



**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA CANDEIA
EM PLANTIO SUJEITO A DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E PODAS**

CHARLES PLÍNIO DE CASTRO SILVA

2009

CHARLES PLÍNIO DE CASTRO SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA CANDEIA
EM PLANTIO SUJEITO A DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E PODAS**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Mestrado em
Engenharia Florestal, Área de
concentração: Florestas de Produção.**

Orientador

Prof. José Roberto S. Scolforo

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Charles Plínio de Castro.

Crescimento e produção da candeia em plantio sujeito a diferentes espaçamentos e podas / Charles Plínio de Castro Silva. – Lavras : UFLA, 2009.

131 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: José Roberto Soares Scolforo.

Bibliografia.

1. *Eremanthus erythropappus*. 2. Alfabisabolol. 3. Densidade de plantio. 4. Tratos silviculturais. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 634.97355

CHARLES PLÍNIO DE CASTRO SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA CANDEIA
EM PLANTIO SUJEITO A DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E PODAS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Mestrado em
Engenharia Florestal, Área de
concentração: Florestas de Produção.

Aprovada em 04 de março de 2009,

Prof. Sebastião do Amaral Machado UFPR

Prof. Antonio Donizette de Oliveira UFLA

Prof. José Márcio de Mello UFLA

Prof. José Roberto S. Scolforo
UFLA
(Orientador)

LAVRAS - MINAS GERAIS - BRASIL
2009

A todos os que desejam um mundo mais consciente, com menos desigualdade e em harmonia com a natureza.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pelas oportunidades que nela surgiram e pelo auxílio nas minhas escolhas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto S. Scolforo pela orientação e por todos os anos de convivência, amizade e aprendizado, e principalmente, pela confiança que sempre depositou em mim, possibilitando o meu inestimável crescimento pessoal e enriquecimento de minha experiência profissional.

Aos Professores José Márcio, Donizette, Fausto e Luiz Marcelo pelos conselhos diários.

A meus pais, Zilda e Carlos, razão da minha existência; meus irmãos, Karla, Matheus e Paula; meus avós, Afonsa, Silvio, Francisca e Manoel (*in memorian*), pela experiência; meus Tios Prof. Hilário e Sandra, pela grande ajuda em todos os momentos. E a todos meus familiares por toda amizade, torcida e carinho.

A Rosylenne Silveira, pelo companheirismo e paciência dedicados em tantos anos.

Ao CNPq pelo apoio financeiro da bolsa de estudo.

Ao Sr. João Taveira pela parceria na disponibilização da área do experimento. Ao IBAMA, IEF e CITRÓLEO pelo apoio financeiro na continuidade do projeto

Agradeço também a Ivonise, Samuel, Aninha, Regis, Isabel, Bob, Chicão Totonho, Clavícula, Haule, Sérgio, Flavinha, Christianne, Nory, Fábio (Zigoto), Samurai, Vanete e a todos demais colegas de pós graduação, pela amizade. A Gláucia, Beth, Zé Carlos, Chica e Rose pelo apoio.

Pelos bons momentos e dedicação na coleta dos dados, agradeço aos engenheiros de campo e aos estagiários..

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que mais esta etapa em minha vida fosse vencida, muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. Descrição da Espécie	4
2.1.1. Considerações Gerais.....	4
2.1.2. Área de ocorrência da candeia.....	6
2.2. Crescimento e Produção	7
2.3. Uso de Modelos Biológicos para Retratar o Crescimento e Produção de Populações Florestais	10
2.4. Teste de Identidade entre Modelos	19
2.5. Influências do Espaçamentos e da Poda no Crescimento e Produção.....	19
2.5.1. Espaçamentos	19
2.5.2. Poda.....	22
2.6. Rotação Florestal	25
2.7. Manejo Baseado na Árvore Individual	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. Descrição do experimento	29
3.2. Modelagem do crescimento	34
3.3. Modelagem da copa.....	37
3.4. Teste de identidade entre modelos.....	38
3.5. Avaliação estatística do efeito do espaçamento e poda no crescimento e produção da candeia	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Comportamento do diâmetro na floresta em função do Espaçamento.....	46
4.1.1 Efeito do Diâmetro em função da Idade	46
4.1.2 Análise Estatística do diâmetro.....	61
4.2. Comportamento da Altura na floresta em função do Espaçamento	64
4.2.1 Efeito da Altura em função da Idade	64
4.2.2 Análise Estatística da Altura Total	77
4.3. Modelagem do Desenvolvimento da Área de Cobertura da Floresta.....	79
4.3.1 Área de Copa em função da Idade	80
4.3.2 Área de Copa em função do Diâmetro.....	96
4.4. Modelagem do Crescimento da Produção.	107
4.4.1 Comportamento do Volume Total versus Idade	108
4.4.2 Identidade entre modelos de crescimento do volume	120
4.4.3 Análise Estatística do Volume.....	122
4.4.3.1 Volume por Fuste	122
4.4.3.2 Volume por Hectare.....	123
5. CONCLUSÃO	125
6. BIBLIOGRAFIA	127

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - Lista de espécies do gênero <i>Eremanthus</i>	4
TABELA 2 – Agrupamento do dados de acordo com a idade de mensuração da CAP mínima.	33
TABELA 3 - Número de fustes total e por cova viva para cada tratamento e suas variações.	40
TABELA 4 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 01 (1,5 x 1,5m) com podas sucessivas.	41
TABELA 5 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 01 (1,5 x 1,5m) sem podas sucessivas.	42
TABELA 6 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 02 (1,5 x 2,0m) com podas sucessivas.	42
TABELA 7 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 02 (1,5 x 2,0m) sem podas sucessivas.	43
TABELA 8 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 03 (1,5 x 2,5m) com podas sucessivas.	43
TABELA 9 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 03 (1,5 x 2,5m) sem podas sucessivas.	44
TABELA 10 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 04 (1,5 x 3,0m) com podas sucessivas.	44
TABELA 11 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 04 (1,5 x 3,0m) sem podas sucessivas.	45
TABELA 12 - Equações ajustadas para determinação da circunferência em função da idade.	47
TABELA 13 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.	51
TABELA 14 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.	53
TABELA 15 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.	55

TABELA 16 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.....	56
TABELA 17 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.....	57
TABELA 18 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.....	58
TABELA 19 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.....	59
TABELA 20 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.....	60
TABELA 21 - Análise de variância para o DAP.....	62
TABELA 22 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.....	62
TABELA 23 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) para o DAP a poda nos tratamentos*.....	62
TABELA 24 - Equações ajustadas para determinação da altura total em função da idade.....	65
TABELA 25 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.....	69
TABELA 26 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.....	70
TABELA 27 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.....	71
TABELA 28 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.....	72
TABELA 29 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.....	73
TABELA 30 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.....	74
TABELA 31 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.....	75
TABELA 32 - Valores de Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.....	76
TABELA 33 - Análise de variância para a altura total.....	78
TABELA 34 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.....	78

TABELA 35 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) da altura total na poda para cada um dos tratamentos*.....	78
TABELA 36 - Número de covas e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas em cada tratamento.	81
TABELA 37 - Equações ajustadas para determinação da área de copa em função da idade.	82
TABELA 38 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.	86
TABELA 39 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.....	87
TABELA 40 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.	88
TABELA 41 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.....	89
TABELA 42 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.	90
TABELA 43 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.....	91
TABELA 44 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.	92
TABELA 45 - Valores de Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.....	93
TABELA 46 – Área de cobertura da floresta (m ² /ha) para cada tratamento em função da soma da área de copa individual multiplicada pelo número de covas de cada grupo.....	95
TABELA 47 - Equações estimadas para determinação da área de copa em função do diâmetro.	97
TABELA 48 – Número de indivíduos por hectare para cada tratamento em função do DAP.	106
TABELA 49 - Equações ajustadas para determinação do volume total por fuste em função da idade.	109
TABELA 50 - Volume Total (m ³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.....	112
TABELA 51 - Volume Total (m ³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.	113
TABELA 52 - Volume Total (m ³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.....	114
TABELA 53 - Volume Total (m ³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.	115
TABELA 54 - Volume Total (m ³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.....	116

TABELA 55 - Volume Total (m ³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.	117
TABELA 56 - Volume Total (m ³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.	118
TABELA 57 - Volume Total (m ³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.	119
TABELA 58 - Volume Total por hectare (m ³) em relação à idade de cada tratamento.	120
TABELA 59 - Análise de variância para o Volume Total por fuste.	121
TABELA 60 - Análise de variância para o volume total por fuste.	122
TABELA 61 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.	122
TABELA 62 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) do volume total por fuste na poda para cada um dos tratamentos*.....	123
TABELA 63 - Análise de variância para o volume total por hectare.....	124
TABELA 64 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.	124
TABELA 65 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) do volume total por hectare na poda para cada um dos tratamentos*.....	124

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Ocorrência da candeia no Estado de Minas Gerais.....	7
FIGURA 2 – Croqui do Experimento com a distribuição das parcelas.....	31
FIGURA 3 – Distribuição dos sutratamentos dentro dos tratamentos como instalados no campo.....	32
FIGURA 4 – Distribuição dos sutratamentos analisados, conforme tratos silviculturais.....	32
FIGURA 5 – Representação gráfica do Modelo de crescimento Monomolecular.....	34
FIGURA 6 – Representação gráfica do Modelo de crescimento Autocatalístico ou Logístico.....	35
FIGURA 7 – Representação gráfica do Modelo de crescimento de GOMPertz.....	35
FIGURA 8 – Representação gráfica do Modelo de crescimento de Chapman e Richards.....	36
FIGURA 9 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.....	51
FIGURA 10 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.....	53
FIGURA 11 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.....	55
FIGURA 12 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.....	56
FIGURA 13 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.....	57
FIGURA 14 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.....	58
FIGURA 15 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.....	59
FIGURA 16 - Diâmetros médios, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.....	60
FIGURA 17 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.....	69
FIGURA 18 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.....	70
FIGURA 19 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.....	71
FIGURA 20 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.....	72
FIGURA 21 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.....	73

FIGURA 22 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.	74
FIGURA 23 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.....	75
FIGURA 24 – Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.	76
FIGURA 25 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 01 com podas sucessivas. .	86
FIGURA 26 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 01 sem podas sucessivas. .	87
FIGURA 27 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 02 com podas sucessivas. .	88
FIGURA 28 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 02 sem podas sucessivas. .	89
FIGURA 29 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 03 com podas sucessivas. .	90
FIGURA 30 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 03 sem podas sucessivas. .	91
FIGURA 31 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 04 com podas sucessivas. .	92
FIGURA 32 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 04 sem podas sucessivas. .	93
FIGURA 33 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 01 com podas.	98
FIGURA 34 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 01 com podas.	98
FIGURA 35 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 01 sem podas.....	99
FIGURA 36 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 01 sem podas.....	99
FIGURA 37 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 02 com podas.	100
FIGURA 38 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 02 com podas.	100
FIGURA 39 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 02 sem podas.....	101
FIGURA 40 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 02 sem podas.....	101
FIGURA 41 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 03 com podas.	102
FIGURA 42 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 03 com podas.	102

FIGURA 43 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 03 sem podas.....	103
FIGURA 44 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 03 sem podas.....	103
FIGURA 45 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 04 com podas.	104
FIGURA 46 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 04 com podas.	104
FIGURA 47 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 04 sem podas.....	105
FIGURA 48 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 04 sem podas.....	105
FIGURA 49 – Resultado do ajuste da área de copa em função do diâmetro dos tratamentos.	106
FIGURA 50 – Número de indivíduos por hectare para cada tratamento em função do DAP.	107
FIGURA 51 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.	112
FIGURA 52 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.	113
FIGURA 53 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.	114
FIGURA 54 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.	115
FIGURA 55 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.	116
FIGURA 56 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.	117
FIGURA 57 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.	118
FIGURA 58 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.	119

RESUMO

SILVA, Charles Plínio de Castro. **Crescimento e produção da candeia em plantio sujeito a diferentes espaçamentos e podas**. 2009. 133 p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Neste trabalho, objetivou-se analisar o comportamento das variáveis diâmetro, altura, área de copa e volume, em cada fuste e, por hectare da espécie candeia, sujeito a diferentes espaçamentos e podas. O experimento de parcelas subdividida em faixas foi instalado em março de 2002, no município de Carrancas/MG com mudas adquiridas na EMATER deste município, contendo 4 espaçamentos de plantio (T01-1,5x1,5m, T02-1,5x2,0m, T03-1,5x2,5m e T04-1,5x3,0m), e subparcelas com e sem podas, sendo inventariadas 896 covas de área útil por espaçamento, em 4 blocos. As medições foram feitas, semestralmente, mensurando-se a altura de todas as plantas e a circunferência à 1,30m de altura (CAP) daquelas que apresentaram valor de $CAP \geq 9,0$ cm. A área de copa foi mensurada anualmente, a partir do terceiro ano. Como resultado inicial definiu-se a separação dos dados de acordo com a época da medição da CAP mínima, ou seja, o conjunto de fustes em que a CAP mínima foi mensurada aos 1,92 anos foram analisados separadamente. O mesmo procedimento foi feito para os fustes mensurados a partir dos 2,58 anos, dos 3,08 anos, dos 3,67 anos, dos 4,08 anos, dos 4,58 anos, dos 5,08 anos e dos 6,5 anos, além dos fustes que não tiveram a CAP mensurada. Os diferentes espaçamentos desse experimento não influenciaram, estatisticamente aos 6,5 anos, no diâmetro à 1,30m de altura, na altura total, no volume por fuste e no volume por hectare. As podas responderam positivamente ao crescimento quando analisou-se o DAP e o volume por fuste. Quando analisou-se a altura total e o volume por hectare as podas somente foram superiores quando consorciado ao espaçamento de 1,5 x 1,5m.

Termos para Indexação: *Eremanthus erythropappus*, alfabisabolol, densidade de plantio, tratos silviculturais.

Comitê orientador: José Roberto Soares Scolforo - UFLA (Orientador).

ABSTRACT

SILVA, Charles Plínio de Castro. **Growth and production of candeia plantation at different spacing and pruning.** 2009. 133 p. Dissertation (Master's degree in Forest Production) – Federal University of Lavras, Lavras.

This work analyzed the behavior of diameter, height, crown area and volume variables, in each stem and per hectare, of candeia plantation, subject to different spacing and pruning. The experiment of subdivided parcels in strips was installed in March 2002, in Carrancas county-MG- with seedlings supplied by the local EMATER, at 4 planting spacing (T01-1,5x1,5m, T02-1,5x2,0m, T03-1,5x2,5m and T04-1,5x3,0m), and sub parcels with and without pruning, being inventoried 896 planting holes of useful area by spacing, in 4 blocks. The measurements were made every six months to evaluate if the height of all the plants and the circumference at 1.30m height (CBH) of those stems possessing $CBH \geq 9.0$ cm. The crown area was measured annually, starting from the third year. As initial result, the data were classified according to the time of measurement of minimum CBH; in other words, the group of stems in which minimum CBH was measured at 1.92 years was analyzed separately. The same procedure was adopted for measuring the stems starting from 2.58 years old, 3.08 years old, 3.67 years old, 4.08 years old, 4.58 years old, 5.08 years old and 6.5 years old, besides the stems that didn't have the measured CBH. The different spacing of the experiment didn't affect, statistically, at 6.5 years, the diameter at 1,30m of height, the total height, the stem volume and the volume per hectare. The pruning answered positively to the growth when DBH and stem volume were analyzed. When the total height and volume per hectare were analyzed, the pruning presented positive result only at the 1.5 x 1.5m spacing.

Word-key: *Eremanthus erythropappus*, alfabisabolol, planting density, silvicultural treatments.

Guiding committee: José Roberto Soares Scolforo - UFLA (Adviser).

1. INTRODUÇÃO

Os avanços obtidos na política ambiental, aliados à conscientização da população em relação aos problemas do meio ambiente, têm levado a uma crescente demanda por espécies florestais nativas. Os plantios tem se destinado principalmente à programas de recuperação e preservação ambiental, pois a atividade humana, constantemente tem causado distúrbios nas áreas remanescentes de vegetação nativa.

Nesses locais fortemente deturpados, a reconstituição da vegetação pode se dar pelo crescimento das árvores remanescentes, ou, ainda, por meio do plantio de mudas (Larson, 1992). No Brasil, de modo geral, a recomposição das áreas impactadas tem se dado por meio de novos plantios, o que exige o conhecimento do comportamento das espécies a serem usadas com essa finalidade. Geralmente, os solos a serem reflorestados possuem diferentes características químicas que associadas ao grande número de espécies florestais nativas, das quais se esperam comportamentos nutricionais distintos (Siqueira et al., 1995), indicando que a obtenção de informações sobre os requerimentos nutricionais e a resposta a adubação dessas espécies é de fundamental importância.

O conhecimento do crescimento e da produção presente e futura de árvores e povoamentos florestais é fundamental para viabilizar o planejamento da atividade florestal.

Estudos pertinentes a esses assuntos estão sendo realizados a mais de 200 anos, e a análise quantitativa do crescimento florestal tem progredido muito desde meados do século passado. Entretanto, nas últimas décadas, mudanças básicas vêm ocorrendo na determinação dos estimadores da produção. Primeiramente, a ampliação no uso e o desenvolvimento da ciência da computação, assim como de técnicas estatísticas, tornaram as formulações

matemáticas acessíveis aos usuários do setor florestal. Um segundo aspecto é a substituição do conceito de densidade normal pelo conceito de que a densidade do povoamento é um fator dinâmico (Nelson, 1964). Outros aspectos a serem considerados são: a compatibilidade existente entre os modelos de produção e crescimento; dá ênfase a modelagem da relação biológica entre o crescimento e a produção florestal; a grande difusão dos modelos por classe diamétrica; a aplicação dos índices de densidade, o que viabilizou os modelos para árvores individuais; a necessidade atual de definir que tipo de floresta nativa tem viabilidade social, econômico e ambiental, o que motivou o uso de procedimentos estocásticos na modelagem de sua produção e crescimento; a necessidade de obter relações cada vez mais eficientes na representação da realidade tem motivado inúmeras tentativas de inclusão de fatores ambientais, tais como fatores climáticos e edáficos em associação aos fatores biológicos na modelagem de crescimento e produção.

Além do conhecimento sobre o crescimento vertical e horizontal das árvores, o conhecimento do espaço vital é de grande importância no desenvolvimento de modelos de crescimento para árvores individuais, assim como permite a tomada de decisões acerca do manejo a ser implementado para uma determinada espécie, particularmente em povoamentos equiâneos.

Assim, para o manejador florestal uma das fontes de informação mais importantes, é a existência de relações quantitativas e modelos matemáticos que sejam consistentes e numericamente compatíveis para a predição do desenvolvimento do povoamento em qualquer idade. Esse conjunto de relações permite efetuar a prognose do crescimento e da produção das florestas sujeitas a diferentes densidades e tratamentos silviculturais, possibilitando inferências sobre a melhor estratégia de plantio, a análise econômica de tratamentos silviculturais, o planejamento da época de corte, a alocação de parte das árvores ou povoamentos para diferentes produtos, dentre outros. Dessa maneira a

predição do valor potencial da produção sob várias condições, fornecerá ao administrador, elementos para se efetuar a otimização da produção florestal. (Scolforo, 1998a).

No sul do estado de Minas Gerais, principalmente em áreas com predominância de Cambissolos, são localizados vários sítios degradados que dificultam a indicação de espécies florestais que possam ser cultivadas, tanto para alcançar as metas da restauração ambiental quanto para participarem do processo de produtos florestais e renda nas propriedades rurais. Dentre as poucas espécies que podem ser indicadas para cultivo nestas áreas, destaca-se a candeia, que, além dos seus atributos relativos à durabilidade natural da madeira e à quantidade de óleo essencial, ocorre naturalmente em solos arenosos ou pedregosos, apresentando crescimento inicial acelerado e com baixa exigência edáfica (Rizzini, 1979).

Mediante o exposto, nesta pesquisa, objetivou-se gerar conhecimentos e avaliar o comportamento da candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, para candeais plantados com diferentes espaçamentos com e sem podas.

Os objetivos específicos são:

- 1) Avaliar o efeito do espaçamento e da poda no desenvolvimento do diâmetro da candeia *Eremanthus erythropappus*;
- 2) Avaliar o comportamento da altura para candeia *Eremanthus erythropappus* sob diferentes espaçamentos e podas;
- 3) Desenvolver um modelo para árvore individual da candeia a partir do desenvolvimento de sua copa, para fins de definição da melhor estratégia de manejo;
- 4) Projetar a produção esperada em volume para cada espaçamento e poda.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Descrição da Espécie

2.1.1. Considerações Gerais

A candeia pertence a família Asteraceae ou Compositae, ao gênero *Eremanthus* e, segundo MacLeisch (1987), engloba 18 espécies, as quais apresentam-se listadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Lista de espécies do gênero *Eremanthus*

Espécies de candeia		
1	-	<i>Eremanthus glomeratus</i> Less.
2	-	<i>Eremanthus goyanensis</i> (Gardner) Schultz-Bip.
3	-	<i>Eremanthus matogrossensis</i> Kuntze.
4	-	<i>Eremanthus rondoniense</i> MacLeisch & Schumacher
5	-	<i>Eremanthus argenteus</i> MacLeisch & Schumacher
6	-	<i>Eremanthus ariculatus</i> MacLeisch & Schumacher
7	-	<i>Eremanthus cinctus</i> Baker
8	-	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.
9	-	<i>Eremanthus seidelli</i> MacLeisch & Schumacher
10	-	<i>Eremanthus elaeagnus</i> (C. Martius ex DC.) Schultz-Bip.
11	-	<i>Eremanthus pohli</i> (Baker in C. Martius) MacLeisch
12	-	<i>Eremanthus graciellae</i> MacLeisch & Schumacher
13	-	<i>Eremanthus brasiliensis</i> (Gardner) MacLeisch
14	-	<i>Eremanthus polycephalus</i> (DC.) MacLeisch
15	-	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeisch
16	-	<i>Eremanthus uniflorus</i> MacLeisch & Schumacher
17	-	<i>Eremanthus capitatus</i> (Sprengel) MacLeisch
18	-	<i>Eremanthus arboreus</i> (Gardner) MacLeisch

Fonte: MacLeisch (1987)

A *Eremanthus erythropappus* é uma espécie florestal de múltiplos usos, sendo utilizada predominantemente como moirão de cerca pela sua alta durabilidade e, também, na extração de óleos essenciais, cujo principal princípio ativo é o alfabisabolol, empregado na fabricação de medicamentos e cosméticos (cremes, bronzeadores, protetores solares, veículo para medicamentos, além de uso na profilaxia e cuidados da pele de bebês e adultos, entre outros).

É uma árvore cuja altura varia de 2 a 10 m, podendo atingir 35 cm de diâmetro. O tronco possui casca grossa e cheia de fendas e, nos galhos mais novos, a casca torna-se menos rústica. As folhas são simples, opostas, com pilosidade cinérea (Chaves & Ramalho, 1996) e possuem uma característica marcante, que é a dupla coloração, ou seja, são verdes e glabras na parte superior e, na parte inferior, possuem um tom branco, tomentoso e aveludado (Corrêa, 1931). As flores são hermafroditas e se apresentam em inflorescências de cor púrpura nas extremidades dos ramos (Araújo, 1944). As características das folhas e da inflorescência facilitam a identificação da espécie mesmo à distância. O fruto é do tipo aquênio, com superfície cilíndrica e com dez arestas, de cor pardo-escuro, com , aproximadamente, 2 mm de comprimento. Cada fruto contém uma só semente.

Estudos realizados por Pérez (2001) concluíram que há um acréscimo na quantidade de óleo do fuste produzido pela candeia com o aumento das classes diamétricas, sendo, em média, de 1,585 kg, com peso mínimo de 0,109 kg para árvores entre 5 e 10 cm de diâmetro e peso de 4,042 kg para as árvores entre 30 e 35 cm de diâmetro. Considera ainda que, embora as árvores das menores classes apresentem, individualmente, menor quantidade de óleo em relação as árvores das maiores classes, ao se considerar o controle por unidade de área, as árvores contidas nas menores classes de diâmetro são viáveis de serem exploradas, por produzirem maior quantidade de óleo por hectare em relação às árvores das maiores classes, o que é explicado pelo elevado número de indivíduos nas menores classes e ao reduzido número nas maiores.

A faixa de densidade para a candeia situa-se entre 0,60 e 0,78 g/cm³, com predominância destes valores entre 0,68 e 0,74 g/cm³, com tendência de decréscimo no sentido base-topo dentro de uma mesma classe diamétrica e tendência de aumento das menores para as maiores classes diamétricas, quando considerada a mesma altura relativa para retirada dos discos (Pérez, 2001).

Mori (2008) chegou à conclusão em seu estudo que a densidade básica da madeira da candeia pode ser considerada como densidade de média a alta e é influenciada pela quantidade de vasos e fibras, sendo maior na área de menor altitude e em árvores mais velhas.

Uma característica interessante dessa espécie é seu desenvolvimento em sítios com solos pouco férteis, rasos e predominantemente em áreas de campos de altitude, com esta variando entre 800 e 1.700m. Enfim, a candeia se desenvolve em locais nos quais seria difícil a implantação de culturas agrícolas ou mesmo a implantação de alguma outra espécie florestal.

A candeia é uma espécie considerada precursora na invasão de campos (Carvalho, 1994). Desenvolve-se rapidamente em campos abertos, formando povoamentos mais ou menos puros. Isto acontece também dentro da floresta quando ocorre alguma perturbação, pois trata-se de uma espécie heliófila e, portanto, a entrada de luz a beneficia (Corrêa, 1931).

2.1.2. Área de ocorrência da candeia

A candeia ocorre na América do Sul, sendo encontrada no Brasil, no nordeste da Argentina e no norte e leste do Paraguai, sendo que, no Brasil, esta espécie está distribuída pelos estados de Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal (Carvalho, 1994). Pedralli et al. (1996) acrescentam outras áreas de ocorrência da candeia no Brasil, ou seja, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

A Figura 1 apresenta a área de ocorrência da candeia em Minas Gerais.

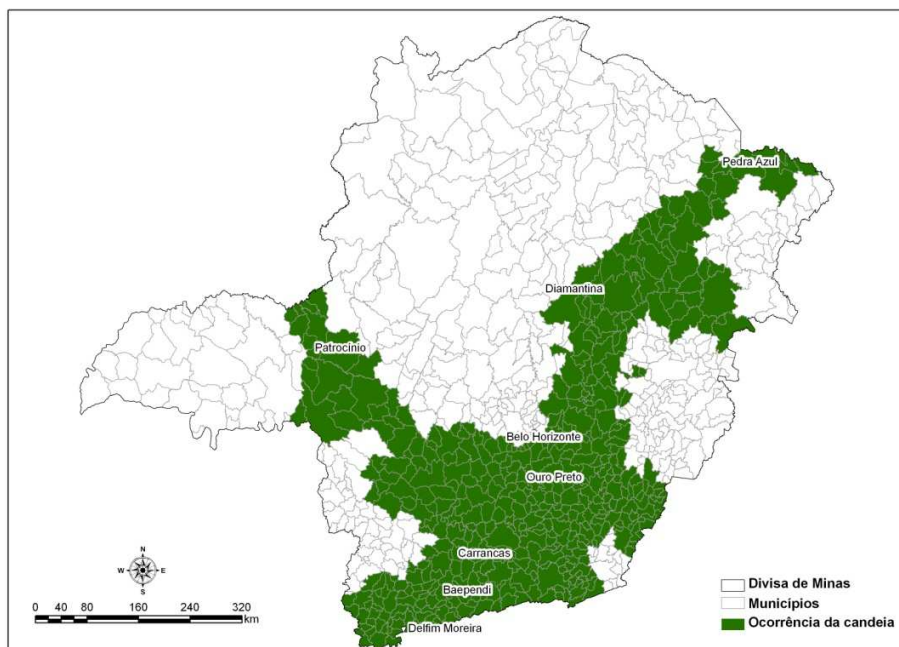


FIGURA 1 - Ocorrência da candeia no Estado de Minas Gerais

2.2. Crescimento e Produção

A previsão do crescimento de uma floresta, por meio de curvas de projeção do desenvolvimento em diâmetro, altura e volume, é a condição básica em qualquer processo de planejamento racional.

Existem diversos motivos para a predição de crescimento, tais como o planejamento da produção, por meio da determinação da idade ótima e econômica de corte; o planejamento e a pesquisa silvicultural que permitem agrupar espécies e procedências, e analisar eficientemente os experimentos florestais; o manejo ambiental e a pesquisa ecológica, visando a estudos de luminosidade, biomassa e exportação de nutrientes nas diversas fases de crescimento, assim como relacionar ciclos de crescimento com informações indispensáveis para o manejo da fauna (Couto & Bastos, 1986).

Por meio do uso de modelos matemáticos de predição de crescimento e produção é possível o estudo de alternativas de manejo para diferentes condições de sítio, idades de desbaste e níveis de intervenção (Marcolin & Couto, 1993).

De acordo com Vanclay (1994) e Prodan et al. (1997), o crescimento é o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta em um determinado período de tempo. Tais dimensões podem ser o diâmetro, a altura, o volume, a biomassa, a área basal etc. Já a produção refere-se às dimensões ao término de determinado período. Portanto, a produção é o crescimento acumulado, enquanto que o crescimento é a taxa de produção.

As taxas de crescimento das árvores são altamente variáveis. Existem grandes variações entre espécies, bem como entre árvores da mesma espécie, porém de diferentes tamanhos ou constituição genética, ou ainda estabelecidas em diferentes habitats. Em contraste, o crescimento de uma árvore individual durante períodos sucessivos é muito menos variável.

Nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo. Um dos importantes pontos a serem abordados para estas florestas é a definição do ciclo de corte, e também o conhecimento de como o número de árvores por classe de diâmetro evolui ao longo do tempo. Naturalmente que muitos outros pontos são extremamente relevantes para que as florestas naturais possam ser utilizadas em bases sustentadas como, por exemplo: suscetibilidade das espécies florestais à exploração; a economicidade do manejo sustentado; uma maior eficiência no processo de beneficiamento e aproveitamento da madeira, a racionalização das técnicas de exploração e transporte, dentre outras (Scolforo et al., 1996).

Segundo Husch et al. (1982) e Lamprecht (1990), o crescimento das árvores é influenciado pelas características da espécie interagindo com o ambiente. As influências ambientais incluem fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento e insolação), fatores pedológicos (características físicas e químicas, umidade e microrganismos), características topográficas (inclinação, elevação e aspecto) e competição (influências de outras árvores, sub-bosque e animais).

Além do conhecimento sobre crescimento vertical e horizontal das árvores, o conhecimento do espaço vital é de grande importância no desenvolvimento de modelos de crescimento para árvores individuais, assim como permite a tomada de decisões acerca do manejo a ser implementado para uma determinada espécie, particularmente em povoamentos equiâneos.

Uma variável que explica esse espaço vital é a copa. Considerando que a fonte de energia para a árvore é a luz do sol a qual é transformada pela fotossíntese em energia química e que a copa das árvores como portadora das folhas é a responsável por esse fato, então ela assume grande importância na definição deste espaço. Esse fato mostra que a copa de uma árvore pode explicar o desenvolvimento de seu diâmetro podendo, portanto, ser relacionada ao DAP da árvore.

Desta maneira, o crescimento do diâmetro pode ser conduzido pela regulação da concorrência entre árvores, o que é obtido com desbastes. Entretanto, o manejo baseado no tamanho da copa é influenciado pelo sítio. Nutto & Spiecker (2000) e Schneider & Oesten (1999), verificaram que a largura da copa ou sua expansão horizontal sofre o efeito do sítio e, portanto, para cada classe de sítio deve ser considerado um incremento diamétrico máximo no manejo.

2.3. Uso de Modelos Biológicos para Retratar o Crescimento e Produção de Populações Florestais

Segundo Scolforo (2006), modelos biomatemáticos podem ser apresentados, para representar uma função de produção, como a taxa de crescimento em relação ao tempo. Uma outra forma possível é aquela que expressa a taxa de crescimento relativo, propiciando informações do crescimento em relação ao tamanho do organismo considerado, no caso, peso ou volume.

Ainda, segundo o mesmo autor, será feita uma abordagem do modelo proposto por Von Bertalanffy em 1951 e derivado a partir da relação alométrica¹ nos organismos. Esta função matemática ficou conhecida na América como modelo de Chapman - Richards e é uma generalização das três funções de crescimento biológicas mais conhecidas, que são:

a) Modelo monomolecular:

$$W = A (1 - b e^{-kt})$$

cuja taxa de crescimento é expressa por:

$$\partial W / \partial t = k (A - W)$$

b) Modelo autocatalístico ou logística:

$$W = A / (1 + b e^{-kt})$$

cuja taxa de crescimento é expressa por:

$$\partial W / \partial t = k W (A - W) / A$$

c) Modelo de GOMPertz:

$$W = A e^{-be^{-kt}}$$

cuja taxa de crescimento é expressa por:

$$\partial W / \partial t = k W \ln (A / W)$$

em que:

¹ Uma relação alométrica pode ser entendida como a relação entre as dimensões de um organismo, definidas como (P) e (Q) e expressas pela seguinte forma: $P = c Q^a$, de tal forma que a taxa de crescimento específica de P manterá uma relação proporcional constante com a taxa de crescimento específica de Q.

W = tamanho do organismo no tempo t;

A = valor assintótico que o organismo pode atingir;

k = medida relativa da taxa de crescimento do organismo;

b = é usualmente sem importância biológica, refletindo somente a escolha do tempo zero.

Estas três funções têm, respectivamente, como característica principal: não apresentar ponto de inflexão, apresentar ponto de inflexão na metade do valor assintótico, e apresentar ponto de inflexão em 0,368 do valor assintótico (A). Assim, cada função representa uma única curva, cuja mudança na forma ocorre somente pelo reescalonamento do eixo das coordenadas.

Richards (1959), estudando o crescimento de plantas, utilizou uma função de crescimento de animais desenvolvida por Bertalanffy (1951), e desenvolveu uma série de considerações que possibilitaram a generalização dessa função de crescimento. Posteriormente, Chapman (1961), estudando o crescimento de peixes chegou as mesmas conclusões de Richards. Essa função foi introduzida no meio florestal por Turnbull (1963). A partir de então, uma série de trabalhos foram desenvolvidos, tanto para estudos de crescimento e produção, como para classificação de sítios, como pode ser observado em Pienaar (1965); Pienaar & Turnbull (1973); Rawat & Franz (1973); Brickel (1966, 1968); Campos (1980); Scolforo & Machado (1988a, 1988b); Scolforo (1992); Scolforo et al. (1997); Maldonado et al. (1987); Goelz & Burk (1992); Hacker & Bilan (1991); Gonzáles et al. (1992), dentre outros.

Bertalanffy (1951), derivou o seu modelo, proveniente de estudos da relação alométrica dos organismos. Uma relação alométrica implícita quando existem elementos dimensionais de um organismo que apresentam a seguinte forma:

$$P = c Q^a$$

onde:

P = expressa o comprimento do fêmur

Q = o tamanho do crânio de uma certa espécie animal ou uma outra relação qualquer, como a altura e o diâmetro de árvores. Isso leva à suposição de que em indivíduos normais a taxa de crescimento específica de P manterá uma relação proporcional constante com a taxa crescimento específica de Q, que é:

$$P^{-1} (\partial P / \partial t) = a Q^{-1} (\partial Q / \partial t)$$

Onde o parâmetro "a" é a constante alométrica. Isso caracteriza um tipo particular de organismo e ambiente, que reflete na sua relação dimensional particular. O parâmetro "c" dependerá das condições iniciais e também das mudanças de P e Q.

Partindo desse princípio e estudando intensivamente muitos organismos aquáticos e terrestres Von Bertalanffy concluiu que para a maior parte deles a relação alométrica era igual a 2/3, podendo então o modelo ser expresso como:

$$S = c W^{2/3}$$

Cuja taxa de crescimento é expressa por:

$$\partial W / \partial t = n W^{2/3} - v W$$

Deve-se observar que a formulação do modelo conceitual da taxa de crescimento ($\partial W / \partial t$) do peso ou volume (W) de um organismo ou população é resultante da diferença da taxa anabólica (n = metabolismo construtivo para um organismo) e da taxa catabólica (v = metabolismo destrutivo para um organismo). A taxa anabólica é assumida ser proporcional à superfície da área do organismo ou população e a taxa catabólica é assumida ser diretamente proporcional ao volume ou peso.

O procedimento adotado por Richards (1959), foi generalizar o valor da constante alométrica que ele denominou de m.

Assim, para se obter o modelo de produção torna-se necessário efetuar a integração da função que expressa a taxa de crescimento.

$$\partial W / \partial t = n W^m - v W \quad (1)$$

Para integrar a função taxa, utilizou-se da equação de Bernoulli, conforme pode-se observar em Pienaar (1965). Para tal, definir que: $Y = W^{1-m}$.

Derivando esta relação obteve:

$$\partial Y / \partial t = (1 - m) W^{-m} \partial W / \partial t$$

$$\partial Y / \partial t = (1 - m) W^{-m} (nW^m - v W)$$

$$\partial Y / \partial t = (1 - m) (n - v W^{1-m})$$

$$\partial Y / \partial t = (1 - m) (n - vY)$$

Assim, rearranjando a expressão acima e multiplicando ambos os termos por $-v$, tem-se:

$$-v \partial Y / (n - vY) = -v (1 - m) \partial t$$

Integrando ambas expressões, tem-se:

$$\int -v \partial Y / (n - vY) = \int -v (1 - m) \partial t$$

$$\ln (n - vY) + c_1 = -v (1 - m) t + c_2$$

$$n - vY = c_3 e^{-v(1-m)t}$$

$$Y = (n / v) - (c_3 e^{-v(1-m)t}) / v$$

Substituindo Y , tem-se:

$$W_t^{1-m} = (n / v) - (c_3 e^{-v(1-m)t}) / v \quad (2)$$

Ou se $W_t = W_0$ no tempo $t = 0$

$$W_0^{1-m} = (n / v) - (c_3 / v)$$

$$c_3 / v = (n / v) - W_0^{1-m} \quad (3)$$

Substituindo (3) em (2), tem-se:

$$W_t^{1-m} = (n / v) - [(n / v) - W_0^{1-m}] e^{-v(1-m)t}$$

$$W_t = \{(n / v) - [(n / v) - W_0^{1-m}] e^{-v(1-m)t}\}^{1/(1-m)} \quad (4)$$

Como os organismos podem crescer no tempo indefinidamente, assume-se

$$t \rightarrow \infty$$

Assim, aplicando limite na expressão (4),

$$\lim_{t \rightarrow \infty} W_t = (n / v)^{1/(1-m)} \quad (5)$$

que corresponde ao tamanho do organismo no infinito:

W_∞

Substituindo (5) em (4) tem-se:

$$W_t = [W_\infty^{1-m} - (W_\infty^{1-m} - W_0^{1-m}) e^{-v(1-m)t}]^{1/(1-m)} \quad (6)$$

Estabelecendo que:

$$A = W_\infty$$

$$B = W_\infty^{1-m} - W_0^{1-m}$$

$$K = v(1 - m)$$

A expressão (5) pode ser abreviada para:

$$W_t = [A^{1-m} - B e^{-kt}]^{1/(1-m)} \quad (7)$$

Que é a função de produção generalizada, chamada de Chapman e Richards.

Pela própria definição de B pode-se verificar que B será negativo quando $m > 1$.

Assim quando $m > 1$ a equação (7) pode ser reescrita como:

$$W_t^{1-m} = A^{1-m} (1 + b e^{-kt}) \quad (8)$$

E quando $m < 1$ a equação (7) pode ser reescrita como:

$$W_t^{1-m} = A^{1-m} (1 - b e^{-kt}) \quad (9)$$

onde:

$$b = \pm B A^{m-1}$$

Observe que a medida que o valor de m variar pode-se obter os modelos monomolecular, o modelo de Gompertz e o modelo logístico.

Assim, para $m = 0$ a equação taxa (1) que gerou o modelo de Chapman e Richards assume forma do modelo monomolecular.

$$\partial W / \partial t = n - v W$$

Manipulando esta expressão pode-se escrever:

$$\partial W / \partial t = v (n / v - W)$$

Como:

$$W_{\infty} = n / v = A$$

Assim:

$$\partial W / \partial t = v (A - W) \quad (10)$$

Essa equação representa a taxa de crescimento do modelo monomolecular, sendo que esta taxa declina linearmente com o aumento no tamanho do organismo vivo.

