46 x 3,46 m	13	9,92	619	74,08		
3,46 x 3,46 m	14	-11,48	402	48,15	65,00	35,00

Na Tabela 20 acima, observa-se que os valores de ICA nessa data são bem inferiores do que os apresentados na tabela anterior. O primeiro e o segundo tratamento tiveram uma redução de 488,93% e 336,05% dos valores de seus ICA.

O tratamento de 2,45 x 2,45 m reduziu 360,75% seu ICA. O próximo tratamento sofreu uma redução de 281,99%. Os dois últimos tratamentos reduziram 226,19% e 215,73%, respectivamente.

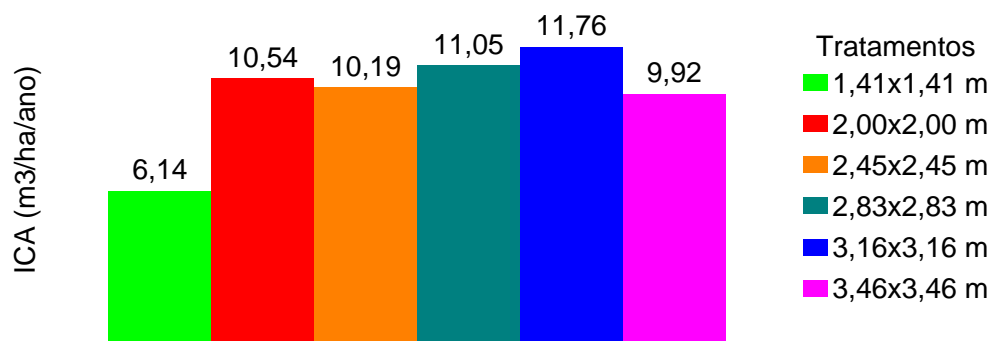


Figura 21 - ICA (m³/ha/ano) no 13º ano, para os espaçamentos estudados

Os maiores valores de ICA, na data em questão, são encontrados nos tratamentos de 3,16 x 3,16 m e 2,83 x 2,83 m.

Em resumo, visto o que foi analisado nos resultados acima, observa-se:

- ✓ Até o 6º ano, menores espaçamentos produziram mais volume (m³/ha) e área basal (m²/ha);
- ✓ No 13º ano, espaçamentos intermediários produziram mais volume (m³/ha) e área basal (m²/ha);
- ✓ Maiores espaçamentos produziram maiores alturas (m) e DAP (cm);
- ✓ IMA e ICA máximos são atingidos pelo tratamento de 2,00 x 2,00 m;

- ✓ O intervalo dos desbastes foi pequeno, pois os valores obtidos no 6º ano, para todos os quesitos analisados, são bem superiores aos do 13ºano;
- ✓ No 13º ano o grau de desbaste foi superior ao realizado no 6ºano.

No próximo capítulo será apresentada a modelagem de crescimento e produção para este plantio de Ipê Felpudo, aos 6 anos de idade.

3.6 Conclusões

- ✓ O experimento, com a idade de 15 anos (1988-2002), em espaçamentos com maiores áreas, apresentou diâmetro máximo variando entre 17 e 18,7 cm. Esse fato ainda inviabiliza pensar em uso múltiplo da madeira desbastada, pois esses diâmetros ainda apresentam valores baixos para tal;
- ✓ Espaçamentos entre 4,00 m² e 10,00 m² são os mais indicados para o plantio da espécie;
- ✓ Plantios consorciados, com outras espécies nativas, poderá contribuir para a melhora da fitossociologia do plantio, evitando, dessa maneira, perdas de árvores ao longo do manejo da cultura.

4 MODELO DE CRESCIMENTO PARA O IPÊ FELPUDO (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) AOS 6 ANOS DE IDADE

Resumo

O Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) é uma espécie nativa, pioneira que possui um alto potencial silvicultural. Essa está ameaçada de extinção devido ao caráter extrativista e predatório da exploração florestal brasileira. A eliminação de complexos ecossistemas florestais por atividades agrícolas, agropecuárias, madeireiras e industriais tem levado a drásticas reduções da base genética dessa essência. A modelagem florestal inicia-se no inventário de parcelas permanentes que sofrem remediações, pois as florestas são um sistema biológico que está sempre em mudanças e, necessita-se da projeção destas mudanças para que se possa tomar decisões necessárias a fim de ser executado um manejo adequado nesse ecossistema. As decisões de manejo são baseadas em informações sobre as situações atuais e futuras dos povoamentos. O objetivo desse trabalho é definir um modelo de crescimento para a espécie, em função de variáveis do povoamento e climáticas coletadas na Estação Experimental de Linhares, Espírito Santo.

GROWTH MODEL FOR IPÊ FELPUDO (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) AT THE AGE OF 6 YEARS

Summary

The Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur) is a native and pioneer species, which possesses a high silvicultural potential. It has been threatened of extinguishing due the intense predatory extraction of the Brazilian forestry exploitation. The elimination of the complex forestry ecosystem for agricultural, farming, lumber and industrial activities has induced to the drastic reductions of it's genetic base. Forest modeling initiates through the inventory of permanent plots that suffer remeasures, therefore, forests are biological systems that are always changing and requires a projection of these changes, in order to permit executing management adjustments in this ecosystem. This decisions are based on information of the current and future situations of the stand. The aim of this work is to define a growth model for this species, with stand and climatic variables, collected in the Experimental Station of Linhares, Espírito Santo.

4.1 Introdução

Os modelos de crescimento e produção são derivados diretamente dos dados de campo. São obtidos através de regressões lineares ou não lineares tendo como seus atributos os seguintes itens: índice de sítio, idade, densidade do povoamento, altura, média de diâmetro, área basal, entre outros.

O crescimento de um povoamento florestal é função da soma de crescimentos individuais de árvores modificados pela dinâmica da comunidade (mortalidade e competição). Resumindo, crescimento é o aumento de dimensões dos indivíduos da floresta, num período de tempo. Já a produção, é a dimensão final do povoamento após esse período.

O desenvolvimento de modelos que integrem esses conceitos é uma atividade difícil, pois são necessários alguns anos de coleta de dados, sobre condições diferentes de clima, diferenças de estágios de desenvolvimento da própria planta, mudanças na disponibilidade de recursos para o desenvolvimento da árvore (Johnsen et al., 2001; Peng ,2000 e Vanclay ,1994).

Segundo Ferreira & Luz (1985), o Ipê Felpudo é classificado como uma espécie pioneira, encontrada entre os paralelos 7° e 25° Sul do litoral ao interior, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás e Bahia. Adapta-se a climas tropicais secos no interior, úmidos no litoral, e frios mais ao sul e nos topos de serra.

Essa essência nativa está ameaçada de extinção devido à destruição dos seus ecossistemas naturais, através da atuação humana em atividades agropecuárias, madeireiras e de carvoaria (Viana, 1982).

Reúne várias características básicas necessárias ao seu uso em reflorestamentos que resultam num alto potencial silvicultural a ser estudado e aproveitado. Alguns desses potenciais são: rápido crescimento, grande porte, crescimento monopoidal, boa desrama natural, tem grande competitividade com outras espécies pioneiras, é uma espécie frugal, forma populações homogêneas naturalmente, tem grande plasticidade, é fácil propagá-la, rebrota, suas mudas tem bom pegamento, pode ser utilizada em paisagismos e em sistemas silvipastoris (Ferreira & Luz, 1985; Viana et al., 2002).

Os objetivos deste trabalho são:

- ✓ Estudar o crescimento e produção da espécie através da definição de modelos matemáticos;
- ✓ Se os espaçamentos de analisados diferenciam entre si no crescimento e produção do Ipê Felpudo;
- ✓ Observar se há um padrão de crescimento para o Ipê Felpudo;
- ✓ Se as variáveis climáticas selecionadas interferem no crescimento;
- ✓ Verificar quais das variáveis climáticas interferem mais no desenvolvimento da espécie.

4.2 Revisão de Literatura

4.2.1 A Modelagem de Florestas

A modelagem de florestas tem seu início no inventário florestal, uma vez que essa técnica possibilita a descrição quantitativa e qualitativa de florestas naturais ou artificiais. A descrição quantitativa é feita a partir de uma avaliação do volume de madeira e do número de toras disponíveis. A descrição qualitativa determina as espécies que compõem a floresta, suas características e utilizações (Couto, s.d.).

O inventário florestal demonstra a situação do povoamento no instante da medição. Os modelos de crescimento e produção apresentam a dinâmica das florestas. Esses têm sido vastamente usados para atualizarem os dados de inventário, predizerem o futuro, explorarem as alternativas silviculturais de possíveis manejos e as tomadas de decisão para tal (Peng, 2000).

Hoje em dia, graças ao avanço da computação, há técnicas que integram desde o inventário florestal até o sistema de suporte de decisões desse manejo. É o caso, por exemplo, do trabalho realizado por Maclean et al. (2000), onde a praga florestal *Choristoneura fumiferana* Clem. causa mortalidade e perda de crescimento em florestas no leste dos Estados Unidos. O sistema é uma integração de interfaces de gráficos do programa Arc View (Arc -Info Gis), auxilia a gestão de florestas daquela região, evita efeitos na estrutura e produtividade de suas florestas, podendo ser executadas as colheitas sustentáveis destas. A otimização de programas de utilização de inseticidas biológicos e evita danos futuros nestas.

A modelagem e a coleta de dados, segundo Vanclay (1994), formam um processo interativo. O desenho do modelo dita os dados necessários, para que o trabalho de campo seja eficiente. Entretanto, leva-se algum tempo para a aquisição de dados suficiente à modelagem. Os dados são obtidos por

remedições de amostras permanentes para satisfazerem as análises estatísticas e obtenção de consistência sobre a dinâmica do povoamento. Para que um modelo de crescimento seja desenvolvido, testado e usado são necessários diferentes dados como área basal e altura do povoamento e/ou indivíduos. O princípio fundamental para que os dados sejam coletados é a amostragem do sítio e as condições de levantamento. Então, as projeções serão interpoladas e extrapoladas. A otimização da amostragem depende do que está sendo amostrado, a estratégia estabelecida para essa amostragem, estará sujeito ao bom senso e estudo do modelador.

Segundo Peng (2000), as florestas são um sistema biológico que estão sempre em mudança. Portanto, necessita-se da projeção destas mudanças, para que se possa tomar decisões necessárias, a fim de ser executado um manejo adequado neste ecossistema. As decisões de manejo são baseadas em informações sobre as situações atual e futura dos povoamentos.

Segundo Vanclay (1994) e Peng (2000), há duas maneiras que viabilizam a modelagem de uma floresta. A primeira é a modelagem de um povoamento florestal que tem sido mais utilizada em florestas de mesma idade (plantações). Essa técnica apresenta algumas limitações, como no caso de florestas mistas, isto é, com mais de uma espécie. Esse fato ocorre, pois o número de espécies e suas potencialidades criam dificuldades na caracterização do povoamento. A modelagem desse tipo é feita por inventário em parcelas permanentes. A segunda maneira é pela modelagem de árvores individuais, que é obtida pelo inventário de pontos permanentes e pode indicar a mortalidade do indivíduo em estudo, além de outros aspectos. Essa forma de modelagem pode ser executada levando em consideração a distância entre as árvores avaliadas.

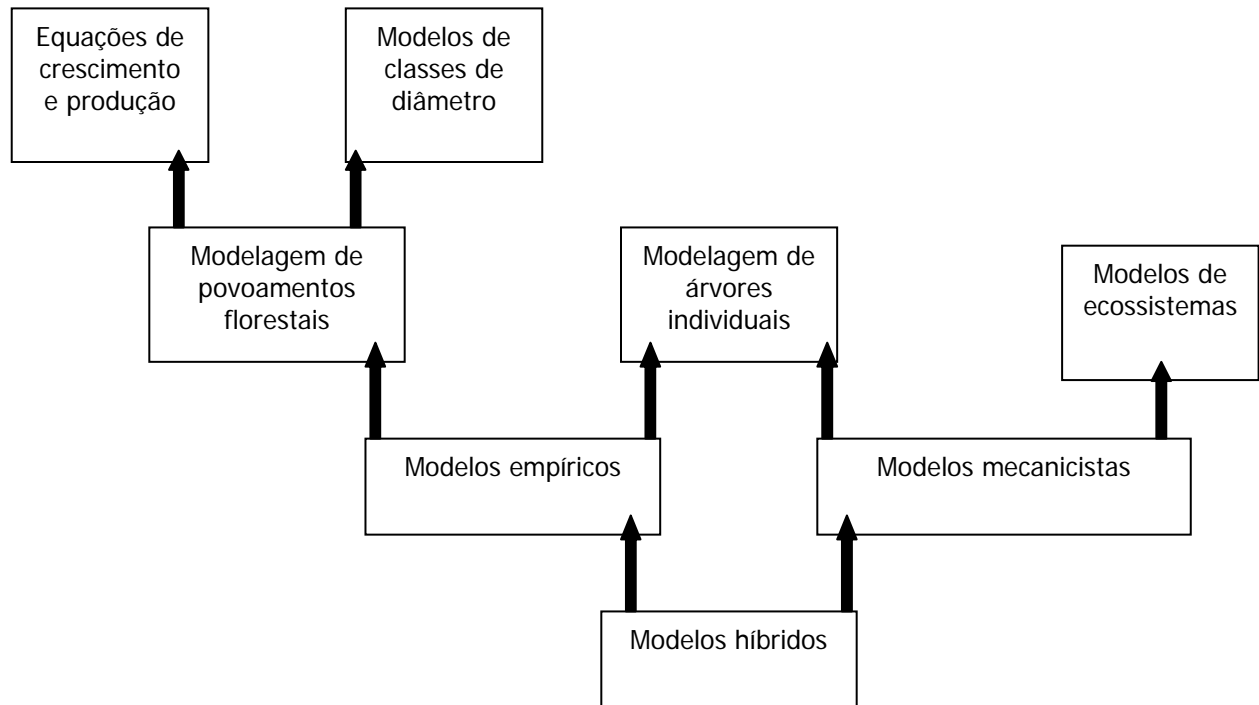


Figura 22 - Classificação de modelos utilizados em florestas, adaptado de Peng (2000)

Como pode ser visto na Figura 22, as florestas podem ser modeladas quer em povoamentos, quer individualmente. Esses modelos são direcionados em duas linhas gerais de estudo. A modelagem empírica é a base da modelagem utilizada em manejos florestais e, a mecanicista é mais direcionada para pesquisas (Peng, 2000). Estes dois métodos se fundem na modelagem híbrida, que pode ser utilizada em ambas as funções. Neste trabalho daremos uma maior ênfase aos modelos de empíricos de povoamentos florestais com mesma idade.

Segundo Peng (2000) e Vanclay (1994), os modelos empíricos são derivados diretamente de dados de campo (inventário). Descrevem o crescimento ou produção através de regressões lineares ou não lineares tendo como seus atributos os seguintes itens: índice de sítio, idade, densidade do povoamento, altura, média de diâmetro e área basal. Esse tipo de equação, não

pode ser extrapolada para longos períodos ou para outras situações. Entretanto, essas equações são muito úteis para estimar o volume de produção à próxima colheita ou tratos silviculturais, que podem ser simulados em qualquer momento durante a projeção.

A modelagem florestal está intimamente ligada ao manejo das florestas, pois com a condição de se predizer o futuro de um povoamento, é mais fácil manejá-lo e explorá-lo racionalmente, sem que haja agressões ao meio ambiente.

Muitos autores como Vanclay et al. (1996); Sievänen et al. (2000); Nebel et al. (2001); Sands et al. (2000); Ditzer et al. (2000); Mäkelä et al. (2000) e; Nabuurs & Lioubimov (2000), estudaram diversos modelos em diferentes tipos de florestas para poderem predizer suas produções futuras, possibilitando o planejamento destas áreas e visando a melhor forma de manejo sustentável das mesmas.

Segundo Vanclay (1994), a avaliação de um modelo é uma das principais partes da modelagem. Quando um modelo é avaliado deve-se levar em conta alguns aspectos, como: adequação da equação utilizada na representação do processo envolvido, combinação correta das equações no modelo, apropriação de melhores estimativas das constantes numéricas obtidas, se o modelo satisfaz a meticulosidade específica requerida, projeções realísticas do modelo e, a sensibilidade do modelo na predição de erros nas estimativas.

Vanclay & Skovsgaard (1997), afirmam que a avaliação de um modelo não é um processo simples. Este consiste em alguns passos que devem ser respeitados durante a elaboração de um modelo. Há cinco critérios que são

ressaltados e que os modeladores devem deter sua atenção: lógica do processo envolvido, propriedades estatísticas, características dos erros, resíduos e análises de sensibilidade.

Vários testes estatísticos podem ser úteis utilizando-se de dados usados na calibração do modelo e com dados utilizados para a avaliação independente do modelo. Porém, as conclusões dependem da validade de suposições e a aplicação em questão.

Para se efetuar a validação e verificação de um modelo, são feitos alguns testes qualitativos e quantitativos. Quando esses são efetuados a um modelo indicam a sua qualidade (ver Figura 24). A validação é a demonstração de que o modelo, dentro do seu domínio de aplicabilidade, possui um alcance satisfatório de exatidão consistente com a aplicação intencional (Rykiel, 1996). Também, demonstram alguns padrões de desempenho específico nas condições requeridas. As condições específicas incluem suposições tanto implícitas, quanto explícitas sobre o real sistema que o modelo representa, como também, o contexto ambiental. Um modelo é declarado válido dentro de um contexto específico que é parte integrante da certificação. Se o contexto for mudado, o modelo deve ser re-avaliado.

Segundo Batista (1998), existem três formas básicas de validação de modelos de regressão. A primeira é a coleta de dados e a verificação da capacidade preditora do modelo ajustado. A segunda é a comparação dos resultados do modelo com três outros resultados: os teóricos esperados, os empíricos anteriores ao ajuste do modelo e os de simulação. Por fim, deve-se dividir os dados em duas amostras (amostras de ajuste e de validação) através de seleção aleatória das observações. Utiliza-se apenas das amostras de ajuste

na construção do modelo e verificar a capacidade de projeção na amostra de validação.

Segundo Rykiel (1996), a verificação de um modelo é a demonstração que o formalismo requerido está correto. Há dois tipos de erros de verificação: a mecânica e a lógica. Verificação é uma questão técnica, para ver com que precisão estão sendo traduzidas as idéias matemáticas.