Do mesmo modo, pode-se do modelo de Chapman e Richards (7) obter o modelo monomolecular, qual seja:

$$W_t = A - (A - W_0) e^{-kt} \quad (11a)$$

Ou também da equação (9) se $m = 0$ tem-se o mesmo modelo monomolecular, apresentado de outra forma.

$$\begin{array}{l} W_t = A (1 - b e^{-kt}) \\ \text{se } W_t = W_0 \end{array} \quad \text{em } t = 0 \quad (11b)$$

Para $m = 1$ a equação taxa (1) que gerou o modelo de Chapman e Richards, assume a forma:

$$\partial W / \partial t = (n - v) W$$

ou

$$W_t = W_0 e^{(n-v)t}$$

em que a taxa de crescimento aumenta linearmente com o tempo.

Quando $m = 2$ a equação taxa (1) que gerou o modelo (7), assume a forma:

$$\partial W / \partial t = n W^2 - v W \quad (12)$$

Que é a taxa de crescimento apropriada para a logística ou modelo de crescimento autocatalítico, onde a taxa de crescimento relativa declina linearmente com o aumento no tamanho do organismo vivo.

Do mesmo modo, pode-se obter do modelo reescrito em (8) o modelo da logística, qual seja:

$$1 / W_t = (1 + b e^{-kt}) / A \quad (13a)$$

ou

$$W_t = A / (1 + b e^{-kt}) \quad (13b)$$

ou ainda:

$$W_t = A (1 + b e^{-kt})^{-1} \quad (13c)$$

Um outro aspecto a ser abordado é que a taxa de crescimento para a função geral (7) pode ser escrita como:

$$\partial W / \partial t = k W [(A / W)^{1-m} - 1] / (1 - m) \quad (14)$$

E a taxa de crescimento relativo como:

$$W^{-1} (\partial W / \partial t) = \partial (\ln W) / \partial t = k [(A / W)^{1-m} - 1] / (1 - m) \quad (15)$$

Ambas as equações não têm solução para $m = 1$, mas desde que:

$$\lim_{x \rightarrow 0} (a^x - 1) / x = \ln a$$

$$x \rightarrow 0$$

como pode ser mostrada pela aplicação da regra de L'Hôpital a taxa de crescimento para $m = 1$ pode ser obtida por:

$$\partial W / \partial t = k W \ln (A / W) \quad (16)$$

para o modelo de crescimento de Gompertz, na forma:

$$W_t = A e^{-be^{-kt}} \quad (17)$$

Portanto, a forma limite do modelo geral (17) quando $m \rightarrow 1$, é o modelo de Gompertz, para o qual a taxa de crescimento relativa é uma função linear do tamanho do organismo (W) e o logaritmo da taxa de crescimento relativa é uma função linear do tempo.

A constante m , expressa as diferentes formas das curvas de crescimento, indicando o tempo onde ocorre o ponto de inflexão. Desta maneira, quando m assume valor = 0 a função não tem ponto de inflexão, a medida que o valor de m vai aumentando, o ponto de inflexão vai ocorrendo mais tarde na vida da população considerada.

Assim, para se determinar a proporção do tamanho final em que o ponto de inflexão ocorre, é necessário conhecerem expressões que mostram onde ocorre a taxa de crescimento máximo (ponto de inflexão):

Primeira situação: quando proveniente da equação (1)

$$W = A m^{1/(1-m)}$$

reescrevendo

$$W / A = m^{1/(1-m)} \quad (18)$$

que é a fração do tamanho assintótico onde a máxima taxa de crescimento ocorre.

Para Gompertz este ponto é:

$$W = A / e \quad \text{ou} \quad W = 0,368 A$$

que quer dizer que o ponto de inflexão ocorre em um ponto 0,368 do valor que o organismo atinge na assíntota.

Para a logística:

$W = 0,5 A$, ou seja, o ponto de inflexão ocorre na metade do valor correspondente a assíntota.

Para o modelo monomolecular:

$W = 0 \cdot A$, ou seja, não há ponto de inflexão. Esse modelo pode ser usado com sucesso para expressar o índice de sítio se informações são coletadas após a ocorrência do máximo incremento corrente anual da altura, ICA, que principalmente para as árvores dominantes e codominantes, ocorre muito cedo,

muitas vezes, quando informações dendrométricas ainda não começaram a ser coletadas.

Segunda situação: quando provenientes da equação (14) (que é proveniente do modelo geral (7)). Nesse caso, a máxima taxa de crescimento ocorre:

$$\partial W / \partial t = A k m^{m/(1-m)} \quad (19)$$

Proveniente da substituição da equação (18) em (19) tem-se que a taxa de crescimento relativa no ponto de inflexão, que será expressa por:

$$W^{-1} (\partial W / \partial t) = k / m \quad (20)$$

onde:

A = expressa o tamanho assintótico do organismo em questão.

K = expressa uma medida relativa da taxa de crescimento, ou seja, é a taxa no qual o valor de alguma função de W (tamanho do organismo) muda, isto é:

$\ln [(A - W) / A]$ no modelo monomolecular

$\ln [(A - W) / W]$ no modelo autocatalítico ou logística

$\ln . \ln (A / W)$ no modelo Gompertz

É difícil interpretar diferenças entre k's, já que, a função de crescimento (W) é específica para cada caso, dependendo de m.

Como já mencionado anteriormente a forma das curvas de crescimento é função de m, mas sua altura depende de A e K. Assim, a área sob a curva é expressa por:

$$\int_0^A k W [(A / W)^{1-m} - 1] / (1-m) W = A^2 k / (2m + 2)$$

que representa a taxa de crescimento média da população, se esta tem uma distribuição retangular nas classes de tamanho (peso ou volume), ou representa a taxa de crescimento médio ponderado, considerando-se do começo ao fim do período de crescimento, se a ponderação é proporcional a taxa de crescimento.

Pode-se verificar em que tempo (idade) ocorre a máxima taxa de crescimento, ou seja, o ponto de inflexão. utilizando as expressões a seguir:

$$t_m = \ln [(b / (1 - m)) / k] \text{ para } m < 1$$

$$t_m = \ln [(b / (m - 1)) / k] \text{ para } m > 1$$

Onde o parâmetro b tem limitada significância biológica.

Observe que o b é um parâmetro em função do tempo “zero”, isto é:

$$b = 1 - (W_0 / A)^{1-m}$$

ou

$$b = \beta A^{m-1}$$

sendo que, $W_0 = W$ quando $t = 0$

2.4. Teste de Identidade entre Modelos

Frequentemente, estuda-se a relação funcional entre uma variável dependente Y e uma ou mais variáveis independentes X , por meio de um modelo de regressão linear ou não linear. Em algumas aplicações, é importante determinar se um conjunto de g equações ajustadas são idênticas, ou se alguns dos parâmetros do modelo são iguais para as g equações. Nesse contexto, um problema, que tem aplicação importante é determinar se um conjunto de curvas é idêntico. Denomina-se identidade de modelos quando um conjunto de equações pode ser representado por uma equação comum (Regazzi, 2004).

2.5. Influências do Espaçamentos e da Poda no Crescimento e Produção

2.5.1. Espaçamentos

Um dos pontos principais dentro do planejamento de implantação de uma floresta é a definição do espaçamento de plantio.

Na escolha do espaçamento adequado deve-se avaliar o espaço necessário para o crescimento ótimo com a melhor relação custo/benefício, sem desconsiderar a questão da proteção ao solo.

A escolha do espaçamento adequado depende do conhecimento dos fatores ambientais que afetam os processos fisiológicos do crescimento e suas prováveis consequências, associando à avaliação econômica dos custos de implantação, manejo e colheita e às necessidades do mercado. Essa análise permite definir o espaçamento de plantio que pode gerar o melhor lucro.

Segundo Scolforo (1998a), a recomendação de espaçamento não pode ser generalizada, devendo-se levar em consideração a qualidade do sítio, as características da espécie, os objetivos de manejo e as condições de mercado bem como os métodos de colheita da madeira e/ou outros produtos.

Recomenda-se, em geral, o plantio em maiores espaçamentos (menor densidade) para sítios melhores, pois apresentam maior ritmo de crescimento e o fechamento do dossel e a competição ocorrem mais cedo. Para sítios de pior qualidade, o espaçamento deve ser menor. Entretanto, segundo Lacerda & Couto (1993), para os sítios de alta produtividade, os espaçamentos podem ser menores que para os sítios de baixa produtividade, mostrando que quanto maior a disponibilidade de recursos maior a lotação de árvores por unidade de área.

Para os sítios muito pobres, deve-se considerar que, havendo uma baixa disponibilidade dos fatores produtivos, a capacidade de suporte do sítio será menor e, portanto, deve-se usar um menor número de plantas por área (Scolforo, 1998a).

O espaçamento de plantio influencia, para a mesma espécie e mesmo sítio, o número de tratos culturais a serem efetuados, a taxa de crescimento, o volume de madeira produzido, o sortimento de madeira, a taxa de mortalidade e

dominância, a idade de estagnação do crescimento, as práticas de implantação, manejo e exploração, a qualidade da madeira, o volume da copa, a frutificação e os custos de produção, entre outros aspectos (Scolforo, 1998a).

A redução da densidade populacional tende a aumentar o conteúdo de água no solo, principalmente em decorrência do aumento da precipitação interna (Leite, 1996). Por isso, de acordo com o regime pluviométrico de uma região, haverá uma densidade populacional que resultará em maior crescimento, sem que as plantas sejam submetidas a estresse hídrico. A magnitude desse estresse depende ainda das espécies em cultivo, visto que a absorção de água e a sua perda pelas árvores são determinadas pelas características do sistema radicular e pela área foliar. Bernardo (1995) observou que o crescimento e a eficiência de utilização de nutrientes por *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. urophylla* variam com o espaçamento. Nos espaçamentos mais abertos, houve redução na proporção de biomassa do tronco em relação à biomassa total, a eficiência de utilização de nutrientes para a produção de biomassa variou com a idade, espécie e espaçamento. Leles (1995) encontrou redução da produção de biomassa de madeira e da parte aérea por unidade de área, aos 52 meses de idade, à medida que o espaçamento foi aumentado para *E. camaldulensis* e *E. pellita*.

Pereira (1990), comparando diferentes espaçamentos e idades de plantas para *E. urophylla* e *E. grandis*, observou que, em espaçamentos mais densos e com idades mais avançadas, as plantas acumularam maior quantidade de nutrientes e que a produção de biomassa total (tronco, casca, galhos e folhas), inicialmente, foi maior nos espaçamentos mais reduzidos, mas, aos 48 meses de idade, praticamente não existia diferença na produção de biomassa.

Para a candeia, Araújo (1944) recomendou um espaçamento entre mudas de 1,5 x 1,5 m ou 2,0 x 2,0 m e Cândido (1991), de 2,0 x 2,0 m. Já Cabacinha et al. (2000) recomendaram de 3,0 x 2,5 m. Conforme os autores citados

anteriormente, pode-se fazer raleio se for preciso, eliminando-se as candeias mais fracas e doentes.

2.5.2. Poda

O objetivo da desrama ou poda é produzir madeira de melhor qualidade, livre de nós, facilitar o acesso às marcações de desbaste, reduzir os riscos de danos causados pelo fogo e diminuir os custos de exploração. Em povoamentos manejados para obter grandes diâmetros é necessário ter copas relativamente grandes, o que em consequência implica em maior quantidade e tamanhos de ramos, resultando em maior números de nós na madeira (Schneider et al., 1999).

Por outro lado, o objetivo usual da desrama em plantações florestais é melhorar as propriedades físicas da madeira serrada, mediante a redução da quantidade e tamanho de nós, por meio da eliminação de nós mortos ou soltos.

Assim, a desrama (poda) constitui-se num dos meios mais importantes para valorizar a produção florestal, não existindo outro método, seja biológico ou genético, onde técnicas silviculturais sejam capazes de alcançar o mesmo êxito no aumento do valor comercial e da qualidade da madeira.

De acordo com Kramer & Kozlowski (1972), o corte dos ramos vivos reduz a superfície fotossintética, embora reduza também a de respiração. A retirada dos ramos inferiores, que consomem muito produto fotossintético na respiração e pouco contribuem na fotossíntese, permite um ganho na relação produção e consumo de assimilados.

Young & Kramer (1952), citados por Kramer & Kozlowski (1972) observaram, em *Pinus taeda* L., uma acentuada redução no engrossamento do fuste das árvores com o aumento da intensidade da desrama, porém, não relatam influência dessa prática sobre o crescimento em altura e produção.

Schneider et al. (1999) relatam que Berenhauser (1970) estudou o efeito da desrama sobre o incremento médio anual em altura e diâmetro, e constatou

que a mesma produz uma diminuição do incremento das árvores e que as mesmas em pleno estágio de crescimento não toleram a redução exagerada da sua copa viva. O corte dos galhos ou sua morte em virtude do fechamento do dossel do povoamento, em proporção superior a 50 % da copa viva, representa um verdadeiro sacrifício às partes vitais das árvores, trazendo perdas significativas de crescimento.

Segundo Fishwick (1977), as pesquisas têm demonstrado que 30 % da copa viva pode ser removida em uma poda programada, sem redução do incremento em volume das árvores. Por outro lado, Daniel et al. (1982) afirmam que, ao podar árvores não se deve eliminar mais de 50 % da copa viva de uma só vez, porque intensidades de poda acima deste percentual afetam negativamente a taxa de crescimento potencial das árvores. A redução da proporção de copa viva mesmo inferior a 50 % põe, quase sempre, as árvores em desvantagem de competição, já que o crescimento em altura e diâmetro reduz-se temporariamente.

A influência da remoção de galhos vivos na produção de madeira e na redução da forma do fuste, é inversa ao efeito do desbaste. O desbaste do povoamento estimula o crescimento do câmbio na base das árvores, enquanto a desrama tende a inibir o crescimento nessa posição, concentrando-o na parte superior do tronco. Assim, a desrama tende a reduzir a forma do tronco, cuja intensidade de redução depende da severidade da mesma. As desramas entre 30 a 40 % da altura total das árvores são consideradas como a de melhor intensidade porém, remoções maiores levam a diminuição da produção de madeira (Schneider et al., 1999).

A desrama deve ser realizada ainda quando os ramos estiverem verdes, fazendo com que o nó fique persistente na madeira, o que não acontece com os nós resultantes da poda de galhos secos. Quando se pretende um cerne nodoso pequeno é necessário podar em duas ou três etapas, para evitar o corte excessivo

da copa viva, o que aumenta o custo da poda de um dado comprimento de tronco (Assmann, 1970).

Segundo Ramos (1973), citado por Schneider et al. (1999), no manejo de *Pinus* sp. na África do Sul são utilizadas desramas observando o seguinte programa: a 1ª é feita quando a altura das árvores dominantes atingem 6,1 metros, sendo desramadas todas as árvores até a altura de 1,8 metros; na 2ª, são desramadas as melhores 750 árvores/ha, até uma altura de 4,5 metros, quando as árvores dominantes atingirem 9,0 metros; e, na 3ª, quando as árvores dominantes alcançam altura entre 12,2 a 13,7 metros, são desramadas as melhores 150 árvores/ha, até 6,6 metros da altura do tronco.

Lewis & Ferguson (1993) relatam que a poda para comprimentos longos tem mostrado lucrativa em locais de alta qualidade de madeira.

Segundo os mesmos autores, a segunda poda é economicamente viável, pois não seria bom fazer o corte da floresta, baseado em dados econômicos, devendo esperar um tempo maior para que adquira um maior volume. O comprimento da rotação torna-se prolongada, e o segundo tronco podado torna-se economicamente viável. Já a terceira poda parece inviável, ao menos que seja desenvolvido um método mecânico aceitável para que a poda seja mais alta.

Schneider et al. (1999), estudaram a influência da intensidade de desrama sobre a produção de madeira de *Pinus elliottii* Engelm e observaram que o diâmetro e a produção de madeira foram fortemente influenciados pela intensidade da desrama, aos 11 anos de idade e concluíram pela recomendação da utilização de desrama com intensidade inferior a 40 % da altura total das árvores, pois permitem menores perdas de produção, ganhos em incremento diamétrico e na qualidade da madeira.

2.6. Rotação Florestal

A rotação florestal ou idade ótima de corte é definida por Davis (1966) como sendo o tempo passado entre o estabelecimento e o crescimento de uma floresta até o momento de ser explorada. Segundo Alves (1966) determinar com exatidão a rotação florestal é muito importante. Posteriormente, fixa-se o padrão da floresta e estabelecem-se as bases para o planejamento em geral.

A determinação da rotação é uma consideração essencial para a tomada de decisão pelo manejador, pois a adoção de uma rotação adequada e vantajosa tem muita influência no sucesso financeiro dos investimentos florestais (Smith, 1989).

A observância da idade ótima de corte é de fundamental importância no resultado final de um povoamento florestal, uma vez que realizando o corte antes ou depois dessa idade, o manejador ou investidor florestal estará contribuindo para a elevação dos seus custos de produção, deixando de obter o máximo retorno sobre o investimento (Rezende et al, 1987).

Há diversos tipos de rotação que, dependendo dos propósitos do manejo, podem ser classificadas como: Rotação Ecológica ou Física; Rotação Silvicultural; Rotação Técnica; Rotação de Máxima Produtividade Volumétrica e Rotação Econômica (Osmaton, 1968).

De acordo com Scolforo & Hosokawa (1992), entre os diversos tipos de rotação existentes, a rotação determinada com base em critérios econômicos (rotação econômica) é a mais conveniente, uma vez que considera a taxa de juros, os custos e as dimensões das plantas. Comentam ainda que apesar do critério do máximo incremento médio anual (rotação de máxima produtividade volumétrica) ser uma das possibilidades para estabelecimentos da rotação, este não leva em consideração importantes aspectos econômicos.

Deve-se tomar cuidado ao determinar a idade de corte, pois esta é influenciada por diversos fatores, como: o horizonte de planejamento, os custos

envolvidos na produção, o preço da madeira, a produtividade do local e a taxa de desconto utilizada. Além destes fatores, a ocorrência de pragas, doenças e incêndios, bem como as variações climáticas, podem provocar danos, exigindo o corte antecipado do povoamento. Todos esses fatores fazem parte de um conjunto de informações que o economista florestal deve dispor para avaliar economicamente qualquer projeto de investimento florestal (Lima Júnior et al., 1999).

Objetivando estudar o comportamento de uma floresta explorada e deixada para regenerar sem nenhuma intervenção adicional Silva (1993) realizou uma pesquisa na Floresta Nacional dos Tapajós a partir de 1975. Com base nos dados de crescimento e mortalidade foram feitas projeções do povoamento por meio de um modelo de simulação e concluiu-se que não se pode esperar uma colheita econômica ao final de um ciclo de corte de 30 anos.

Resende (1991) determinou a idade técnica e econômica de corte por meio de um modelo de prognose do crescimento e da produção em povoamentos de eucalipto. Para a idade técnica, utilizou a maximização do incremento médio anual, enquanto a idade econômica de corte foi obtida com base no valor presente líquido, com horizontes no infinito. Os resultados obtidos indicaram que as rotações técnicas e econômicas diferenciam entre si, sendo que rotação técnica apresenta menor produção de madeira, quando comparada com a rotação econômica.

Figueiredo (2005) determinou a rotação econômica ótima e avaliou a viabilidade econômica de dois povoamentos de *Tectona grandis* L.f. localizados na microrregião do Baixo Rio Acre, município de Rio Branco, Acre. Para a avaliação econômica foi utilizado o Valor Presente Líquido (VPL) e o Benefício Periódico Equivalente (B(C)PE). Com uma taxa mínima de atratividade de 10% aa, a rotação econômica foi de 25 anos de idade para a área 1 e de 27 anos de

idade para a área 3. Os povoamentos de teca avaliados foram considerados economicamente viáveis, tendo apresentado melhores resultados para a área 1.

2.7. Manejo Baseado na Árvore Individual

A fonte de energia de uma árvore é a luz do sol, que é transformada pelo processo de fotossíntese em energia química, e a copa é o órgão responsável por esse processo, por isso as variáveis como superfície, diâmetro e comprimento da copa estão diretamente relacionadas com o crescimento e a produção de uma árvore. Essas variáveis são modificadas pela concorrência; a luz e o vento são os principais fatores responsáveis por essas modificações; quanto mais denso o povoamento, menos luz atinge as camadas mais baixas do dossel, o que faz com que os galhos nessas posições morram (Nuto, 2001).

Autores como Burger (1939) e Assmann (1961a) foram os pioneiros na condução de estudos sobre as formas, dimensões e as relações morfométricas das copas das árvores. No Brasil, são poucos os estudos que procuram relacionar variáveis morfométricas com variáveis de fácil obtenção, como o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura (h). Entre os trabalhos destacam-se os de Durlo & Denardi (1998); Spathelf et al. (2000); Durlo (2001), Nutto (2001) e Nutto et al. (2001).

Os trabalhos de Durlo (1996) e Durlo & Denardi (1998), visando ao manejo das espécies *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* e *Cordia trichotoma* em florestas nativas secundárias, mediante o estudo do espaço vital da árvore individual, confirmaram a importância elementar das variáveis da copa para a modelagem do crescimento em diâmetro para as espécies estudadas, o que justifica a realização de estudos que avaliem tais parâmetros, descrevendo a dimensão da copa e suas implicações para o manejo florestal.

A superfície da copa é de grande importância, especialmente como indicador do potencial de crescimento para coníferas segundo estudos realizados por Dong & Kramer (1985).

Entre os parâmetros largura de copa e o diâmetro a 1,30m de altura (DAP) existe uma relação estreita. Usando tal relação, pode ser estimado o espaço vital de uma árvore. Assim, o crescimento em diâmetro da árvore pode ser conduzido pela regulação da concorrência, quer dizer por desbastes. Essa função oferece possibilidades básicas para tratamentos e desbastes da árvore individual (Nutto, 2001).

Segundo o mesmo autor, a diferença encontrada nos modelos da largura da copa e do DAP na literatura, exige a confirmação do modelo determinado com outros dados e mais pesquisa sobre os métodos usados para medir e calcular a área da projeção da copa.

As relações das formas das árvores com as dimensões diâmetro e altura são ainda mais importantes na medida em que se trabalha com o conceito de árvore-F (Abetz & Ohnemus, 1994). Conhecendo-se essas relações, podem ser usados os conceitos de altura-meta (Durlo & Denardi, 1998) ou de diâmetro-meta (Reininger, 1987; Durlo & Denardi, 1998) das árvores-F, como indicativos de intervenções silviculturais, pois fica possível antever o número adequado de árvores por unidade de área, durante o desenvolver da floresta, liberando-as das demais por meio dos desbastes.

Segundo Durlo et al. (2004), atualmente, as formas e dimensões das copas das árvores solitárias e sua modificação com o tempo adquirem ainda maior importância, dada a possibilidade de serem feitos modelos matemáticos de concorrência, especialmente os que utilizam o conceito de diâmetro potencial e de copa potencial (Hasenauer, 1994; Vancly, 1994) e, a partir daí, confeccionar modelos de crescimento de povoamentos florestais (Hasenauer, 1994; Hasenauer

et al., 1995; Pretzsch, 1995; Durlo, 1996; Durlo & Denardi, 1998; Hasenauer, 2000; Durlo et al. , 2000; Della Flora, 2001; Einspieler, 2002).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para estudar o crescimento e a produção da candeia em plantio serão utilizados dados de diâmetro, altura total e área de copas obtidos ao longo do tempo no experimento descrito a seguir.

3.1. Descrição do experimento

O experimento foi instalado em março de 2002, no município de Carrancas/MG com mudas adquiridas na EMATER do município.

A área experimental foi distribuída em quatro blocos, divididos em quatro parcelas casualizadas (FIGURA 2), as quais foram subdivididas em quatro subparcelas com 56 plantas de área útil, sem casualização como mostrado na Figura 3. Nas parcelas, foram analisados os efeitos do espaçamento, sendo:

Tratamento 1 – espaçamento 1,5 x 1,5m,

Tratamento 2 – espaçamento 1,5 x 2,0m,

Tratamento 3 – espaçamento 1,5 x 2,5m e

Tratamento 4 – espaçamento 1,5 x 3,0m.

As subparcela instaladas são:

A) Testemunha (sem podas e desbastes),

B) Podas sucessivas,

C) Podas sucessivas e desbastes e

D) Desbastes, porém, como a operação de desbaste ainda não havia sido implantada, os subtratamentos A e D são semelhantes, assim como os Subtratamentos B e C (FIGURA 4). Nas subparcelas, avaliou-se o efeito das podas sob o crescimento da candeia.

Esse arranjo resultou num delineamento experimental com blocos casualizados com parcelas subdivididas em faixas.

Para cada tratamento foram plantadas 360 covas em 10 linhas sendo que para cada subtratamento (90 covas) apenas 56 covas compuseram a área útil. As podas foram executadas aos 0,75 anos, 2,67 anos e 6,50 anos. O tronco da *Eremanthus erythropappus*, em condição naturais, é tortuoso e os galhos sofrem um engrossamento acentuado. As podas promoveram a condução do fuste principal por meio da eliminação dos galhos, além da supressão dos fustes secundários.

Para a adubação de plantio foi utilizado 100g do adubo formulado NPK (4-14-08 + Zn0,4%) por cova. O Experimento se manteve limpo por meio da realização de capinas manuais periódicas e o monitoramento das formigas para verificar a necessidade de combate.

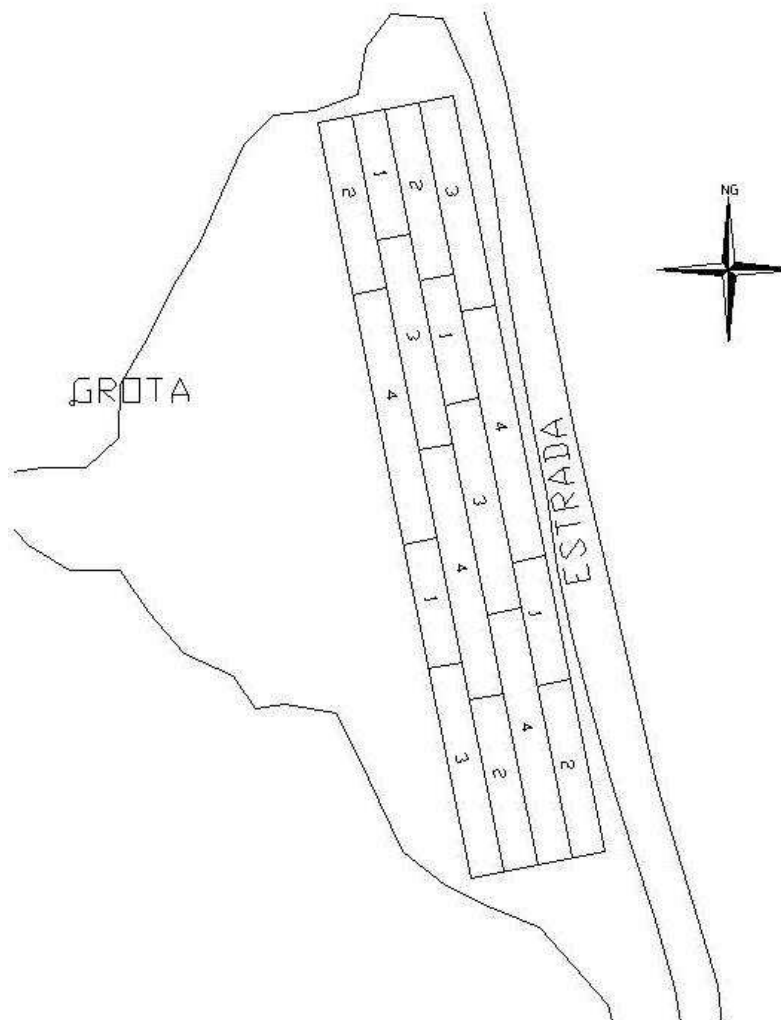


FIGURA 2 – Croqui do Experimento com a distribuição das parcelas.

fixos, iniciando a coleta do primeiro raio sempre direcionado para o norte. Para a coleta da CAP, o valor mínimo para que um fuste seja mensurado foi de 9,0cm, sendo que ao longo do tempo mais fustes ingressavam nas medições. No caso da Ht até que as plantas atingissem uma CAP mínima, era medida a altura do eixo central e a medida que se obteve mais fustes por planta com CAP mínima, mensurou-se a Ht de cada fuste.

Os dados coletados foram agrupados em conjuntos de fustes de acordo com a época de medição da primeira CAP. Para cada tratamento, o conjunto de fustes em que a sua CAP foi mensurada na 4ª medição ou 1,92 anos formam o grupo 1 do tratamento correspondente. Os fustes que tiveram a sua CAP mensurada a partir da 5ª medição ou 2,58 anos, formam o grupo 2 e assim por diante até os fustes que não tiveram a sua CAP mensurada até a 11ª medição ou 6,5 anos (TABELA 2).

A separação por grupo de plantas foi necessária em razão da variação no crescimento entre os fustes e decorrente, também, ao fato de que de uma medição para outra o número de fustes mensurados aumentou consideravelmente causando uma diminuição na média dos dados ao longo do tempo.

TABELA 2 – Agrupamento do dados de acordo com a idade de mensuração da CAP mínima.

GRUPOS DE PLANTAS		IDADE 1ª MEDIÇÃO DO CAP
Grupo 1	CAP → 4ª medição	1,92 anos
Grupo 2	CAP → 5ª medição	2,58 anos
Grupo 3	CAP → 6ª medição	3,08 anos
Grupo 4	CAP → 7ª medição	3,67 anos
Grupo 5	CAP → 8ª medição	4,08 anos
Grupo 6	CAP → 9ª medição	4,58 anos
Grupo 7	CAP → 10ª medição	5,08 anos
Grupo 8	CAP → 11ª medição	6,50 anos
Grupo 9	Sem medição de CAP	

A quantificação do número de fustes e a sua porcentagem foi feita para cada grupo de plantas para cada tratamento.

3.2. Modelagem do crescimento

Para a modelagem do crescimento foram testados os modelos biomatemáticos, Monomolecular, Autocatalístico, Gompertz e Chapman & Richards que é uma variação dos três modelos anteriores. O comportamento médio dos dados segundo cada modelo está representado nas Figuras 5, 6, 7 e 8 acompanhado de sua funções de crescimento.

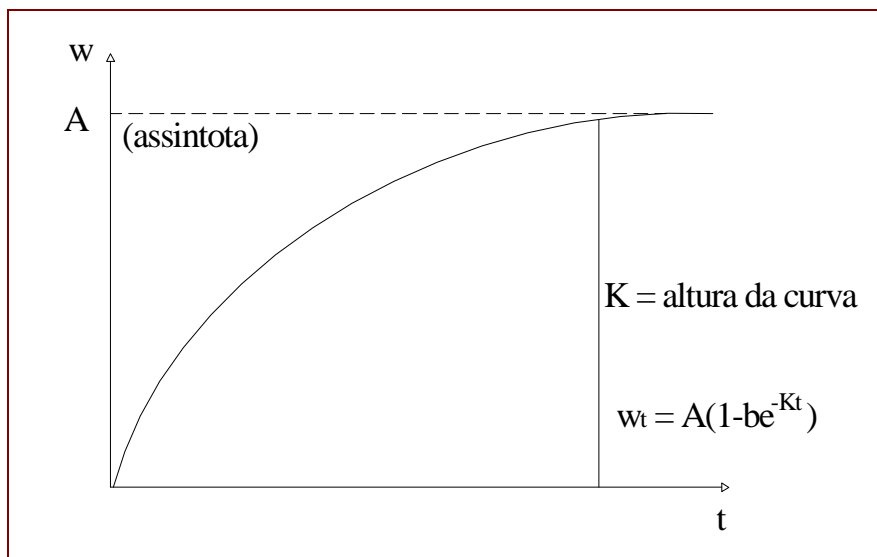


FIGURA 5 – Representação gráfica do Modelo de crescimento Monomolecular.

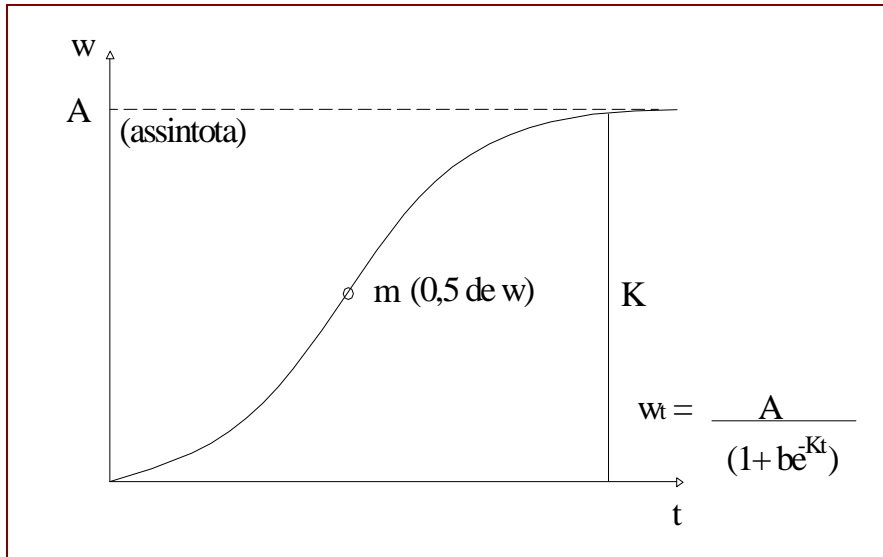


FIGURA 6 – Representação gráfica do Modelo de crescimento Autocatalítico ou Logístico.

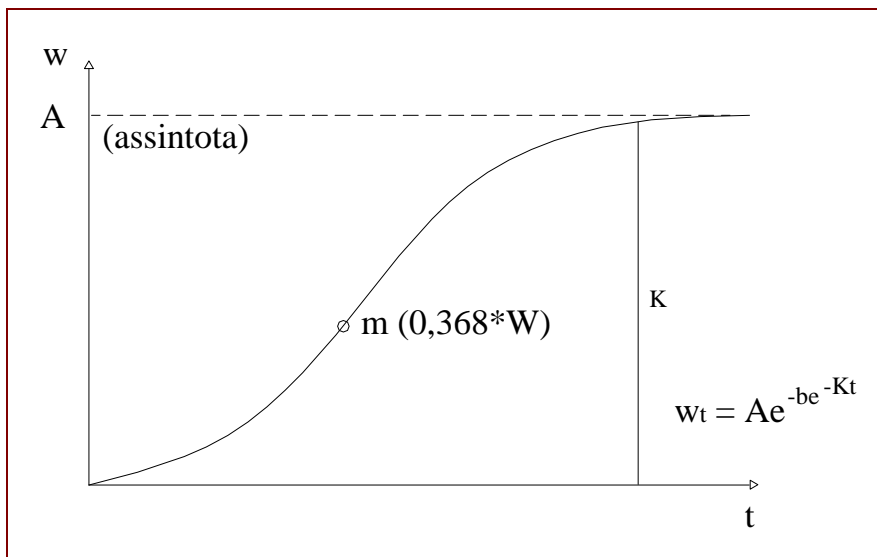


FIGURA 7 – Representação gráfica do Modelo de crescimento de GOMPERTZ.

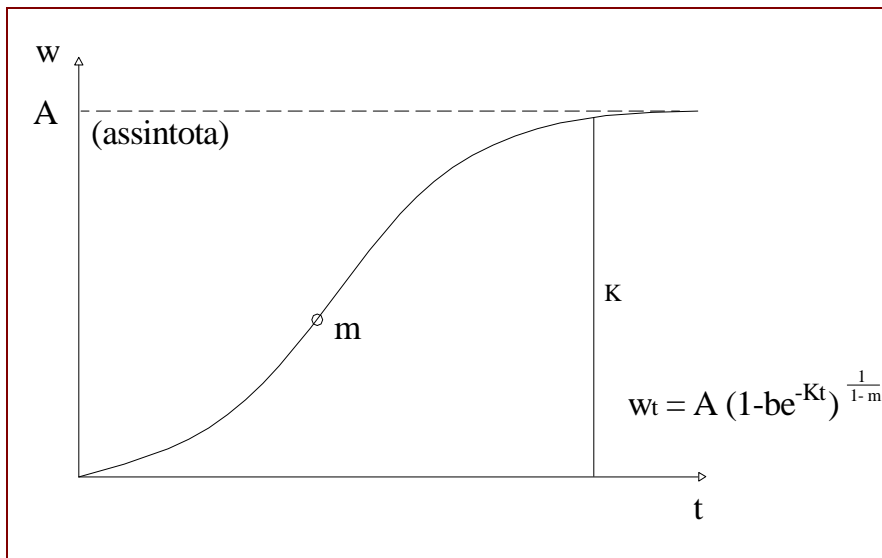


FIGURA 8 – Representação gráfica do Modelo de crescimento de Chapman e Richards.

em que:

W = tamanho do organismo no tempo t ;

A = valor assintótico que o organismo pode atingir;

k = medida relativa da taxa de crescimento do organismo ou altura da curva;

b = é usualmente sem importância biológica, refletindo somente a escolha do tempo zero

m = retrata o ponto de inflexão;

n = base do logaritmo neperiano.

O modelo que melhor representa o comportamento dos dados será utilizado para modelar o crescimento dos dados de DAP, altura total, área de copa e volume em função do tempo ou idade.

Para calcular o volume das plantas individuais, foi utilizada a equação de volume estimado por Scolforo et al. (2008) para a região de Aiuruoca/MG $\ln(VTCC) = \beta_0 + \beta_1 * \ln((DAP^2)*Ht)$. Pode-se então obter o volume de cada fuste por tratamento, que foi a base do seu ajuste por idade.

3.3. Modelagem da copa

Para a modelagem da copa, foi calculada a área de copa por meio da soma da área dos 8 triângulos formados pelos 8 raios.

O cálculo da área de cobertura da floresta foi feita ponderando-se o valor ajustado para cada grupo em cada idade pelo seu número de fustes encontrado no hectare. A soma dos valores de cada grupo na idade i é a área de cobertura da floresta. O valor que define a época de intervenção para que não haja competição das copas é equivalente à 78% do valor da área. Esse valor representa a relação de um círculo de raio j , que é a área de projeção da copa, sobre um quadrado de lado j , que é o valor do espaçamento de plantio.

Outro enfoque será dado à modelagem da copa. Foi feito o ajuste da área de copa em função do diâmetro, conforme proposto por Nutto (2001). Ainda de acordo com esse autor existe uma relação estreita entre esses parâmetros. Esse modelo proposto é $\sqrt{\ell_c} = b_0 + b_1dap - b_2dap^2$, porém, trocando-se o termo “ ℓ_c ” por “AC” (Área de Copa). Como a área de copa considerou somente as covas e não os fustes, foi calculado o diâmetro quadrático de cada cova para o ajuste tirando-se a raiz quadrada da soma dos diâmetros ao quadrado.

Essa proposta de Nutto será realizada para definir alternativas de manejo sob diferentes condições para a obtenção de indivíduos de acordo com o DAP desejado.

3.4. Teste de identidade entre modelos

Regazzi (2003) considerou o ajustamento de g equações de regressão não-linear (g grupos), apresentando, em detalhes, um método para testar a identidade de modelos de regressão não-linear e a igualdade de qualquer subconjunto de parâmetros. Ele admitiu apenas um valor observado de Y para cada um de X . Apresentou uma metodologia adequada para testar as seguintes hipóteses: a) H_0 : as g equações são idênticas; e b) H_1 : um determinado subconjunto de parâmetros não é igual nos g grupos. Ele concluiu que o método apresentado é geral e pode ser usado em qualquer modelo de regressão não-linear.

Ainda, segundo esse autor, o problema é comparar as equações ajustadas para os vários grupos. Para testar as hipóteses formuladas, a metodologia apresentada se baseia no teste da razão de verossimilhança, com aproximação dada pela estatística χ^2 .

Para o teste de H_0 a estatística do teste da razão de verossimilhança é:

$$\chi^2 = -N \ln \left(\frac{\sigma_{\Omega}^2}{\sigma_{\omega}^2} \right) = -N \ln \left(\frac{SQRR_{\Omega}}{SQRR_{\omega}} \right)$$

A regra de decisão consiste em rejeitar H_0 a um nível de significância α se $\chi^2_{\text{calculado}} \geq \chi^2_{\alpha}(v)$, em que $v = \rho_{\Omega} - \rho_{\omega}$ é o número de graus de liberdade, sendo ρ_{Ω} e ρ_{ω} o número de parâmetros estimados nos modelos completo e reduzido, respectivamente, e $SQRR$ é a soma de quadrados do resíduo da regressão.

Os dados dos ajustes testados são com base no volume por hectare, pois elimina o número de fustes variáveis nos tratamentos.

3.5. Avaliação estatística do efeito do espaçamento e poda no crescimento e produção da candeia

Para verificar se há diferença entre os tratamentos utilizados, será realizada uma análise de variância (ANAVA) e um teste de Scott-Knott com a intenção de classificá-los, caso houver diferença entre os tratamentos.