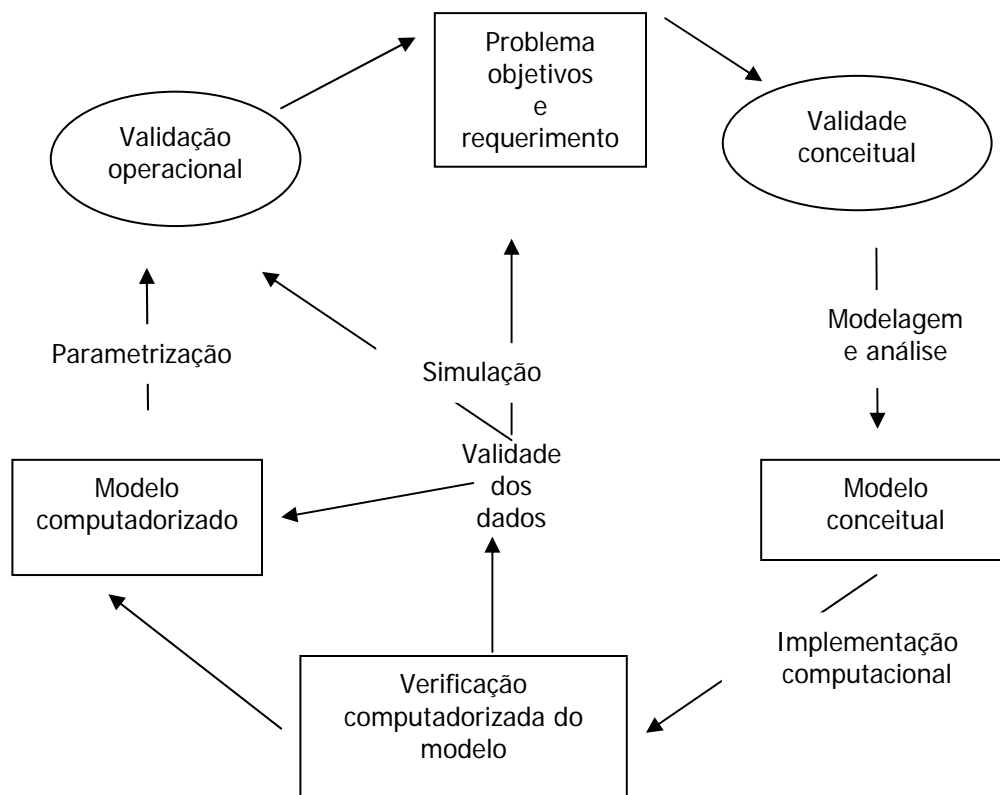


Figura 24 - Representação do ciclo de modelagem, verificação e validação, adaptado de Rykiel (1996)

Johnsen et al. (2001), concluíram após o estudo sobre processos de modelagem, que os modelos que envolvem as limitações de solo e nutrição para predizerem o crescimento de florestas são os mais difíceis de serem aplicados, pois apresentam difíceis medições dessas variáveis.

4.2.2 O Crescimento e o Clima

O clima é um fator ambiental de grande importância para o crescimento de árvores. A precipitação é tida como o mais importante, todavia, em países do hemisfério norte, a temperatura é o mais importante. A sazonalidade da precipitação e da temperatura é muito importante para explicar o crescimento em diâmetro de árvores numa floresta. Esses fatores interferem no desenvolvimento de indivíduos, de maneira diferente, dependendo da espécie em questão, região de estudo, entre outros fatores (Holdaway, 1987).

O crescimento de um povoamento florestal é função da soma de crescimentos individuais de árvores modificados pela dinâmica da comunidade (mortalidade e competição). A modelagem de floresta é a representação matemática de sistemas biológicos que incorporaram nosso entendimento fisiológico e ecológico em algoritmos previsíveis (Johnsen et al., 2001). O desenvolvimento desses modelos que integrem estes conceitos é uma atividade difícil, pois são necessários alguns anos de coleta de dados sobre as condições diferentes de clima, sobre as diferenças de estágio de desenvolvimento da própria planta e sobre as mudanças na disponibilidade de recursos para o desenvolvimento da árvore como os nutrientes.

Batista & Couto (1986), afirmam em seu trabalho sobre escolha de modelos matemáticos para construção de curvas de índice de sítio para espécies de eucalipto, no Estado de São Paulo, que o conhecimento de variáveis ambientais em florestas como clima e solo é de grande importância às atividades florestais. Sugerem que, mesmo dentro de um único gênero, pode haver diferentes níveis de crescimento, fato que torna necessário o estudo de alguns modelos, para a análise do que melhor se ajusta a situação em estudo.

Ferreira & Couto (1981), analisaram a influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies de *Eucalyptus* spp em Minas Gerais e Espírito Santo. As variáveis estudadas foram altitude, temperatura média anual, precipitação e deficiência hídrica. Nesse trabalho, a espécie de *E. grandis* foi a que apresentou a maior plasticidade e potencial produtivo em 8 das 11 localidades analisadas. Concluiu-se que a altitude local de plantio foi a variável que mais influenciou no desenvolvimento em altura das espécies plantadas, seguido da deficiência hídrica, que influenciou apenas uma das espécies e, as demais variáveis não influenciaram nesse processo.

Stape et al. (1997), estimaram as produtividades de povoamentos monoclonais sítio-específicos de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* originado de semente/multiclones de nove zonas edafo-pluviométricas. Foi levado em consideração resultados de testes clonais, na pluviosidade histórica e real do período de estudo, e na utilização de evento climático “seca crítica” (ocorrência de dois anos consecutivos com precipitação inferior a 75% da média histórica). Concluíram, que a produtividade é muito dependente da precipitação ocorrida ao longo do processo de desenvolvimento das plantas; que as características edáficas influenciavam na produtividade com a melhoria do aporte hídrico. Também, foram identificadas diferentes zonas pluviométricas. O evento “seca crítica” foi muito importante para a caracterização da condição climática associada à curva de produção, todo o estudo possibilitou a escolha de sítios mais aptos para implantação e manejo de novas florestas.

Almeida Soares (1997), relacionaram os dados de incremento corrente anual (ICA), à variação interanual hidrometeorológica real, ocorrida no intervalo entre as medidas de volume de madeira nas áreas de plantação de eucaliptos, no Estado do Espírito Santo, pertencentes à Aracruz Celulose S. A.. Nesse

trabalho foram obtidos os seguintes resultados: (i) mesmo com uma deficiência hídrica de 600 mm por ano, a região apresenta condições hidrológicas muito boas para plantios de eucalipto e outras espécies de rápido crescimento; (ii) há uma tendência a redução de crescimento com o aumento de déficit hídrico e o ICA sofre decréscimo nestas condições; (iii) a relação de ICA e deficiência hídrica mostrou-se melhor que a ICA e precipitação, pois essa variável leva em conta a quantidade de água no solo.

As mudanças climáticas podem impactar as florestas em diferentes aspectos e, mudanças no crescimento de florestas podem diferir na dinâmica esperada para os povoamentos como competitividade e mortalidade.

No estudo desenvolvido por Lindner (2000), testou-se o modelo FORSKA, inicialmente desenvolvido para simular a dinâmica de florestas boreais na Escandinávia. Esse modelo foi utilizado para lidar com médias mensais de clima, interpoladas com a produção calculada, a partir de respostas de funções ambientais. Analisou-se, também, algumas formas de intervenções silviculturais, como os desbastes, em cenários de diferentes climas.

No trabalho realizado por Soares et al. (1998), foi estudado e modificado um modelo de crescimento e produção de Clutter em 1963, que leva em consideração a área basal, com o intuito de acrescentar a variável de clima baseado na precipitação anual defasada. Essa técnica pode ser usada em áreas que sofrem grandes variações climáticas e o estudo poderia superestimar a produção durante o período estudado. Concluiu-se, neste trabalho que (i) a inclusão da variável de precipitação anual defasada foi significativa ao nível de 5% de probabilidade; (ii) a variável inclusa apresenta compatibilidade entre o crescimento e produção, desde que esta seja a mesma durante o período de

projeção estudada; (iii) para que o modelo seja utilizado de maneira correta, deve-se conhecer as probabilidades de ocorrência das precipitações e sua periodicidade.

Holdaway (1987), identificou a variável climática que influencia o crescimento do diâmetro das árvores na região dos Grandes Lagos, E. U. A.. Utilizou-se um modelo de crescimento regional, para esclarecer as variáveis de crescimento em diâmetro e os efeitos nas árvores. Uma aproximação correlativa foi usada, para analisar os erros médios inexplicáveis restantes da predição do diâmetro por espécies, para as variáveis mensais e sazonais de precipitação e de temperatura. Para tal, utilizou-se de dados coletados nos Estados de Michigan, e de Wisconsin, em quatro florestas nacionais e numa floresta experimental. A umidade foi minimizada e foram usadas árvores dominantes, codominantes, e intermediárias. As influências climáticas mais benéficas ao crescimento em diâmetro de coníferas, foram níveis elevados de precipitação no outono, o frio do outono e do inverno e, as grandes precipitações de julho. Para as demais espécies florestais estudadas os níveis elevados de precipitação no verão foram os motivos mais benéficos para o crescimento em diâmetro das árvores observadas.