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

H_0 (hipótese de nulidade): $m_1=m_2=...=m_n$, em que $m_1...m_n$ são médias dos tratamentos

H_a : há diferença entre pelo menos duas médias de tratamentos

Este procedimento será utilizado para as variáveis: volume médio por fuste e por hectare (m^3/ha), altura média (m), CAP médio (cm), onde serão considerados somente os dados aos 6,5 anos, pois o número de plantas que ainda não tiveram a sua CAP mensurada a muito pequena, não influenciando, portanto, na média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 são mostrados o número de fustes encontrados nos tratamentos 01 (1,5 x 1,5m), 02 (1,5 x 2,0m), 03 (1,5 x 2,5m) e 04 (1,5 x 3,0m) com poda e sem poda, respectivamente, distribuídos em cada grupo de plantas. Em cada combinação espaçamento e poda foram avaliadas 896 covas, ou seja, 448 covas receberam podas e 448 não receberam. Como a candeia *Eremanthus erythropappus* é uma espécie que, em condições naturais, tem uma bifurcação acentuada, nos subtratamentos que sofreram podas houve uma diminuição no número de fustes, diminuindo a competição e conduzindo a planta a um fuste mais retilíneo.

Nota-se que em todos os tratamentos podados existe uma tendência dos fustes alcançarem o diâmetro mínimo mais cedo. Esse fato ocorre em razão da diminuição da competição, pois o número de fustes também é menor com as podas.

Outro ponto importante é o número de fustes total. Nota-se que quanto maior o espaçamentos maior é o número de fustes que alcançaram a CAP mínima, ou seja, quanto maior o espaçamento, maior será a incidência de luz na planta, aumentando o crescimento da CAP dos fustes secundários. Na Tabela 3 é apresentado o número total de fustes inventariados e a média de fustes por covas vivas, desconsiderando-se as covas mortas, para cada tratamento.

TABELA 3 - Número de fustes total e por cova viva para cada tratamento e suas variações.

Tratamento	Com podas		Sem podas	
	total	por cova	total	por cova
1,5 x 1,5m	443	1,207	738	1,836
1,5 x 2,0m	485	1,488	823	2,365
1,5 x 2,5m	530	1,440	954	2,524
1,5 x 3,0m	677	1,693	1158	2,888

Na Tabela 4 mostra-se o número de fustes e a sua porcentagem inventariados para o tratamento 01 com podas distribuídos em cada grupo de plantas. Destaca-se que mais de 50% dos fustes chegaram ao diâmetro mínimo de medição aos 3,08 anos, sendo que, destes, 60,89% (176) dos fustes tiveram seus diâmetros mensurados na 6ª medição (3,08 anos).

TABELA 4 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 01 (1,5 x 1,5m) com podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	13	258	2,48%	2,48%
Grupo 2 – 2,58 anos	100	1984	19,08%	21,56%
Grupo 3 – 3,08 anos	176	3492	33,59%	55,15%
Grupo 4 – 3,67 anos	38	754	7,25%	62,40%
Grupo 5 – 4,08 anos	44	873	8,40%	70,80%
Grupo 6 – 4,58 anos	6	119	1,15%	71,95%
Grupo 7 – 5,08 anos	6	119	1,15%	73,09%
Grupo 8 – 6,50 anos	43	853	8,21%	81,30%
Grupo 9 – sem CAP	17	337	3,24%	84,54%
Mortas	81	1607	15,46%	100,00%

Na Tabela 5, mostra-se o número de fustes e a sua porcentagem inventariado para o tratamento 01 sem podas distribuído em cada grupo de plantas. Destaca-se que mais de 60% dos fustes chegaram ao diâmetro mínimo de medição aos 4,08 anos, sendo inferior ao tratamento de mesmo espaçamento. Isso pode ter ocorrido em razão da ausência de podas sucessivas aumentando a conicidade do tronco em razão, também, ao grande número de fustes, aumentando a competição por espaço.

As Tabelas 6, 7, 8, 9, 10 e 11 mostram a distribuição dos dados para os tratamentos 02, 03 e 04 com e sem podas, respectivamente.

TABELA 5 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 01 (1,5 x 1,5m) sem podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	2	40	0,26%	0,26%
Grupo 2 – 2,58 anos	44	873	5,61%	5,87%
Grupo 3 – 3,08 anos	123	2440	15,69%	21,56%
Grupo 4 – 3,67 anos	164	3254	20,92%	42,47%
Grupo 5 – 4,08 anos	173	3433	22,07%	64,54%
Grupo 6 – 4,58 anos	30	595	3,83%	68,37%
Grupo 7 – 5,08 anos	35	694	4,46%	72,83%
Grupo 8 – 6,50 anos	117	2321	14,92%	87,76%
Grupo 9 – sem CAP	50	992	6,38%	94,13%
Mortas	46	913	5,87%	100,00%

TABELA 6 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 02 (1,5 x 2,0m) com podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	7	104	1,15%	1,15%
Grupo 2 – 2,58 anos	87	1295	14,33%	15,49%
Grupo 3 – 3,08 anos	148	2202	24,38%	39,87%
Grupo 4 – 3,67 anos	53	789	8,73%	48,60%
Grupo 5 – 4,08 anos	111	1652	18,29%	66,89%
Grupo 6 – 4,58 anos	5	74	0,82%	67,71%
Grupo 7 – 5,08 anos	16	238	2,64%	70,35%
Grupo 8 – 6,50 anos	48	714	7,91%	78,25%
Grupo 9 – sem CAP	10	149	1,65%	79,90%
Mortas	122	1815	20,10%	100,00%

TABELA 7 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 02 (1,5 x 2,0m) sem podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	5	74	0,54%	0,54%
Grupo 2 – 2,58 anos	61	908	6,61%	7,15%
Grupo 3 – 3,08 anos	159	2366	17,23%	24,38%
Grupo 4 – 3,67 anos	248	3690	26,87%	51,25%
Grupo 5 – 4,08 anos	192	2857	20,80%	72,05%
Grupo 6 – 4,58 anos	22	327	2,38%	74,43%
Grupo 7 – 5,08 anos	23	342	2,49%	76,92%
Grupo 8 – 6,50 anos	92	1369	9,97%	86,89%
Grupo 9 – sem CAP	21	313	2,28%	89,17%
Mortas	100	1488	10,83%	100,00%

TABELA 8 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 03 (1,5 x 2,5m) com podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	21	250	3,44%	3,44%
Grupo 2 – 2,58 anos	107	1274	17,54%	20,98%
Grupo 3 – 3,08 anos	174	2071	28,52%	49,51%
Grupo 4 – 3,67 anos	40	476	6,56%	56,07%
Grupo 5 – 4,08 anos	96	1143	15,74%	71,80%
Grupo 6 – 4,58 anos	17	202	2,79%	74,59%
Grupo 7 – 5,08 anos	19	226	3,11%	77,70%
Grupo 8 – 6,50 anos	50	595	8,20%	85,90%
Grupo 9 – sem CAP	6	71	0,98%	86,89%
Mortas	80	952	13,11%	100,00%

TABELA 9 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 03 (1,5 x 2,5m) sem podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	2	24	0,20%	0,20%
Grupo 2 – 2,58 anos	75	893	7,32%	7,52%
Grupo 3 – 3,08 anos	163	1940	15,92%	23,44%
Grupo 4 – 3,67 anos	248	2952	24,22%	47,66%
Grupo 5 – 4,08 anos	258	3071	25,20%	72,85%
Grupo 6 – 4,58 anos	20	238	1,95%	74,80%
Grupo 7 – 5,08 anos	40	476	3,91%	78,71%
Grupo 8 – 6,50 anos	133	1583	12,99%	91,70%
Grupo 9 – sem CAP	15	179	1,46%	93,16%
Mortas	70	833	6,84%	100,00%

TABELA 10 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 04 (1,5 x 3,0m) com podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	7	69	0,97%	0,97%
Grupo 2 – 2,58 anos	138	1369	19,03%	20,00%
Grupo 3 – 3,08 anos	167	1657	23,03%	43,03%
Grupo 4 – 3,67 anos	44	437	6,07%	49,10%
Grupo 5 – 4,08 anos	132	1310	18,21%	67,31%
Grupo 6 – 4,58 anos	16	159	2,21%	69,52%
Grupo 7 – 5,08 anos	30	298	4,14%	73,66%
Grupo 8 – 6,50 anos	128	1270	17,66%	91,31%
Grupo 9 – sem CAP	15	149	2,07%	93,38%
Mortas	48	476	6,62%	100,00%

TABELA 11 - Número de fustes e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas medidos no tratamento 04 (1,5 x 3,0m) sem podas sucessivas.

GRUPO DE PLANTAS	NÚMERO DE FUSTES		%	
	REAL	HECTARE	REAL	ACUMULADO
Grupo 1 – 1,92 anos	3	30	0,25%	0,25%
Grupo 2 – 2,58 anos	108	1071	8,96%	9,21%
Grupo 3 – 3,08 anos	228	2262	18,92%	28,13%
Grupo 4 – 3,67 anos	239	2371	19,83%	47,97%
Grupo 5 – 4,08 anos	235	2331	19,50%	67,47%
Grupo 6 – 4,58 anos	34	337	2,82%	70,29%
Grupo 7 – 5,08 anos	87	863	7,22%	77,51%
Grupo 8 – 6,50 anos	203	2014	16,85%	94,36%
Grupo 9 – sem CAP	21	208	1,74%	96,10%
Mortas	47	466	3,90%	100,00%

A distribuição dos fustes, para cada tratamento, em grupos, de acordo com a idade de mensuração da CAP mínima, será utilizada para análise do crescimento do DAP, da altura, da área de copa e do volume total, sendo feita para cada grupo. A seguir é demonstrado essa estrutura da floresta para cada tratamento com ou sem poda.

O modelo que representou melhor a projeção do diâmetro, da altura total, da área de cobertura da floresta e do volume ao longo do tempo foi o Monomolecular, pois os outros modelos analisados tenderam a estabilizar o crescimento do diâmetro a partir dos 8 anos. Outro ponto que reflete a escolha do modelo monomolecular é a ausência do ponto de inflexão da curva, presente nos outros modelos. Sendo a circunferência mínima de medição de 9,0cm o ponto de inflexão já havia ocorrido ou é inexistente.

4.1. Comportamento do diâmetro na floresta em função do Espaçamento

4.1.1 Efeito do Diâmetro em função da Idade

Na Tabela 12, são mostradas as equações resultantes do ajuste dos dados de circunferência em função da idade para cada tratamento com e sem poda (cp e sp) e distribuídos em grupos de plantas de acordo com a época em que o CAP atingiu o valor mínimo de medição (4 med, 5 med, 6 med, 7 med, 8 med, 9 med e 10 med ou 1,92 anos, 2,58 anos, 3,08 anos, 3,67 anos, 4,08 anos, 4,58 anos e 5,08 anos, respectivamente). Destaca-se, também, os valores do Erro padrão da média ($S_{yx}(m)$ e $S_{yx}(\%)$), do Coeficiente de Determinação ($R^2(\%)$) e a Média dos Resíduos para cada variação. Observando-se a última coluna destacam-se os valores próximos de zero, indicando que, para cada equação ajustada, os valores dos resíduos positivos anulam os valores negativos, ou seja, a curva definida pela equação representa a média dos dados observados.

Nas Tabelas 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 é mostrado o resultado do ajuste para cada tratamento por idade distribuído em grupos de plantas de acordo com a medição da CAP.

TABELA 12 - Equações ajustadas para determinação da circunferência em função da idade.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	S _{yx} (cm)	S _{yx} (%)	R ² (%)	MÉDIA RESÍDUOS
T01cp → grupo 1	CAP = 32,397*(1-e(-0,243553*t))	3,626	18,81%	59,79	-0,062074
T01cp → grupo 2	CAP = 26,2776*(1-e(-0,253645*t))	2,328	13,83%	60,82	-0,032985
T01cp → grupo 3	CAP = 19,7826*(1-e(-0,308392*t))	2,276	15,62%	34,28	-0,005100
T01cp → grupo 4	CAP = 14,4543*(1-e(-0,427843*t))	2,319	18,65%	8,21	0,000778
T01cp → grupo 5	CAP = 12,0822*(1-e(-0,496384*t))	1,690	15,35%	5,00	0,000489
T01cp → grupo 6	CAP = 14,0165*(1-e(-0,320488*t))	1,556	13,58%	11,11	-0,000390
T01cp → grupo 7	CAP = 12,3464*(1-e(-0,292334*t))	0,618	6,16%	35,66	-0,000076
T01sp → grupo 1	CAP = 21,0192*(1-e(-0,386243*t))	1,873	11,88%	68,12	-0,024788
T01sp → grupo 2	CAP = 19,67*(1-e(-0,341652*t))	1,943	13,28%	51,81	-0,015895
T01sp → grupo 3	CAP = 15,7653*(1-e(-0,385098*t))	1,655	12,99%	33,14	-0,002715
T01sp → grupo 4	CAP = 12,6797*(1-e(-0,419319*t))	1,162	10,72%	23,86	0,000476
T01sp → grupo 5	CAP = 10,9966*(1-e(-0,543441*t))	0,880	8,62%	10,60	0,000680
T01sp → grupo 6	CAP = 12,0492*(1-e(-0,306518*t))	0,892	9,22%	28,36	0,000340
T01sp → grupo 7	CAP = 12,4943*(1-e(-0,289259*t))	0,917	9,08%	21,15	0,000086
T02cp → grupo 1	CAP = 35,4026*(1-e(-0,202382*t))	3,338	17,77%	65,69	-0,051306
T02cp → grupo 2	CAP = 29,9419*(1-e(-0,225959*t))	2,904	16,18%	56,24	-0,038661
T02cp → grupo 3	CAP = 22,0821*(1-e(-0,26893*t))	2,649	17,41%	34,55	-0,008317
T02cp → grupo 4	CAP = 15,3592*(1-e(-0,357304*t))	1,634	13,16%	23,72	-0,000498
T02cp → grupo 5	CAP = 15,4676*(1-e(-0,263489*t))	1,932	17,10%	19,57	0,000352
T02cp → grupo 6	CAP = 13,6223*(1-e(-0,3376*t))	0,917	8,08%	27,98	-0,000386

Onde: CAP – circunferência à 1,30m de altura (cm), e – base do logaritmo neperiano, t – idade do povoamento em anos.

Continua...

TABELA 12 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	S _{yx} (cm)	S _{yx} (%)	R ² (%)	MÉDIA RESÍDUOS
T02cp → grupo 7	CAP = 23,2247*(1-e(-0,108724*t))	1,779	16,45%	21,02	0,000013
T02sp → grupo 1	CAP = 23,6292*(1-e(-0,335307*t))	1,720	10,35%	77,16	-0,029950
T02sp → grupo 2	CAP = 21,2488*(1-e(-0,312975*t))	2,449	16,12%	45,31	-0,017206
T02sp → grupo 3	CAP = 16,0521*(1-e(-0,376846*t))	1,757	13,65%	31,62	-0,002210
T02sp → grupo 4	CAP = 13,2216*(1-e(-0,394934*t))	1,446	13,05%	20,66	-0,000362
T02sp → grupo 5	CAP = 11,3049*(1-e(-0,536552*t))	1,201	11,46%	7,52	0,000527
T02sp → grupo 6	CAP = 12,3173*(1-e(-0,327235*t))	0,767	7,56%	34,33	-0,000254
T02sp → grupo 7	CAP = 12,2484*(1-e(-0,301494*t))	0,852	8,47%	21,71	-0,000417
T03cp → grupo 1	CAP = 37,0225*(1-e(-0,213106*t))	2,663	13,13%	77,50	-0,069756
T03cp → grupo 2	CAP = 32,0108*(1-e(-0,207624*t))	2,864	15,70%	59,69	-0,040691
T03cp → grupo 3	CAP = 21,902*(1-e(-0,277421*t))	2,594	16,92%	34,80	-0,008111
T03cp → grupo 4	CAP = 16,5056*(1-e(-0,342525*t))	2,749	20,94%	11,53	-0,000532
T03cp → grupo 5	CAP = 14,4494*(1-e(-0,308438*t))	1,656	14,64%	19,24	0,000886
T03cp → grupo 6	CAP = 14,7513*(1-e(-0,247535*t))	1,246	11,53%	28,41	-0,000795
T03cp → grupo 7	CAP = 16,0555*(1-e(-0,188217*t))	0,940	8,86%	36,76	0,000008
T03sp → grupo 1	CAP = 26,303*(1-e(-0,300655*t))	1,690	9,65%	83,06	-0,057979
T03sp → grupo 2	CAP = 20,9685*(1-e(-0,333243*t))	2,515	16,31%	42,33	-0,015336
T03sp → grupo 3	CAP = 15,6303*(1-e(-0,385189*t))	1,617	12,81%	33,80	-0,002928
T03sp → grupo 4	CAP = 12,7059*(1-e(-0,432009*t))	1,440	13,13%	16,29	0,000393
T03sp → grupo 5	CAP = 11,4464*(1-e(-0,505679*t))	1,271	12,13%	8,02	0,000708
T03sp → grupo 6	CAP = 12,9939*(1-e(-0,281104*t))	1,060	10,51%	27,59	0,000258

Continua...

TABELA 12 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	S_{yx} (cm)	S_{yx} (%)	R²(%)	MÉDIA RESÍDUOS
T03sp → grupo 7	CAP = 15,9222*(1-e(-0,176219*t))	0,750	7,39%	47,96	-0,000020
T04cp → grupo 1	CAP = 31,7829*(1-e(-0,240226*t))	2,165	11,55%	79,75	-0,047851
T04cp → grupo 2	CAP = 31,2519*(1-e(-0,21565*t))	2,859	15,68%	58,79	-0,039103
T04cp → grupo 3	CAP = 21,6842*(1-e(-0,272126*t))	2,682	17,84%	32,95	-0,007494
T04cp → grupo 4	CAP = 19,8104*(1-e(-0,237929*t))	2,185	16,44%	29,17	-0,001226
T04cp → grupo 5	CAP = 14,9011*(1-e(-0,303332*t))	1,855	16,02%	16,42	0,001194
T04cp → grupo 6	CAP = 19,773*(1-e(-0,167786*t))	2,018	17,26%	20,63	0,000215
T04cp → grupo 7	CAP = 14,1669*(1-e(-0,267667*t))	1,633	14,71%	9,84	0,000096
T04sp → grupo 1	CAP = 24,8454*(1-e(-0,332132*t))	3,620	20,80%	45,41	-2,841959
T04sp → grupo 2	CAP = 21,2946*(1-e(-0,316378*t))	2,306	15,09%	47,67	-0,013585
T04sp → grupo 3	CAP = 16,3968*(1-e(-0,347892*t))	1,566	12,30%	40,15	-0,002777
T04sp → grupo 4	CAP = 13,7437*(1-e(-0,361071*t))	1,437	12,88%	24,33	0,000110
T04sp → grupo 5	CAP = 12,4884*(1-e(-0,395996*t))	1,320	12,33%	14,00	0,001559
T04sp → grupo 6	CAP = 12,2904*(1-e(-0,335249*t))	1,120	10,98%	18,48	-0,000100
T04sp → grupo 7	CAP = 13,2509*(1-e(-0,263219*t))	1,147	11,12%	17,98	-0,000103

Na Tabela 13, são mostrados os valores individuais de diâmetros estimados para o tratamento 01 (1,50 x 1,50m) com podas, ao longo do tempo até 15 anos. Nota-se um melhor desempenho do grupo de plantas que tiveram suas circunferências mensuradas a partir da 4ª medição (1,92 anos). Esse desempenho diminui, à medida que as plantas chegam ao valor mínimo de medição mais tarde, sendo, portanto, menos vigorosas. Esse comportamento é retratado graficamente na Figura 9.

Relacionando a Tabela 4 com a Tabela 13 ou com a Figura 9, e tomando como base a idade de 10 anos e diâmetros \geq a 5,0cm, observa-se que 2,48% dos fustes ou 258 fustes por hectare irão alcançar valores de 9,40cm de diâmetro, 19,08% ou 1.984 fustes por hectare, valores de 7,70cm e 33,59% dos fustes ou 3.492 fustes por hectare alcançarão 6,01cm de diâmetro. Quando toma-se como base a idade de 15 anos observa-se que os valores aumentam para 10,04cm de diâmetro, 8,18cm e 6,24cm de diâmetro, respectivamente.

Muito provavelmente, esta pequena variação dos diâmetros entre 10 e 15 anos, ocorre em função de uma sensível redução na taxa do Incremento Corrente Anual do diâmetro (ICA_D), face a maior competição entre as plantas. De forma complementar a projeção de 6,5 anos (última idade de medição) até 15 anos, por englobar um grande período de tempo, pode estar levando a uma subestimativa dos valores do diâmetro projetados para essa idade.

Tendo posse dessas informações, pode-se quantificar melhor a renda da colheita da floresta, direcionando cada grupo de plantas para um uso que a valorize mais. Como exemplo, as plantas do grupo 1 podem ser colhidas para esteio de curral, pois essas alcançam um maior diâmetro. Já as plantas do segundo e terceiro grupos podem ser comercializadas para moirão de cerca convencional e as plantas dos outros grupos seriam comercializadas para a extração de óleo essencial. Tendo cada produto o seu valor, a renda seria maximizada.

TABELA 13 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T01cp → grupo 1	T01cp → grupo 2	T01cp → grupo 3	T01cp → grupo 4	T01cp → grupo 5	T01cp → grupo 6	T01cp → grupo 7
1,92	3,85174						
2,58	4,81107	4,017					
3,08	5,4418	4,53482	3,86132				
3,67	6,09371	5,0671	4,26651	3,64392			
4,08	6,49462	5,39278	4,50768	3,7979	3,33838		
4,58	6,93233	5,74673	4,76337	3,95255	3,44992	3,43353	
5,08	7,31985	6,05852	4,98252	4,07743	3,53695	3,58575	3,039882
6,50	8,19477	6,75593	5,44866	4,31579	3,69322	3,90597	3,34228
7	8,43755	6,94752	5,56988	4,37071	3,72677	3,98824	3,422199
8	8,8428	7,26495	5,76284	4,45085	3,77338	4,11803	3,550912
9	9,16045	7,51127	5,90459	4,5031	3,80175	4,21224	3,646999
10	9,40943	7,7024	6,00872	4,53716	3,81902	4,28061	3,71873
11	9,60459	7,85072	6,08522	4,55936	3,82953	4,33024	3,772278
12	9,75757	7,9658	6,14142	4,57384	3,83593	4,36625	3,812253
13	9,87748	8,05511	6,18271	4,58327	3,83982	4,3924	3,842095
14	9,97147	8,1244	6,21304	4,58943	3,84219	4,41137	3,864372
15	10,0451	8,17817	6,23532	4,59344	3,84364	4,42514	3,881003

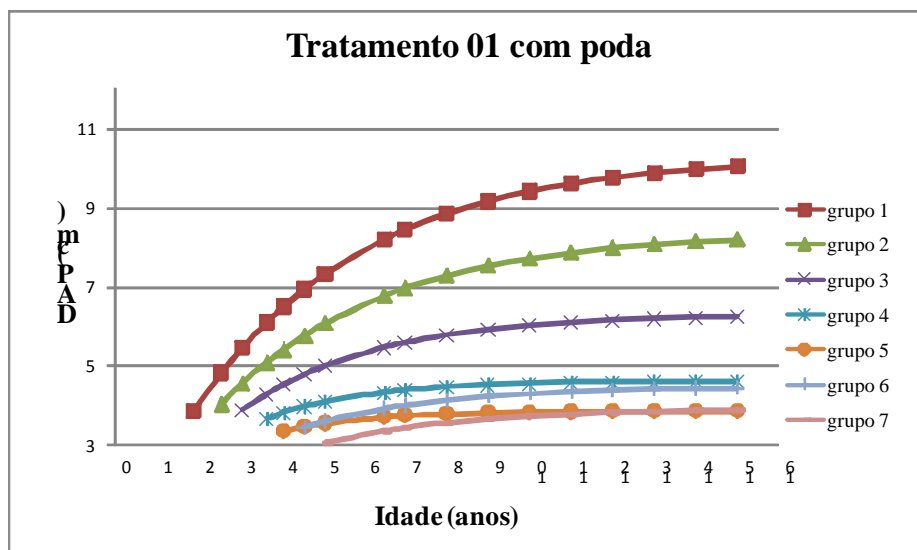


FIGURA 9 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

Na Tabela 14, mostram-se os valores para o tratamento 01 (1,50 x 1,50m) sem podas, ao longo do tempo até 15 anos. Como constatado no tratamento descrito anteriormente, o desempenho do grupo de plantas que tiveram suas circunferências mensuradas a partir da 4ª medição (1,92 anos) foi superior. Esse desempenho, também diminui, à medida que as plantas chegam ao valor mínimo de medição mais tarde, sendo, portanto, menos vigorosas. Esse comportamento é retratado graficamente na Figura 10.

Relacionando a Tabela 5 com a Tabela 14, ou com a Figura 10, e tomando como base a idade de 10 anos e diâmetros \geq a 5,0cm, observa-se que 0,26% dos fustes ou 40 fustes por hectare irão alcançar valores de 6,55cm de diâmetro, 5,61% ou 873 fustes por hectare, valores de 6,06cm e 15,69% dos fustes ou 2.440 fustes por hectare alcançarão 4,91cm de diâmetro. Quando toma-se como base a idade de 15 anos observa-se que os valores aumentam para 6,67cm de diâmetro, 6,22cm e 5,00cm de diâmetro, respectivamente. Para esse tratamento, o maior número de fustes (22,07%) a atingir o diâmetro mínimo de medição (2,86cm) ocorreu na 8ª medição ou aos 4,08 anos.

TABELA 14 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T01sp → grupo 1	T01sp → grupo 2	T01sp → grupo 3	T01sp → grupo 4	T01sp → grupo 5	T01sp → grupo 6	T01sp → grupo 7
1,92	3,50349						
2,58	4,22067	3,66793					
3,08	4,65443	4,07515	3,48563				
3,67	5,06937	4,47422	3,79713	3,16986			
4,08	5,30682	4,70779	3,97548	3,30669	3,11911		
4,58	5,54984	4,95172	4,15812	3,44464	3,20981	2,89322	
5,08	5,75018	5,15734	4,30877	3,55651	3,27894	3,0271	3,062116
6,50	6,1472	5,58164	4,60762	3,77168	3,39799	3,31234	3,370311
7	6,24263	5,68834	4,67954	3,82168	3,42234	3,38666	3,452014
8	6,38617	5,85412	4,7878	3,89511	3,45504	3,50512	3,583896
9	6,48371	5,97192	4,86145	3,94339	3,47402	3,59231	3,682651
10	6,55	6,05562	4,91157	3,97514	3,48505	3,65648	3,756601
11	6,59506	6,11511	4,94567	3,99601	3,49146	3,70371	3,811976
12	6,62567	6,15737	4,96887	4,00973	3,49517	3,73847	3,853442
13	6,64648	6,18741	4,98465	4,01875	3,49733	3,76405	3,884492
14	6,66062	6,20875	4,99539	4,02469	3,49859	3,78288	3,907743
15	6,67023	6,22392	5,0027	4,02859	3,49932	3,79674	3,925154

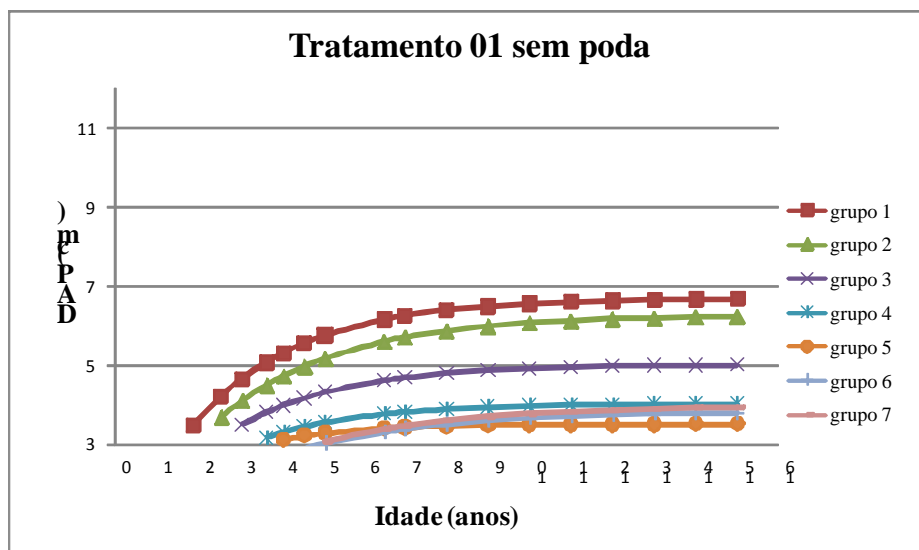


FIGURA 10 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

Nas Tabelas 15, 16, 17, 18, 19 e 20 são mostrados os valores médios de diâmetro ao longo do tempo até 15 anos, para os tratamentos 02 (1,50 x 2,00m), 03 (1,50 x 2,50m) e 04 (1,50 x 3,00m), com poda e sem poda, respectivamente. Os fustes que atingiram o diâmetro mínimo de medição mais cedo correspondem, muito provavelmente, ao grupo de árvores dominantes. Comparativamente aos demais grupos, os diâmetros do grupo de plantas 1 serão sempre maiores ao longo do tempo. Embora esses valores sejam diferentes para cada tratamento, o comportamento supracitado ocorre em todos eles. Pode-se notar, ainda, que a medida que as plantas atingem o valor mínimo de medição mais tarde, elas são menos vigorosas e o seu incremento corrente anual em diâmetro (ICA_D) é muito pequeno.

Esse comportamento é retratado graficamente nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e 16. Para os tratamentos sem podas sucessivas os valores alcançados de diâmetro são inferiores aos podados em razão, também, da competição promovida pelo maior número de fustes desses tratamentos.

Ainda, analisando-se as figuras supracitadas, nota-se que o comportamento do diâmetro dos tratamentos podados é sempre crescente com o tempo até a idade de 15 anos, o que não ocorre nos tratamentos sem podas. Nesses, a partir dos 10 anos é observado uma sensível diminuição da taxa de crescimento.

Considerando um mesmo espaçamento, o tratamento que contempla podas apresentará, para o grupo de plantas 1, um maior número de fustes com diâmetro superior ao diâmetro mínimo de medição que os tratamentos sem podas.

TABELA 15 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T02cp → grupo 1	T02cp → grupo 2	T02cp → grupo 3	T02cp → grupo 4	T02cp → grupo 5	T02cp → grupo 6	T02cp → grupo 7
1,92	3,62835						
2,58	4,58371	4,21037					
3,08	5,2271	4,77876	3,95878				
3,67	5,90712	5,37187	4,40924	3,57156			
4,08	6,33408	5,73985	4,68274	3,75109	3,24317		
4,58	6,80901	6,14485	4,97793	3,93725	3,45058	3,41229	
5,08	7,23824	6,50657	5,23598	4,09296	3,63239	3,55578	3,137338
6,50	8,24502	7,33665	5,80511	4,40972	4,03538	3,85296	3,746105
7	8,53605	7,57105	5,95909	4,48813	4,145	3,928	3,939047
8	9,03677	7,96741	6,21137	4,60856	4,32533	4,04494	4,294844
9	9,44575	8,28361	6,40416	4,69281	4,46388	4,12836	4,613987
10	9,7798	8,53585	6,55148	4,75175	4,57034	4,18789	4,900251
11	10,0526	8,73708	6,66407	4,79298	4,65214	4,23036	5,157023
12	10,2755	8,89761	6,75011	4,82182	4,715	4,26066	5,387342
13	10,4575	9,02567	6,81586	4,842	4,76329	4,28228	5,593933
14	10,6062	9,12783	6,86611	4,85612	4,8004	4,2977	5,779241
15	10,7276	9,20933	6,90451	4,86599	4,82891	4,30871	5,945458

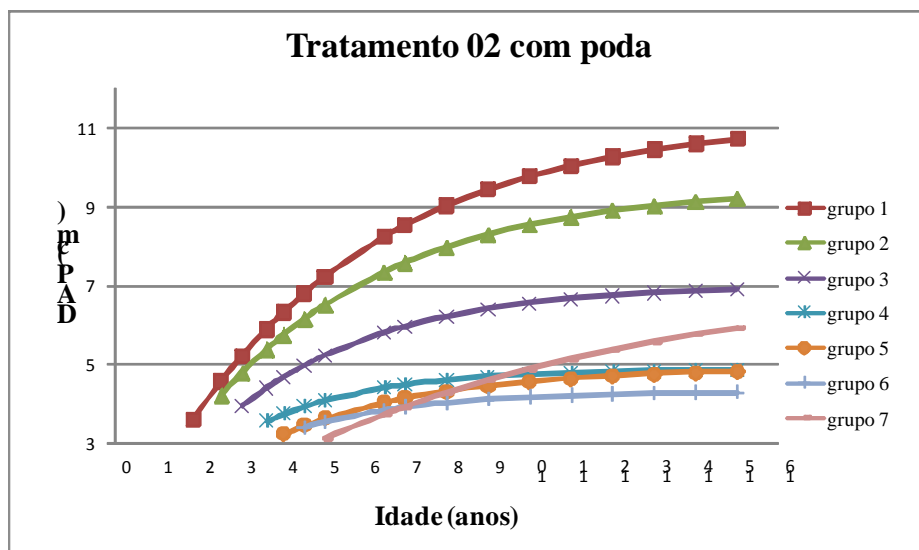


FIGURA 11 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

TABELA 16 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T02sp → grupo 1	T02sp → grupo 2	T02sp → grupo 3	T02sp → grupo 4	T02sp → grupo 5	T02sp → grupo 6	T02sp → grupo 7
1,92	3,57043						
2,58	4,3548	3,74721					
3,08	4,84358	4,18417	3,50887				
3,67	5,32422	4,6191	3,82797	3,22078			
4,08	5,60644	4,87737	4,01145	3,36844	3,19538		
4,58	5,90202	5,15062	4,20003	3,51899	3,29023	3,04478	
5,08	6,15198	5,38429	4,35622	3,64256	3,36276	3,17699	3,055901
6,50	6,67075	5,87923	4,6684	3,88552	3,48844	3,4534	3,349451
7	6,80205	6,00736	4,74416	3,9434	3,51433	3,52394	3,426322
8	7,00698	6,21061	4,85888	4,02992	3,54926	3,63467	3,549299
9	7,15353	6,35924	4,93758	4,08821	3,56969	3,7145	3,640266
10	7,25833	6,46793	4,99158	4,12748	3,58164	3,77206	3,707556
11	7,33328	6,54742	5,02861	4,15393	3,58862	3,81355	3,757331
12	7,38687	6,60554	5,05402	4,17176	3,59271	3,84346	3,79415
13	7,4252	6,64804	5,07146	4,18377	3,5951	3,86502	3,821386
14	7,45261	6,67912	5,08341	4,19186	3,59649	3,88056	3,841532
15	7,47221	6,70185	5,09162	4,19731	3,59731	3,89177	3,856435

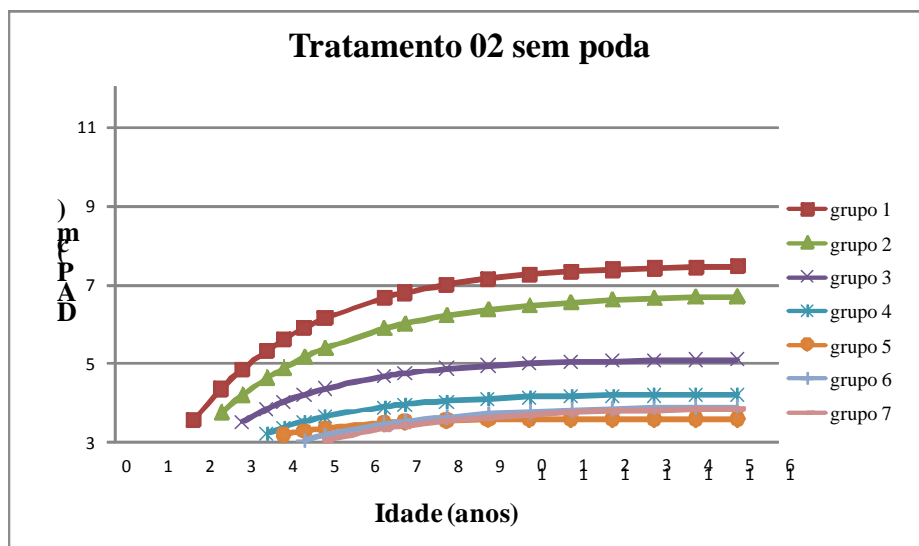


FIGURA 12 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

TABELA 17 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T03cp → grupo 1	T03cp → grupo 2	T03cp → grupo 3	T03cp → grupo 4	T03cp → grupo 5	T03cp → grupo 6	T03cp → grupo 7
1,92	3,95721						
2,58	4,98422	4,22576					
3,08	5,67156	4,8138	4,0051				
3,67	6,39381	5,43356	4,453	3,75923			
4,08	6,84483	5,82165	4,72378	3,95506	3,2927		
4,58	7,34411	6,25233	5,01492	4,1595	3,47944	3,1843	
5,08	7,79293	6,64054	5,26835	4,33175	3,6395	3,36023	3,146239
6,50	8,83521	7,54669	5,82295	4,68692	3,97994	3,75596	3,606951
7	9,13332	7,80727	5,97172	4,77616	4,06847	3,86533	3,742005
8	9,64218	8,25388	6,21396	4,91472	4,20938	4,04736	3,976812
9	10,0534	8,61676	6,39752	5,01309	4,31289	4,18948	4,171335
10	10,3857	8,9116	6,5366	5,08293	4,38893	4,30044	4,332484
11	10,6542	9,15116	6,64199	5,13251	4,44478	4,38706	4,465986
12	10,8711	9,34581	6,72185	5,16772	4,48582	4,45469	4,576583
13	11,0465	9,50396	6,78236	5,19271	4,51596	4,50749	4,668206
14	11,1881	9,63247	6,82821	5,21046	4,5381	4,54871	4,74411
15	11,3026	9,73688	6,86296	5,22305	4,55437	4,5809	4,806991

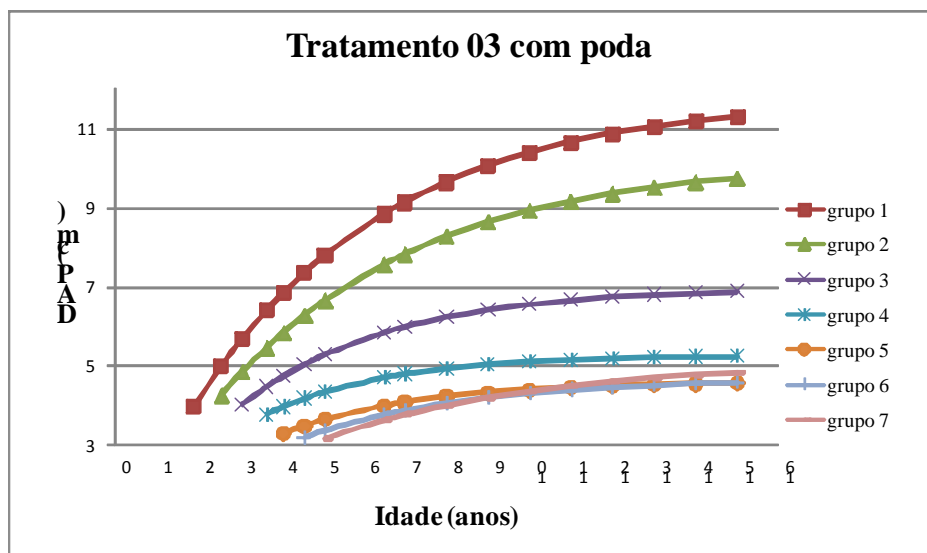


FIGURA 13 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

TABELA 18 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T03sp → grupo 1	T03sp → grupo 2	T03sp → grupo 3	T03sp → grupo 4	T03sp → grupo 5	T03sp → grupo 6	T03sp → grupo 7
1,92	3,67188						
2,58	4,51792	3,84944					
3,08	5,05592	4,28302	3,45621				
3,67	5,59501	4,70988	3,76502	3,21591			
4,08	5,91713	4,96077	3,94182	3,3504	3,18059		
4,58	6,25983	5,22379	4,12287	3,48522	3,28401	2,99464	
5,08	6,55471	5,44644	4,27219	3,59386	3,36432	3,14431	2,99769
6,50	7,18638	5,90941	4,5684	3,80045	3,50735	3,47073	3,456056
7	7,35193	6,02683	4,63968	3,84784	3,53777	3,55797	3,592023
8	7,61694	6,21038	4,74696	3,9168	3,57973	3,69964	3,830521
9	7,81313	6,34191	4,81995	3,96157	3,60504	3,80659	4,030487
10	7,95838	6,43616	4,86961	3,99063	3,62031	3,88733	4,198144
11	8,06592	6,5037	4,90339	4,0095	3,62951	3,94829	4,338715
12	8,14553	6,5521	4,92637	4,02174	3,63507	3,99431	4,456573
13	8,20447	6,58678	4,942	4,0297	3,63841	4,02905	4,55539
14	8,2481	6,61164	4,95264	4,03486	3,64043	4,05528	4,638242
15	8,2804	6,62945	4,95988	4,03821	3,64165	4,07508	4,707707

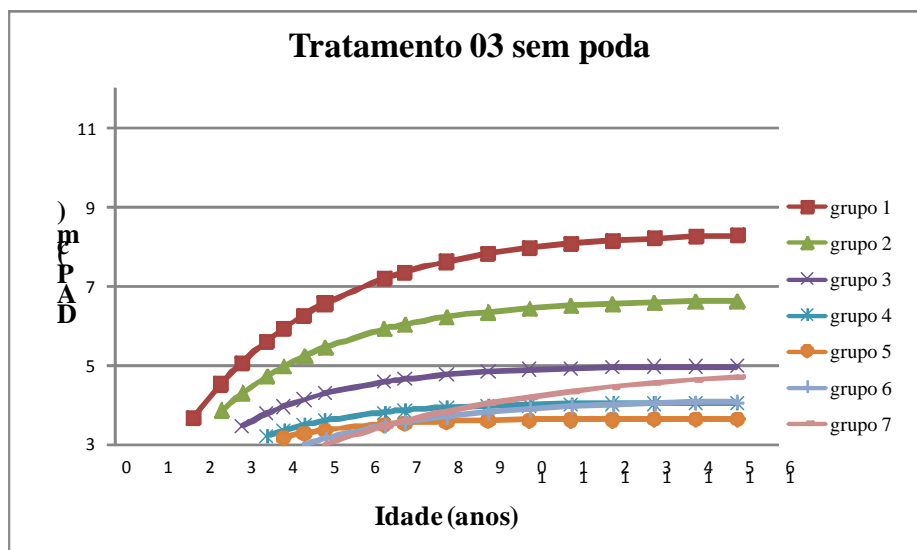


FIGURA 14 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

TABELA 19 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T04cp → grupo 1	T04cp → grupo 2	T04cp → grupo 3	T04cp → grupo 4	T04cp → grupo 5	T04cp → grupo 6	T04cp → grupo 7
1,92	3,73811						
2,58	4,67335	4,2449					
3,08	5,28944	4,82782	3,91698				
3,67	5,92736	5,43951	4,35979	3,67244			
4,08	6,32032	5,82101	4,62821	3,9172	3,36726		
4,58	6,75001	6,24283	4,9175	4,18511	3,56089	3,37527	
5,08	7,13106	6,62153	5,16999	4,42297	3,72726	3,61014	3,35177
6,50	7,99402	7,49892	5,72522	4,9628	4,0828	4,1791	3,717831
7	8,23428	7,74923	5,87496	5,11344	4,17573	4,34928	3,816995
8	8,6363	8,17572	6,11971	5,36592	4,3242	4,64967	3,979612
9	8,95246	8,51947	6,30616	5,56494	4,43382	4,90365	4,104041
10	9,20111	8,79654	6,44818	5,72182	4,51476	5,1184	4,19925
11	9,39666	9,01986	6,55637	5,84548	4,57452	5,29998	4,2721
12	9,55044	9,19986	6,63878	5,94296	4,61865	5,45351	4,327842
13	9,67139	9,34495	6,70156	6,0198	4,65123	5,58333	4,370494
14	9,76651	9,46189	6,74939	6,08037	4,67528	5,6931	4,403129
15	9,84132	9,55614	6,78582	6,12811	4,69304	5,78591	4,428101

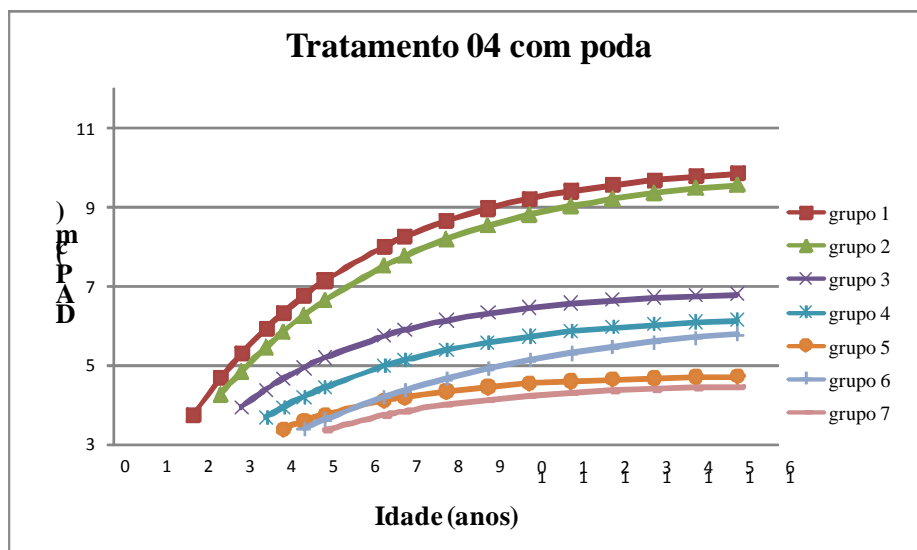


FIGURA 15 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

TABELA 20 - Diâmetro em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas, a partir da idade onde atingiram o diâmetro mínimo de medição.

Idades (anos)	T04sp → grupo 1	T04sp → grupo 2	T04sp → grupo 3	T04sp → grupo 4	T04sp → grupo 5	T04sp → grupo 6	T04sp → grupo 7
1,92	4,32912						
2,58	5,28434	3,78171					
3,08	5,88068	4,22014	3,43171				
3,67	6,46812	4,65574	3,76341	3,21208			
4,08	6,8136	4,91395	3,95694	3,37207	3,18508		
4,58	7,17595	5,18673	4,15848	3,53769	3,327	3,06963	
5,08	7,48286	5,41959	4,32784	3,67596	3,44344	3,19966	3,110306
6,50	8,12168	5,9113	4,67534	3,95627	3,67215	3,46953	3,455724
7	8,28388	6,03815	4,76218	4,02539	3,72658	3,53784	3,549712
8	8,53763	6,23888	4,89648	4,13127	3,80787	3,64446	3,704347
9	8,71967	6,38518	4,99132	4,20507	3,86258	3,72071	3,823195
10	8,85027	6,49179	5,0583	4,25649	3,8994	3,77524	3,914538
11	8,94395	6,56949	5,10559	4,29234	3,92418	3,81424	3,984743
12	9,01116	6,62612	5,13899	4,31731	3,94086	3,84213	4,0387
13	9,05938	6,66739	5,16258	4,33472	3,95208	3,86208	4,08017
14	9,09397	6,69746	5,17923	4,34686	3,95963	3,87634	4,112042
15	9,11878	6,71938	5,191	4,35531	3,96472	3,88654	4,136539

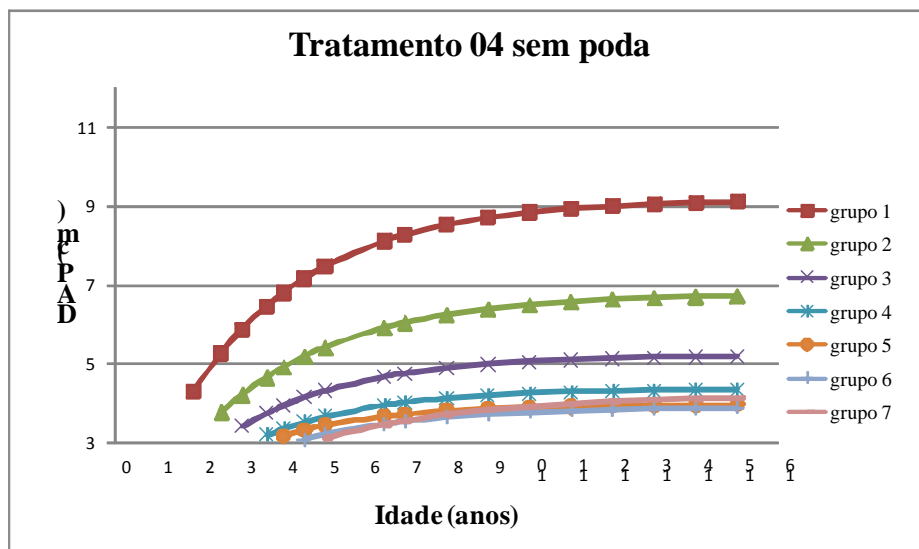


FIGURA 16 - Diâmetros, em centímetros, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Scolforo (2006) destaca que espaçamentos maiores entre plantas propiciam uma maior média aritmética dos diâmetros que espaçamentos mais reduzidos, o que em última análise vai determinar o uso da madeira, ou a estratégia de manejo.

Leite et al. (2006), avaliando o efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L., descreveram que a estagnação do crescimento em diâmetro iniciou-se mais cedo nos menores espaçamentos, uma vez que esse crescimento é substancialmente afetado pela densidade. Em seu estudo, houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos extremos em todas as idades, e os maiores espaçamentos proporcionaram maiores estimativas de diâmetro quadrático. Além disso, constataram que nos espaçamentos mais amplos o maior número de indivíduos pertence às maiores classes de diâmetro.

4.1.2 Análise Estatística do diâmetro

Verificou-se que não houve diferença estatística entre os espaçamentos de plantio. A interação entre o espaçamento de plantio e as podas foi significativo a 5% (TABELA 21).

De acordo com o desdobro da interação do espaçamento de plantio e das podas constatou-se que existe diferença significativa ($\alpha = 1\%$) da aplicação das podas em todos os tratamentos, como constatado na análise da Tabela 22.

TABELA 21 - Análise de variância para o DAP.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	1,106854	0,368951333	2,903	0,0938ns
Espaçamento	3	0,208402	0,069467333	0,547	0,6628ns
Resíduo (1)	9	1,143884	0,127098222		
Podas	1	28,107982	28,107982	120,723	0,0016**
Resíduo (2)	3	0,69849	0,23283		
Espaçamento x Podas	3	0,689028	0,229676	3,422	0,0259*
Resíduo (3)	41	2,752206	0,067126976		
Total corrigido	63	34,706847			
CV 1 (%)	7,71				
CV 2 (%)	10,43				
CV 3(%)	5,60		Número de observações: 64		

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 22 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espaçamento 1,5 x 1,5m	1	8,730829	8,730829	48,51426991	0,0002**
Espaçamento 1,5 x 2,0m	1	4,995673	4,995673	27,75926871	0,0012**
Espaçamento 1,5 x 2,5m	1	10,008773	10,008773	55,61537338	0,0001**
Espaçamento 1,5 x 3,0m	1	5,061735	5,061735	28,12635295	0,0011**
Resíduo	7	1,259749	0,179964143		

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 23 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) para o DAP a poda nos tratamentos*.

TRATAMENTO	1,5 x 1,5m	1,5 x 2,0m	1,5 x 2,5m	1,5 x 3,0m
a (sem podas)	3,82 b	4,05 b	3,92 b	4,05 b
b (com podas)	5,29 a	5,17 a	5,51 a	5,18 a

Obs* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente a 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 23, para um mesmo espaçamento, a média aritmética dos diâmetros para os tratamentos em que ocorreu a poda, diferiram estatisticamente da média obtida para os tratamentos em que não ocorreu a poda.

Este fato ocorre pela retirada dos fustes secundários e pela retirada dos galhos da porção inferior da copa, os quais contemplam as folhas velhas que são grandes consumidoras de energia. Eliminando-as, a energia que sobra é convertida em carboidratos que propiciam um maior engrossamento do fuste podado na base da copa. Esse maior engrossamento que, proporcionalmente, ocorre de forma mais intensa na base da copa, é a reação da árvore na busca de sustentar sua nova arquitetura.

Nesse estudo verificou-se que as médias dos diâmetros também aumentaram com o espaçamento. Entretanto, estatisticamente essas foram semelhantes, seja para os tratamentos que sofreram podas, seja para os tratamentos que não sofreram podas. O primeiro motivo desse resultado é que os tratamentos extremos em espaçamento não foram suficientemente diferentes para que diferenças estatísticas fosse observadas. O segundo motivo é que a espécie, objeto desse estudo, não contempla qualquer trabalho de melhoramento genético e de nutrição de plantas. Assim, como é típico das espécies nativas, o baixo incremento corrente anual em diâmetro (ICA_D) não propiciou diferenciação esperada em diâmetro que aquele típicos de plantios em que se pratica uma silvicultura intensiva.

4.2. Comportamento da Altura na floresta em função do Espaçamento

4.2.1 Efeito da Altura em função da Idade

Na Tabela 24, são mostradas as equações resultantes do ajuste dos dados de altura total em função da idade para cada tratamento com e sem poda (cp e sp) e distribuídos em grupos de plantas de acordo com a época em que a CAP atingiu o valor mínimo de medição (grupos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 ou 1,92 anos, 2,58 anos, 3,08 anos, 3,67 anos, 4,08 anos, 4,58 anos, 5,08 anos e 6,50 anos, respectivamente), além do grupo de plantas que ainda não atingiu a CAP mínima (grupo 9). Destacam-se, também, os valores do Erro padrão da média ($S_{yx}(m)$ e $S_{yx}(\%)$), do Coeficiente de Determinação ($R^2(\%)$) e a Média dos Resíduos para cada variação. Observando-se a última coluna destacam-se os valores próximos de zero, indicando que, para cada equação ajustada, os valores dos resíduos positivos anulam os valores negativos, ou seja, a curva definida pela equação representa a média dos dados observados.

TABELA 24 - Equações ajustadas para determinação da altura total em função da idade.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T01cp → grupo 1	Ht = 5,75987*(1-e(-0,322157*t))	0,319	9,55%	93,92	-0,0093469
T01cp → grupo 2	Ht = 5,62581*(1-e(-0,297956*t))	0,272	8,71%	95,16	-0,0106292
T01cp → grupo 3	Ht = 5,62527*(1-e(-0,269554*t))	0,285	9,63%	94,49	-0,0121027
T01cp → grupo 4	Ht = 5,1103*(1-e(-0,275548*t))	0,271	9,84%	94,09	-0,0111011
T01cp → grupo 5	Ht = 5,4455*(1-e(-0,238049*t))	0,442	15,37%	85,99	-0,0091837
T01cp → grupo 6	Ht = 6,90075*(1-e(-0,186751*t))	0,419	11,37%	89,50	-0,0198725
T01cp → grupo 7	Ht = 5,77517*(1-e(-0,24069*t))	0,340	9,63%	92,71	-0,0201007
T01cp → grupo 8	Ht = 6,11816*(1-e(-0,188113*t))	0,404	11,96%	90,14	-0,0098521
T01cp → grupo 9	Ht = 3,5921*(1-e(-0,32289*t))	0,532	25,50%	68,94	-0,0098251
T01sp → grupo 1	Ht = 5,87368*(1-e(-0,324122*t))	0,191	5,59%	97,92	-0,0117863
T01sp → grupo 2	Ht = 5,3849*(1-e(-0,321848*t))	0,243	7,77%	95,88	-0,0113833
T01sp → grupo 3	Ht = 5,27411*(1-e(-0,299445*t))	0,288	9,66%	93,93	-0,0127261
T01sp → grupo 4	Ht = 5,16338*(1-e(-0,297805*t))	0,297	9,31%	92,71	-0,0113722
T01sp → grupo 5	Ht = 5,21306*(1-e(-0,27562*t))	0,351	11,69%	90,77	-0,0133126
T01sp → grupo 6	Ht = 5,51512*(1-e(-0,233111*t))	0,361	12,08%	90,75	-0,0135209
T01sp → grupo 7	Ht = 4,99822*(1-e(-0,292118*t))	0,264	7,88%	94,02	-0,0096105
T01sp → grupo 8	Ht = 5,75338*(1-e(-0,190989*t))	0,321	9,72%	92,05	0,0015022
T01sp → grupo 9	Ht = 4,08947*(1-e(-0,282485*t))	0,485	22,02%	76,58	-0,0111943
T02cp → grupo 1	Ht = 5,61532*(1-e(-0,313972*t))	0,244	7,59%	96,24	-0,0135145
T02cp → grupo 2	Ht = 5,86782*(1-e(-0,278234*t))	0,287	9,16%	94,90	-0,0107286
T02cp → grupo 3	Ht = 5,73577*(1-e(-0,253722*t))	0,297	10,17%	94,08	-0,0126874
T02cp → grupo 4	Ht = 5,7224*(1-e(-0,226546*t))	0,321	11,71%	92,59	-0,0101790
T02cp → grupo 5	Ht = 6,30873*(1-e(-0,19115*t))	0,442	14,01%	86,92	-0,0150602
T02cp → grupo 6	Ht = 5,69982*(1-e(-0,233093*t))	0,338	9,89%	91,37	-0,0141002

Onde: Ht – altura total (m), e – base do logaritmo neperiano, t – idade do povoamento em anos.

Continua...

TABELA 24 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T02cp → grupo 7	Ht = 5,91057*(1-e(-0,197574*t))	0,382	11,98%	89,68	-0,0033510
T02cp → grupo 8	Ht = 10,8727*(1-e(-0,0764312*t))	0,415	12,16%	89,98	-0,0027817
T02cp → grupo 9	Ht = 4,04341*(1-e(-0,211721*t))	0,463	25,39%	74,29	-0,0086016
T02sp → grupo 1	Ht = 5,4557*(1-e(-0,368945*t))	0,247	7,28%	96,16	-0,0164352
T02sp → grupo 2	Ht = 5,62321*(1-e(-0,297331*t))	0,285	9,10%	94,74	-0,0172349
T02sp → grupo 3	Ht = 5,56211*(1-e(-0,27982*t))	0,301	9,80%	93,81	-0,0145160
T02sp → grupo 4	Ht = 5,3865*(1-e(-0,284106*t))	0,324	9,42%	90,98	-0,0149555
T02sp → grupo 5	Ht = 5,33992*(1-e(-0,277386*t))	0,363	10,94%	89,91	-0,0143624
T02sp → grupo 6	Ht = 5,65663*(1-e(-0,222075*t))	0,429	13,00%	86,18	-0,0160856
T02sp → grupo 7	Ht = 4,96671*(1-e(-0,292709*t))	0,377	11,89%	89,31	-0,0126545
T02sp → grupo 8	Ht = 5,7024*(1-e(-0,201328*t))	0,352	10,81%	91,34	-0,0015050
T02sp → grupo 9	Ht = 4,10671*(1-e(-0,290912*t))	0,434	19,31%	80,92	-0,0137390
T03cp → grupo 1	Ht = 5,38239*(1-e(-0,34441*t))	0,307	9,46%	93,62	-0,0060403
T03cp → grupo 2	Ht = 5,65929*(1-e(-0,291384*t))	0,280	9,00%	94,95	-0,0117320
T03cp → grupo 3	Ht = 5,60784*(1-e(-0,263144*t))	0,301	10,32%	93,78	-0,0120885
T03cp → grupo 4	Ht = 5,7363*(1-e(-0,2224*t))	0,286	10,53%	94,09	-0,0149440
T03cp → grupo 5	Ht = 6,01855*(1-e(-0,210669*t))	0,448	13,61%	85,59	-0,0153672
T03cp → grupo 6	Ht = 5,85726*(1-e(-0,218777*t))	0,407	11,96%	87,83	-0,0133569
T03cp → grupo 7	Ht = 6,21753*(1-e(-0,179902*t))	0,495	15,32%	84,32	-0,0141176
T03cp → grupo 8	Ht = 5,97491*(1-e(-0,182088*t))	0,422	12,67%	86,91	0,0147879
T03cp → grupo 9	Ht = 2,93349*(1-e(-0,35662*t))	0,468	26,07%	65,62	-0,0045523
T03sp → grupo 1	Ht = 5,79953*(1-e(-0,349574*t))	0,196	5,60%	97,92	-0,0239491
T03sp → grupo 2	Ht = 5,61516*(1-e(-0,304995*t))	0,289	8,96%	94,60	-0,0151654
T03sp → grupo 3	Ht = 5,34968*(1-e(-0,295845*t))	0,358	11,46%	90,90	-0,0157238

Continua...

TABELA 24 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T03sp → grupo 4	Ht = 5,18001*(1-e(-0,30021*t))	0,370	11,08%	88,55	-0,0155135
T03sp → grupo 5	Ht = 5,27866*(1-e(-0,268074*t))	0,397	12,34%	87,84	-0,0158139
T03sp → grupo 6	Ht = 5,93525*(1-e(-0,209302*t))	0,423	12,86%	88,21	-0,0270241
T03sp → grupo 7	Ht = 5,3476*(1-e(-0,24091*t))	0,304	9,92%	93,12	-0,0095488
T03sp → grupo 8	Ht = 6,43295*(1-e(-0,157033*t))	0,360	11,34%	91,11	0,0057044
T03sp → grupo 9	Ht = 4,27364*(1-e(-0,24098*t))	0,489	23,48%	76,91	-0,0326702
T04cp → grupo 1	Ht = 5,41366*(1-e(-0,336266*t))	0,259	8,05%	95,40	-0,0052403
T04cp → grupo 2	Ht = 5,64459*(1-e(-0,290559*t))	0,306	9,89%	93,91	-0,0095925
T04cp → grupo 3	Ht = 5,27305*(1-e(-0,277411*t))	0,287	10,14%	93,70	-0,0086708
T04cp → grupo 4	Ht = 5,39342*(1-e(-0,238197*t))	0,291	10,89%	93,24	-0,0062694
T04cp → grupo 5	Ht = 5,31026*(1-e(-0,248218*t))	0,426	13,45%	84,97	-0,0133244
T04cp → grupo 6	Ht = 4,52073*(1-e(-0,474134*t))	0,305	7,36%	14,38	-0,0001115
T04cp → grupo 7	Ht = 6,88399*(1-e(-0,148848*t))	0,487	15,00%	84,38	-0,0139481
T04cp → grupo 8	Ht = 9,63298*(1-e(-0,0817767*t))	0,436	12,50%	83,02	0,0033556
T04cp → grupo 9	Ht = 3,48826*(1-e(-0,285318*t))	0,615	32,28%	57,96	0,0003826
T04sp → grupo 1	Ht = 5,4769*(1-e(-0,358914*t))	0,215	6,40%	97,10	-0,0159834
T04sp → grupo 2	Ht = 5,59608*(1-e(-0,304634*t))	0,266	8,40%	95,38	-0,0139110
T04sp → grupo 3	Ht = 5,60018*(1-e(-0,28106*t))	0,321	9,94%	92,79	-0,0146807
T04sp → grupo 4	Ht = 5,35643*(1-e(-0,291025*t))	0,354	10,05%	88,42	-0,0130710
T04sp → grupo 5	Ht = 5,42112*(1-e(-0,269791*t))	0,420	12,02%	85,15	-0,0150012
T04sp → grupo 6	Ht = 6,08092*(1-e(-0,200712*t))	0,480	14,53%	84,62	-0,0163439
T04sp → grupo 7	Ht = 5,19159*(1-e(-0,278697*t))	0,416	11,13%	82,62	-0,0109806
T04sp → grupo 8	Ht = 5,22786*(1-e(-0,238054*t))	0,366	10,20%	87,59	-0,0050775
T04sp → grupo 9	Ht = 3,54319*(1-e(-0,323308*t))	0,483	23,26%	72,05	-0,0083185

Nas Tabelas 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32 é mostrado o resultado do ajuste para cada tratamento por idade distribuído em grupos de plantas de acordo com a medição da CAP.

A Tabela 25, são mostrados os valores individuais de altura total estimadas para o tratamento 01 (1,50 x 1,50m) com podas, ao longo do tempo até 15 anos. Nota-se que a altura não foi influenciada pelo grupo de plantas. Variações ocorrem em razão da entrada de novos fustes em medições mais avançadas, como visto no grupo de plantas que tiveram sua CAP mensurada na 9ª medição, ou 4,58 anos (grupo 6). Nesse caso, somente 1 fuste foi mensurado em todas as idades e 5 fustes foram mensurados a partir da 9ª medição. Isso ocorreu, pois esses 5 fustes são bifurcações que tiveram a sua CAP mensurada na 9ª medição e, conseqüentemente, a sua altura total foi mensurada a partir dessa idade.

Relacionando a Tabela 4 com a Tabela 25 ou com a Figura 17, e tomando como base a idade de 15 anos, observa-se que 81% dos fustes irão alcançar valores acima de 5m de altura. Somente as plantas do grupo que não tiveram a CAP mensurada (3,24%), não ultrapassaram 3,56m de altura sendo consideradas como plantas dominadas.

Nas Tabelas 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32 são mostrados os valores individuais de altura total estimadas para os outros tratamentos, ao longo do tempo até 15 anos. Nota-se que a altura não foi influenciada pelos grupos de plantas, podas e, principalmente, pelo espaçamento. Esse comportamento, também, é mostrado graficamente pelas figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25.

TABELA 25 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T01cp → grupo 1	T01cp → grupo 2	T01cp → grupo 3	T01cp → grupo 4	T01cp → grupo 5	T01cp → grupo 6	T01cp → grupo 7	T01cp → grupo 8	T01cp → grupo 9
0,67	1,118	1,018	0,929	0,861	0,803	0,812	0,860	0,724	0,699
1,08	1,693	1,548	1,421	1,315	1,235	1,260	1,322	1,125	1,058
1,50	2,207	2,028	1,871	1,730	1,635	1,686	1,750	1,504	1,379
1,92	2,657	2,451	2,273	2,099	1,998	2,079	2,137	1,855	1,660
2,58	3,251	3,018	2,819	2,600	2,499	2,638	2,671	2,352	2,031
3,08	3,624	3,379	3,173	2,923	2,830	3,018	3,023	2,691	2,263
3,67	3,994	3,741	3,534	3,251	3,172	3,423	3,388	3,051	2,494
4,08	4,213	3,958	3,752	3,450	3,384	3,680	3,612	3,278	2,630
4,58	4,443	4,189	3,989	3,664	3,615	3,967	3,857	3,533	2,773
5,08	4,639	4,387	4,195	3,850	3,821	4,228	4,075	3,765	2,896
6,50	5,050	4,815	4,650	4,258	4,287	4,851	4,567	4,317	3,152
7	5,156	4,927	4,773	4,368	4,417	5,034	4,704	4,479	3,217
8	5,322	5,107	4,974	4,547	4,635	5,352	4,933	4,760	3,321
9	5,443	5,241	5,128	4,682	4,806	5,616	5,113	4,993	3,396
10	5,530	5,340	5,246	4,785	4,942	5,835	5,255	5,186	3,450
11	5,593	5,414	5,335	4,864	5,048	6,016	5,366	5,346	3,489
12	5,639	5,468	5,404	4,923	5,133	6,167	5,454	5,478	3,518
13	5,672	5,509	5,456	4,968	5,199	6,292	5,522	5,588	3,538
14	5,697	5,539	5,496	5,002	5,251	6,396	5,576	5,679	3,553
15	5,714	5,561	5,527	5,028	5,292	6,482	5,619	5,754	3,564

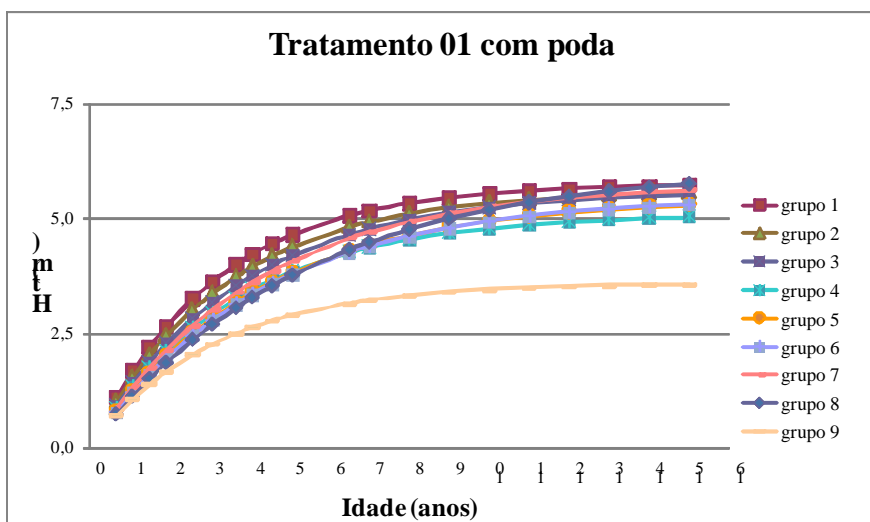


FIGURA 17 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

TABELA 26 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T01sp → grupo 1	T01sp → grupo 2	T01sp → grupo 3	T01sp → grupo 4	T01sp → grupo 5	T01sp → grupo 6	T01sp → grupo 7	T01sp → grupo 8	T01sp → grupo 9
0,67	1,147	1,045	0,959	0,934	0,879	0,797	0,888	0,691	0,705
1,08	1,735	1,581	1,457	1,420	1,342	1,227	1,352	1,072	1,075
1,50	2,262	2,062	1,908	1,860	1,765	1,627	1,773	1,433	1,412
1,92	2,721	2,482	2,306	2,249	2,142	1,990	2,146	1,766	1,712
2,58	3,328	3,038	2,838	2,769	2,653	2,493	2,646	2,238	2,116
3,08	3,709	3,387	3,177	3,100	2,982	2,825	2,966	2,559	2,376
3,67	4,086	3,732	3,517	3,432	3,317	3,171	3,287	2,899	2,639
4,08	4,308	3,937	3,720	3,631	3,520	3,385	3,480	3,114	2,798
4,58	4,543	4,152	3,936	3,843	3,738	3,619	3,687	3,354	2,968
5,08	4,742	4,335	4,122	4,026	3,928	3,828	3,865	3,573	3,116
6,50	5,159	4,720	4,521	4,418	4,344	4,303	4,250	4,091	3,437
7	5,266	4,819	4,626	4,521	4,456	4,436	4,351	4,242	3,523
8	5,434	4,975	4,794	4,687	4,638	4,661	4,515	4,505	3,663
9	5,556	5,088	4,918	4,809	4,777	4,838	4,638	4,722	3,768
10	5,644	5,169	5,010	4,901	4,882	4,979	4,729	4,901	3,847
11	5,708	5,229	5,078	4,968	4,962	5,091	4,797	5,049	3,907
12	5,754	5,272	5,129	5,019	5,022	5,179	4,848	5,172	3,952
13	5,787	5,303	5,167	5,056	5,068	5,249	4,886	5,273	3,986
14	5,811	5,325	5,194	5,084	5,103	5,304	4,915	5,356	4,011
15	5,828	5,342	5,215	5,104	5,130	5,348	4,936	5,425	4,030

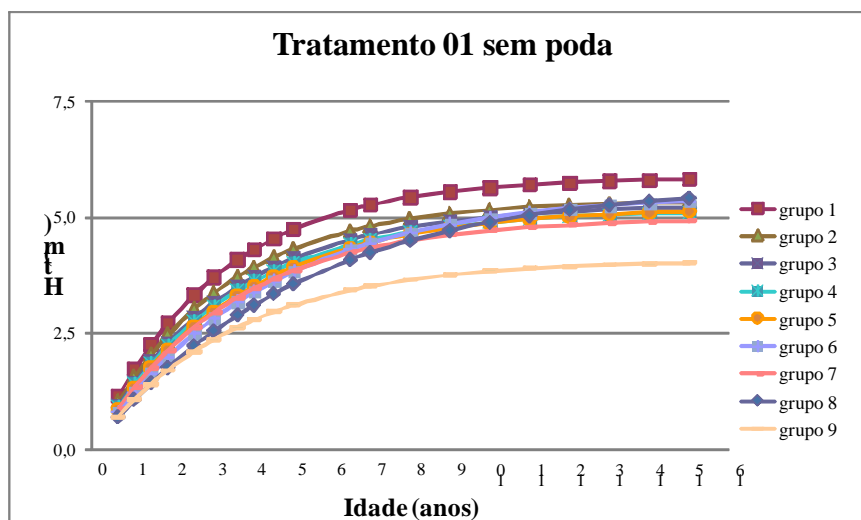


FIGURA 18 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

TABELA 27 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T02cp → grupo 1	T02cp → grupo 2	T02cp → grupo 3	T02cp → grupo 4	T02cp → grupo 5	T02cp → grupo 6	T02cp → grupo 7	T02cp → grupo 8	T02cp → grupo 9
0,67	1,065	0,998	0,897	0,806	0,758	0,824	0,733	0,543	0,535
1,08	1,615	1,523	1,375	1,242	1,177	1,269	1,136	0,861	0,826
1,50	2,109	2,002	1,816	1,649	1,573	1,682	1,516	1,178	1,100
1,92	2,542	2,428	2,212	2,018	1,938	2,056	1,866	1,484	1,351
2,58	3,117	3,005	2,755	2,533	2,456	2,576	2,360	1,946	1,702
3,08	3,480	3,377	3,110	2,874	2,807	2,920	2,694	2,281	1,937
3,67	3,841	3,754	3,475	3,231	3,181	3,277	3,048	2,659	2,184
4,08	4,056	3,982	3,699	3,452	3,416	3,498	3,271	2,913	2,339
4,58	4,282	4,227	3,941	3,695	3,680	3,740	3,519	3,211	2,510
5,08	4,476	4,440	4,155	3,912	3,920	3,956	3,744	3,499	2,664
6,50	4,886	4,906	4,633	4,410	4,488	4,447	4,274	4,257	3,022
7	4,992	5,031	4,765	4,551	4,654	4,585	4,428	4,505	3,125
8	5,160	5,234	4,982	4,788	4,942	4,817	4,694	4,974	3,300
9	5,283	5,388	5,151	4,978	5,179	5,000	4,912	5,408	3,442
10	5,372	5,505	5,282	5,129	5,376	5,146	5,091	5,810	3,557
11	5,438	5,593	5,384	5,249	5,538	5,261	5,238	6,182	3,650
12	5,486	5,660	5,463	5,345	5,672	5,352	5,359	6,527	3,725
13	5,521	5,710	5,524	5,421	5,783	5,424	5,458	6,847	3,786
14	5,546	5,748	5,571	5,482	5,874	5,482	5,539	7,143	3,835
15	5,565	5,777	5,608	5,531	5,950	5,527	5,605	7,418	3,875

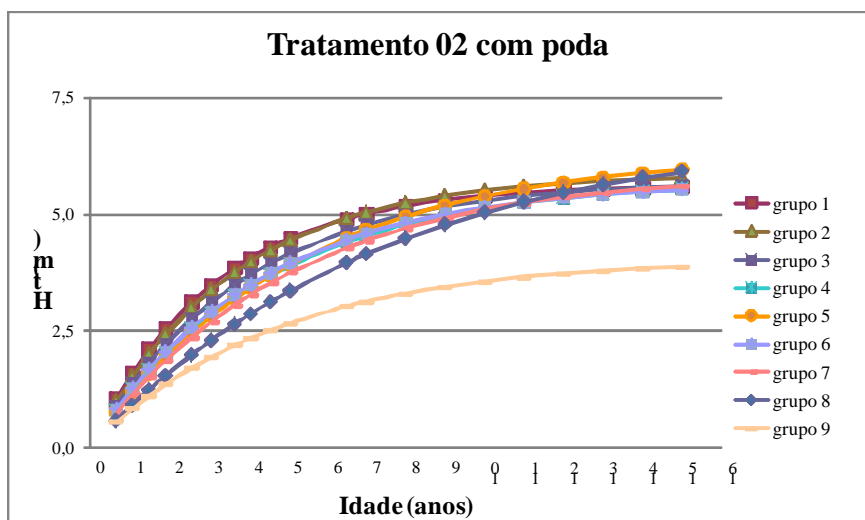


FIGURA 19 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

TABELA 28 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T02sp → grupo 1	T02sp → grupo 2	T02sp → grupo 3	T02sp → grupo 4	T02sp → grupo 5	T02sp → grupo 6	T02sp → grupo 7	T02sp → grupo 8	T02sp → grupo 9
0,67	1,195	1,017	0,951	0,934	0,906	0,782	0,884	0,720	0,727
1,08	1,793	1,547	1,451	1,423	1,382	1,206	1,346	1,114	1,107
1,50	2,319	2,027	1,907	1,869	1,818	1,603	1,765	1,486	1,452
1,92	2,769	2,450	2,312	2,265	2,205	1,964	2,135	1,828	1,758
2,58	3,350	3,017	2,860	2,798	2,729	2,467	2,633	2,310	2,168
3,08	3,704	3,379	3,213	3,141	3,067	2,802	2,951	2,635	2,430
3,67	4,047	3,742	3,570	3,488	3,411	3,153	3,270	2,979	2,695
4,08	4,245	3,959	3,786	3,696	3,618	3,371	3,462	3,194	2,854
4,58	4,449	4,190	4,018	3,920	3,841	3,611	3,667	3,435	3,023
5,08	4,618	4,389	4,220	4,114	4,035	3,826	3,844	3,652	3,170
6,50	4,960	4,818	4,660	4,537	4,460	4,321	4,226	4,162	3,487
7	5,043	4,930	4,778	4,649	4,574	4,461	4,327	4,309	3,571
8	5,171	5,111	4,969	4,832	4,759	4,699	4,489	4,563	3,706
9	5,259	5,245	5,114	4,969	4,900	4,890	4,610	4,771	3,807
10	5,319	5,345	5,223	5,072	5,007	5,043	4,701	4,941	3,883
11	5,361	5,419	5,306	5,150	5,087	5,165	4,768	5,080	3,939
12	5,391	5,474	5,368	5,208	5,149	5,263	4,819	5,193	3,982
13	5,411	5,515	5,416	5,252	5,195	5,341	4,856	5,286	4,013
14	5,425	5,546	5,451	5,286	5,230	5,404	4,884	5,362	4,037
15	5,434	5,568	5,478	5,311	5,257	5,454	4,905	5,424	4,054

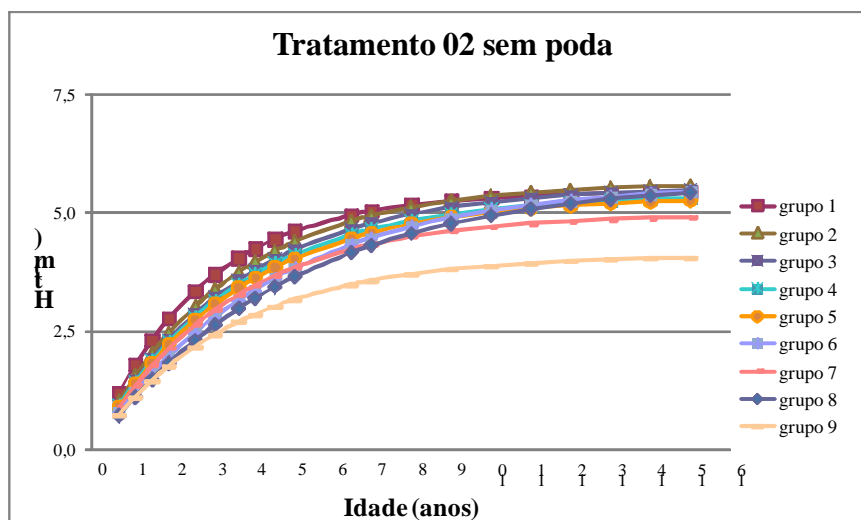


FIGURA 20 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

TABELA 29 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T03cp → grupo 1	T03cp → grupo 2	T03cp → grupo 3	T03cp → grupo 4	T03cp → grupo 5	T03cp → grupo 6	T03cp → grupo 7	T03cp → grupo 8	T03cp → grupo 9
0,67	1,109	1,004	0,906	0,794	0,792	0,799	0,706	0,686	0,623
1,08	1,672	1,528	1,387	1,225	1,225	1,233	1,098	1,067	0,938
1,50	2,172	2,004	1,829	1,627	1,631	1,639	1,470	1,428	1,215
1,92	2,604	2,425	2,224	1,994	2,002	2,009	1,816	1,763	1,454
2,58	3,169	2,991	2,764	2,505	2,524	2,526	2,309	2,240	1,765
3,08	3,519	3,353	3,114	2,845	2,873	2,871	2,645	2,565	1,955
3,67	3,862	3,717	3,473	3,200	3,241	3,233	3,005	2,912	2,141
4,08	4,062	3,936	3,691	3,421	3,471	3,458	3,233	3,133	2,249
4,58	4,271	4,169	3,928	3,665	3,725	3,707	3,490	3,380	2,361
5,08	4,447	4,371	4,135	3,883	3,955	3,930	3,725	3,606	2,454
6,50	4,809	4,808	4,594	4,385	4,488	4,444	4,287	4,145	2,645
7	4,899	4,923	4,719	4,527	4,641	4,591	4,453	4,305	2,692
8	5,040	5,109	4,925	4,768	4,903	4,840	4,743	4,583	2,764
9	5,140	5,248	5,083	4,961	5,115	5,040	4,986	4,814	2,815
10	5,211	5,352	5,204	5,116	5,286	5,200	5,189	5,008	2,851
11	5,261	5,430	5,298	5,240	5,426	5,329	5,358	5,169	2,875
12	5,296	5,488	5,369	5,339	5,538	5,433	5,500	5,303	2,893
13	5,321	5,531	5,425	5,418	5,629	5,516	5,618	5,415	2,905
14	5,339	5,564	5,467	5,481	5,703	5,583	5,717	5,508	2,914
15	5,352	5,588	5,500	5,532	5,763	5,637	5,799	5,586	2,920