Hasenauer et al. (1999), analisaram as mudanças climáticas na Áustria durante, aproximadamente, 30 anos (1961-1990). Utilizaram-se de um modelo mecanicista biogeoquímico FOREST-BGC. Cujo qual, calcula o ciclo do carbono, da água e do nitrogênio em ecossistemas florestais. Alguns dados são computados diariamente (caso da temperatura), outros anualmente (ciclo do nitrogênio). Os dados de crescimento arbóreo, desse trabalho, são provenientes da espécie *Picea abies L. Karst* de grande importância no país em questão. Em cada uma das 20 estações climáticas, aplicou-se uma regressão linear simples

para explorar as tendências climáticas como: precipitação total, temperatura média anual ((máx. + min.)/2), temperatura mínima média anual, temperatura máxima, temperatura de inverno, temperatura de verão, comprimento da estação de crescimento, duração de insolação durante as estações de crescimento. Nesse estudo, chegaram a conclusão que durante o período estudado, houve um aquecimento das condições climáticas. Que alterou, significativamente, o comprimento da estação de crescimento em 11 dias, não foi observada mudança na precipitação de maneira geral.

Graumlich (1993); Lane et al. (1993); Arbaugh & Peterson (1989); Visser & Molennar (1992); LeBlanc & Foster (1992); utilizaram em suas pesquisas técnicas dendroclimatológicas para analisar a importância do clima do hemisfério norte no crescimento de árvores. Essas técnicas consistem em medir o comprimento dos anéis de crescimento das árvores, observar a correlação entre o crescimento de diferentes espécies arbóreas e o clima da região onde os estudos foram conduzidos. Em todas as pesquisas, foi constatada a importância da variação climática nas taxas de crescimento das essências florestais.

Foi desenvolvido um método que, primeiramente, classificou o efeito da precipitação no norte do Estado da Califórnia, visando homogeneizar o máximo regiões de precipitação. Então, esses resultados foram combinados com informações geográficas, para gerar índices regionais de precipitação e compará-los ao crescimento de árvores em áreas específicas. Gerando esses índices, acredita-se que as predições de crescimento arbóreo serão mais exatas, pois esses índices expressarão melhor as taxas de desenvolvimento arbóreo (Yeh et al., 2000).

4.2.3 A Água e as Plantas

A água é um dos fatores mais importantes responsáveis pela seleção do tipo de vegetação que pode se desenvolver em uma região. Grandes florestas estão sempre associadas a precipitações mais elevadas e bem distribuídas. Um bom exemplo, é a Amazônia, pois a baixa fertilidade do solo não impediu o desenvolvimento de uma vegetação enorme (Ferraz, 1984).

A maior parte da água, segundo Sutcliffe (1980) e Ferraz (1984); que é absorvida por uma planta é perdida pela evaporação das folhas, esse é um processo conhecido como transpiração. Em algumas espécies essa taxa chega a 98% do total da água que absorvem. Uma única planta de *Catalpa* sp, árvore com 10 m de altura e com cerca de 26.000,00 folhas, tem uma taxa de transpiração média de 1,00 g/dm²/hora, podendo chegar a perder 390 kg de água num dia de 10 horas. O que resta, desse processo, fica retido nos tecidos vegetais e, apenas uma porção bem pequena é utilizada na fotossíntese.

De todas as substâncias que as plantas absorvem, a água é a necessária em maiores quantidades, algumas vezes corresponde em até 95% do peso total do vegetal. Em tecidos lenhosos e nos órgãos dormentes o conteúdo de água cai abaixo de 80% (Sutcliffe, 1980). Nos *Pinus taeda*, porção apical a constituição de água é de 93% e, em seus ramos é de 55 a 57% (Ferraz, 1984). A necessidade de adequado fornecimento de água, para o bom crescimento e desenvolvimento de vegetais, decorre de múltiplas funções que ela desempenha na fisiologia das plantas. Pois praticamente todos os processos metabólicos são influenciados pelo conteúdo de água.

Os principais usos de água pelas plantas são: (a) é o principal constituinte do protoplasma, compreendendo mais de 90% de sua massa total. A maioria das moléculas biológicas é hidratada em seu estado natural, a

presença de água é essencial para a manutenção de sua estrutura e atividade. A desidratação pode levar sementes a um maior período de dormência, e, rapidamente, podem conduzir à desnaturação irreversível das proteínas; (b) participa de numerosas reações químicas que ocorrem na matéria viva. A hidrólise e condensação são importantes em vários processos metabólicos; (c) é uma fonte de prótons (íons H^+), para a redução do CO_2 na fotossíntese e de íons hidroxila (OH), que fornecem elétrons para as reações de luz; (d) é um solvente natural no qual muitas outras substâncias são dissolvidas e submetidas a reações químicas no protoplasma; (e) também é o solvente no qual os materiais são transportados no xilema, floema e através do citoplasma de células; (f) a maior parte da água de uma planta está contida em grandes vacúolos dentro do citoplasma das células parenquimáticas. Essa ajuda a manter a rigidez das células, logo, da planta como um todo. Quando as plantas perdem sua turgidez a planta murcha e pára de crescer; (g) o ganho e a perda de água dos vacúolos da célula vegetal, é responsável por uma variedade de movimentos nas plantas, inclusive a abertura e fechamento dos estômatos, o dobramento noturno dos folíolos, e da abertura e fechamento de flores; (h) há uma fina camada de água em torno de cada célula de uma planta, que penetra nos microespaços existentes entre o material sólido das paredes celulares. Essas camadas são contínuas de uma célula para outra, são importantes para a difusão de gases (CO_2 e O_2) para dentro e fora das células. Além, de contribuir para absorção e transporte de sais minerais do solo pelas raízes; (i) devido seu elevado calor específico a água atua como fonte de calor, tornando possível as plantas absorverem grandes quantidades de radiações solares sem elevação, prejudicial, na temperatura da planta (Sutcliffe, 1980).

O solo é um material poroso, constituído das frações sólida, líquida e gasosa, que cobre parte da superfície terrestre, originado de rochas por

processos de intemperização. Uma das suas mais importantes funções é a de operar como um reservatório para a água, fornecendo-a às plantas na medida de suas necessidades (Ferri, 1985). Como a recarga natural deste reservatório (chuva) é descontínua, o volume disponível às plantas é variável. Quando as chuvas são excessivas, sua capacidade de armazenamento é superada, ocorrendo perdas por escoamento superficial. Com chuvas escassas, as plantas podem exaurir as reservas armazenadas no solo e atingir o estado de deficiência hídrica. Em condições ótimas de precipitação, o solo funciona como um reservatório, armazenando as quantidades requeridas pelas plantas. Também, o armazenamento ou retenção de água no estado líquido ocorre devido aos fenômenos de interação da fração sólida com a fração líquida. Estes fenômenos de interação determinam estados de energia da água.

Diferentes partículas (areia grossa e fina, limo ou barro e argila) formam agregados, e de acordo com a extensão e forma desses agregados, haverá diferentes estruturas de solo. A estrutura é importante, pois depende dela a porosidade dos solos. Em geral varia de 30% em solos arenosos a 60% em solos argilosos. Esses poros podem estar cheios de água (quando úmidos) ou de ar (quando secos). O tamanho desses poros é o que permite a drenagem do excesso de água ou a retenção da mesma (Ferraz, 1984).

O solo é constituído de poros de dimensões variáveis, que lhes conferem propriedades capilares, responsáveis pela retenção de água. A água penetra espontaneamente nos capilares irregulares do solo. Esse fato ocorre, pois a água do solo encontra-se na forma de uma solução diluída de sais minerais e compostos orgânicos (Ferri, 1985). Fenômenos de osmose também lhes conferem variações em seu estado de energia. Quanto mais concentrada a solução do solo, menor o estado de energia da água, assim, a distribuição dos

solutos e sais absorvidos nas partículas também afeta a retenção da água. A deficiência hídrica é a situação de uma planta que encontra no solo menor quantidade de água do que sua necessidade. Esse é um fator muito amplo e vai desde pequenas faltas de água até casos em que a planta se apresenta totalmente murcha.

Segundo Ferraz (1984); os efeitos da deficiência hídrica em processos fisiológicos são: (i) o crescimento de um órgão depende da divisão celular, em deficiências severas essa divisão se faz mais lentamente e, após essa situação ela retoma ao ritmo anterior, entretanto, em alguns casos, as plantas podem ficar com dimensões reduzidas; (ii) provocam diminuições acentuadas na fotossíntese das plantas, através da redução da superfície foliar e abertura e fechamento dos estômatos; (iii) a desidratação do protoplasma provoca uma considerável hidrólise das proteínas, acarretando o aumento nos aminoácidos livres; (iv) também, promovem a diminuição de produção no teor de amido, que se converte em outros açúcares e, ocorrem problemas na atividade das enzimas; (v) o teor do ácido abscísico aumenta bastante nas plantas sob condições de deficiência, podendo provocar o fechamento estomático.

4.2.4 A Temperatura e as Plantas

Na faixa térmica que vai de 0°C a 30°C aumenta, geralmente, a quantidade de íons absorvida em consequência, acredita-se que há maior atividade metabólica, afetando a absorção da planta (Ferri, 1985). O aumento de temperatura ocasiona um aumento na respiração dos vegetais. Entre as temperaturas de 5°C a 25°C, a coenzima Q_{10} se situa entre 2,0 a 2,5. Até 35°C não é verificado o aumento da mesma. O decréscimo da coenzima nestas temperaturas, não é devido à inativação de enzimas (fato que ocorre quando as

temperaturas são superiores a 50°C), mas sim do desarranjo das membranas e, também, da difusão de O₂ e CO₂ que não aumentam na mesma proporção que a velocidade das reações químicas. Em baixas temperaturas, a respiração é menos intensa. Esse processo é utilizado para conservar frutas e sementes.

A temperatura, segundo Ferraz, 1984; influência na abertura e fechamento dos estômatos, uma vez que esse processo depende de metabolismo vegetal. Em temperaturas muito baixas, aquém de 5°C e 10°C, ou em temperaturas muito altas, podem provocar o fechamento dos estômatos (murcha das plantas é consequência do fechamento dos estômatos e redução de transpiração). Além desse fator, temperaturas muito altas podem agir indiretamente no teor interno da água nos vegetais. Com o abaixamento da temperatura do solo, a absorção de água pelas plantas cai. Embora os limites variem de planta para planta, a absorção começa a cair bastante já ao redor de 13°C. Plantas tropicais são bem mais sensíveis e, plantas de clima temperado são menos afetadas por baixas temperaturas.

São várias as razões pelas quais um abaixamento de temperatura produz reduções de absorção. Ela causa um aumento na viscosidade da água, o que diminui a sua mobilidade, assim como uma diminuição na permeabilidade do protoplasma e acarreta um menor crescimento das raízes. Condições que atuam juntas e produzem uma menor absorção de água. No caso de absorção ativa, a baixa temperatura reduz ainda a atividade metabólica, com o que cai a acumulação de solutos, que é responsável pelo abaixamento do potencial de água na raiz (Ferraz, 1984).

4.3 Material e Métodos

4.3.1 Coletas de Dados

Foram coletados dados referentes a diâmetro a altura do peito (DAP - cm), altura das árvores (m), forma das árvores (árvore morta, reta – padrão poste, retidão com alguns defeitos, levemente tortuoso, tortuoso, mal formada ou raquítica), sanidade (árvore morta, ausência de doença, pouco doente, muito doente) e situação (bifurcada, morta aproveitável, falha, morta normal e quebrada).

Além dos dados experimentais, foram coletados dados climáticos mensais da estação meteorológica local. Esses foram: temperatura do ar (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), precipitação (mm), velocidade do vento (m/s), insolação (horas/dia), umidade e direção do vento.

4.3.2 Análise dos Dados

4.3.2.1 Análise dos Dados Climáticos

Primeiramente, serão feitos gráficos de temperatura (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação (mm) ao longo dos 15 anos de estudo.

Depois, serão realizados balanços hídricos seguindo o método de Thorntwaite (Almeida & Soares, 1997), com capacidade de armazenamento de água (CAD) igual a 100 mm, utilizado para diferentes regiões no Brasil nesse tipo de estudo, com o intuito de que seja conhecido o valor da deficiência hídrica (mm) desse processo.

4.3.2.2 A Modelagem Florestal do Experimento

Para esse outro passo, será utilizado dados dos seis primeiros anos do plantio de Ipê felpudo, instalado na Estação Experimental de Linhares, pertencente à Cia. Vale do Rio Doce. Dessa maneira os desbaste efetuados no experimento não serão levados em consideração.

As variáveis selecionadas para constituírem esse modelo foram:

Vol; LnVol; Inv.Vol; AB; LnAB; Inv.AB; H; LnH; Inv.H; DAP; LnDAP; Inv.DAP; Tmed; LnTmed; Inv.Tmed; Tmax; LnTmax; Inv.Tmax; Tmin; LnTmin; Inv.Tmin; Precip.; LnPrecip.; Inv.Precip.; DH; LnDH; Inv.DH; Idade; LnIdade; Inv.Idade; Precip.acum.; LnPrecip.acum.; Inv.Precip.acum.; DHacum.; LnDHacum.; Inv.DHacum..

Em que:

Vol= Volume médio por hectare (m^3/ha);

AB= Área basal por hectare (m^2/ha);

H= Altura média (m);

DAP= Diâmetro a altura do peito médio (cm);

Tmed= Temperatura média anual ($^{\circ}C$);

Tmax= Temperatura máxima média anual ($^{\circ}C$);

Tmin= Temperatura mínima média anual ($^{\circ}C$);

Precip= Precipitação total anual (mm);

DH= Deficiência hídrica anual (mm);

Idade (anos);

Precip.acum.= Precipitação acumulada (mm);

DHacum.= Deficiência hídrica acumulada (mm);

Ln e Inv.=São as transformações matemáticas, Logaritmo Neperiano e Inverso do número, aplicadas as variáveis selecionadas.

4.3.3 O Processo de Modelagem

As variáveis do modelo serão analisadas pelo método de Regressão Passo-a-Passo. Esse é um método para seleção de variáveis x (independentes) em modelos de regressão, com a “melhor” explicação do modelo e menor número de variáveis. O processo consiste na seleção para frente e outra para trás, concomitantemente.

Essa seleção é determinada pelo coeficiente de correlação (R^2 que mede o grau de relação linear entre a variável dependente e as independentes, quanto mais próximo de 1 melhor é o coeficiente); e o $C(p)$ de Mallow (que visa minimizar o total padronizado do erro do quadrado médio). O valor desse teste deve ser o mais próximo do número de variáveis independentes do modelo selecionado.

A seleção para frente consiste em adicionar variáveis através da estipulação de um valor de probabilidade estipulada de 0,1500, num modelo, previamente, vazio. Então o método encontra, uma a uma, as variáveis independentes da série que são estatisticamente significativas.

Já a seleção para trás inicia com todas as variáveis do modelo e, remove-se variáveis independentes, uma por vez, a partir do valor de probabilidade das variáveis independentes de 0,500. Se a variável independente tiver probabilidade maior, ou igual que a estipulada, essa é removida do modelo.

4.3.4 A Validação dos Modelos

Os modelos serão avaliados por análise de variância, testando a probabilidade da hipótese de nulidade (H_0) ser não significativa ao nível de 5% de probabilidade. Testar-se-á a hipótese de dos parâmetros serem iguais a zero. Logo, a hipótese alternativa (H_A) testará a hipótese dos parâmetros serem diferentes de zero na mesma probabilidade.

No programa estatístico R será realizado o estudo dos resíduos do modelo escolhido para verificação da dispersão de seus resíduos e normalidade dos dados.

4.4 Resultados e Discussão

4.4.1 Análise do Clima

4.4.1.1 Análise da Precipitação (mm) Total Anual

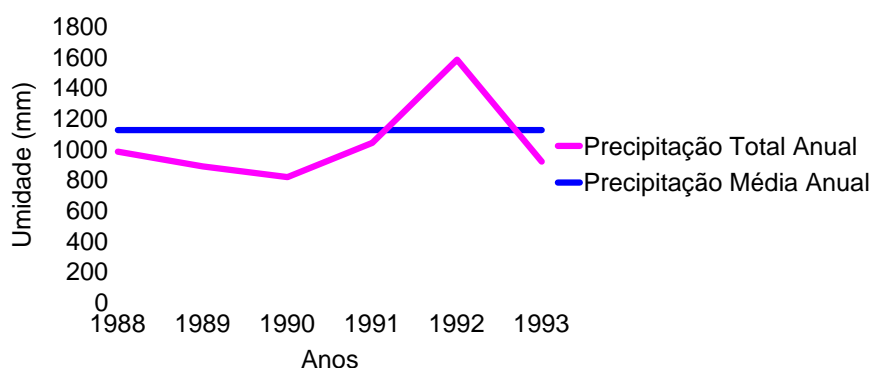


Figura 25 - Precipitação (mm) ao longo de 6 anos do experimento

A Figura 25 apresenta a precipitação total ao longo dos 6 anos desse estudo. Pode-se observar que a precipitação total anual sofre uma grande

variação ano a ano. Esse fato será constatado no gráfico de déficit hídrico também.

A variância da precipitação, ao longo do tempo, é de 67914 (mm), podendo ser, claramente, vista no gráfico acima, uma vez que há a precipitação média e a total plotadas nele. Já o Coeficiente de Variação é de 23,21%.

A grande variação da precipitação proporciona problemas diretos nas plantas, uma vez que a água tem grande importância para o desenvolvimentos dos vegetais. O maior pico está no quinto ano.

4.4.1.2 Análise da Deficiência Hídrica (mm)

A Figura 26 apresenta a deficiência hídrica (mm) ao longo dos anos de 1988 a 1993. Pela figura podemos observar a grande variação de água disponível às plantas ao longo desse estudo.

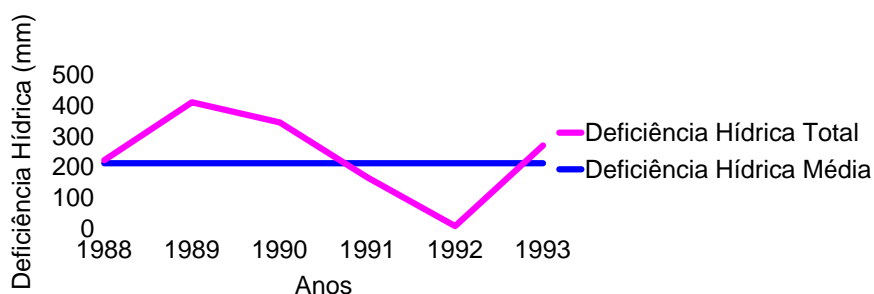


Figura 26 - Deficiência Hídrica (mm) ao longo de 6 anos do experimento

A variância deste quesito foi de 15940 (mm). Como foi plotada a deficiência total e média, é fácil observar a variação que a total tem com relação à média. O Coeficiente de Variação foi de 50,04% o que confirma a grande variação do processo.