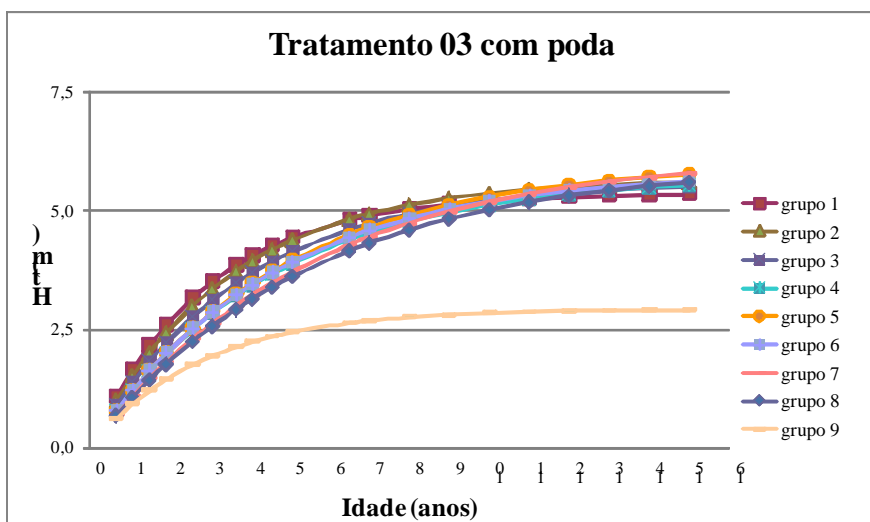


FIGURA 21 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

TABELA 30 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T03sp → grupo 1	T03sp → grupo 2	T03sp → grupo 3	T03sp → grupo 4	T03sp → grupo 5	T03sp → grupo 6	T03sp → grupo 7	T03sp → grupo 8	T03sp → grupo 9
0,67	1,211	1,038	0,962	0,944	0,868	0,777	0,797	0,642	0,637
1,08	1,824	1,576	1,463	1,434	1,327	1,201	1,225	1,004	0,979
1,50	2,367	2,062	1,917	1,878	1,748	1,599	1,622	1,350	1,296
1,92	2,835	2,489	2,318	2,269	2,124	1,964	1,980	1,674	1,583
2,58	3,446	3,059	2,856	2,792	2,635	2,476	2,475	2,143	1,979
3,08	3,824	3,420	3,199	3,125	2,967	2,820	2,801	2,467	2,239
3,67	4,192	3,782	3,543	3,459	3,305	3,182	3,139	2,818	2,509
4,08	4,406	3,997	3,750	3,658	3,511	3,408	3,346	3,043	2,675
4,58	4,630	4,226	3,970	3,870	3,732	3,660	3,574	3,299	2,856
5,08	4,817	4,423	4,159	4,053	3,926	3,886	3,775	3,536	3,017
6,50	5,202	4,842	4,568	4,444	4,354	4,413	4,231	4,115	3,381
7	5,298	4,951	4,675	4,547	4,470	4,564	4,357	4,290	3,483
8	5,446	5,126	4,848	4,711	4,660	4,823	4,569	4,601	3,652
9	5,550	5,254	4,976	4,833	4,806	5,033	4,736	4,868	3,785
10	5,624	5,349	5,072	4,923	4,917	5,203	4,867	5,095	3,890
11	5,676	5,419	5,143	4,989	5,002	5,342	4,970	5,289	3,972
12	5,712	5,471	5,196	5,039	5,067	5,454	5,051	5,456	4,037
13	5,738	5,509	5,235	5,075	5,117	5,545	5,114	5,598	4,087
14	5,756	5,537	5,265	5,103	5,155	5,618	5,164	5,719	4,127
15	5,769	5,557	5,286	5,123	5,184	5,678	5,203	5,823	4,159

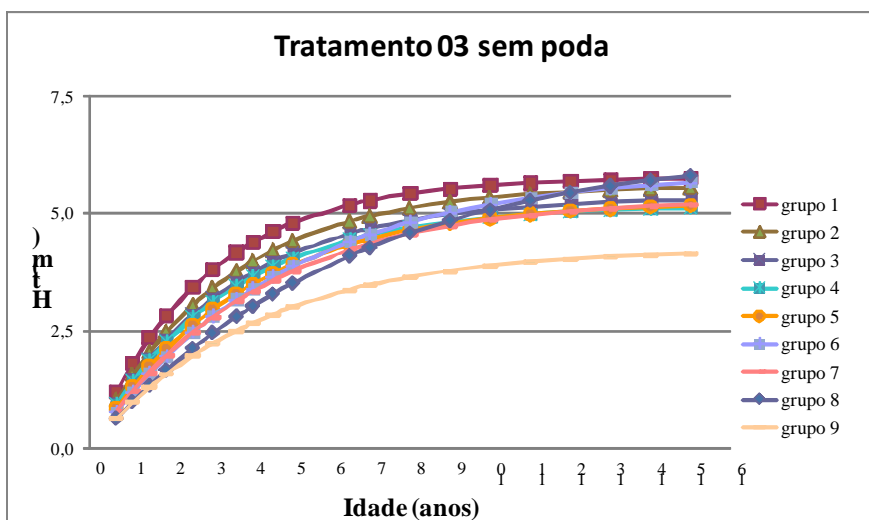


FIGURA 22 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

TABELA 31 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T04cp →gru po 1	T04cp →gru po 2	T04cp →gru po 3	T04cp →gru po 4	T04cp →gru po 5	T04cp →gru po 6	T04cp →gru po 7	T04cp →gru po 8	T04cp →gru po 9
0,67	1,092	0,999	0,894	0,796	0,814	1,230	0,653	0,514	0,607
1,08	1,649	1,520	1,365	1,223	1,249	1,812	1,022	0,814	0,925
1,50	2,145	1,994	1,795	1,620	1,651	2,301	1,378	1,112	1,215
1,92	2,575	2,413	2,177	1,980	2,013	2,702	1,711	1,400	1,471
2,58	3,140	2,977	2,695	2,476	2,511	3,190	2,195	1,832	1,817
3,08	3,492	3,338	3,029	2,804	2,838	3,471	2,532	2,145	2,040
3,67	3,838	3,701	3,368	3,143	3,175	3,727	2,897	2,498	2,264
4,08	4,041	3,920	3,573	3,353	3,381	3,867	3,133	2,733	2,399
4,58	4,253	4,153	3,793	3,582	3,607	4,005	3,402	3,009	2,544
5,08	4,433	4,355	3,985	3,785	3,805	4,114	3,652	3,275	2,670
6,50	4,805	4,791	4,404	4,247	4,252	4,313	4,268	3,972	2,942
7	4,899	4,906	4,517	4,375	4,376	4,357	4,456	4,199	3,015
8	5,046	5,092	4,700	4,591	4,581	4,419	4,791	4,625	3,132
9	5,151	5,232	4,839	4,761	4,742	4,457	5,081	5,018	3,221
10	5,226	5,336	4,944	4,895	4,867	4,481	5,330	5,381	3,287
11	5,280	5,414	5,024	5,001	4,964	4,496	5,545	5,715	3,337
12	5,318	5,472	5,084	5,084	5,040	4,505	5,730	6,022	3,375
13	5,345	5,515	5,130	5,150	5,100	4,511	5,890	6,306	3,403
14	5,365	5,548	5,165	5,201	5,146	4,515	6,027	6,567	3,424
15	5,379	5,572	5,191	5,242	5,182	4,517	6,146	6,808	3,440

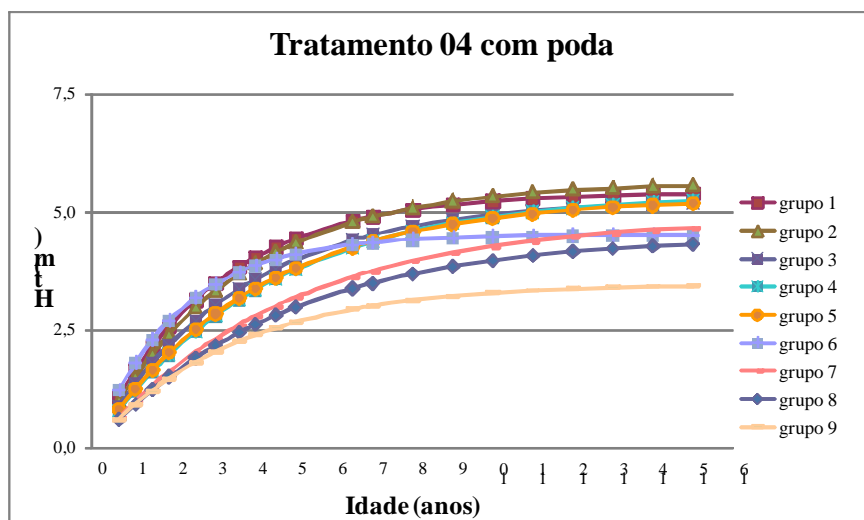


FIGURA 23 - Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

TABELA 32 - Altura Total em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T04sp →gru po 1	T04sp →gru po 2	T04sp →gru po 3	T04sp →gru po 4	T04sp →gru po 5	T04sp →gru po 6	T04sp →gru po 7	T04sp →gru po 8	T04sp →gru po 9
0,67	1,171	1,033	0,961	0,949	0,896	0,765	0,884	0,771	0,690
1,08	1,760	1,569	1,466	1,445	1,370	1,185	1,349	1,185	1,044
1,50	2,280	2,053	1,926	1,895	1,804	1,581	1,774	1,570	1,362
1,92	2,727	2,478	2,335	2,293	2,192	1,945	2,151	1,918	1,639
2,58	3,307	3,046	2,888	2,828	2,718	2,458	2,662	2,399	2,005
3,08	3,664	3,406	3,244	3,171	3,060	2,804	2,991	2,717	2,234
3,67	4,010	3,767	3,604	3,516	3,407	3,170	3,325	3,046	2,462
4,08	4,211	3,981	3,821	3,723	3,618	3,400	3,526	3,249	2,596
4,58	4,419	4,209	4,054	3,944	3,845	3,656	3,743	3,471	2,737
5,08	4,592	4,405	4,257	4,135	4,044	3,887	3,931	3,668	2,858
6,50	4,946	4,824	4,699	4,549	4,482	4,431	4,343	4,115	3,110
7	5,033	4,933	4,817	4,658	4,601	4,589	4,454	4,240	3,175
8	5,167	5,107	5,009	4,834	4,795	4,860	4,633	4,449	3,276
9	5,260	5,235	5,154	4,966	4,943	5,082	4,769	4,614	3,350
10	5,326	5,330	5,263	5,065	5,056	5,264	4,872	4,744	3,403
11	5,371	5,400	5,346	5,138	5,142	5,412	4,950	4,847	3,442
12	5,403	5,451	5,408	5,193	5,208	5,534	5,008	4,927	3,470
13	5,425	5,489	5,455	5,235	5,259	5,633	5,053	4,991	3,490
14	5,441	5,517	5,491	5,265	5,297	5,715	5,087	5,041	3,505
15	5,452	5,538	5,518	5,288	5,326	5,781	5,112	5,081	3,515

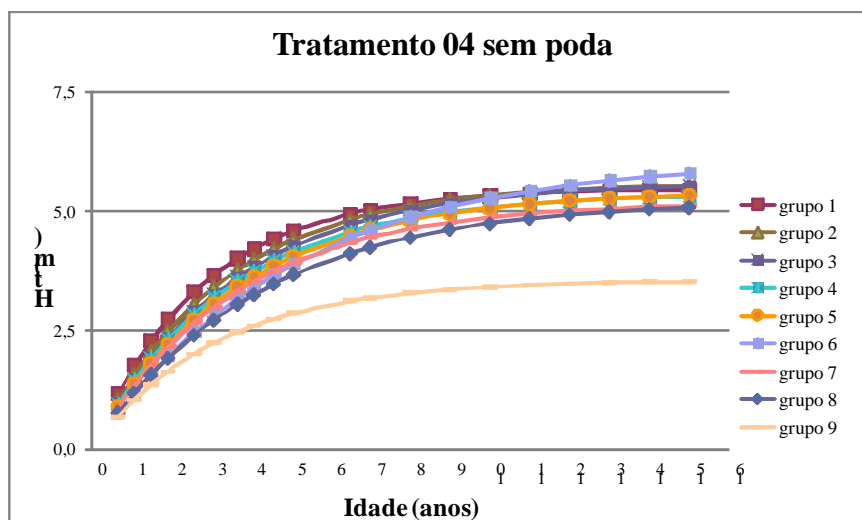


FIGURA 24 – Alturas totais médias, em metros, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Leite et al. (2006), avaliando o efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de pinus concluíram que os resultados permitiram a confirmação de que o espaçamento exerce pouco efeito sobre as estimativas de altura total.

Em um estudo com distintos espaçamentos para *Eucalyptus grandis*, foram observadas pequenas diferenças no crescimento em altura das árvores, relacionadas com o nível de competição estabelecido entre os indivíduos de cada tratamento, pela busca de recursos que permitem o crescimento (água, luz e nutrientes). Essa circunstância provocou um maior número de indivíduos dominados e uma mortalidade mais alta nas densidades maiores, e por consequência, a altura média do povoamento tendeu a ser menor (Lopez & Aparicio, 1995).

4.2.2 Análise Estatística da Altura Total

Verificou-se que não houve diferença estatística entre os espaçamentos de plantio. A interação entre o espaçamento de plantio e as podas foi significativa a 5% (TABELA 33).

De acordo com o desdobro da interação do espaçamento de plantio e das podas, constatou-se que existe diferença significativa ($\alpha = 5\%$) da aplicação das podas somente quando esta é feita no espaçamento de 1,5 x 1,5m, ou seja, a poda só causa influencia no crescimento médio em altura quando associada-se a um espaçamento de 1,5 x 1,5m, como constatado na análise da Tabela 34.

TABELA 33 - Análise de variância para a altura total.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,296526	0,098842	1,084141239	0,4041ns
Espaçamento	3	0,120434	0,040144667	0,440323837	0,7298ns
Resíduo (1)	9	0,820537	0,091170778		
Podas	1	0,247017	0,247017	15,14326876	0,0301*
Resíduo (2)	3	0,048936	0,016312		
Espaçamento x Podas	3	0,279339	0,093113	3,022400213	0,0404*
Resíduo (3)	41	1,263113	0,030807634		
Total corrigido	63	3,075901	0,048823825		
CV 1 (%)	6,97				
CV 2 (%)	2,95				
CV 3(%)	4,05			Número de observações: 64	

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 34 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espaçamento 1,5 x 1,5m	1	0,331663	0,331663	6,171476468	0,0303*
Espaçamento 1,5 x 2,0m	1	0,042978	0,042978	0,799720547	0,3903ns
Espaçamento 1,5 x 2,5m	1	0,129498	0,129498	2,409656367	0,1489ns
Espaçamento 1,5 x 3,0m	1	0,022217	0,022217	0,413406659	0,5334ns
Resíduo	11	0,591154	0,053741273		

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 35 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) da altura total na poda para cada um dos tratamentos*.

TRATAMENTO	1,5 x 1,5m	1,5 x 2,0m	1,5 x 2,5m	1,5 x 3,0m
a (sem podas)	4,17 b	4,35 b	4,23 b	4,25 b
b (com podas)	4,45 a	4,46 b	4,41 b	4,33 b

Obs* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente a 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 35, a altura total foi superior, estatisticamente, para o espaçamento 1,5 x 1,5m, nos fustes que sofreram podas. De uma maneira geral, regimes de podas não tendem a ter uma resposta positiva no crescimento

da altura. Para o espaçamento 1,5 x 1,5m a falta de podas ocasionou uma maior competição entre os fustes, ocasionando um efeito negativo em relação ao crescimento em altura.

Resultado semelhante foi encontrado por Leite et al. (2006), estudando pinus, Macedo et al. (2005), estudando o espaçamento em Teca (*Tectona grandis* L.f.) e por Berger et al. (2002), estudando um clone de *Eucalyptus saligna* Smith.

4.3. Modelagem do Desenvolvimento da Área de Cobertura da Floresta

A modelagem da área de copa foi feita com base no número de covas, pois a medição dos raios de copa não levou em consideração o número de fustes e sim a copa total por cova. Na Tabela 36, é mostrado o número de covas mensuradas por grupo de plantas, sendo considerado o grupo do fuste que apresentou a CAP mínima de medição mais cedo, por tratamento.

Nos itens a seguir foram abordados dois métodos de análise da área de copa. O primeiro levou em consideração o comportamento da área de copa em função da idade, chegando a uma área de cobertura total da floresta em cada idade, definindo, portanto, a melhor época de intervir na densidade das plantas para que essas não sofram competição. O segundo método, proposto por Nutto (2001), considerou a área de copa em função do diâmetro, chegando a um resultado onde o espaçamento, ou o número de plantas por hectare, é definido de acordo com o diâmetro final desejado, lembrando-se que o diâmetro usado para o ajuste representa o diâmetro fundido dos fustes de cada cova.

4.3.1 Área de Copa em função da Idade

Na Tabela 37, são mostradas as equações resultantes do ajuste dos dados área de copa em função da idade para cada tratamento (T01, T02, T03 e T04) com e sem poda (cp e sp) e distribuídos em grupos de plantas de acordo com a época em que o CAP atingiu o valor mínimo de medição (4 med, 5 med, 6 med, 7 med, 8 med, 9 med, 10 med e 11 med ou 1,92 anos, 2,58 anos, 3,08 anos, 3,67 anos, 4,08 anos, 4,58 anos, 5,08 anos e 6,50 anos, respectivamente), além do grupo de plantas que ainda não atingiu o CAP mínimo (sem med). Destacam-se, também, os valores do Erro padrão da média ($S_{yx}(m)$ e $S_{yx}(\%)$), do Coeficiente de Determinação ($R^2(\%)$) e da Média dos Resíduos para cada variação. Observando-se a última coluna destacam-se os valores próximos de zero, indicando que, para cada equação ajustada, os valores dos resíduos positivos anulam os valores negativos, ou seja, a curva definida pela equação representa a média dos dados observados.

TABELA 36 - Número de covas e suas porcentagens reais e acumuladas para cada grupo de plantas em cada tratamento.

	T01cp		T01sp		T02cp		T02sp	
	N covas	%	N covas	%	N covas	%	N covas	%
Grupo 1 – 1,92 anos	13	2,90%	2	0,45%	7	1,56%	5	1,12%
Grupo 2 – 2,58 anos	100	22,32%	43	9,60%	87	19,42%	60	13,39%
Grupo 3 – 3,08 anos	172	38,39%	111	24,78%	141	31,47%	130	29,02%
Grupo 4 – 3,67 anos	35	7,81%	77	17,19%	48	10,71%	71	15,85%
Grupo 5 – 4,08 anos	26	5,80%	95	21,21%	35	7,81%	58	12,95%
Grupo 6 – 4,58 anos	1	0,22%	12	2,68%	1	0,22%	4	0,89%
Grupo 7 – 5,08 anos	1	0,22%	6	1,34%	3	0,67%	6	1,34%
Grupo 8 – 6,50 anos	4	0,89%	10	2,23%	3	0,67%	9	2,01%
Grupo 9 – sem CAP	17	3,79%	50	11,16%	10	2,23%	21	4,69%
Mortas	79	17,63%	42	9,38%	113	25,22%	84	18,75%
Total	448	100,00%	448	100,00%	448	100,00%	448	100,00%
	T03cp		T03sp		T04cp		T04sp	
Grupo 1 – 1,92 anos	21	4,69%	2	0,45%	7	1,56%	3	0,67%
Grupo 2 – 2,58 anos	107	23,88%	66	14,73%	138	30,80%	103	22,99%
Grupo 3 – 3,08 anos	167	37,28%	115	25,67%	160	35,71%	144	32,14%
Grupo 4 – 3,67 anos	36	8,04%	84	18,75%	40	8,93%	58	12,95%
Grupo 5 – 4,08 anos	25	5,58%	79	17,63%	37	8,26%	50	11,16%
Grupo 6 – 4,58 anos	3	0,67%	4	0,89%	0	0,00%	7	1,56%
Grupo 7 – 5,08 anos	3	0,67%	11	2,46%	4	0,89%	7	1,56%
Grupo 8 – 6,50 anos	4	0,89%	13	2,90%	4	0,89%	9	2,01%
Grupo 9 – sem CAP	6	1,34%	15	3,35%	15	3,35%	20	4,46%
Mortas	76	16,96%	59	13,17%	43	9,60%	47	10,49%
Total	448	100,00%	448	100,00%	448	100,00%	448	100,00%

TABELA 37 - Equações ajustadas para determinação da área de copa em função da idade.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T01cp → grupo 1	AC = 3,19205*(1-e(-0,286891*t))	1,13	48,43%	5,10	-0,00073828
T01cp → grupo 2	AC = 2,33194*(1-e(-0,410273*t))	0,67	33,94%	7,98	-0,00202793
T01cp → grupo 3	AC = 1,78039*(1-e(-0,580176*t))	0,62	37,86%	2,41	-0,00054912
T01cp → grupo 4	AC = 1,67163*(1-e(-0,636407*t))	0,52	33,39%	1,65	-0,00033692
T01cp → grupo 5	AC = 1,421*(1-e(-0,91597*t))	0,61	43,58%	0,00	-0,00010858
T01cp → grupo 6	AC = 2,02089*(1-e(-0,418746*t))	0,05	2,98%	91,71	0,00018171
T01cp → grupo 7	AC = 1,54392*(1-e(-13,2346*t))	0,32	20,05%	0,00	0,04211167
T01cp → grupo 8	AC = 1,61987*(1-e(-0,354662*t))	0,42	32,29%	4,06	0,00034701
T01cp → grupo 9	AC = 0,714617*(1-e(-1,50519*t))	0,45	63,30%	0,00	0,00026034
T01sp → grupo 1	AC = 1,91757*(1-e(-0,913191*t))	0,68	36,03%	0,00	-0,00076888
T01sp → grupo 2	AC = 2,5135*(1-e(-0,484554*t))	0,85	38,23%	3,45	-0,00072466
T01sp → grupo 3	AC = 2,74733*(1-e(-0,337848*t))	0,83	38,55%	6,82	0,00120493
T01sp → grupo 4	AC = 2,01954*(1-e(-0,55326*t))	0,66	35,84%	1,80	0,00078849
T01sp → grupo 5	AC = 2,04297*(1-e(-0,567355*t))	0,69	36,57%	1,69	0,00062091
T01sp → grupo 6	AC = 1,85443*(1-e(-0,495647*t))	0,61	36,78%	0,84	0,00091911
T01sp → grupo 7	AC = 1,99687*(1-e(-0,509139*t))	0,53	29,47%	0,00	0,00237881
T01sp → grupo 8	AC = 1,95475*(1-e(-0,585388*t))	0,71	39,17%	0,00	0,00048096
T01sp → grupo 9	AC = 1,14281*(1-e(-19,1427*t))	0,72	60,97%	0,00	0,03839070
T02cp → grupo 1	AC = 3,9566*(1-e(-0,229338*t))	0,86	33,07%	13,53	0,00212779
T02cp → grupo 2	AC = 3,35353*(1-e(-0,286168*t))	0,93	38,07%	9,81	0,00018298
T02cp → grupo 3	AC = 2,84047*(1-e(-0,315947*t))	0,85	39,21%	8,39	-0,00060682
T02cp → grupo 4	AC = 2,17555*(1-e(-0,535064*t))	0,77	39,27%	2,55	-0,00080077
T02cp → grupo 5	AC = 1,53363*(1-e(-0,905582*t))	0,58	38,72%	0,00	-0,00013602
T02cp → grupo 6	AC = 2,77356*(1-e(-0,14259*t))	0,76	56,71%	0,00	-0,01775477

Onde: AC – área de copa por cova (m²), e – base do logaritmo neperiano, t – idade do povoamento em anos.

Continua...

TABELA 37 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T02cp → grupo 7	AC = 1,58751*(1-e(-1,49713*t))	0,39	24,91%	0,00	0,00058980
T02cp → grupo 8	AC = 1,47651*(1-e(-0,806894*t))	0,75	52,40%	0,00	-0,00037322
T02cp → grupo 9	AC = 1,01065*(1-e(-1,2574*t))	0,60	59,28%	0,00	0,00057316
T02sp → grupo 1	AC = 4,03167*(1-e(-0,260802*t))	1,18	41,25%	4,10	0,00212129
T02sp → grupo 2	AC = 3,00404*(1-e(-0,402476*t))	0,93	37,09%	4,58	0,00174490
T02sp → grupo 3	AC = 2,8925*(1-e(-0,457313*t))	0,87	34,56%	4,77	0,00003890
T02sp → grupo 4	AC = 2,53175*(1-e(-0,707301*t))	0,84	34,80%	0,79	0,00008527
T02sp → grupo 5	AC = 2,3682*(1-e(-0,610001*t))	0,85	38,81%	1,15	0,00022067
T02sp → grupo 6	AC = 1,4152*(1-e(-1992,96*t))	0,52	34,72%	0,00	0,06846913
T02sp → grupo 7	AC = 2,38591*(1-e(-0,477928*t))	0,68	32,64%	2,41	-0,00142593
T02sp → grupo 8	AC = 2,10401*(1-e(-0,713916*t))	0,87	43,26%	0,00	-0,00037550
T02sp → grupo 9	AC = 1,53646*(1-e(-41832,1*t))	0,97	62,80%	0,00	0,00846343
T03cp → grupo 1	AC = 4,29885*(1-e(-0,24268*t))	1,03	35,72%	15,18	-0,00490162
T03cp → grupo 2	AC = 4,09211*(1-e(-0,192197*t))	0,80	33,28%	20,54	-0,00230249
T03cp → grupo 3	AC = 2,4993*(1-e(-0,440615*t))	0,79	36,99%	5,67	-0,00172164
T03cp → grupo 4	AC = 2,20904*(1-e(-0,507088*t))	0,80	40,40%	3,02	-0,00133362
T03cp → grupo 5	AC = Não ajustou				
T03cp → grupo 6	AC = 1,42819*(1-e(-35,9724*t))	0,70	48,65%	0,00	0,01477040
T03cp → grupo 7	AC = 0,693101*(1-e(-18,2436*t))	0,37	51,01%	0,00	0,02949731
T03cp → grupo 8	AC = 1,633*(1-e(-0,773964*t))	0,94	60,17%	0,00	-0,00080380
T03cp → grupo 9	AC = 0,970992*(1-e(-164,39*t))	0,71	71,22%	0,00	0,02627310
T03sp → grupo 1	AC = 3,34927*(1-e(-0,719554*t))	0,70	21,79%	0,00	-0,00147603
T03sp → grupo 2	AC = 3,48399*(1-e(-0,389351*t))	0,89	30,87%	8,78	-0,00030990
T03sp → grupo 3	AC = 3,1157*(1-e(-0,438303*t))	0,95	35,39%	4,89	0,00031735

Continua...

TABELA 37 – Continuação.

TRATAMENTO / GRUPO DE PLANTAS	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T03sp → grupo 4	AC = 3,33801*(1-e(-0,386566*t))	1,11	40,46%	4,95	0,00047360
T03sp → grupo 5	AC = 2,82442*(1-e(-0,428841*t))	1,14	47,20%	2,97	-0,00013843
T03sp → grupo 6	AC = 2,52899*(1-e(-0,54804*t))	0,83	36,19%	0,00	0,00005581
T03sp → grupo 7	AC = 2,89303*(1-e(-0,421257*t))	0,88	35,73%	4,75	-0,00173037
T03sp → grupo 8	AC = 3,45061*(1-e(-0,233317*t))	0,94	41,55%	9,90	-0,00035995
T03sp → grupo 9	AC = 1,39927*(1-e(-18946,2*t))	0,58	40,50%	0,00	0,02382023
T04cp → grupo 1	AC = 8,21583*(1-e(-0,0972203*t))	1,31	43,26%	17,74	-0,00303411
T04cp → grupo 2	AC = 3,84588*(1-e(-0,255802*t))	0,99	37,32%	12,89	-0,00214740
T04cp → grupo 3	AC = 3,08618*(1-e(-0,354992*t))	0,96	38,91%	7,34	-0,00130457
T04cp → grupo 4	AC = 2,65152*(1-e(-0,446895*t))	0,87	38,08%	5,10	-0,00225702
T04cp → grupo 5	AC = 1,88773*(1-e(-46,4404*t))	1,05	55,28%	0,00	0,00829910
T04cp → grupo 6	AC = Não ajustou				
T04cp → grupo 7	AC = 1,27729*(1-e(-0,96943*t))	0,68	54,05%	0,00	0,00001446
T04cp → grupo 8	AC = 2,09235*(1-e(-0,35847*t))	0,79	46,88%	0,48	-0,00312627
T04cp → grupo 9	AC = 1,50224*(1-e(-14,2126*t))	1,07	70,39%	0,00	0,02351539
T04sp → grupo 1	AC = 3,77725*(1-e(-0,315075*t))	0,56	19,58%	26,55	-0,00281680
T04sp → grupo 2	AC = 3,91529*(1-e(-0,414887*t))	1,21	36,58%	5,41	0,00043741
T04sp → grupo 3	AC = 3,59556*(1-e(-0,434642*t))	1,06	34,53%	4,94	0,00106141
T04sp → grupo 4	AC = 3,08078*(1-e(-0,546079*t))	0,99	35,31%	2,32	0,00035246
T04sp → grupo 5	AC = 3,84593*(1-e(-0,352342*t))	1,18	38,62%	6,56	0,00032154
T04sp → grupo 6	AC = 2,26796*(1-e(-185940,0*t))	0,78	34,51%	0,00	0,00270635
T04sp → grupo 7	AC = 2,71647*(1-e(-21,4851*t))	0,69	24,95%	0,00	0,03966177
T04sp → grupo 8	AC = 2,20503*(1-e(-0,589183*t))	0,78	38,14%	0,00	0,00017750
T04sp → grupo 9	AC = 1,74918*(1-e(-5371,85*t))	0,93	52,50%	0,00	0,02060991

Nas Tabelas 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45 é mostrado o resultado do ajuste para cada tratamento por idade distribuído em grupos de plantas de acordo com a medição da CAP.

Na Tabela 38, são mostrados os valores individuais de área de copa estimadas para o tratamento 01 (1,50 x 1,50m) com podas, ao longo do tempo até 15 anos. Nota-se um melhor desempenho do grupo de plantas que tiveram suas circunferências mensuradas a partir da 4ª medição (1,92 anos). Esse desempenho diminui a medida que as plantas chegam ao valor mínimo de medição mais tarde, sendo, portanto, menos vigorosas. Esse comportamento é retratado graficamente na Figura 25. Essa superioridade dos indivíduos que foram mensurados a partir da 4ª medição foi decorrente da forte relação entre diâmetro e área de copa.

Nas Tabelas 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45 são mostrados os valores individuais de área de copa estimadas para os outros tratamentos, ao longo do tempo, até 15 anos. Nota-se que o comportamento foi semelhante ao mostrados para o tratamento 01 com podas. Esse comportamento, também, é mostrado graficamente pelas Figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

TABELA 38 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T01cp → grupo 1	T01cp → grupo 2	T01cp → grupo 3	T01cp → grupo 4	T01cp → grupo 5	T01cp → grupo 6	T01cp → grupo 7	T01cp → grupo 8	T01cp → grupo 9
0,67	0,558	0,560	0,573	0,580	0,652	0,494	1,544	0,343	0,454
1,08	0,850	0,835	0,829	0,831	0,893	0,735	1,544	0,515	0,574
1,50	1,116	1,072	1,035	1,028	1,061	0,943	1,544	0,668	0,640
1,92	1,352	1,271	1,196	1,179	1,176	1,116	1,544	0,800	0,675
2,58	1,669	1,523	1,382	1,348	1,287	1,335	1,544	0,971	0,700
3,08	1,873	1,673	1,482	1,436	1,336	1,464	1,544	1,077	0,708
3,67	2,078	1,815	1,569	1,510	1,372	1,586	1,544	1,179	0,712
4,08	2,202	1,895	1,613	1,547	1,387	1,655	1,544	1,239	0,713
4,58	2,334	1,976	1,656	1,581	1,400	1,724	1,544	1,301	0,714
5,08	2,449	2,042	1,687	1,606	1,407	1,780	1,544	1,353	0,714
6,50	2,698	2,170	1,739	1,645	1,417	1,888	1,544	1,458	0,715
7	2,764	2,200	1,750	1,652	1,419	1,913	1,544	1,485	0,715
8	2,870	2,244	1,763	1,661	1,420	1,950	1,544	1,525	0,715
9	2,951	2,274	1,771	1,666	1,421	1,974	1,544	1,553	0,715
10	3,011	2,293	1,775	1,669	1,421	1,990	1,544	1,573	0,715
11	3,056	2,306	1,777	1,670	1,421	2,001	1,544	1,587	0,715
12	3,090	2,315	1,779	1,671	1,421	2,008	1,544	1,597	0,715
13	3,115	2,321	1,779	1,671	1,421	2,012	1,544	1,604	0,715
14	3,135	2,324	1,780	1,671	1,421	2,015	1,544	1,609	0,715
15	3,149	2,327	1,780	1,672	1,421	2,017	1,544	1,612	0,715

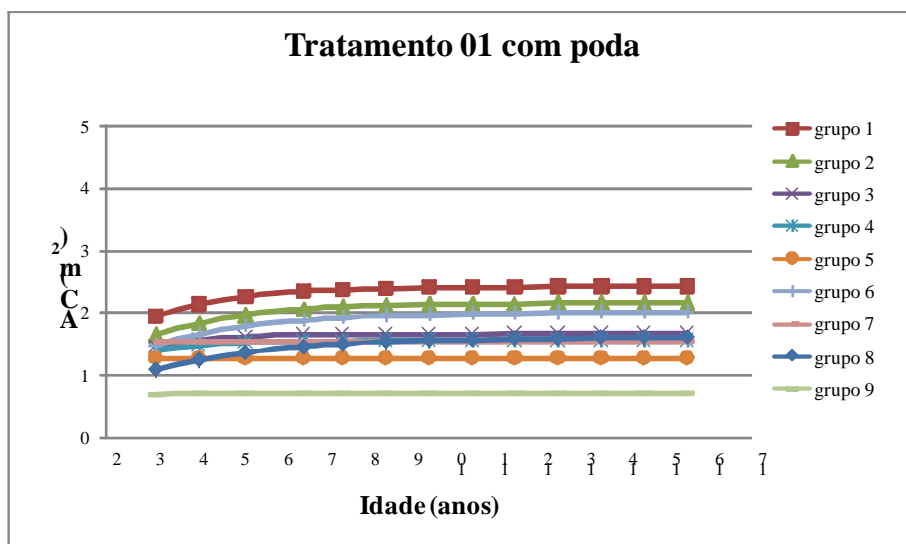


FIGURA 25 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 01 com podas sucessivas.

TABELA 39 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T01sp → grupo 1	T01sp → grupo 2	T01sp → grupo 3	T01sp → grupo 4	T01sp → grupo 5	T01sp → grupo 6	T01sp → grupo 7	T01sp → grupo 8	T01sp → grupo 9
0,67	0,878	0,697	0,557	0,626	0,646	0,524	0,577	0,634	1,143
1,08	1,202	1,024	0,840	0,908	0,936	0,769	0,845	0,916	1,143
1,50	1,430	1,298	1,092	1,139	1,171	0,973	1,066	1,142	1,143
1,92	1,585	1,522	1,311	1,321	1,356	1,138	1,246	1,319	1,143
2,58	1,736	1,793	1,598	1,535	1,570	1,338	1,460	1,523	1,143
3,08	1,802	1,948	1,777	1,652	1,687	1,452	1,581	1,633	1,143
3,67	1,850	2,089	1,952	1,754	1,788	1,554	1,689	1,727	1,143
4,08	1,871	2,165	2,055	1,808	1,841	1,609	1,747	1,775	1,143
4,58	1,888	2,240	2,163	1,859	1,891	1,663	1,803	1,821	1,143
5,08	1,899	2,299	2,254	1,898	1,929	1,705	1,847	1,855	1,143
6,50	1,913	2,406	2,442	1,964	1,992	1,780	1,924	1,911	1,143
7	1,914	2,429	2,489	1,978	2,004	1,797	1,940	1,922	1,143
8	1,916	2,461	2,563	1,995	2,021	1,819	1,963	1,937	1,143
9	1,917	2,481	2,616	2,006	2,031	1,833	1,976	1,945	1,143
10	1,917	2,494	2,654	2,012	2,036	1,841	1,985	1,949	1,143
11	1,917	2,501	2,681	2,015	2,039	1,846	1,989	1,952	1,143
12	1,918	2,506	2,700	2,017	2,041	1,850	1,992	1,953	1,143
13	1,918	2,509	2,713	2,018	2,042	1,851	1,994	1,954	1,143
14	1,918	2,511	2,723	2,019	2,042	1,853	1,995	1,954	1,143
15	1,918	2,512	2,730	2,019	2,043	1,853	1,996	1,954	1,143

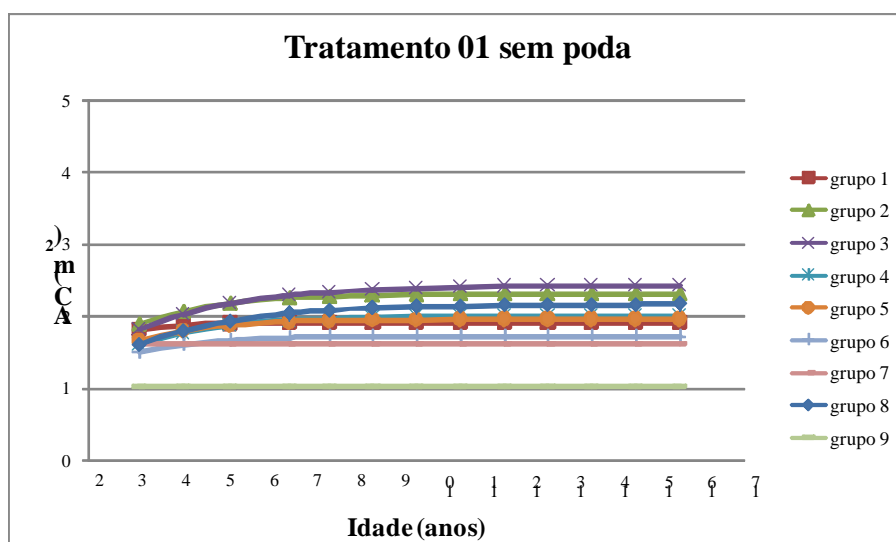


FIGURA 26 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 01 sem podas sucessivas.

TABELA 40 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T02cp → grupo 1	T02cp → grupo 2	T02cp → grupo 3	T02cp → grupo 4	T02cp → grupo 5	T02cp → grupo 6	T02cp → grupo 7	T02cp → grupo 8	T02cp → grupo 9
0,67	0,564	0,585	0,542	0,655	0,698	0,253	1,005	0,617	0,575
1,08	0,868	0,892	0,821	0,955	0,957	0,396	1,272	0,859	0,751
1,50	1,152	1,170	1,072	1,201	1,139	0,534	1,419	1,036	0,857
1,92	1,409	1,418	1,292	1,397	1,264	0,664	1,498	1,163	0,920
2,58	1,767	1,751	1,583	1,628	1,385	0,854	1,554	1,292	0,971
3,08	2,004	1,964	1,767	1,757	1,439	0,986	1,572	1,354	0,990
3,67	2,251	2,180	1,950	1,870	1,478	1,130	1,581	1,400	1,001
4,08	2,404	2,310	2,058	1,930	1,496	1,223	1,584	1,422	1,005
4,58	2,573	2,449	2,172	1,988	1,509	1,330	1,586	1,440	1,007
5,08	2,722	2,570	2,270	2,032	1,518	1,429	1,587	1,452	1,009
6,50	3,066	2,832	2,476	2,108	1,529	1,676	1,587	1,469	1,010
7	3,162	2,901	2,529	2,124	1,531	1,751	1,587	1,471	1,010
8	3,325	3,014	2,614	2,145	1,533	1,887	1,588	1,474	1,011
9	3,454	3,098	2,675	2,158	1,533	2,005	1,588	1,475	1,011
10	3,557	3,162	2,720	2,165	1,533	2,107	1,588	1,476	1,011
11	3,639	3,210	2,753	2,170	1,534	2,196	1,588	1,476	1,011
12	3,704	3,245	2,776	2,172	1,534	2,272	1,588	1,476	1,011
13	3,756	3,272	2,794	2,173	1,534	2,339	1,588	1,476	1,011
14	3,797	3,292	2,806	2,174	1,534	2,397	1,588	1,476	1,011
15	3,830	3,308	2,816	2,175	1,534	2,447	1,588	1,477	1,011

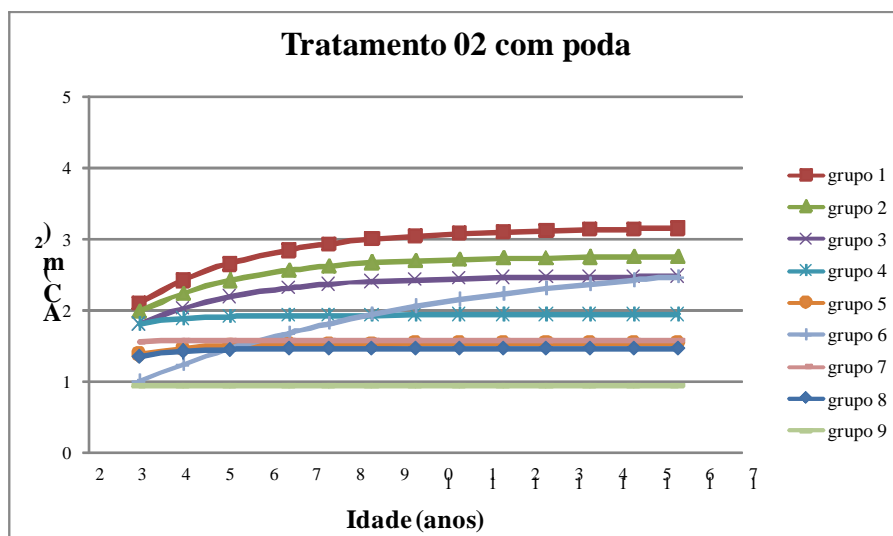


FIGURA 27 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 02 com podas sucessivas.

TABELA 41 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T02sp → grupo 1	T02sp → grupo 2	T02sp → grupo 3	T02sp → grupo 4	T02sp → grupo 5	T02sp → grupo 6	T02sp → grupo 7	T02sp → grupo 8	T02sp → grupo 9
0,67	0,646	0,710	0,763	0,956	0,795	1,415	0,654	0,800	1,536
1,08	0,990	1,059	1,127	1,352	1,143	1,415	0,962	1,131	1,536
1,50	1,305	1,361	1,436	1,655	1,420	1,415	1,221	1,383	1,536
1,92	1,588	1,617	1,690	1,881	1,634	1,415	1,433	1,570	1,536
2,58	1,975	1,941	2,004	2,124	1,877	1,415	1,691	1,770	1,536
3,08	2,226	2,134	2,185	2,245	2,006	1,415	1,838	1,871	1,536
3,67	2,484	2,318	2,353	2,343	2,116	1,415	1,973	1,951	1,536
4,08	2,641	2,423	2,445	2,390	2,172	1,415	2,046	1,990	1,536
4,58	2,811	2,529	2,536	2,433	2,223	1,415	2,119	2,024	1,536
5,08	2,960	2,615	2,609	2,462	2,261	1,415	2,175	2,048	1,536
6,50	3,292	2,784	2,744	2,506	2,323	1,415	2,279	2,084	1,536
7	3,382	2,825	2,775	2,514	2,335	1,415	2,302	2,090	1,536
8	3,531	2,884	2,818	2,523	2,350	1,415	2,334	2,097	1,536
9	3,646	2,924	2,845	2,527	2,358	1,415	2,354	2,101	1,536
10	3,735	2,950	2,863	2,530	2,363	1,415	2,366	2,102	1,536
11	3,803	2,968	2,874	2,531	2,365	1,415	2,373	2,103	1,536
12	3,855	2,980	2,881	2,531	2,367	1,415	2,378	2,104	1,536
13	3,896	2,988	2,885	2,531	2,367	1,415	2,381	2,104	1,536
14	3,927	2,993	2,888	2,532	2,368	1,415	2,383	2,104	1,536
15	3,951	2,997	2,889	2,532	2,368	1,415	2,384	2,104	1,536

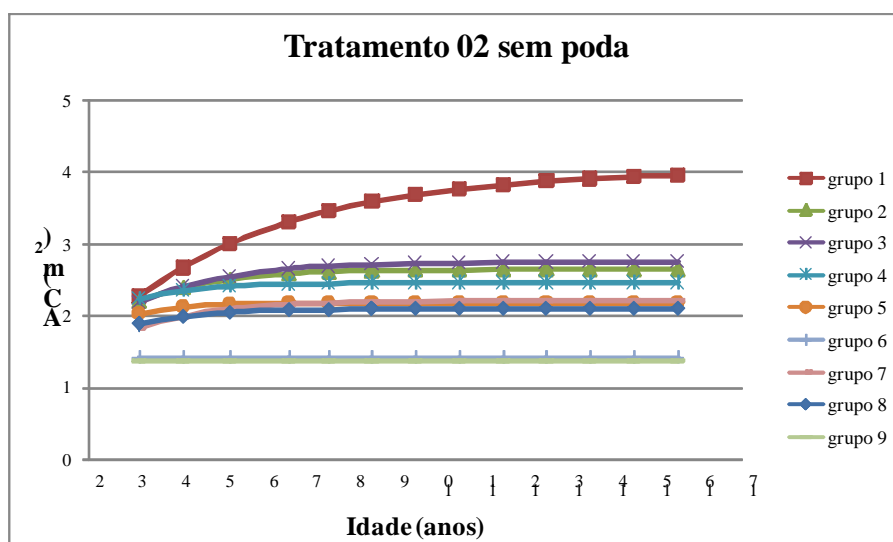


FIGURA 28 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 02 sem podas sucessivas.

TABELA 42 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T03cp → grupo 1	T03cp → grupo 2	T03cp → grupo 3	T03cp → grupo 4	T03cp → grupo 5	T03cp → grupo 6	T03cp → grupo 7	T03cp → grupo 8	T03cp → grupo 9
0,67	0,645	0,494	0,639	0,636	0,000	1,428	0,693	0,661	0,971
1,08	0,991	0,767	0,946	0,932	0,000	1,428	0,693	0,925	0,971
1,50	1,312	1,025	1,209	1,177	0,000	1,428	0,693	1,122	0,971
1,92	1,601	1,263	1,427	1,375	0,000	1,428	0,693	1,263	0,971
2,58	2,000	1,600	1,697	1,612	0,000	1,428	0,693	1,411	0,971
3,08	2,263	1,828	1,856	1,746	0,000	1,428	0,693	1,482	0,971
3,67	2,535	2,071	2,003	1,866	0,000	1,428	0,693	1,538	0,971
4,08	2,702	2,224	2,085	1,930	0,000	1,428	0,693	1,564	0,971
4,58	2,884	2,395	2,167	1,992	0,000	1,428	0,693	1,586	0,971
5,08	3,046	2,551	2,233	2,041	0,000	1,428	0,693	1,601	0,971
6,50	3,411	2,919	2,357	2,127	0,000	1,428	0,693	1,622	0,971
7	3,513	3,026	2,385	2,146	0,000	1,428	0,693	1,626	0,971
8	3,682	3,213	2,426	2,171	0,000	1,428	0,693	1,630	0,971
9	3,815	3,366	2,452	2,186	0,000	1,428	0,693	1,631	0,971
10	3,919	3,493	2,469	2,195	0,000	1,428	0,693	1,632	0,971
11	4,001	3,598	2,480	2,201	0,000	1,428	0,693	1,633	0,971
12	4,065	3,684	2,487	2,204	0,000	1,428	0,693	1,633	0,971
13	4,116	3,756	2,491	2,206	0,000	1,428	0,693	1,633	0,971
14	4,155	3,815	2,494	2,207	0,000	1,428	0,693	1,633	0,971
15	4,186	3,863	2,496	2,208	0,000	1,428	0,693	1,633	0,971

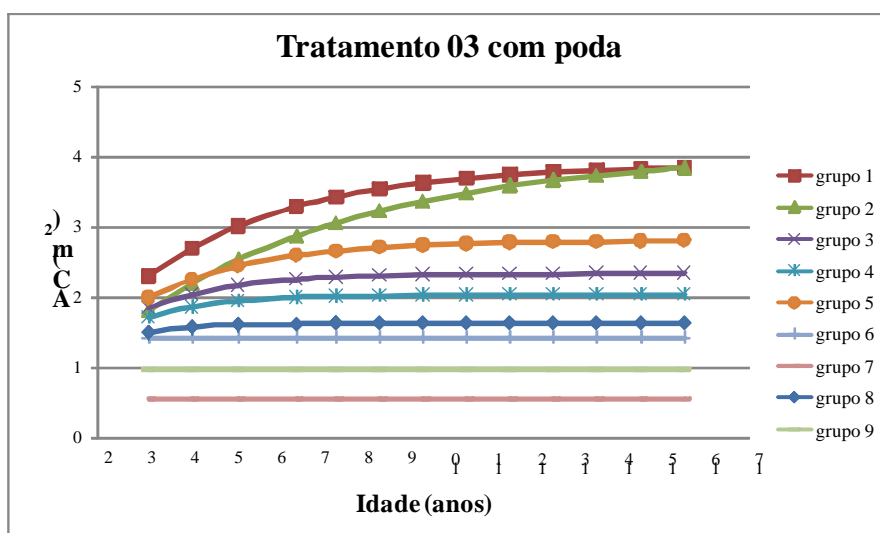


FIGURA 29 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 03 com podas sucessivas.

TABELA 43 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T03sp → grupo 1	T03sp → grupo 2	T03sp → grupo 3	T03sp → grupo 4	T03sp → grupo 5	T03sp → grupo 6	T03sp → grupo 7	T03sp → grupo 8	T03sp → grupo 9
0,67	1,281	0,800	0,793	0,762	0,705	0,777	0,711	0,499	1,399
1,08	1,810	1,196	1,175	1,139	1,047	1,130	1,057	0,769	1,399
1,50	2,211	1,541	1,501	1,469	1,340	1,417	1,355	1,019	1,399
1,92	2,508	1,834	1,773	1,749	1,585	1,646	1,605	1,246	1,399
2,58	2,826	2,208	2,110	2,107	1,890	1,914	1,917	1,561	1,399
3,08	2,984	2,434	2,308	2,323	2,071	2,061	2,103	1,769	1,399
3,67	3,110	2,649	2,492	2,530	2,239	2,191	2,277	1,985	1,399
4,08	3,171	2,772	2,595	2,649	2,333	2,259	2,374	2,119	1,399
4,58	3,225	2,898	2,697	2,770	2,428	2,323	2,473	2,265	1,399
5,08	3,263	3,002	2,780	2,870	2,505	2,373	2,553	2,396	1,399
6,50	3,318	3,207	2,935	3,067	2,650	2,457	2,706	2,693	1,399
7	3,328	3,256	2,971	3,115	2,684	2,474	2,741	2,777	1,399
8	3,339	3,329	3,022	3,187	2,733	2,497	2,794	2,917	1,399
9	3,344	3,379	3,055	3,235	2,765	2,511	2,828	3,028	1,399
10	3,347	3,413	3,077	3,268	2,786	2,518	2,850	3,116	1,399
11	3,348	3,436	3,091	3,291	2,799	2,523	2,865	3,186	1,399
12	3,349	3,451	3,100	3,306	2,808	2,525	2,875	3,241	1,399
13	3,349	3,462	3,105	3,316	2,814	2,527	2,881	3,284	1,399
14	3,349	3,469	3,109	3,323	2,817	2,528	2,885	3,319	1,399
15	3,349	3,474	3,111	3,328	2,820	2,528	2,888	3,346	1,399

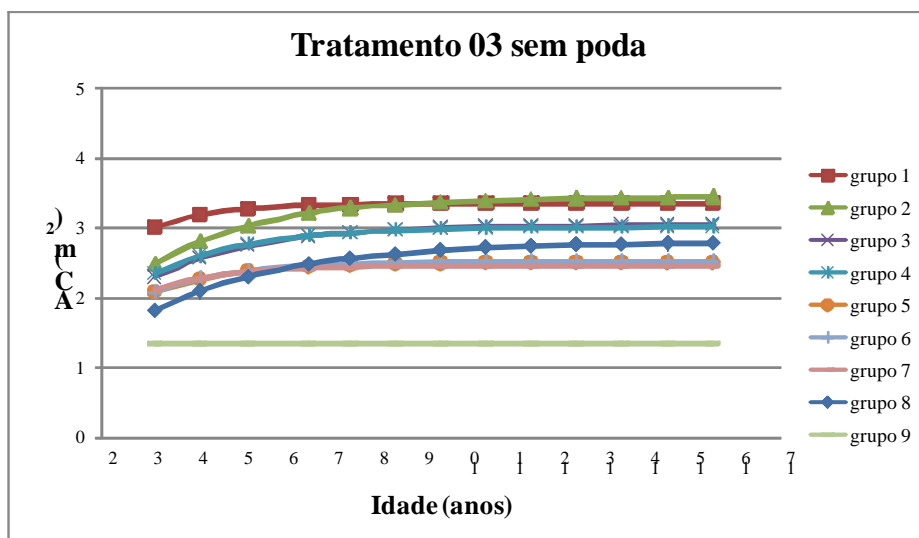


FIGURA 30 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 03 sem podas sucessivas.

TABELA 44 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T04cp → grupo 1	T04cp → grupo 2	T04cp → grupo 3	T04cp → grupo 4	T04cp → grupo 5	T04cp → grupo 6	T04cp → grupo 7	T04cp → grupo 8	T04cp → grupo 9
0,67	0,518	0,606	0,653	0,686	1,888	0,000	0,610	0,447	1,502
1,08	0,819	0,928	0,983	1,015	1,888	0,000	0,829	0,672	1,502
1,50	1,115	1,226	1,274	1,295	1,888	0,000	0,979	0,870	1,502
1,92	1,399	1,492	1,525	1,527	1,888	0,000	1,079	1,041	1,502
2,58	1,823	1,858	1,851	1,814	1,888	0,000	1,173	1,263	1,502
3,08	2,126	2,097	2,052	1,982	1,888	0,000	1,213	1,399	1,502
3,67	2,465	2,342	2,247	2,137	1,888	0,000	1,241	1,531	1,502
4,08	2,690	2,492	2,361	2,223	1,888	0,000	1,253	1,608	1,502
4,58	2,952	2,654	2,479	2,309	1,888	0,000	1,262	1,687	1,502
5,08	3,202	2,797	2,578	2,378	1,888	0,000	1,268	1,754	1,502
6,50	3,849	3,117	2,779	2,506	1,888	0,000	1,275	1,889	1,502
7	4,056	3,204	2,829	2,535	1,888	0,000	1,276	1,922	1,502
8	4,441	3,349	2,906	2,577	1,888	0,000	1,277	1,973	1,502
9	4,791	3,461	2,960	2,604	1,888	0,000	1,277	2,009	1,502
10	5,108	3,548	2,998	2,621	1,888	0,000	1,277	2,034	1,502
11	5,396	3,615	3,024	2,632	1,888	0,000	1,277	2,052	1,502
12	5,657	3,667	3,043	2,639	1,888	0,000	1,277	2,064	1,502
13	5,894	3,708	3,056	2,644	1,888	0,000	1,277	2,073	1,502
14	6,109	3,739	3,065	2,646	1,888	0,000	1,277	2,079	1,502
15	6,305	3,763	3,071	2,648	1,888	0,000	1,277	2,083	1,502

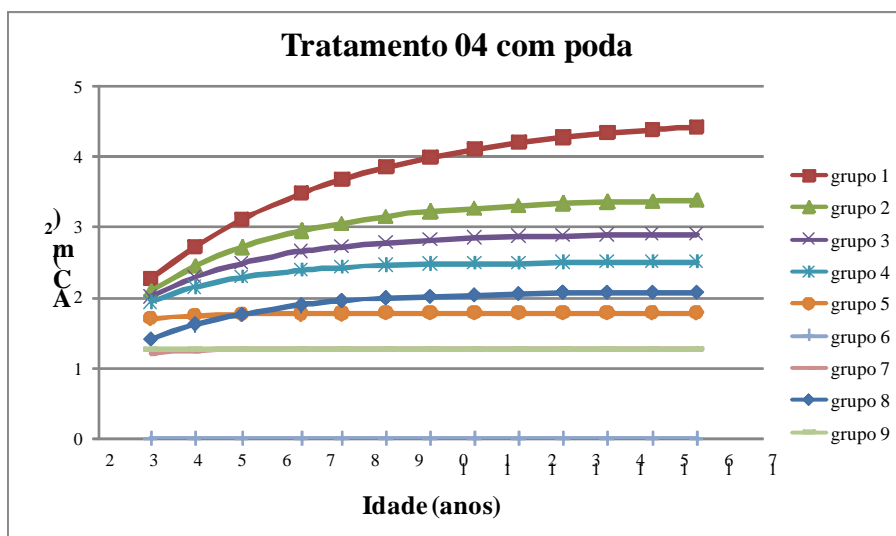


FIGURA 31 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 04 com podas sucessivas.

TABELA 45 - Área de Copa em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T04sp → grupo 1	T04sp → grupo 2	T04sp → grupo 3	T04sp → grupo 4	T04sp → grupo 5	T04sp → grupo 6	T04sp → grupo 7	T04sp → grupo 8	T04sp → grupo 9
0,67	0,719	0,950	0,908	0,944	0,809	2,268	2,716	0,719	1,749
1,08	1,089	1,414	1,347	1,373	1,217	2,268	2,716	1,038	1,749
1,50	1,423	1,814	1,722	1,723	1,579	2,268	2,716	1,294	1,749
1,92	1,714	2,150	2,035	2,001	1,891	2,268	2,716	1,494	1,749
2,58	2,102	2,573	2,424	2,328	2,296	2,268	2,716	1,723	1,749
3,08	2,346	2,824	2,653	2,508	2,547	2,268	2,716	1,846	1,749
3,67	2,589	3,061	2,866	2,666	2,791	2,268	2,716	1,951	1,749
4,08	2,733	3,195	2,985	2,749	2,932	2,268	2,716	2,006	1,749
4,58	2,885	3,330	3,104	2,828	3,080	2,268	2,716	2,057	1,749
5,08	3,015	3,439	3,200	2,889	3,204	2,268	2,716	2,094	1,749
6,50	3,290	3,651	3,382	2,992	3,457	2,268	2,716	2,157	1,749
7	3,361	3,701	3,424	3,013	3,519	2,268	2,716	2,169	1,749
8	3,474	3,774	3,484	3,042	3,616	2,268	2,716	2,185	1,749
9	3,556	3,822	3,524	3,058	3,685	2,268	2,716	2,194	1,749
10	3,616	3,853	3,549	3,068	3,732	2,268	2,716	2,199	1,749
11	3,659	3,874	3,565	3,073	3,766	2,268	2,716	2,202	1,749
12	3,691	3,888	3,576	3,076	3,790	2,268	2,716	2,203	1,749
13	3,714	3,897	3,583	3,078	3,807	2,268	2,716	2,204	1,749
14	3,731	3,904	3,587	3,079	3,818	2,268	2,716	2,204	1,749
15	3,744	3,908	3,590	3,080	3,826	2,268	2,716	2,205	1,749

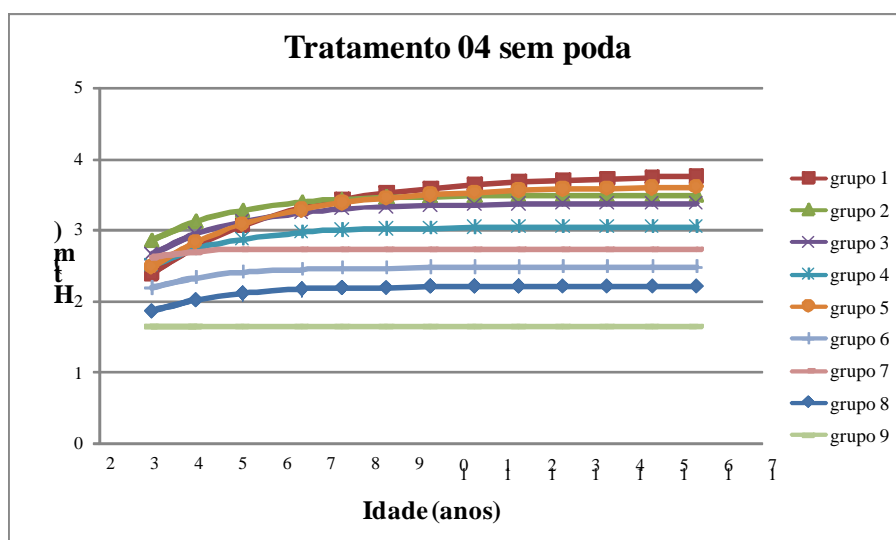


FIGURA 32 – Áreas de Copa médias, em metros quadrados, estimadas para diferentes idades para cada grupo de plantas no trat 04 sem podas sucessivas.

Relacionando-se a Tabela 36 com as Tabelas , 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45 ou com as Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32, chega-se a Tabela 46 que mostra a área de cobertura da floresta para cada tratamento. Considerando-se como a área de cada copa ocupando 78% do seu espaçamento, em razão da relação de um círculo com um quadrado, a área de cobertura da floresta, para que as copas não se toquem, evitando a competição por espaço, o que compromete a capacidade de crescimento em diâmetro, deve ser sempre inferior à 78% da área do hectare , ou 7.800 m². Na Tabela 46, tem-se a área de cobertura por idade indicando qual deve ser a idade proposta para efetuar o desbaste em cada tratamento.

Os valores marcados indicam a idade em que as copas de cada tratamento ainda não se tocaram, ou seja, ainda não houve competição. Como constatado na Tabela 46, a época de desbaste é cada vez mais cedo quando se aumenta o espaçamento, em razão, principalmente, da insolação lateral propiciada pelo espaçamento, promovendo um maior crescimento dos galhos influenciando a época de desbaste.

A última poda foi executada 7 dias antes da medição da mesma. No Tratamento 01 (1,5 x 1,5m), a influencia dessa ação fez com que os dados coletados aos 6,5 anos fossem semelhantes aos coletados aos 5,25 anos, estabilizando a curva de crescimento. Com isso, a área de cobertura da floresta se estabilizou próximo do valor de 6.900m². Medições futuras indicarão o real crescimento das copas dos indivíduos podados.

TABELA 46 – Área de cobertura da floresta (m²/ha) para cada tratamento em função da soma da área de copa individual multiplicada pelo número de covas de cada grupo.

Idades	T01cp	T01sp	T02cp	T02sp	T03cp	T03sp	T04cp	T04sp
3,17	5.498,06	6.701,05	5.224,63	6.706,97	5.071,42	6.479,26	5.038,88	6.539,70
4,17	5.929,54	7.309,87	5.778,94	7.214,27	5.764,94	7.182,75	5.709,30	7.182,79
5,25	6.191,87	7.703,16	6.159,50	7.519,51	6.298,96	7.656,71	6.213,02	6.539,70
6,59	6.362,75	7.974,42	6.443,35	7.716,60	6.759,88	7.999,21	6.627,39	7.182,79
7,50	6.426,30	8.080,10	6.563,24	7.789,58	6.987,48	8.138,70	6.819,11	7.601,51
8,50	6.469,13	8.153,60	6.652,43	7.838,80	7.182,29	8.239,17	6.972,53	7.893,13
9,50	6.495,00	8.199,22	6.711,85	7.868,67	7.334,24	8.303,82	7.082,81	8.007,97
10,50	6.510,75	8.227,64	6.751,59	7.887,06	7.454,18	8.345,54	7.162,32	8.088,62
11,50	6.520,42	8.245,42	6.778,24	7.898,54	7.549,78	8.372,55	7.219,78	8.139,26
12,50	6.526,40	8.256,56	6.796,16	7.905,82	7.626,57	8.390,08	7.261,42	8.171,25
13,50	6.530,12	8.263,58	6.808,26	7.910,51	7.688,65	8.401,49	7.291,67	8.191,57
14,50	6.532,44	8.268,00	6.816,45	7.913,58	7.739,09	8.408,94	7.313,70	8.204,55
15,50	6.533,90	8.270,81	6.822,03	7.915,62	7.780,23	8.413,81	7.329,77	8.212,89

4.3.2 Área de Copa em função do Diâmetro

Na Tabela 47, apresenta as equações resultantes do ajuste dos dados de área de copa em função da idade para cada tratamento (T01, T02, T03 e T04) com e sem poda (cp e sp). Destaca-se, também, os valores do Erro padrão da média ($S_{yx}(m)$ e $S_{yx}(\%)$), do Coeficiente de Determinação ($R^2(\%)$) e da Média dos Resíduos para cada variação. Observando-se a última coluna, destacam-se os valores próximos de zero, indicando que, para cada equação ajustada, os valores dos resíduos positivos anulam os valores negativos, ou seja, a curva definida pela equação representa a média dos dados observados.

Nas Figuras 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45 e 47 mostram-se as distribuições dos dados observados e dos dados ajustados, notando que a curva dos dados ajustados representa, em todos os casos, a média dos dados, o que é comprovado na Tabela 44, na coluna da média dos resíduos. A dispersão dos resíduos de cada tratamento é mostrada nas Figuras 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46 e 48.

Na Figura 49, mostra-se o ajuste da área de copa em função do diâmetro para os tratamentos no mesmo gráfico.

Na Tabela 48, mostra-se o número de indivíduos por hectare para cada tratamento em função do DAP, originados da área de copa da Figura 47 e da relação de 78% da área de ocupação da copa para a área do espaçamento. Como constatado por Nutto (2001) que trabalhou com a araucária, o DAP final aumenta com a diminuição do número de plantas por hectare, ou seja, com o aumento do espaçamento. Essa relação é mostrada, graficamente, na Figura 50.

TABELA 47 - Equações estimadas para determinação da área de copa em função do diâmetro.

TRATAMENTO	EQUAÇÃO	Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	MÉDIA DOS RESÍDUOS
T01cp	$AC = (1,22154 - 0,052534 * DAP + 0,0131109 * DAP^2)^2$	0,59	33,52%	29,12	0,00003
T01sp	$AC = (1,23746 - 0,0163497 * DAP + 0,0113631 * DAP^2)^2$	0,70	34,19%	25,07	-0,00004
T02cp	$AC = (1,04227 + 0,0371549 * DAP + 0,00685985 * DAP^2)^2$	0,68	31,18%	45,02	-0,00005
T02sp	$AC = (1,58031 - 0,0292437 * DAP + 0,00344174 * DAP^2)^2$	0,93	39,56%	0,15	0,00000
T03cp	$AC = (1,20971 + 0,00029481 * DAP + 0,00814202 * DAP^2)^2$	0,77	34,01%	29,18	-0,00016
T03sp	$AC = (1,44318 + 0,0010828 * DAP + 0,00633143 * DAP^2)^2$	0,97	35,41%	18,49	-0,00003
T04cp	$AC = (1,26526 + 0,00266374 * DAP + 0,00818676 * DAP^2)^2$	0,89	35,53%	29,38	-0,00001
T04sp	$AC = (1,67477 - 0,0471499 * DAP + 0,00966272 * DAP^2)^2$	1,01	32,31%	23,27	-0,00030

Onde: AC – área de copa por cova (m²), DAP – diâmetro a 1,30m de altura.

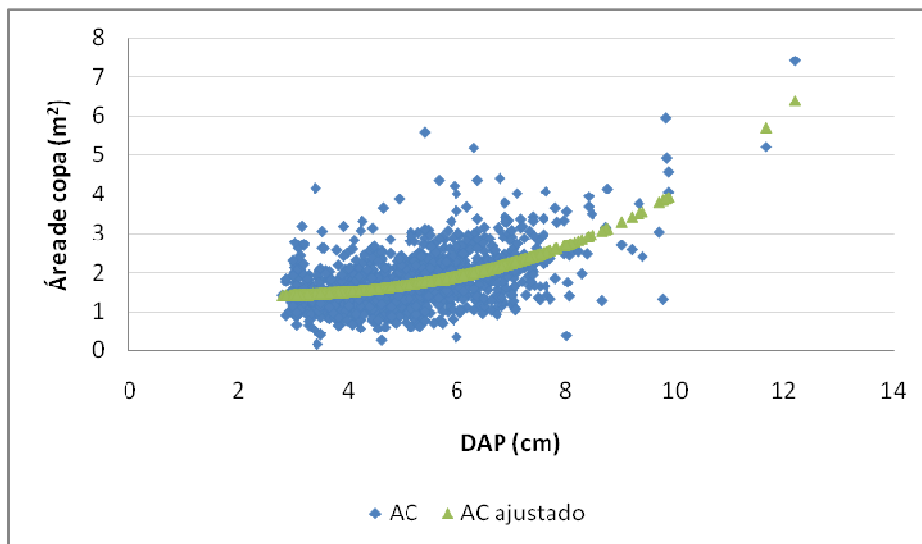


FIGURA 33 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 01 com podas.

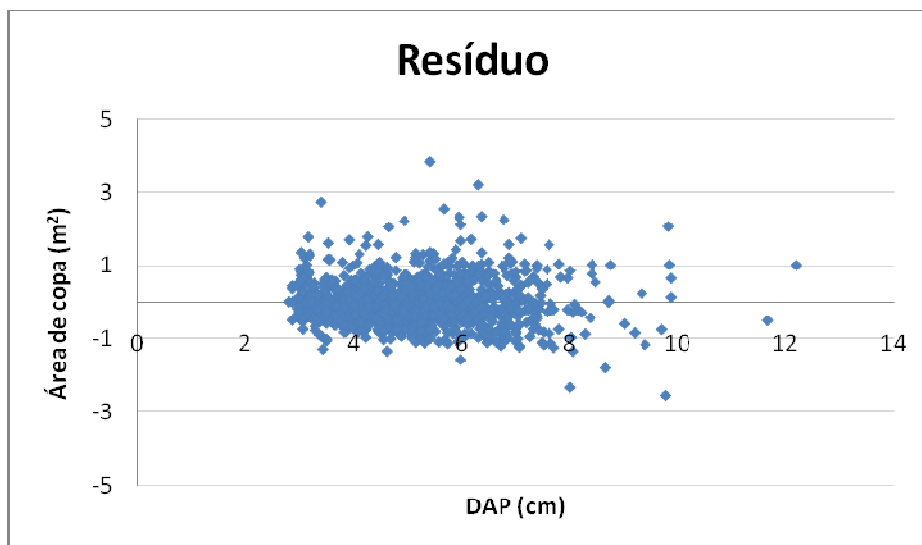


FIGURA 34 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 01 com podas.

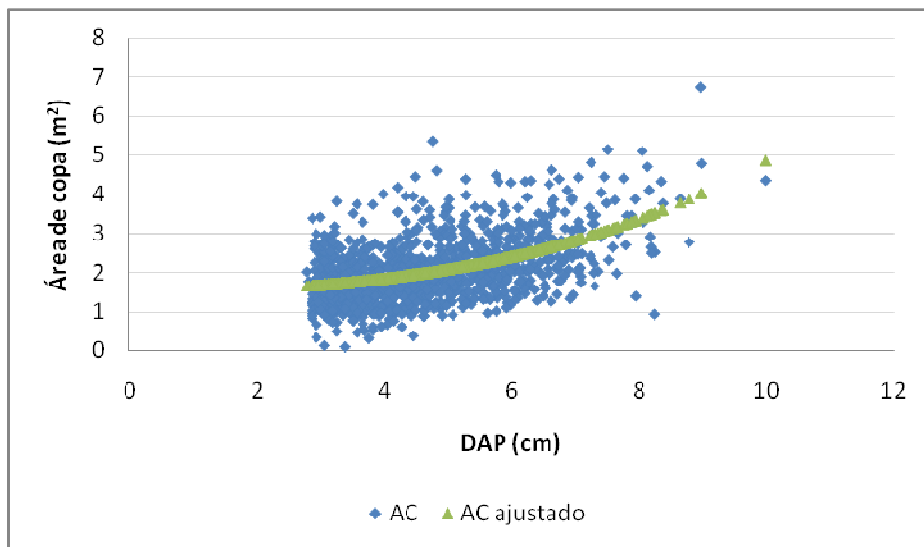


FIGURA 35 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 01 sem podas.

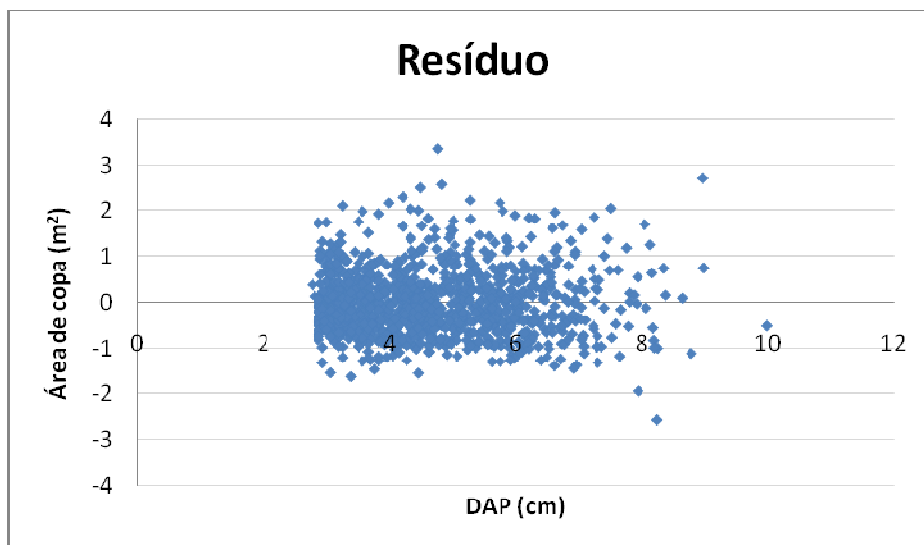


FIGURA 36 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 01 sem podas.

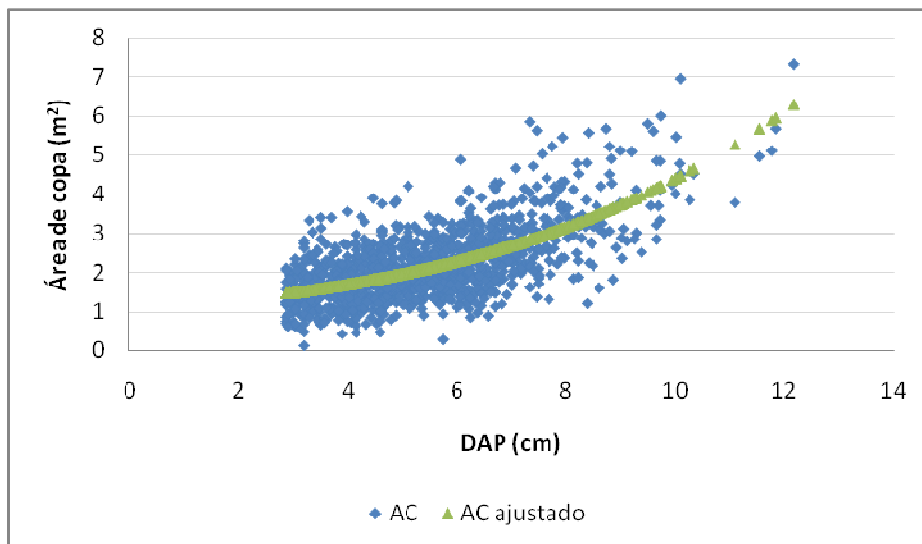


FIGURA 37 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 02 com podas.

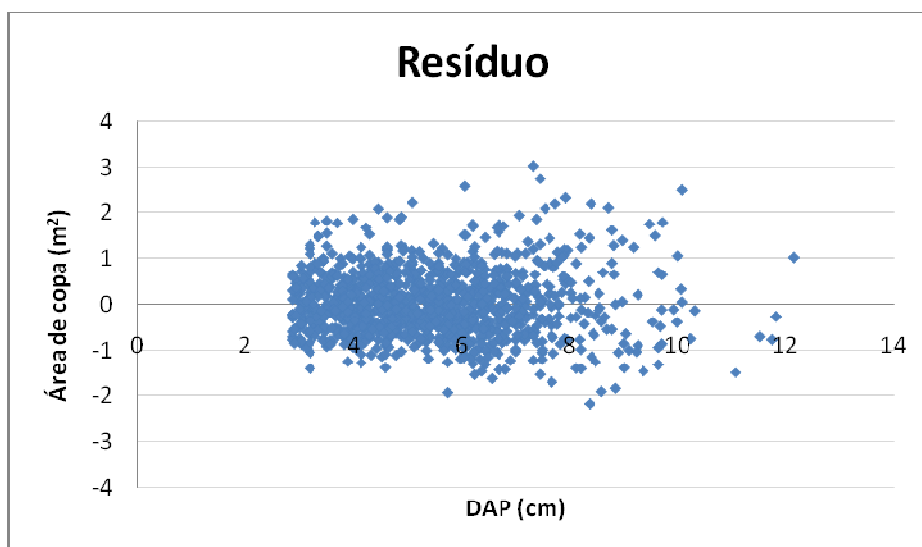


FIGURA 38 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 02 com podas.

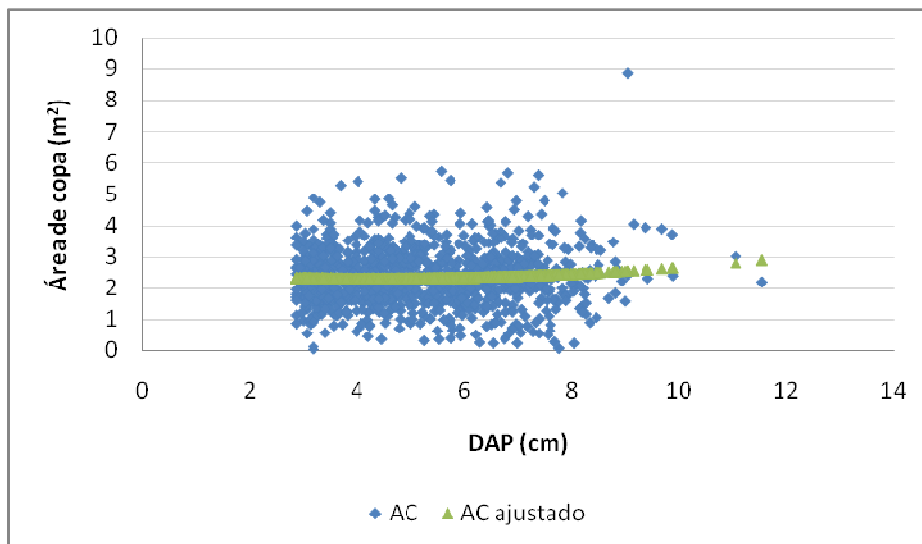


FIGURA 39 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 02 sem podas.

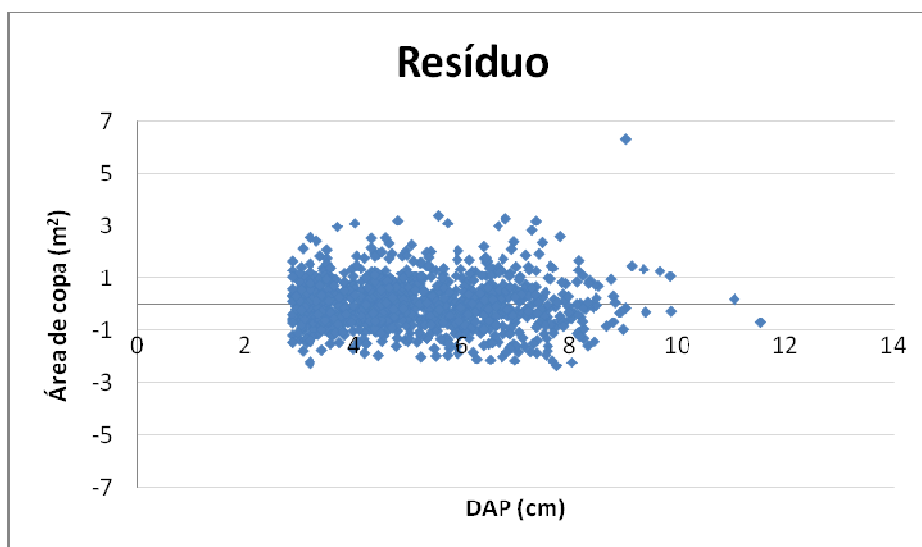


FIGURA 40 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 02 sem podas.