Após abastecer o solo a chuva escoar e não é mais utilizada pelas plantas. Esse é o fator pelo qual o valor de deficiência é menor que o de precipitação. Também, deve-se levar em conta que a CAD utilizado para o cálculo da deficiência foi de 100 mm.

A deficiência hídrica está diretamente ligada ao desenvolvimento e crescimento das plantas. Quanto mais instável, pior será o desenvolvimento destas. No segundo ano ocorre a maior deficiência hídrica, já no quinto ano essa é menor.

4.4.1.3 Análise da Temperatura (°C)

A Figura 27 apresenta a temperatura máxima média anual, média anual e mínima média anual.

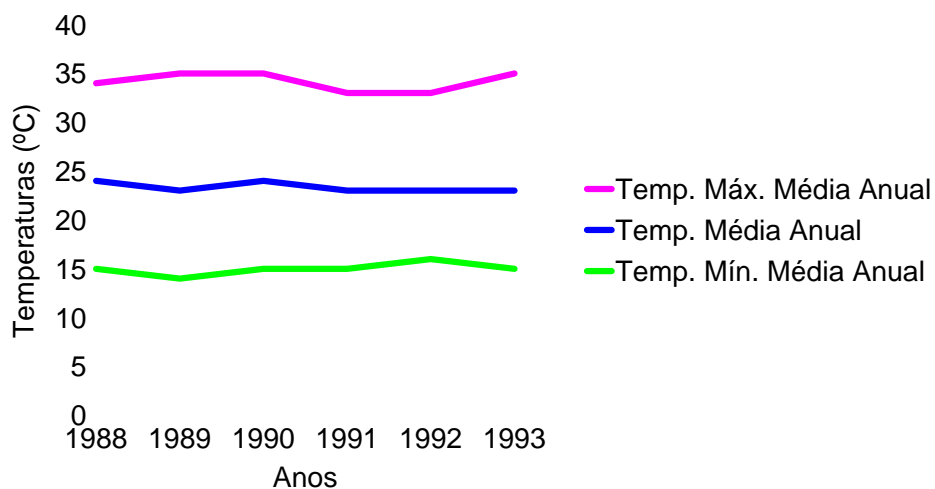


Figura 27 - Temperaturas (°C) ao longo de 6 anos do experimento

Observa-se que as temperaturas médias permanecem quase que constantes ao longo desse estudo. As máximas estão em torno de 35°C, as mínimas de 15°C e as médias entre 23°C e 24°C.

A variância, tanto das temperaturas máximas, como das mínimas é de 1. Fato que pode ser observado na Figura 26 acima. O Coeficiente de Variação (%) é praticamente zero.

Devido a pouca variação deste fator em Linhares, acredita-se que a temperatura não afetou muito o crescimento do Ipê na estação. As maiores temperaturas estão no sexto ano, a menor está no segundo.

4.4.1.4 Variáveis Seleccionadas pela Regressão Passo-a-Passo

A Tabela 21 apresenta as variáveis seleccionadas pela metodologia proposta.

Tabela 21. Variáveis selecionadas para o modelo proposto, sendo a variável dependente volume

Tratamentos	Variáveis	Parâmetros Estimados	R ²	C(p) de Mallow
1,41 x 1,41 m	Intercepto	-28,17	0,99	1,98
	Idade	17,59		
	Inv. Deficiência hídrica acum.	2364,55		
2,00 x 2,00 m	Intercepto	-38,84	0,99	4,00
	Idade	19,18		
	Inv. Deficiência hídrica acum.	4406,99		
2,45 x 2,45 m	Intercepto	-26,58	0,99	4,29
	Precipitação acum.	0,02		
	Inv. Deficiência hídrica	-28,91		
2,83 x 2,83 m	Intercepto	-30,28	0,98	2,47
	Precipitação acum.	0,02		
	Inv. Deficiência hídrica acum.	3283,00		
3,16 x 3,16 m	Intercepto	-35,26	0,99	1,76
	Precipitação acum.	0,02		
	Inv. Idade	20,23		
3,46 x 3,46 m	Intercepto	127,29	0,98	0,60
	Precipitação acum.	0,02		
	Ln Precipitação	-20,97		
Todos os tratamentos	Intercepto	57,48	0,93	1,38
	Idade	19,13		
	Ln Deficiência hídrica acum	-14,12		

O espaçamento de 2,45 x 2,45 m tem o maior número de variáveis selecionadas (3). Os demais tratamentos possuem duas variáveis selecionadas.

Não há muita diferença estatística entre os R² ajustados, apenas no modelo realizado para todos os tratamentos esse valor um pouco reduzido. Os C(p) de Mallow calculados são todos positivos e são próximos aos valores de variáveis selecionadas.

Uma vez que não houve um padrão entre as variáveis para os modelos selecionados, optou-se por transformar o volume para logaritmo neperiano de

volume (ln de volume) e o programa foi rodado novamente. Os novos resultados encontram-se na Tabela 22 abaixo.

Tabela 22. Variáveis selecionadas para o modelo proposto, sendo a variável dependente ln de volume

Tratamentos	Variáveis	Parâmetros Estimados	R ²	C(p) de Mallow
1,41 x 1,41 m	Intercepto	5,47	1,00	5,98
	Inv. Idade	-6,55		
2,00 x 2,00 m	Intercepto	5,56	0,99	-0,90
	Inv. Idade	-7,23		
2,45 x 2,45	Intercepto	5,51	0,98	-1,29
	Inv. Idade	-7,60		
2,83 x 2,83	Intercepto	5,79	0,98	-0,47
	Inv. Idade	-9,10		
3,16 x 3,16 m	Intercepto	5,68	0,95	-0,89
	Inv. Idade	-9,02		
3,46 x 3,46 m	Intercepto	5,45	0,99	7,94
	Inv. Idade	-9,16		
Todos os tratamentos	Intercepto	5,55	0,94	1,04
	Inv. Idade	-8,03		

A transformação logarítmica diminui a variância entre os dados, além de fornecer, nesse caso, um padrão para os modelos analisados. Esse é $\ln \text{ de volume} = \text{Intercepto} + \text{Inverso da Idade} + \text{Resíduos}$.

Os R² ajustados são bem próximos de 1, exceto para o tratamento de 3,16 x 3,16 m e para o modelo que inclui todos os tratamentos. Os C(p) de Mallow calculados, são na maioria dos casos próximos de 1, exceto para os tratamentos 1,41 x 1,41 m e 3,46 x 3,46 m. Nota-se, que em alguns casos ele é negativo.

Como houve a padronização dos modelos, será proposto o modelo para todos os tratamentos $\ln \text{ de volume} = 5,55 - 8,03 \text{ Inverso da Idade} + \text{Resíduos}$, para esse estudo, com R² = 0,94 e C(p) de Mallow = 1,04.

A Figura 28 abaixo ilustra a diferença a diferença entre os dados observados e preditos para ambos modelos estudados. Pela figura observa-se a diferença entre os dois modelos tanto em termos de escala, como em relação a suavidade da curva, que para o modelo logaritmizado é maior.

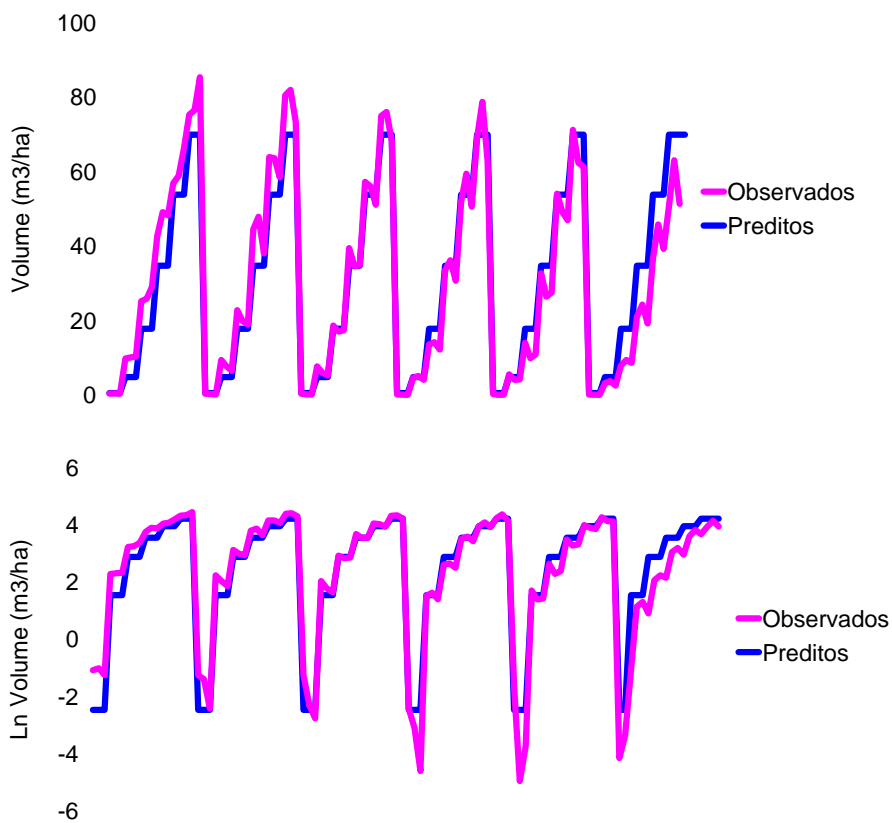


Figura 28 – Comparação entre dados observados e preditos para os modelos estudados