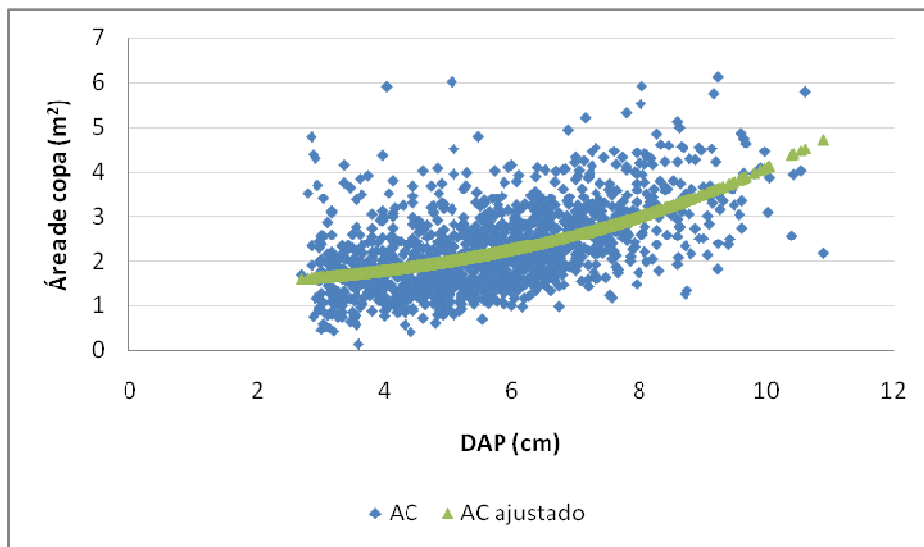


FIGURA 41 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 03 com podas.

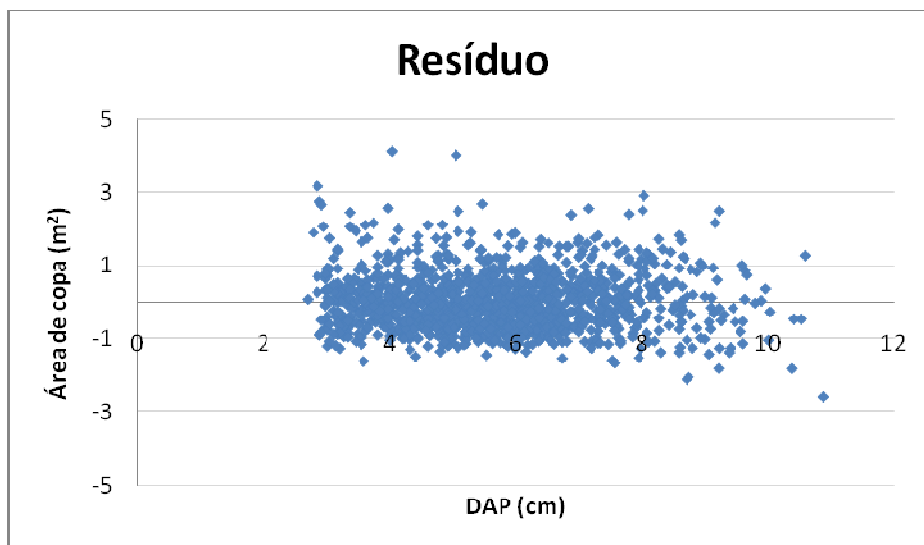


FIGURA 42 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 03 com podas.

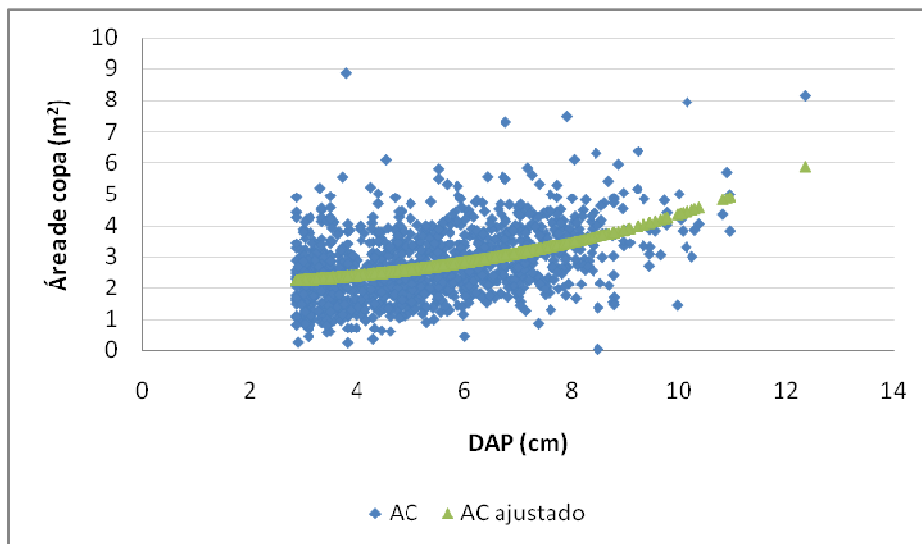


FIGURA 43 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 03 sem podas.

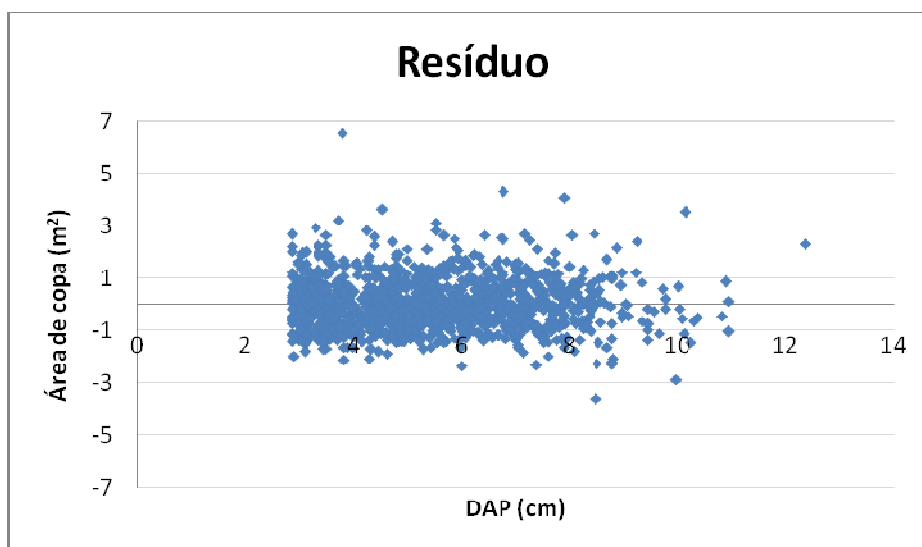


FIGURA 44 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 03 sem podas.

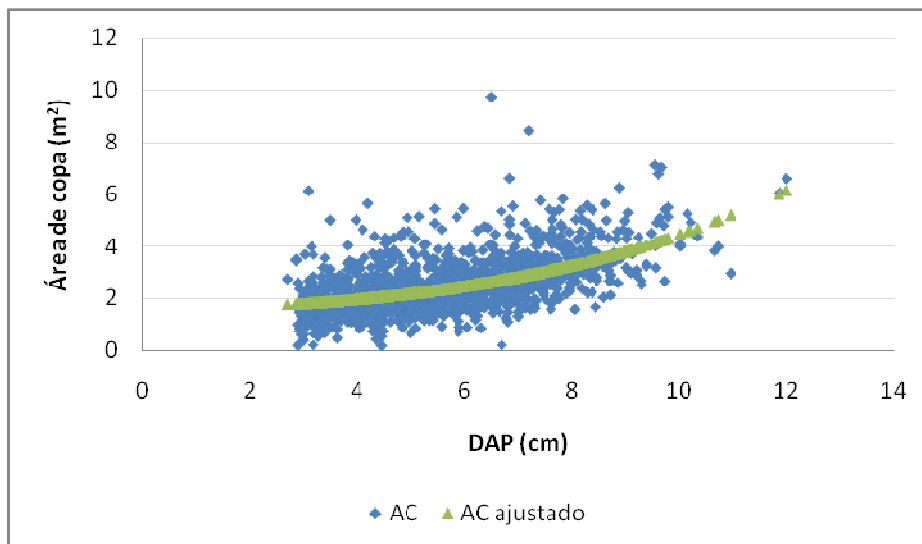


FIGURA 45 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 04 com podas.

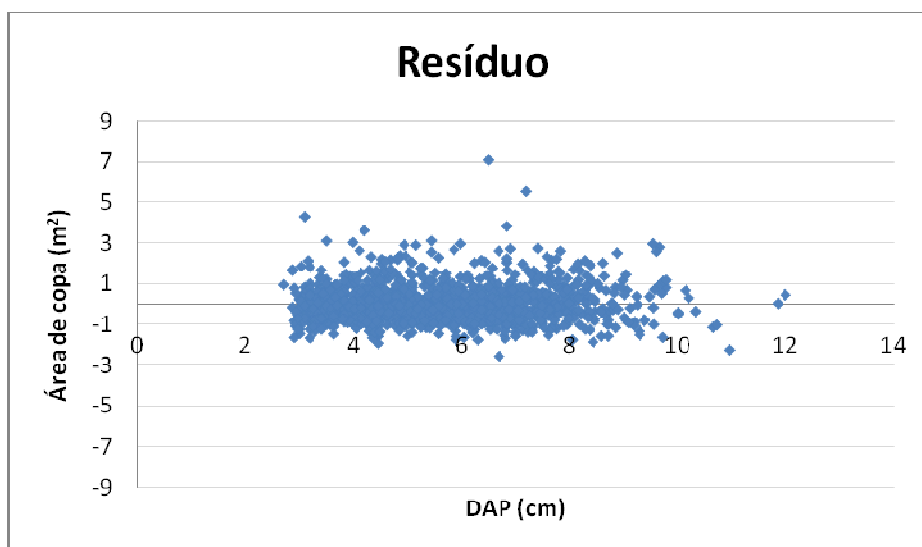


FIGURA 46 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 04 com podas.

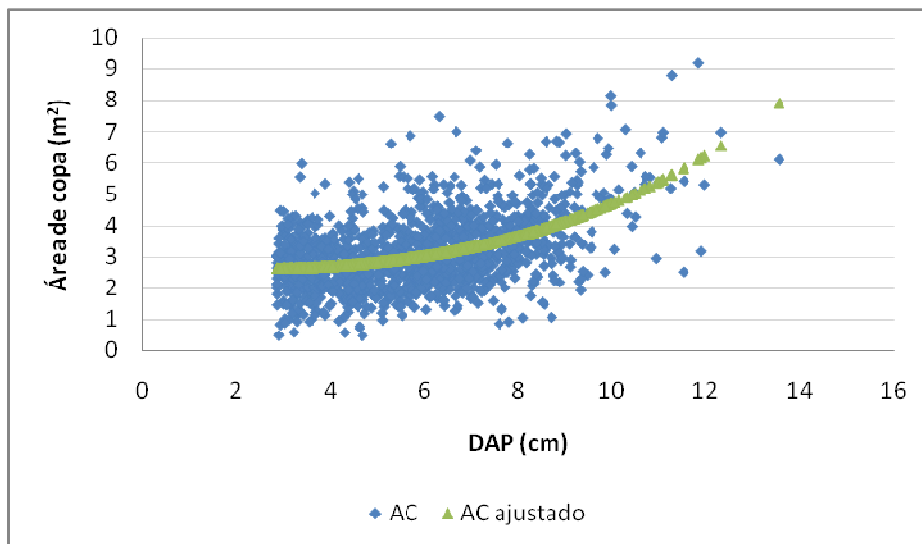


FIGURA 47 – Distribuição dos dados observados e dos dados ajustados de área de copa em função do DAP para o tratamento 04 sem podas.

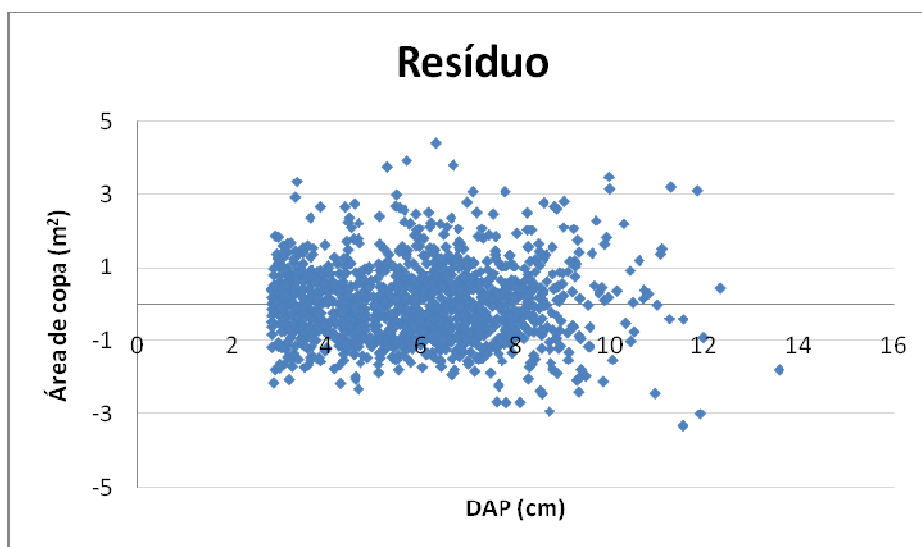


FIGURA 48 – Distribuição dos resíduos da área de copa em função do DAP para o tratamento 04 sem podas.

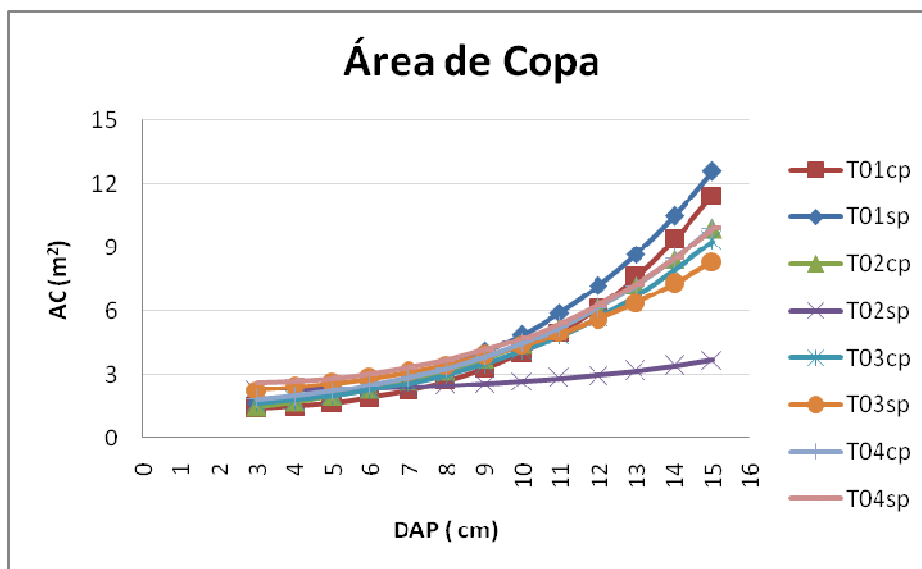


FIGURA 49 – Resultado do ajuste da área de copa em função do diâmetro dos tratamentos.

TABELA 48 – Número de indivíduos por hectare para cada tratamento em função do DAP.

DAP	T01cp	T01sp	T02cp	T02sp	T03cp	T03sp	T04cp	T04sp
3	4599	4243	3948	2730	3929	2996	3887	2659
4	4308	3856	3448	2749	3601	2823	3562	2593
5	3881	3410	2978	2743	3236	2623	3205	2472
6	3382	2948	2551	2712	2861	2406	2839	2307
7	2870	2505	2173	2658	2496	2184	2483	2112
8	2388	2102	1844	2582	2156	1964	2151	1902
9	1959	1748	1562	2488	1848	1753	1850	1689
10	1594	1447	1323	2379	1577	1555	1583	1483
11	1292	1195	1121	2259	1340	1373	1350	1291
12	1045	986	951	2130	1138	1208	1150	1117
13	847	815	809	1996	966	1060	979	961
14	688	675	690	1861	820	930	834	825
15	561	561	590	1726	698	814	712	707

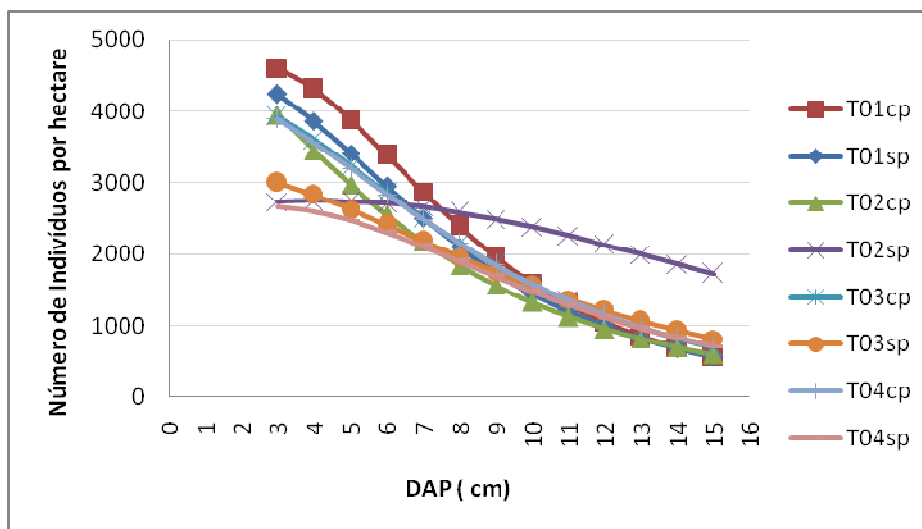


FIGURA 50 – Número de indivíduos por hectare para cada tratamento em função do DAP.

4.4. Modelagem do Crescimento da Produção.

Na Tabela 49, apresentam-se as equações resultantes do ajuste dos dados de volume total por fuste em função da idade para cada tratamento (T01, T02, T03 e T04) com e sem poda (cp e sp) e distribuídos em grupos de plantas, de acordo com a época em que o CAP atingiu o valor mínimo de medição (grupo 1, grupo 2, grupo 3, grupo 4, grupo 5, grupo 6 e grupo 7 ou 1,92 anos, 2,58 anos, 3,08 anos, 3,67 anos, 4,08 anos, 4,58 anos e 5,08 anos, respectivamente). Destacam-se, também, os valores do Erro padrão da média ($S_{yx}(m)$ e $S_{yx}(\%)$), do Coeficiente de Determinação ($R^2(\%)$) e da Média dos Resíduos para cada variação. Observando-se a última coluna, destacam-se os valores próximos de zero, indicando que, para cada equação ajustada, os valores dos resíduos positivos anulam os valores negativos, ou seja, a curva definida pela equação representa a média dos dados observados.

4.4.1 Comportamento do Volume Total versus Idade

Com as equações ajustadas para cada tratamento, chegou-se aos valores de volume em m^3 por fuste, por idade para cada grupo de plantas, conforme mostrado nas Tabelas 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 e 57. Esses resultados são mostrados, graficamente, nas Figuras 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 e 58.

Nas Tabelas citadas anteriormente observa-se que na última coluna contém o valor do volume total observado em cada idade. Esse valor é a soma, para cada idade, dos valores de cada grupo multiplicado pelo número de fustes encontrados nesses grupos em 448 covas (TABELAS 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, respectivamente).

Os valores da última coluna das Tabelas 50 e 51 são referentes ao volume total do tratamento 01 (1,5 x 1,5m) com e sem podas, respectivamente. A área amostral onde foram encontrados esses valores de volume foi de $1.008m^2$ para cada uma das variações.

Para o tratamento 02, com e sem podas, são os valores das últimas colunas das Tabelas 52 e 53 e são referentes a uma área de $1.344m^2$.

Para o tratamento 03, com e sem podas, são os valores das últimas colunas das Tabelas 54 e 55 e são referentes a uma área de $1.680m^2$.

E para o tratamento 04 com e sem podas são os valores das últimas colunas das Tabelas 56 e 57 e são referentes a uma área de $2.016m^2$.

Segundo Leite et al. (2006), avaliando o efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de pinus, constataram que o volume por ha e por árvore é resultado do efeito do espaçamento sobre a sobrevivência e sobre o crescimento em diâmetro e em altura.

TABELA 49 - Equações ajustadas para determinação do volume total por fuste em função da idade.

TRATAMENTO	EQUAÇÃO	S _{yx} (m)	S _{yx} (%)	R ² (%)	MÉDIA RESÍDUOS
T01cp → grupo 1	$VT_{cc} = 1,29847*(1-e(-0,00166328*t))$	0,004629	57,51%	42,83	-0,000450
T01cp → grupo 2	$VT_{cc} = 1,34678*(1-e(-0,00101739*t))$	0,002193	39,34%	51,38	-0,000203
T01cp → grupo 3	$VT_{cc} = 1,16354*(1-e(-0,000783429*t))$	0,001671	41,61%	36,77	-0,000078
T01cp → grupo 4	$VT_{cc} = 0,892335*(1-e(-0,000637787*t))$	0,001284	47,30%	16,01	-0,000002
T01cp → grupo 5	$VT_{cc} = 0,0873237*(1-e(-0,00498971*t))$	0,000947	43,12%	8,44	0,000016
T01cp → grupo 6	$VT_{cc} = 1,07426*(1-e(-0,000464688*t))$	0,000862	31,93%	19,08	-0,000005
T01cp → grupo 7	$VT_{cc} = 0,600389*(1-e(-0,000570359*t))$	0,000336	16,93%	19,47	0,000006
T01sp → grupo 1	$VT_{cc} = 1,53361*(1-e(-0,00085269*t))$	0,001358	27,07%	71,29	-0,000120
T01sp → grupo 2	$VT_{cc} = 1,17095*(1-e(-0,000835618*t))$	0,001335	32,92%	52,95	-0,000073
T01sp → grupo 3	$VT_{cc} = 0,939807*(1-e(-0,000705112*t))$	0,001029	34,76%	37,17	-0,000016
T01sp → grupo 4	$VT_{cc} = 0,677043*(1-e(-0,000649252*t))$	0,000539	25,56%	36,53	0,000005
T01sp → grupo 5	$VT_{cc} = 0,656985*(1-e(-0,000554286*t))$	0,000411	22,06%	17,75	0,000020
T01sp → grupo 6	$VT_{cc} = 0,652029*(1-e(-0,000482646*t))$	0,000468	27,58%	24,16	0,000000
T01sp → grupo 7	$VT_{cc} = 0,597579*(1-e(-0,000546072*t))$	0,000376	19,89%	19,02	0,000005
T02cp → grupo 1	$Vt_{cc} = 6,87735*(1-e(-0,000290714*t))$	0,004104	55,79%	47,45	-0,000509
T02cp → grupo 2	$Vt_{cc} = 4,75432*(1-e(-0,000337503*t))$	0,002756	42,50%	50,09	-0,000288
T02cp → grupo 3	$Vt_{cc} = 1,92155*(1-e(-0,000519705*t))$	0,001995	45,63%	35,97	-0,000117
T02cp → grupo 4	$Vt_{cc} = 0,906526*(1-e(-0,000632156*t))$	0,000909	33,57%	36,13	-0,000028
T02cp → grupo 5	$Vt_{cc} = 0,85478*(1-e(-0,000567093*t))$	0,001228	50,60%	20,56	-0,000037
T02cp → grupo 6	$Vt_{cc} = 0,718975*(1-e(-0,000625715*t))$	0,000555	22,83%	26,95	0,000003

Onde: Vtcc –volume total com casca (m³), e – base do logaritmo neperiano, t – idade do povoamento em anos.

Continua...

TABELA 49 – Continuação.

TRATAMENTO	EQUAÇÃO	S _{yx} (m)	S _{yx} (%)	R ² (%)	MÉDIA RESÍDUOS
T02cp → grupo 7	$V_{tcc} = 0,746057*(1-e(-0,000522291*t))$	0,000939	42,10%	14,64	-0,000022
T02sp → grupo 1	$V_{tcc} = 1,7361*(1-e(-0,000834235*t))$	0,001307	23,54%	76,61	-0,000141
T02sp → grupo 2	$V_{tcc} = 1,67323*(1-e(-0,000656262*t))$	0,002033	44,94%	41,45	-0,000125
T02sp → grupo 3	$V_{tcc} = 0,977751*(1-e(-0,000708008*t))$	0,001087	35,23%	38,40	-0,000026
T02sp → grupo 4	$V_{tcc} = 0,715544*(1-e(-0,000664203*t))$	0,000741	32,54%	29,01	0,000001
T02sp → grupo 5	$V_{tcc} = 0,682489*(1-e(-0,000580794*t))$	0,000626	30,69%	11,69	0,000021
T02sp → grupo 6	$V_{tcc} = 0,626664*(1-e(-0,000551821*t))$	0,000412	22,00%	29,10	0,000004
T02sp → grupo 7	$V_{tcc} = 0,603188*(1-e(-0,000530706*t))$	0,000392	21,14%	18,39	0,000004
T03cp → grupo 1	$V_{tcc} = 7,74145*(1-e(-0,000290899*t))$	0,003052	36,54%	66,24	-0,000506
T03cp → grupo 2	$V_{tcc} = 5,31493*(1-e(-0,000309024*t))$	0,002696	40,68%	52,90	-0,000307
T03cp → grupo 3	$V_{tcc} = 1,64859*(1-e(-0,00060927*t))$	0,001894	42,90%	36,97	-0,000100
T03cp → grupo 4	$V_{tcc} = 0,964292*(1-e(-0,000681388*t))$	0,001785	57,35%	15,22	-0,000027
T03cp → grupo 5	$V_{tcc} = 0,812603*(1-e(-0,000588373*t))$	0,000908	37,70%	24,43	-0,000014
T03cp → grupo 6	$V_{tcc} = 0,747553*(1-e(-0,000545988*t))$	0,000617	28,08%	30,96	-0,000013
T03cp → grupo 7	$V_{tcc} = 1,65753*(1-e(-0,00022027*t))$	0,000543	25,70%	22,93	-0,000006
T03sp → grupo 1	$V_{tcc} = 0,582333*(1-e(-0,00293856*t))$	0,001508	23,22%	78,62	-0,000198
T03sp → grupo 2	$V_{tcc} = 1,27053*(1-e(-0,000885187*t))$	0,001928	41,46%	42,53	-0,000094
T03sp → grupo 3	$V_{tcc} = 0,955305*(1-e(-0,000685692*t))$	0,000931	31,79%	40,15	-0,000011
T03sp → grupo 4	$V_{tcc} = 0,750935*(1-e(-0,000604732*t))$	0,000691	31,69%	25,73	0,000009
T03sp → grupo 5	$V_{tcc} = 0,676487*(1-e(-0,000571769*t))$	0,000602	30,34%	12,30	0,000021
T03sp → grupo 6	$V_{tcc} = 1,34165*(1-e(-0,000263198*t))$	0,000550	28,81%	26,40	-0,000005

Continua...

TABELA 49 – Continuação.

TRATAMENTO	EQUAÇÃO	S_{yx} (m)	S_{yx} (%)	R²(%)	MÉDIA RESÍDUOS
T03sp → grupo 7	$V_{tcc} = 3,19908*(1-e(-0,000101961*t))$	0,000342	18,20%	43,70	-0,000010
T04cp → grupo 1	$V_{tcc} = 6,4619*(1-e(-0,000290875*t))$	0,002477	35,42%	67,03	-0,000399
T04cp → grupo 2	$V_{tcc} = 4,81907*(1-e(-0,000338963*t))$	0,002758	41,73%	51,00	-0,000294
T04cp → grupo 3	$V_{tcc} = 1,58319*(1-e(-0,000593066*t))$	0,001919	46,59%	34,00	-0,000101
T04cp → grupo 4	$V_{tcc} = 1,24997*(1-e(-0,000531114*t))$	0,001344	43,30%	31,69	-0,000067
T04cp → grupo 5	$V_{tcc} = 0,8142*(1-e(-0,000591477*t))$	0,001054	43,54%	18,81	-0,000013
T04cp → grupo 6	$V_{tcc} = 0,859386*(1-e(-0,00058606*t))$	0,001153	43,06%	18,90	-0,000031
T04cp → grupo 7	$V_{tcc} = 0,696741*(1-e(-0,000578187*t))$	0,000906	38,88%	7,05	0,000001
T04sp → grupo 1	$V_{tcc} = 1,89448*(1-e(-0,000873993*t))$	0,003405	54,11%	39,82	-0,000213
T04sp → grupo 2	$V_{tcc} = 1,72165*(1-e(-0,000641873*t))$	0,001783	39,20%	47,26	-0,000114
T04sp → grupo 3	$V_{tcc} = 0,987681*(1-e(-0,000693092*t))$	0,000960	31,60%	45,87	-0,000036
T04sp → grupo 4	$V_{tcc} = 1,0735*(1-e(-0,000453293*t))$	0,000758	32,64%	31,48	-0,000006
T04sp → grupo 5	$V_{tcc} = 0,65361*(1-e(-0,000644934*t))$	0,000687	32,09%	18,83	0,000009
T04sp → grupo 6	$V_{tcc} = 0,699671*(1-e(-0,000516419*t))$	0,000481	24,74%	28,99	-0,000001
T04sp → grupo 7	$V_{tcc} = 0,633922*(1-e(-0,00055813*t))$	0,000648	31,77%	10,92	0,000002

TABELA 50 - Volume Total (m³) por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T01cp→ grupo 1	T01cp→ grupo 2	T01cp→ grupo 3	T01cp→ grupo 4	T01cp→ grupo 5	T01cp→ grupo 6	T01cp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0041							0,0538
2,58	0,0056	0,0035						0,4253
3,08	0,0066	0,0042	0,0028					1,0012
3,67	0,0079	0,0050	0,0033	0,0021				1,2719
4,08	0,0088	0,0056	0,0037	0,0023	0,0018			1,4911
4,58	0,0099	0,0063	0,0042	0,0026	0,0020	0,0023		1,6871
5,08	0,0109	0,0069	0,0046	0,0029	0,0022	0,0025	0,0017	1,8811
6,50	0,0140	0,0089	0,0059	0,0037	0,0028	0,0032	0,0022	2,4050
7	0,0150	0,0096	0,0064	0,0040	0,0030	0,0035	0,0024	2,5893
8	0,0172	0,0109	0,0073	0,0045	0,0034	0,0040	0,0027	2,9575
9	0,0193	0,0123	0,0082	0,0051	0,0038	0,0045	0,0031	3,3253
10	0,0214	0,0136	0,0091	0,0057	0,0043	0,0050	0,0034	3,6927
11	0,0235	0,0150	0,0100	0,0062	0,0047	0,0055	0,0038	4,0597
12	0,0257	0,0163	0,0109	0,0068	0,0051	0,0060	0,0041	4,4262
13	0,0278	0,0177	0,0118	0,0074	0,0055	0,0065	0,0044	4,7924
14	0,0299	0,0190	0,0127	0,0079	0,0059	0,0070	0,0048	5,1581
15	0,0320	0,0204	0,0136	0,0085	0,0063	0,0075	0,0051	5,5234

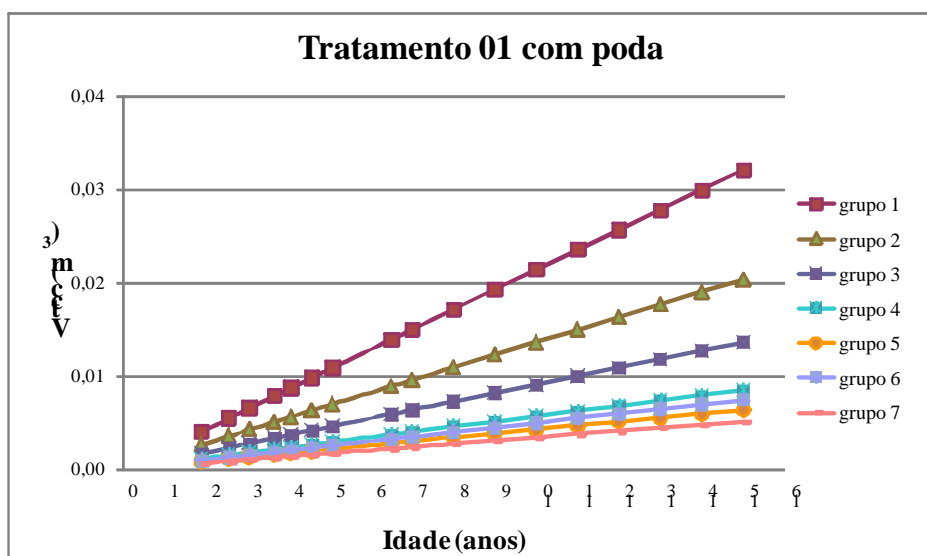


FIGURA 51 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 com podas sucessivas.

TABELA 51 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T01sp→ grupo 1	T01sp→ grupo 2	T01sp→ grupo 3	T01sp→ grupo 4	T01sp→ grupo 5	T01sp→ grupo 6	T01sp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0025							0,0050
2,58	0,0034	0,0025						0,1177
3,08	0,0040	0,0030	0,0020					0,3912
3,67	0,0048	0,0036	0,0024	0,0016				0,7303
4,08	0,0053	0,0040	0,0027	0,0018	0,0015			1,0686
4,58	0,0060	0,0045	0,0030	0,0020	0,0017	0,0014		1,2425
5,08	0,0066	0,0050	0,0034	0,0022	0,0018	0,0016	0,0017	1,4359
6,50	0,0085	0,0063	0,0043	0,0029	0,0024	0,0020	0,0021	1,8364
7	0,0091	0,0068	0,0046	0,0031	0,0025	0,0022	0,0023	1,9773
8	0,0104	0,0078	0,0053	0,0035	0,0029	0,0025	0,0026	2,2590
9	0,0117	0,0088	0,0059	0,0039	0,0033	0,0028	0,0029	2,5405
10	0,0130	0,0097	0,0066	0,0044	0,0036	0,0031	0,0033	2,8219
11	0,0143	0,0107	0,0073	0,0048	0,0040	0,0035	0,0036	3,1030
12	0,0156	0,0117	0,0079	0,0053	0,0044	0,0038	0,0039	3,3840
13	0,0169	0,0127	0,0086	0,0057	0,0047	0,0041	0,0042	3,6648
14	0,0182	0,0136	0,0092	0,0061	0,0051	0,0044	0,0046	3,9454
15	0,0195	0,0146	0,0099	0,0066	0,0054	0,0047	0,0049	4,2258

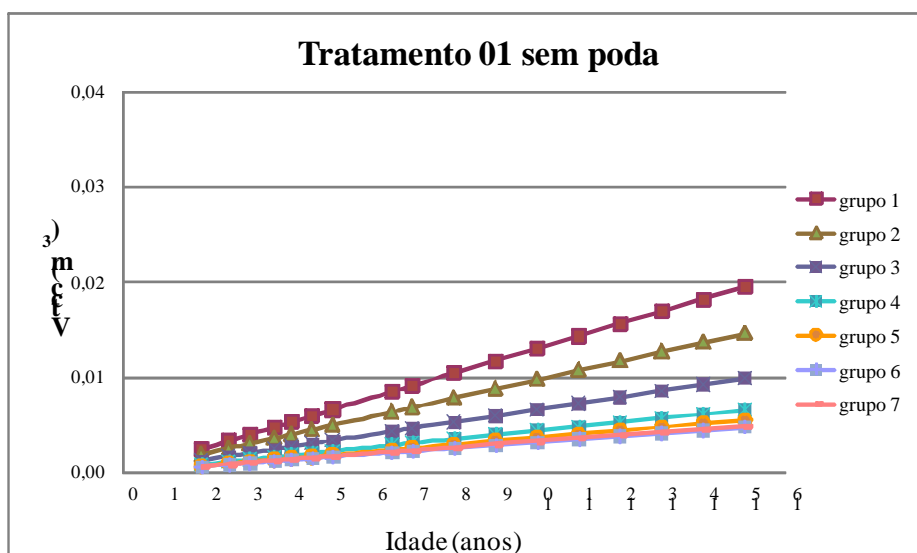


FIGURA 52 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 01 sem podas sucessivas.

TABELA 52 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T02cp→ grupo 1	T02cp→ grupo 2	T02cp→ grupo 3	T02cp→ grupo 4	T02cp→ grupo 5	T02cp→ grupo 6	T02cp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0038							0,0269
2,58	0,0052	0,0041						0,3961
3,08	0,0062	0,0049	0,0031					0,9277
3,67	0,0073	0,0059	0,0037	0,0021				1,2166
4,08	0,0082	0,0065	0,0041	0,0023	0,0020			1,5717
4,58	0,0092	0,0073	0,0046	0,0026	0,0022	0,0021		1,7743
5,08	0,0101	0,0081	0,0051	0,0029	0,0025	0,0023	0,0020	1,9995
6,50	0,0130	0,0104	0,0065	0,0037	0,0031	0,0029	0,0025	2,5575
7	0,0140	0,0112	0,0070	0,0040	0,0034	0,0031	0,0027	2,7539
8	0,0160	0,0128	0,0080	0,0046	0,0039	0,0036	0,0031	3,1466
9	0,0180	0,0144	0,0090	0,0051	0,0044	0,0040	0,0035	3,5391
10	0,0200	0,0160	0,0100	0,0057	0,0048	0,0045	0,0039	3,9315
11	0,0220	0,0176	0,0110	0,0063	0,0053	0,0049	0,0043	4,3236
12	0,0240	0,0192	0,0119	0,0069	0,0058	0,0054	0,0047	4,7156
13	0,0259	0,0208	0,0129	0,0074	0,0063	0,0058	0,0050	5,1074
14	0,0279	0,0224	0,0139	0,0080	0,0068	0,0063	0,0054	5,4990
15	0,0299	0,0240	0,0149	0,0086	0,0072	0,0067	0,0058	5,8904

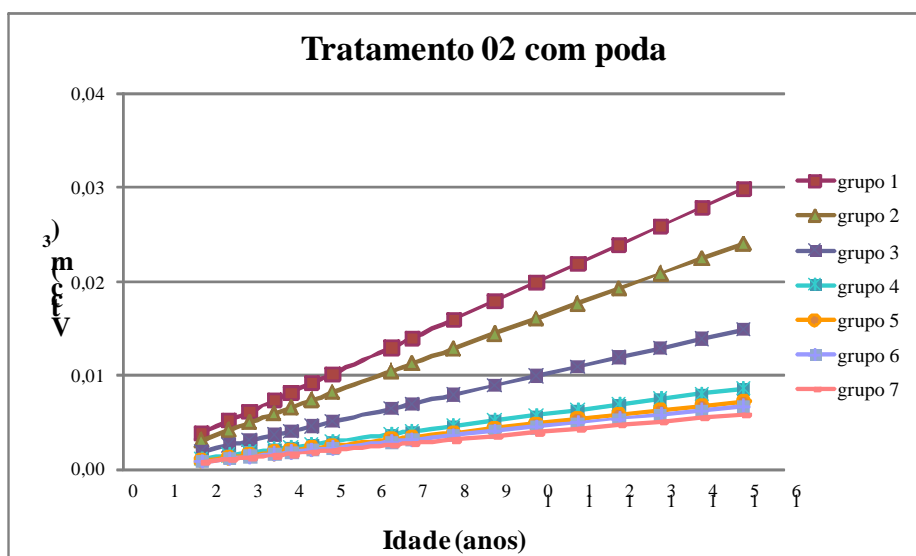


FIGURA 53 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 com podas sucessivas.