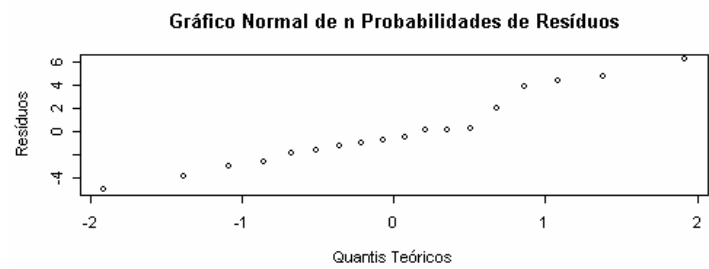
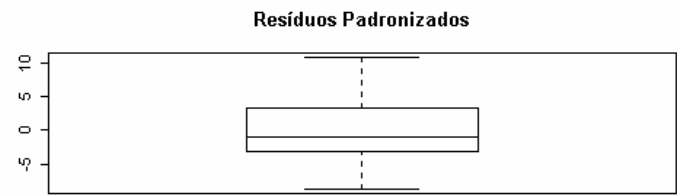
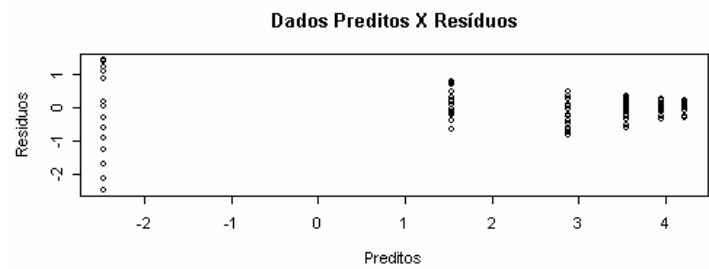
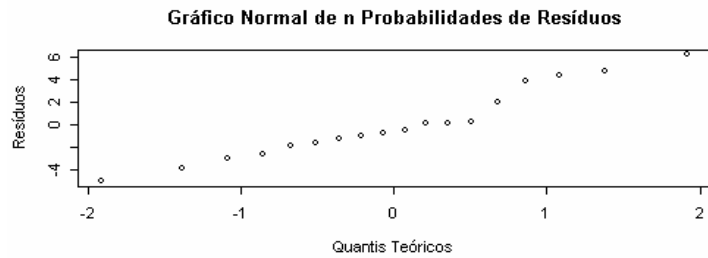
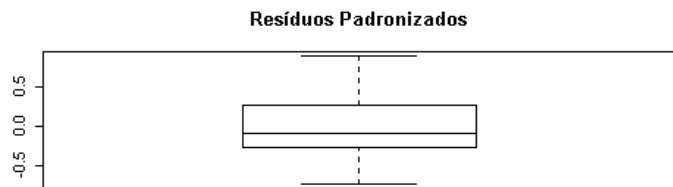
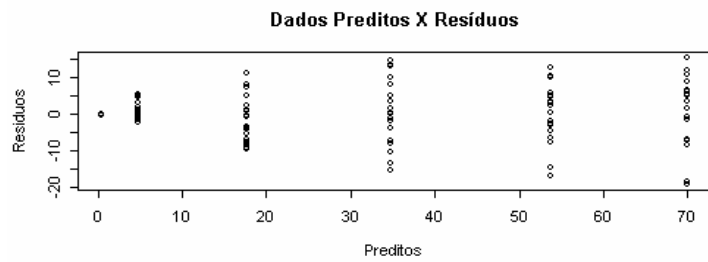


Figura 29 - Estudo dos resíduos dos modelos não logaritmizado (à esquerda) e logaritmizado (à direita), para todos os tratamentos

A Figura 29 a cima ilustra a diferença a diferença entre os estudos dos modelos de volume e ln de volume.

Na figura estão plotados os dois estudos dos modelos. O não logaritmizado (à esquerda) e o logaritmizado (à direita). Podemos observar que o modelo que não sofreu transformação tem seus resíduos espalhados por todo o gráfico, com uma aparência de cone que se abre nos maiores valores de dados preditos. Esse fato demonstra a heterocedasticidade do modelo.

Já para o segundo modelos, seus dados estão mais agrupados, os dados tem a aparência de estarem se afunilando, conforme o valor dos dados preditos vai aumentando.

Os resíduos padronizados demonstram que a maioria dos dados se encontra perto de zero e há uma diferença entre as escalas dos dois modelos.

Por fim, o gráfico normal de n probabilidade de resíduos, nos comprova que os dados são normais, pois a maioria deles, para ambos os modelos, está entre -1 e $+1$ no eixo dos quantis teóricos.

Essa metodologia de elaboração de modelos lineares foi apresentada nas pesquisas de Finger et al (2002), com a análise do crescimento volumétrico do Pau-Ferro; de Schneider et al (2001), com a Acácia-Negra; e na de Ladeira et al (2001), com Eucalipto. Permitindo bons resultados nos estudos, com grande precisão.

4.5 Conclusões

- ✓ Constatou-se, nesse estudo, que as variáveis climáticas selecionadas não afetaram o crescimento do Ipê felpudo, na Estação Experimental de Linhares. Embora alguns estudos efetuados, com *Eucalyptus* sp, na região, constataram o inverso;

- ✓ Esse fato ocorreu, pois a espécie está plantada em seu lugar de origem, e por suas características, tem grande adaptabilidade às variações climáticas e falta de água que ocorreram ao longo desse estudo;

- ✓ Em outras regiões, que não seja nas de origens da espécie, será necessário o estudo dos efeitos do clima na espécie em questão.

5 CONCLUSÕES GERAIS

A espécie estudada possui um potencial silvicultural enorme, sendo necessário mais pesquisas sobre a mesma, para que possa ser mais utilizada tanto para a construção civil como para a indústria moveleira.

Os espaçamentos mais indicados para a implantação de um plantio homogêneo de Ipê Felpudo estão entre 4,00 m² e 10,00 m². Todavia, acredita-se que plantios consorciados sejam mais vantajosos, pois proporcionará a utilização de outras madeiras, além de acarretar numa melhora do ambiente "imitando" uma floresta e na diminuição de problemas fitossociológicos.

Nesse trabalho foi realizada uma modelagem de crescimento tentando evidenciar a influência de variáveis climáticas no crescimento do Ipê Felpudo. Entretanto, a metodologia testada acusou que o experimento foi implantado num local de origem da espécie, e essa está bem adaptada a ele.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. C. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; KANEGAE JÚNIOR; H. Modelagem para prognose precoce do volume por classe para *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 86-102, jun. 2002.

AGUIAR, I. B.; VALERI, S. V.; ISMAEL, J. J.; ALHO, D. R. Efeito do espaçamento no desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog. em Jaboticabal- SP, até a idade de 20 anos. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 570-572, mar., 1992

ALMEIDA, A. C. de; SOARES, J. V. Análise da influência da variabilidade hidrometeorológica interanual no crescimento de plantações de eucalipto. In: IUFRO COFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EULALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. V. 4, p. 55-61.

AMATEIS, R. L.; BURKHART, H. E.; ZEDAKER, S. M. Experimental design and early analyses for a set of Loblolly Pine spacing trials. **USDA Forest Service NC General Technical Report**, n.120, p. 1058 1065, Aug. 1987.

ARBAUGH, M. J.; PETERSON, D. L. Variable selection in dendroclimatology: a example using simulated tree-ring series. **Forest Science**, v. 35, n. 2, p. 294-302, 1989.

- BATISTA, J. L. F. **Análise de regressão:** técnicas de modelagem florestal. Apontamentos de aulas. Piracicaba: ESALQ, 1998. 223 p.
- BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. Escolha de modelos matemáticos para a construção de curvas de índice de sítio para florestas implantadas de *Eucalyptus* SP no Estado de São Paulo. **IPEF**, n. 32, p. 33-42, abril, 1986.
- BERMEJO, I.; CAÑELLAS, I.; MIGUEL, A. S. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 189, p. 97-110, 2004.
- CHAVES, R. Espaçamento em *Eucalyptus*. In: IUFRO COFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EULALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. V. 4, p. 180-185.
- CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V., BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. **Timber Management:** a quantitative approach. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1983. 333 p.
- COELHO, L. C. C.; NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; BUZATTO, O.; SALES, L. M. A. B. Ensaio de espaçamento de Ibirá-puitá *Peltophorum dubium* (spreng) Taub, frente às condições de Mogi Guaçú- SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1036-1038, 1982 a. Edição Especial.

COUTO, H. T. Z.; FERREIRA, C. A. A influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* spp nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 3, p. 9-35, dez., 1981.

COUTO, H. T. Z. **Apostila de inventário florestal**. Piracicaba: ESALQ, s. d.. 12 p.

COUTO, H. T. Z.; GARCIA, A.; JESUS, R. M. Manejo Florestal em Linhares - Crescimento em função de diferentes níveis de intervenção. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 3, p. 653-660, 1992.

COUTO, L.; BRANDI, R. M.; CONDÉ, A. R.; PAULA NETO, F. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 57-71, 1977.

DIAS, A. N. Modelagem e avaliação econômica de plantações de Eucalipto submetidas a desbastes. Viçosa, 2000. 70 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

DITZER, T.; GLAUNER, R.; FÖRSTER, M.; KÖHLER, P.; HUTH, A. The process-based stand growth model Formix 3-Q applied in a GIS environment for growth and yield analysis in a tropical rain forest. **Tree Physiology**, v. 20, p. 367-381, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

FERRAZ, E. C. **Apontamentos de fisiologia vegetal**. Piracicaba: ESALQ, 1984.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Epu, 1985.

FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; BERGER, R.; ELEOTÉRIO, J. R. Investigação retrospectiva do crescimento volumétrico de Pau-Ferro (*Astronium balansae*). **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 131-136, 2002.

FLEIG, F. D.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Influência do espaçamento e idade da brotação na morfologia de povoamentos de *Ilex paraguariensis* St. Hill. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 73-88, 2002.

GRAUMLICH, L. J. Response of tree growth to climatic variation in the mixed conifer and deciduous forest of the upper Great Lakes region. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 23, p. 133-43, 1992.

GUIMARÃES, R. F. Observações sobre diâmetros, alturas, sobrevivência e peso de madeira de *E. saligna* em vários espaçamentos. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2, São Paulo, 1961. Relatórios e documentos. São Paulo: FAO, 1961. v. 2, p. 866-82.

HOLDAWAY, M. R. The relation between tree diameter growth and climate in the Lake State. **USDA Forest Service NC General Technical Report**, n. 120, p. 490-497, Aug., 1987.

- JOHNSEN, K.; SAMUELSON, L.; TESKEY, R.;MCNULTY, S.; FOX,T. Process models as tools in forestry research and management. **Forest Science**, v. 47, n. 1, p. 2-8, 2001.
- LADEIRA, B. C.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Produção de biomassa de Eucalipto sob três diferentes espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2001.
- LANE, C. J.; REED, D. D.; MROZ, G. D.; LIECHTY. Width of sugar maple (*Acer saccharum*) tree rings as effect by climate. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 23, n. 11, p. 2370-2375, Nov., 1993.
- LEBLANC, D. C.; FOSTER, J. R. Predicting effects of global warming on growth and mortality of upland oak species in the midwestern United States: a physiologically based dendroecological approach. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 22, p. 1739-1752, 1992.
- LEITE, H. G. Ajuste de um modelo de estimação de freqüência e produção por classe de diâmetro, para povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith. Minas Gerais, Viçosa, 1990. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MORAIS, E. J. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellitta* sob diferentes espaçamentos na região do cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, n. 59, p. 77-87, Jun., 2001.

- LINDNER, M. Developing adaptive forest management strategies to cope with climate change. **Tree Physiology**, v. 20, p. 299-307, 2000.
- LUZ, H. F.; FERREIRA, M. Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur.): essência nativa pioneira com grande potencial silvicultural. **IPEF**, n. 31, p. 13-20, dez., 1985.
- LUZ, H. F.; FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P. Y. Teste de procedências de Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* Bur.): Resultados da primeira avaliação aos 12 meses. **IPEF**, n. 30, p. 55-58, ago., 1985.
- MACLEAN, D. A.; MACKINNON, W. E.; PORTER, K. B.; BEATON, K. P.; CORMIER, G.; MOREHOUSE, S. Use of inventory and monitoring data in the spruce budworm support system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 28, p. 101-118, 2000.
- MÄKELÄ, A.; LANDSBERG, J.; EK, A. R.; BURK, T. E.; TER-MIKAELIAN, M.; AGREN, G. I.; OLIVER, C. D.; PUTTONEN, P. Process-based models for forest ecosystem management: current state of the art and challenges for practical implementation. **Tree Physiology**, v. 20, p. 289-298, 2000.
- MIRANDA, M. J. de A. C. Estudo da influência do espaçamento de *Eucalyptus saligna* smith no rendimento em madeira serrada, nas condições verde e seca. Piracicaba, 1997, 177 p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

- NABUURS, G. J.; LIOUBIMOV, A. V. Future development of the Leningrad region forests under-oriented forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 130, p. 235-251, 2000.
- NEBEL, G. Sustainable land-use in Peruvian flood plain forest: options, planning and implementation. **Forest Ecology and Management**, v. 150, p. 187-198, 2001.
- NEBEL, G.; KVIST, L. P.; VANCLAY, J. K.; VIDAURRE, H. Forest dynamics in flood plain forest in the Peruvian Amazon: effects of disturbance and implications for management. **Forest Ecology and Management**, v. 150, p. 79-92, 2001.
- NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F. Plantios de Peroba Rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg.) de duas procedências para o estudo comparativo. **Silvicultura em São Paulo**, v. 10, p. 61-63, 1976.
- NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; BERTOLDI, S. E. Ensaio de espaçamento de Araribá amarelo *Centrolobium tomentosum* Guill, frente às condições de Pederneiras-SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1039-1042, 1982 a. Edição Especial.
- NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; MORAES, E.; ZANDARIN, M. A. Plantios de Cabreúva *Miroxylon peruiferum* L. F. em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1064-1069, 1982 a. Edição Especial.

- PECE DE RIOS, M. G. DEL V. Um modelo de crescimento e produção aplicado a plantações de *Eucalyptus pellita*, Viçosa, 1993. 88 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- PENG, C. H. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. **Forest Ecology and Management**, v. 132, n. 2/3, p. 259-279, 2000.
- PEREIRA, A. R.; MORAES, E. J.; NASCIMENTO FILHO, M. B. Implantação de florestas de ciclos-curtos sob novos modelos de espaçamentos. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 429-432, 1983.
- PINHEIRO, G. S.; VEIGA, A. A.; MARIANO, G. Estudo do comportamento de Pau Jacaré e Guarantã sob povoamentos mistos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1032-1035, 1982 a. Edição Especial.
- REZENDE, G. C.; CASTRO, P. F.; MORAES, T. S. A.; MENDES, C. J.; SUITER FILHO, W.; DRUMOND, J. V. Exploração e produtividade de florestas de eucalipto plantadas em espaçamentos não convencionais. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 594-600, 1983.
- RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região da mata. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.
- RYKIEL JUNIOR, E. J. Testing ecological models: the meaning of validation. **Ecological Modelling**, v. 90, p. 229-234, 1996.

- SANDS, P. J.; BATTAGLIA, M.; MUMMERY, D. Application of process-based models to forest management: experience with PROMOD, a simple plantation productivity model. **Tree Physiology**, n. 20, p. 383-392, 2000.
- SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; SPATHEL, P. Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 151-165, 2001.
- SCOLFORO, J. R. **Mensuração florestal 3**: relações quantitativas: em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras: ESAL, FAEPE, 1993. 292 p.
- SILVA, J. A. A.; MEUNIER, I. M. J.; FERRAZ, I. Modelagem do crescimento em altura de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., em solos do agreste de Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 20, n. 4, p.443-450,1996.
- SOARES, C. P. B.; CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G.; SEDIYAMA, G. C. A inclusão da precipitação anual em um modelo de crescimento e produção. **Revista Árvore**, v. 22, n. 4, p. 475-482, 1998.
- SOUZA, W. J. M.; NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; FAGUNDES, M. A.; ZANDARIN, M. A. Ensaio de espaçamento da Canela imbuia *Ocotea porosa* (Ness) L. Barroso, em Angatuba-SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1043-1046, 1982 a. Edição Especial.
- STAPE, J. L.; BALLONI, E. A.; ZANI, J.. Planejamento técnico em plantios florestais na Ripasa. **Série Técnica IPEF**, v. 6, n. 18, p. 1-43, fev., 1989.

STAPE, J. L.; GOMES, A. N.; de ASSIS, T. F. Estimativa da produtividade de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus grandis x urophylla* no nordeste do Estado da Bahia – Brasil em função das variabilidades pluviométricas e edáficas. In: IUFRO COFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EULALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. V.4, p. 192-198.

SUTCLIFE, J. F. **Plantas e a água**. São Paulo: Epu, 1980. 126p.

VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. Evaluation forest growth models. **Ecological Modelling**, n. 98, p. 1-12, 1997.

VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield**. U. K.: Cab International, 1994. 312 p.

VANCLAY, J. K.; GILLISON, A. N.; KEENAN, R. J. Using plant functional attributes to quantify site productivity and growth patterns in mixed forests. **Forest Management**, v. 94, p. 149-163, 1997.

VIANA, V. M. Conservação e variabilidade genética do ipê felpudo (*Zeyhera tuberculosa*). **Silvicultura**, n. 8, p. 537-538, 1982.

VIANA, V. M.; MAURÍCIO, R. M.; MATTA-MACHADO, R.; PIMENTA, I. A. Manejo de la regeneración natural para la formación de sistemas agroflorestales ganaderos. **Agroforestria en Las Américas**, v. 9, n. 33-34, 2002.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. L.; LOCATELLI, M. **Aspectos silviculturais da Teca (*Tectona grandis* L.) no Estado de Rondônia.**

Documentos EMBRAPA Rondônia, n. 68, p1-15, ago., 2002.

VISSER, H.; MOLENAAR, J. Estimating trends and stochastic response functions in dendroecology with application to fir decline. **Forest Science**, v. 38, n. 2, p. 221-234, 1992.

ZANATTO, A. C. S.; NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; BERTOLDI, S. E. Ensaio de espaçamento com Jequitibá vermelho *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. frente às condições de Luiz Antônio- São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais.** Silvicultura em São Paulo, n. 10, p. 1047-1050 a. Edição Especial.