TABELA 53 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T02sp→ grupo 1	T02sp→ grupo 2	T02sp→ grupo 3	T02sp→ grupo 4	T02sp→ grupo 5	T02sp→ grupo 6	T02sp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0028							0,0139
2,58	0,0037	0,0028						0,1913
3,08	0,0045	0,0034	0,0021					0,5670
3,67	0,0053	0,0040	0,0025	0,0017				1,1075
4,08	0,0059	0,0045	0,0028	0,0019	0,0016			1,5412
4,58	0,0066	0,0050	0,0032	0,0022	0,0018	0,0016		1,7646
5,08	0,0073	0,0056	0,0035	0,0024	0,0020	0,0018	0,0016	1,9943
6,50	0,0094	0,0071	0,0045	0,0031	0,0026	0,0022	0,0021	2,5506
7	0,0101	0,0077	0,0048	0,0033	0,0028	0,0024	0,0022	2,7463
8	0,0115	0,0088	0,0055	0,0038	0,0032	0,0028	0,0026	3,1376
9	0,0130	0,0099	0,0062	0,0043	0,0036	0,0031	0,0029	3,5287
10	0,0144	0,0109	0,0069	0,0047	0,0040	0,0034	0,0032	3,9195
11	0,0159	0,0120	0,0076	0,0052	0,0043	0,0038	0,0035	4,3100
12	0,0173	0,0131	0,0083	0,0057	0,0047	0,0041	0,0038	4,7003
13	0,0187	0,0142	0,0090	0,0062	0,0051	0,0045	0,0041	5,0903
14	0,0202	0,0153	0,0096	0,0066	0,0055	0,0048	0,0045	5,4800
15	0,0216	0,0164	0,0103	0,0071	0,0059	0,0052	0,0048	5,8695

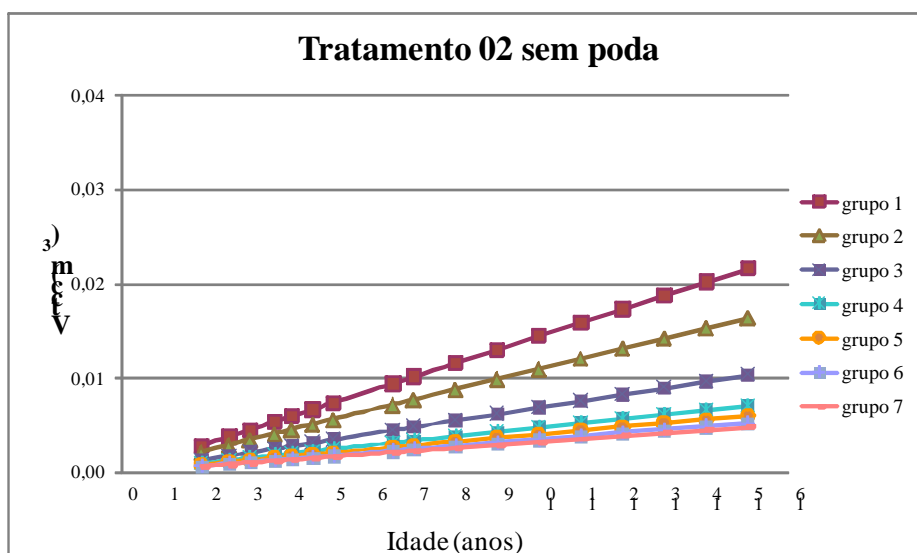


FIGURA 54 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 02 sem podas sucessivas.

TABELA 54 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T03cp→ grupo 1	T03cp→ grupo 2	T03cp→ grupo 3	T03cp→ grupo 4	T03cp→ grupo 5	T03cp→ grupo 6	T03cp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0043							0,0908
2,58	0,0058	0,0042						0,5752
3,08	0,0069	0,0051	0,0031					1,2244
3,67	0,0083	0,0060	0,0037	0,0024				1,5551
4,08	0,0092	0,0067	0,0041	0,0027	0,0019			1,9157
4,58	0,0103	0,0075	0,0046	0,0030	0,0022	0,0019		2,1820
5,08	0,0114	0,0083	0,0051	0,0033	0,0024	0,0021	0,0019	2,4551
6,50	0,0146	0,0107	0,0065	0,0043	0,0031	0,0026	0,0024	3,1404
7	0,0157	0,0115	0,0070	0,0046	0,0033	0,0029	0,0026	3,3815
8	0,0180	0,0131	0,0080	0,0052	0,0038	0,0033	0,0029	3,8637
9	0,0202	0,0148	0,0090	0,0059	0,0043	0,0037	0,0033	4,3457
10	0,0225	0,0164	0,0100	0,0065	0,0048	0,0041	0,0036	4,8274
11	0,0247	0,0180	0,0110	0,0072	0,0052	0,0045	0,0040	5,3089
12	0,0270	0,0197	0,0120	0,0079	0,0057	0,0049	0,0044	5,7902
13	0,0292	0,0213	0,0130	0,0085	0,0062	0,0053	0,0047	6,2712
14	0,0315	0,0229	0,0140	0,0092	0,0067	0,0057	0,0051	6,7521
15	0,0337	0,0246	0,0150	0,0098	0,0071	0,0061	0,0055	7,2327

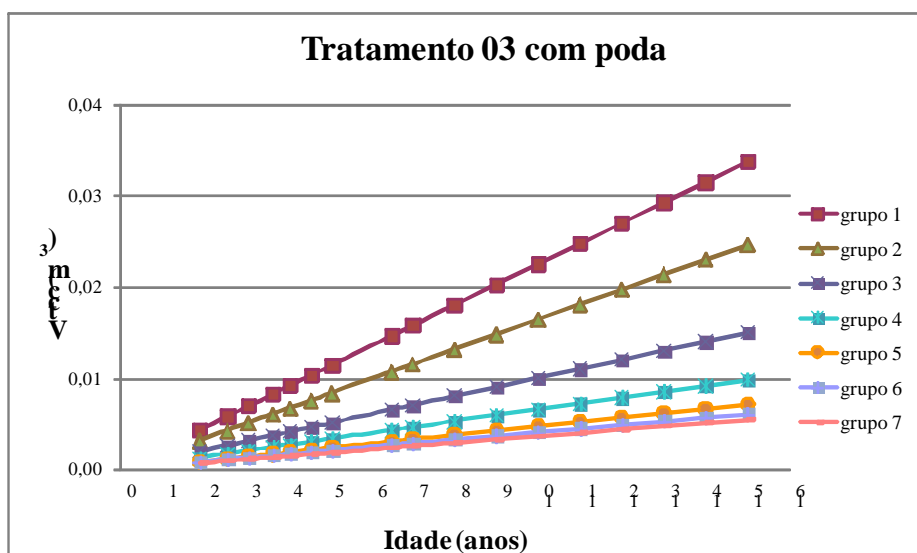


FIGURA 55 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 com podas sucessivas.

TABELA 55 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T03sp→ grupo 1	T03sp→ grupo 2	T03sp→ grupo 3	T03sp→ grupo 4	T03sp→ grupo 5	T03sp→ grupo 6	T03sp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0033							0,0066
2,58	0,0044	0,0029						0,2262
3,08	0,0052	0,0035	0,0020					0,5984
3,67	0,0062	0,0041	0,0024	0,0017				1,1258
4,08	0,0069	0,0046	0,0027	0,0019	0,0016			1,6580
4,58	0,0078	0,0051	0,0030	0,0021	0,0018	0,0016		1,8932
5,08	0,0086	0,0057	0,0033	0,0023	0,0020	0,0018	0,0017	2,1658
6,50	0,0110	0,0073	0,0042	0,0029	0,0025	0,0023	0,0021	2,7699
7	0,0119	0,0078	0,0046	0,0032	0,0027	0,0025	0,0023	2,9825
8	0,0135	0,0090	0,0052	0,0036	0,0031	0,0028	0,0026	3,4074
9	0,0152	0,0101	0,0059	0,0041	0,0035	0,0032	0,0029	3,8320
10	0,0169	0,0112	0,0065	0,0045	0,0039	0,0035	0,0033	4,2564
11	0,0185	0,0123	0,0072	0,0050	0,0042	0,0039	0,0036	4,6805
12	0,0202	0,0134	0,0078	0,0054	0,0046	0,0042	0,0039	5,1043
13	0,0218	0,0145	0,0085	0,0059	0,0050	0,0046	0,0042	5,5278
14	0,0235	0,0156	0,0091	0,0063	0,0054	0,0049	0,0046	5,9510
15	0,0251	0,0168	0,0098	0,0068	0,0058	0,0053	0,0049	6,3739

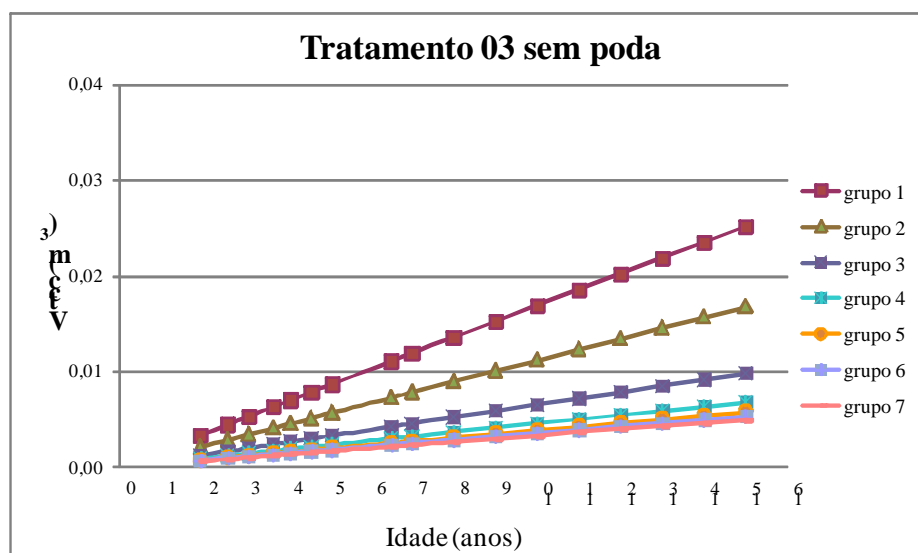


FIGURA 56 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 03 sem podas sucessivas.

TABELA 56 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

Idades (anos)	T04cp→ grupo 1	T04cp→ grupo 2	T04cp→ grupo 3	T04cp→ grupo 4	T04cp→ grupo 5	T04cp→ grupo 6	T04cp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0036							0,0253
2,58	0,0048	0,0042						0,6153
3,08	0,0058	0,0050	0,0029					1,2170
3,67	0,0069	0,0060	0,0034	0,0024				1,5570
4,08	0,0077	0,0067	0,0038	0,0027	0,0020			1,9898
4,58	0,0086	0,0075	0,0043	0,0030	0,0022	0,0023		2,2703
5,08	0,0095	0,0083	0,0048	0,0034	0,0024	0,0026	0,0020	2,5791
6,50	0,0122	0,0106	0,0061	0,0043	0,0031	0,0033	0,0026	3,2990
7	0,0131	0,0114	0,0066	0,0046	0,0034	0,0035	0,0028	3,5523
8	0,0150	0,0131	0,0075	0,0053	0,0038	0,0040	0,0032	4,0588
9	0,0169	0,0147	0,0084	0,0060	0,0043	0,0045	0,0036	4,5651
10	0,0188	0,0163	0,0094	0,0066	0,0048	0,0050	0,0040	5,0712
11	0,0206	0,0179	0,0103	0,0073	0,0053	0,0055	0,0044	5,5770
12	0,0225	0,0196	0,0112	0,0079	0,0058	0,0060	0,0048	6,0825
13	0,0244	0,0212	0,0122	0,0086	0,0062	0,0065	0,0052	6,5879
14	0,0263	0,0228	0,0131	0,0093	0,0067	0,0070	0,0056	7,0930
15	0,0281	0,0244	0,0140	0,0099	0,0072	0,0075	0,0060	7,5978

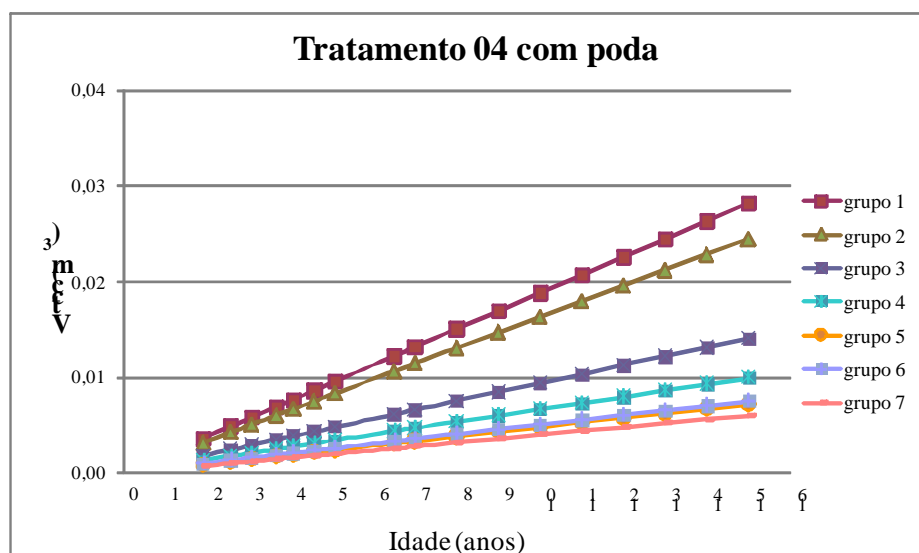


FIGURA 57 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 com podas sucessivas.

TABELA 57 - Volume Total (m³)por fuste em relação à idade para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Idades (anos)	T04sp→ grupo 1	T04sp→ grupo 2	T04sp→ grupo 3	T04sp→ grupo 4	T04sp→ grupo 5	T04sp→ grupo 6	T04sp→ grupo 7	VOLUME TOTAL
1,92	0,0032							0,0095
2,58	0,0043	0,0028						0,3205
3,08	0,0051	0,0034	0,0021					0,8627
3,67	0,0061	0,0041	0,0025	0,0018				1,4542
4,08	0,0067	0,0045	0,0028	0,0020	0,0017			2,0201
4,58	0,0076	0,0051	0,0031	0,0022	0,0019	0,0017		2,3236
5,08	0,0084	0,0056	0,0035	0,0025	0,0021	0,0018	0,0018	2,7323
6,50	0,0107	0,0072	0,0044	0,0032	0,0027	0,0023	0,0023	3,4946
7	0,0116	0,0077	0,0048	0,0034	0,0029	0,0025	0,0025	3,7628
8	0,0132	0,0088	0,0055	0,0039	0,0034	0,0029	0,0028	4,2990
9	0,0148	0,0099	0,0061	0,0044	0,0038	0,0032	0,0032	4,8349
10	0,0165	0,0110	0,0068	0,0049	0,0042	0,0036	0,0035	5,3705
11	0,0181	0,0121	0,0075	0,0053	0,0046	0,0040	0,0039	5,9058
12	0,0198	0,0132	0,0082	0,0058	0,0050	0,0043	0,0042	6,4407
13	0,0214	0,0143	0,0089	0,0063	0,0055	0,0047	0,0046	6,9753
14	0,0230	0,0154	0,0095	0,0068	0,0059	0,0050	0,0049	7,5096
15	0,0247	0,0165	0,0102	0,0073	0,0063	0,0054	0,0053	8,0435

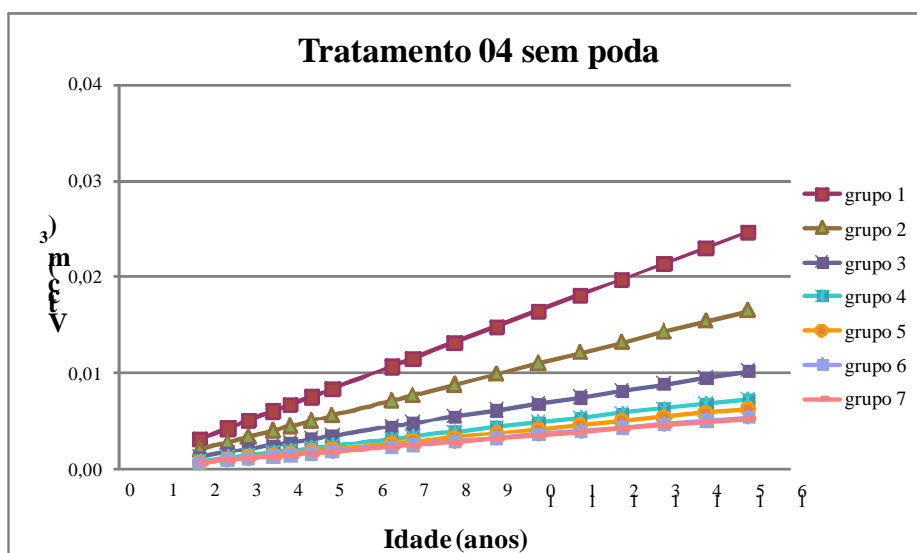


FIGURA 58 – Volumes Totais médios, em metros cúbicos, estimados para diferentes idades para cada grupo de plantas no tratamento 04 sem podas sucessivas.

Para cada tratamento, com e sem podas, obtiveram-se os volumes por hectare em metros cúbicos (TABELA 58). Nota-se que, na idade de referência de 15 anos, os valores decrescem com o aumento do espaçamento o que é explicado pelo maior número de indivíduos no menor espaçamento.

TABELA 58 - Volume Total por hectare (m³) em relação à idade de cada tratamento.

Idades	T01 cp	T01 sp	T02 cp	T02 sp	T03 cp	T03 sp	T04 cp	T04 sp
1,92	7,07	5,39	5,63	5,61	5,53	4,88	4,84	5,13
2,58	9,49	7,24	7,56	7,54	7,43	6,55	6,50	6,89
3,08	11,33	8,64	9,02	9,00	8,86	7,82	7,76	8,22
3,67	13,49	10,30	10,75	10,72	10,56	9,32	9,25	9,80
4,08	15,00	11,44	11,95	11,92	11,74	10,36	10,28	10,89
4,58	16,83	12,84	13,41	13,38	13,18	11,62	11,54	12,22
5,08	18,66	14,24	14,88	14,84	14,61	12,89	12,79	13,55
6,50	23,86	18,22	19,03	18,98	18,69	16,49	16,36	17,33
7	25,69	19,62	20,49	20,43	20,13	17,75	17,62	18,66
8	29,34	22,41	23,41	23,35	23,00	20,28	20,13	21,32
9	32,99	25,20	26,33	26,25	25,87	22,81	22,64	23,98
10	36,63	27,99	29,25	29,16	28,73	25,34	25,15	26,64
11	40,27	30,78	32,17	32,07	31,60	27,86	27,66	29,29
12	43,91	33,57	35,09	34,97	34,47	30,38	30,17	31,95
13	47,54	36,36	38,00	37,87	37,33	32,90	32,68	34,60
14	51,17	39,14	40,91	40,77	40,19	35,42	35,18	37,25
15	54,80	41,92	43,83	43,67	43,05	37,94	37,69	39,90

4.4.2 Identidade entre modelos de crescimento do volume

Na Tabela 59, estão apresentadas as estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o Modelo Completo e para o Modelo Reduzido. Também são mostradas a Soma de Quadrados do Resíduo, o seu Grau de Liberdade e o número de parâmetros dos ajustes (ρ).

TABELA 59 - Análise de variância para o Volume Total por fuste.

TRATAMENTOS	α	β	SQRR	GLRR	ρ	
Modelo Completo	01 cp	195121	-0,000018621	71,1216	15	2
	01 sp	52682,4	-0,000052280	94,8897	15	2
	02 cp	31206,3	-0,000092831	56,8064	15	2
	02 sp	29733,2	-0,000096695	94,2562	15	2
	03 cp	31038,6	-0,000091800	44,1719	15	2
	03 sp	29175,3	-0,000085533	73,3679	15	2
	04 cp	30782,1	-0,000080923	38,5559	15	2
	04 sp	31717,5	-0,000082723	74,6194	15	2
	Total			547,789		16
Modelo Reduzido		40072,7	-0,000070557	1744,52	134	2

$$\chi^2_{\text{calculado}} = -136 \ln \left(\frac{547,789}{1.744,52} \right) = 157,5348586$$

$$\chi^2_{\text{tabelado}} = (95\%; 16 - 2) = 23,68479131$$

Constatado nos valores anteriores que $\chi^2_{\text{calculado}} \geq \chi^2_{\alpha}(v)$, rejeita-se H_0 , sendo, portanto, diferentes os modelos de crescimento do volume por hectare dos tratamentos implantados nesse experimento.

Comprovada a diferença entre o comportamento dos dados de volume por hectare entre os tratamentos é feito a seguir uma ANAVA dos mesmos dados, comprovando essa diferença.

4.4.3 Análise Estatística do Volume

4.4.3.1 Volume por Fuste

Verificou-se que não houve diferença estatística entre os espaçamentos de plantio. A poda foi significativo a 5% (TABELA 60).

De acordo com o desdobro da interação do espaçamento de plantio e das podas constatou-se que existe diferença significativa ($\alpha = 1\%$) da aplicação das podas em todos os tratamentos, como constatado na análise da Tabela 61.

TABELA 60 - Análise de variância para o volume total por fuste.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,00001	3,33333E-06	2,727272727	0,1110ns
Espaçamento	3	0,000001	3,33333E-07	0,272727273	0,8203ns
Resíduo (1)	9	0,000011	1,22222E-06		
Podas	1	0,00015	0,00015	75	0,0032**
Resíduo (2)	3	0,000006	0,000002		
Espaçamento x Podas	3	0,000004	1,33333E-06	2,186666667	0,0793ns
Resíduo (3)	41	0,000025	6,09756E-07		
Total corrigido	63	0,000208			
CV 1 (%)	23,5				
CV 2 (%)	29,52				
CV 3(%)	16,20				

Número de observações: 64

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 61 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espaçamento 1,5 x 1,5m	1	0,000047	0,000047	29,90909091	0,0010**
Espaçamento 1,5 x 2,0m	1	0,000027	0,000027	17,18181818	0,0047**
Espaçamento 1,5 x 2,5m	1	0,000055	0,000055	35	0,0006**
Espaçamento 1,5 x 3,0m	1	0,000025	0,000025	15,90909091	0,0056**
Resíduo	7	0,000011	1,57143E-06		

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 62 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) do volume total por fuste na poda para cada um dos tratamentos*.

TRATAMENTO	1,5 x 1,5m	1,5 x 2,0m	1,5 x 2,5m	1,5 x 3,0m
a (sem podas)	0,002912 b	0,00348 b	0,003127 b	0,003439 b
b (com podas)	0,006347 a	0,00608 a	0,006845 a	0,005949 a

Obs* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente a 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 62, o volume por fuste de cada tratamento foi superior estatisticamente quando implementadas podas sucessivas, retirando-se fustes secundários e galhos dos fustes principais reduzindo a competição. Pode-se observar que, de uma maneira geral, regimes de podas tendem a ter uma resposta positiva no crescimento do volume por fuste. Os resultados da Tabela 62 acompanham os resultados obtidos na análise do DAP.

Resultado semelhante foi encontrado por Berger et al. (2002), estudando um clone de *Eucalyptus saligna* Smith e vendo que os resultados do volume acompanham os resultados obtidos do Diâmetro.

4.4.3.2 Volume por Hectare

Verificou-se que não houve diferença estatística entre os espaçamentos de plantio. A poda foi significativa a 5% (TABELA 63).

De acordo com o desdobro da interação do espaçamento de plantio e das podas, constatou-se que existe diferença significativa ($\alpha = 1\%$) da aplicação das podas somente quando esta é feita no espaçamento de 1,5 x 1,5m, ou seja, a poda só causa influencia no crescimento médio do volume por hectare quando associada, a um espaçamento de 1,5 x 1,5m, como constatado na análise da Tabela 64.

TABELA 63 - Análise de variância para o volume total por hectare.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	79,653663	26,551221	1,263491435	0,3440ns
Espaçamento	3	149,159177	49,71972567	2,366009741	0,1388ns
Resíduo (1)	9	189,12751	21,01416778		
Podas	1	112,949579	112,949579	17,06052726	0,0257*
Resíduo (2)	3	19,861563	6,620521		
Espaçamento x Podas	3	94,456635	31,485545	4,586441674	0,0074**
Resíduo (3)	41	281,461629	6,86491778		
Total corrigido	63	926,669757	14,70904376		
CV 1 (%)	22,5				
CV 2 (%)	12,63				
CV 3(%)	12,86			Número de observações: 64	

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 64 - Análise do desdobramento da poda dentro de cada espaçamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espaçamento 1,5 x 1,5m	1	157,195554	157,195554	11,37668348	0,0055**
Espaçamento 1,5 x 2,0m	1	7,586218	7,586218	0,549035891	0,4730ns
Espaçamento 1,5 x 2,5m	1	42,329948	42,329948	3,063537155	0,1056ns
Espaçamento 1,5 x 3,0m	1	0,294494	0,294494	0,021313357	0,8864ns
Resíduo	12	165,808133	13,81734442		

Onde: ns - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%

TABELA 65 - Teste de comparação de médias (Scott-Knott) do volume total por hectare na poda para cada um dos tratamentos*.

TRATAMENTO	1,5 x 1,5m	1,5 x 2,0m	1,5 x 2,5m	1,5 x 3,0m
a (sem podas)	19,641607 b	19,920146 b	17,371392 b	18,971858 b
b (com podas)	25,910489 a	21,2973 b	20,624466 b	19,243194 b

Obs* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente a 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 65, o volume por hectare foi superior, estatisticamente, para o espaçamento 1,5 x 1,5m, nos fustes que sofreram podas.

De uma maneira geral , regimes de podas tendem a ter uma resposta positiva no crescimento do volume por hectare.

Os resultados da Tabela 65 se diferenciaram dos da Tabela 62, porque leva-se em conta, na Tabela 65, o número de fustes superior nos tratamentos que não sofreram podas. Apesar do diâmetro, principal parâmetro responsável pelo volume, ter sido, estatisticamente, inferior nos tratamentos não podados, eles se igualam aos demais no número maior de fustes encontrados.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram as seguintes conclusões:

Para florestas plantadas de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, onde as mudas são originadas de sementes coletadas em indivíduos nativos, o comportamento do plantio proporcionou uma separação dos fustes em diferentes grupos para todos os parâmetros estudados, de acordo com o vigor dos indivíduos.

O diâmetro à 1,30m de altura, para cada tratamento, alcançou valores diferentes para cada grupo de plantas de acordo com o vigor, ou seja, quanto mais cedo as plantas atingem o diâmetro mínimo de medição maiores serão os valores atingidos ao longo do tempo.

Os diferentes espaçamentos desse experimento não influenciaram, estatisticamente, no diâmetro à 1,30m de altura, na altura total, no volume por fuste e no volume por hectare.

As podas responderam positivamente ao crescimento quando analisou-se o DAP e o volume por fuste. Quando analisou-se a altura total e o volume por hectare, as podas somente foram superiores quando consorciado ao espaçamento de 1,5 x 1,5m.

A área de cobertura da floresta, para que não haja competição por espaço, deve ser inferior à 78% da área total. Com isso, quanto maior o espaçamento mais cedo a floresta alcançou esse valor, entrando em competição.

A área de copa tem relação direta com o DAP, sendo que quanto maior o DAP desejado maior será, também, a área de copa individual, exigindo uma menor densidade de plantas por hectare.

O volume total de cada fuste está diretamente relacionado aos resultados obtidos na análise do DAP. Os tratamentos podados foram semelhantes entre si e superiores aos tratamentos não podados.

O volume total por hectare foi semelhante entre todos os tratamentos exceto o tratamento 1,5x1,5m com podas. A diferença dos resultados por fuste e por hectare foi decorrente ao número de fustes superior nos tratamentos não podados.

O manejo utilizado na condução de candeais plantados está diretamente ligada ao produto desejado. Podas deixam o fuste mais cilíndrico, atingindo valores maiores de DAP, por outro lado diminui o número de fustes, pois elimina bifurcações, obtendo um produto mais retilíneo. A área de copa está diretamente ligada ao diâmetro escolhendo-se o espaçamento em função dela para que se alcance o diâmetro desejado. A área de cobertura da floresta define a época de desbaste. O volume depende do diâmetro e do número de fustes.

6. REFERÊNCIAS

- ABETZ, P.; OHNEMUS, K. Der Z-Baum-Bestockungsgrad (Definition, Herleitung, Anwendung) **Allgemeine Forst und Jagdzeitung**, Frankfurt, v.165, p.10-12, 1994.
- ALVES, A.A.M. **Planejamento da empresa florestal**: teoria da explorabilidade. 2.ed. Lisboa: Sociedade Astória, 1966. 179p.
- ARAÚJO, L.C. *Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Sch. Bip: sua exploração florestal. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1944. 58p.
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. New York: Pergamon, 1970. 384p.
- ASSMANN, E. **Waldetragskunde**. Munchem: Bayr/Landw/Verlag, 1961.
- BARROS, N.F.; BRAGA, J.M.; BRANDI, R.M.; DEFELIPO, B.V. Produção de eucalipto em solos de cerrados em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.5, n.1, p.90-103, jan. 1981.
- BERENHAUSER, H. Importância da poda em *Pinus* spp. para produção de madeira de melhor qualidade. **Floresta**, Curitiba, v.3, n.3, p.33-35, jun. 1970.
- BERGER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.75-87, dez. 2002.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BERTALANFFY, L.V. General systems theory: a new approach to unit of science. **Human Biology**, Detroit, v.23, p.302-361, Dec. 1951.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo**: ensaios de campo. Viçosa, MG: UFV, 1983. 101p.
- BRICKELL, J.E. **A method for constructing site index curves from measurements of tree age and height, its application to Inland Douglas fir**. Ogdon: Forest Service, 1968. 23p. (Research Paper INT, 47).

BRICKELL, J.E. **Site index curves for engelmann spruce in the northern 6 central rocky mountains**. Ogden: Forest Service, 1966. 43p. (Research Note INT, 42).

BURGER, H. Baumkrone und zuwachs in zwei hiebsreifen fichtenbeständen. **Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen**, Versuchswesen, v.21, p.147-176, 1939.

CABACINHA, C.D.; CECERE, S.; GOMES, M.A.O.; SCOLFORO, J.R.S.; TELLES, L.; VALLE, F.A.F. **Manejo da floresta nativa em propriedades rurais: o caso da candeia**. Lavras: UFLA, 2000. (Boletim Técnico).

CAMPOS, J.C.C. Análise de crescimento e produção em plantações desbastadas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.2, n.4, p.157-169, jul./dez. 1980.

CÂNDIDO, J.F. **Cultura de Candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip)**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 7p. (Boletim de Extensão, n. 35).

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640p.

CHAMINADE, R. Recherches sur fertilité et la fertilisation des sols en régions tropicales. **Agronomie Tropicale**, Paris, v.27, n.9, p.891-904, Sept. 1972.

CHAPMAN, D.G. Statistical problems in dynamics of exploited fishing populations. In: SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY, 4., 1960, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1961. p. 153-168.

CHAVES, M.M.F.; RAMALHO, R.S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família *Asteraceae* (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip. e *Vernonia discolor* Spreng-Kess.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.20, n.1, p.1-7, jan. 1996.

COELHO, A.S.R.; MELLO, H.A.; SIMÕES, J.W. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n.1, p.29-55, set. 1970.

CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v.1, 433p.

COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. Curvas de crescimento em volume para *Eucalyptus* em 2ª rotação no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, v.34, p.15-21, dez. 1986.

DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BAKER, F.S. **Principles de silvicultura**. 2. ed. México: McGraw-Hill, 1982. 492p.

DAVIS, K.P. **Forest management: regulation and valuation**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1966. 519p.

DELLA FLORA, J.B. **Modelos de crescimento para árvores singulares – *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. e *Ocotea puberula* Ness.** 2001. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria.

DONG, P.H.; KRAMER, H. Beziehungen zwischen zuwachs und kronenparametern in immissionsgeschädigten nadelholzbeständen. **Deutscher Verband Forstliche Forschung Anstalt**, Kälberbronn, v.25, n.15, p.1-15, 1985.

DURLO, M.A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.)Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.141-150, jan. 2001.

DURLO, M.A. **Zuwachsuntersuchungen und einzelbaumwachstumsmodelle für *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilien.** 1996. 175p. Dissertation (Doctor) - Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, Wien.

DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana* em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.44-55, jan. 1998.

DURLO, M.A.; MARCHIORI, J.N.C.; SPATHELF, P. Perspectivas do manejo florestal por árvores singulares. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.20, p.71-82, 2000.

EINSPIELER, H. **Waldwachstumskundliche Untersuchungen von *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilien im zentralem Rio Grande do Sul, Brasilien.** Wien: Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 2002.

FIGUEIREDO, E.O. **Avaliação de povoamentos de teça *Tectona grandis* L.f.) na microrregião do Baixo Rio Acre.** 2005. 301p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FISHWICK, R.W. **Dados iniciais sobre poda em *Pinus elliottii*.** Brasília: Prodepef, 1977. 7p. (Comunicação Técnica, 5).

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p.351-384.

GOELZ, J.C.G.; BURK, T.E. Development of a well-behaved site index equations jack pine in north-central Ontario. **Canadian Journal of Forestry Research**, Canadá, v.22, p.776-784, June 1992.

GONÇALVES, J.L. de M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição de árvores. In: GONÇALVES, J.L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p.1-58.

HACKER, W.D.; BILAN, M.V. Site index curves for loblolly and slash pine plantations in the post oak belt of east Texas. **South Journal Applied Forestry**, Washington, v.15, n.2, p.97-100, May 1991.

HASENAUER, H. **Ein einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige fichten- kiefern- und buchem- fichtenmischbestände**. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 1994. v.8.

HASENAUER, H. Princípios área a modelagem de ecossistemas florestais. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.20, p.53-69, jan./jun. 2000.

HASENAUER, H.; MOSER, M.; ECKMULLNER, O. Ein program zur modellierung von wachstumsreaktionen. **Allgemeine Forstzeitung 4**, Wien, v.4, p.216-218, Mar.1995.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3rd ed. New York: J. Wiley, 1982.

KRAMER, J.P.; KOSWLOSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1972. 745p.

LACERDA, J.L.; COUTO, H.T.Z. **O uso da lei do autodesbaste na definição do espaçamento para plantas de *Eucalyptus***. Piracicaba: IPEF, 1993. 7p. (Circular técnica, 182).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LARSON, B.C. Pathways of development in mixed-species stands. In: KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; OLIVER, C.D. (Ed.). **The ecology and silviculture of mixed-species forests**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1992. p.3-10.

LEAL, P.L.G.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Produção de biomassa e absorção de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciados pela aplicação de fosfato natural em solos de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.12, n.2, p.165-182, jul. 1988.

LEITE, F.P. **Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais**. 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.603-612, jul. 2006.

LELES, P.S.S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos**. 1995. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LEWIS, N.B.; FERGUSON, I.S. **Management of radiata pine**. Melbourne: Inkata, 1993. 404p.

LIMA JÚNIOR, V.B.; REZENDE, J.L.P.; SILVA, M.L. Os estágios de produção e a idade ótima de corte: diferença entre a teoria da produção instantânea e a preferência temporal na produção florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.23, n.4, p.393-401, out. 1999.

LOPEZ, J.A.; APARICIO, J.L. **Crecimiento y producción de *Eucalyptus grandis* com diferentes densidades de plantación (Información hasta el 120 año de edad)**. Bella Vista: INTA, 1995. 12p. (Informe Técnico, n.8).

MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v.11, n.1, p.61-69, mar. 2005.

MACLEISH, N.F.F. Revision of *Eremanthus* (Compositae: Vernoniaeae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v.47, n.2, p.265-290, 1987.

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 220p.
- MALDONADO, H.R.; BAILEY, R.L.; BORDES, B.E. Some implications of the algebraic difference approach for developing growth models. In: CONFERENCE ON FOREST GROWTH MODELLING AND PREDICTION, 27., 1987, Mineapolis. **Proceedings...** Mineapolis: USDA Forest Service General Technical Report NC, 1987. p.24-28.
- MARCOLIN, M.; COUTO, H.T.Z. Modelos de produção e crescimento de Pinus taeda desbastado na região de Telêmaco Borba-PR. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993. Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1993. p.528-530.
- MORI, C.L.S.O. **Análise das características da madeira e do óleo essencial de candeia - Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish, da região de Aiuruoca, MG**. 2008. 104p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- NELSON, T.C. Diameter distribution and growth of loblolly pine. **Forest Science**, Lawrence, v.10, n.1, p.105-114, Mar. 1964.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v.11. n.2, p.9-25, jul./dez. 2001.
- NUTTO, L.; SPIECKER, H. Production of valuable wood: a software aided decision tool for managing oak stands in Europe. In: IUFRO UNIT 1.06.00 INTERNATIONAL CONFERENCE 'OAK, IMPROVEMENT OF WOOD QUALITY AND GENETIC DIVERSITY OF OAKS, 34., 2000, Zagreb. **Proceedings...** Zagreb: Glasnik-za-Sumske-Pokuse, 2000. p.37-49.
- NUTTO, L.; TONINI, H.; BORSOI, G.A.; MOSKOVICH, F.A.; SPATHELF, P. Utilização dos parâmetros da copa para avaliar o espaço vital em povoamentos de Pinus elliottii Engelm. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.42, p.123-138, jan./jun. 2001.
- OSMATON, F.C. **The management of forest**. London: G. Allen and UnWin, 1968. 384p.

PEDRALLI, G.; NUNES, Y.R.; TEIXEIRA, M.C.B. Estudos sinecológicos sobre a candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip) na estação ecológica de Tripuí, Ouro Preto (MG, Brasil). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p.117-118.

PEREIRA, A.R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado.** 1990. 167p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PÉREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish).** 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIENAAR, L.V. **Quantitative theory of forest growth.** 1965. 167 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Washington, Washington.

PIENAAR, L.V.; TURNBULL, K.V. The chapman-richard generalization of von vertalanffu s growth for basal area growth and yield in even aged stands. **Forest Science**, Washington, v.19, n.1, p.2-22, Mar. 1973.

PRETZSCH, H. Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumsforschung. **Forstwissenschaftliches Zentralblatt**, Berlin, v.114, n.1, p.188-209, Dec. 1995.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura forestal.** San José: IICA/BMZ/GTZ, 1997.

RAWAT, A.S.; FRANZ, F. Detailed non-linear asymptotic regression studies on tree and stand growth, with particular reference to forest yield research in Bavaria and Índia. In: IUFRO. Working party 54.01-4. **Growth models for free and stand simulation**, Stockholm, 1973. p.180-221.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.50, n.287, p.9-26, fev. 2003.

REINNINGER, H. **Zielstarken-Nutzung.** Zweiti Auflage. Wien: Osterreichischer Agrarverlarg. 1987.

RESENDE, R.R. **Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamento de eucalipto.** 1991. 81p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

REZENDE, J.L.P.; MINETTE, L.J.; TORQUATO, M.C. Determinação da idade ótima de corte para *Eucalyptus* spp., para as regiões litorâneas, metalúrgicas e do Rio Doce. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.11, n.1, p.78-89, jan./jun. 1987.

RICHARDS, F.L. A flexible growth function for emprirical use. **Journal ok Experimental Bontay**, London, v.10, n.2, p.290-300, June 1959.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** manual de dendrologia brasileira. São Paulo: E. Blücher, 1979. 296p.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HOPPE, J.M. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliotti* Engelm., implantado em solo pobre, no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.35-46, jun. 1999.

SCHNEIDER, P.R.; OESTEN, G. **Tabelas auxiliares para o manejo de Araucaria angustifolia e Pinus elliottii para a região do planalto médio do Rio Grande do Sul.** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1999. 118p.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal:** modelos de crescimento e produção florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998a. 438p.

SCOLFORO, J.R.S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998b.

SCOLFORO, J.R.S. Um modelo de crescimento e produção para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sujeito a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.16, n.2, p.144-156, ago. 1992.

SCOLFORO, J.R.S.; FRANCO, E.J.; THIERCH, A. Curvas de índice de sítio provenientes de um modelo polimófico pelo método da diferença algébrica para *Eucaliptus camaldulensis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.1, n.2, p.25, jul. 1977.

SCOLFORO, J.R.S.; HOSOKAWA, R.T. Avaliação da rotação econômica para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sujeito a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.18, n.1, p.33-44, jan./abr. 1992.

SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, v.18, n.1-2, p.140-158, jun./dez. 1988.

SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, v.18, n.1-2, p.159-168, jun./dez. 1988.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; ACERBI JUNIOR, F.W. **Inventário florestal de Minas Gerais equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fitofisionomias da flora nativa**. Lavras : UFLA, 2008.

SCOLFORO, J.R.S.; PÉREZ, J.F.M.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA, A.D.; CAMOLESI, J.F.; BORGES, L.F.R.; ACERBI JÚNIOR, F.W. Estimativa de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.87-102, jun. 2004.

SCOLFORO, J.R.S.; PULZ, F.A.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Modelo de produção para floresta nativa como base para o manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.112-137, jun. 1996.

SILVA, J.N.M. **Possibilidades para a produção sustentada de madeira em floresta densa de terra firme da Amazônia Brasileira**. Curitiba: EMBRAPA/CPATU, 1993. 36p. (Boletim de Pesquisa 23).

SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R. do; MARTINS, M.M.; MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.

SMITH, E.B.S. **Determinação da rotação econômica para *Eucalyptus grandis* (W.Hill ex Maiden), destinado à produção de carvão vegetal**. 1989. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SPATHELF, P.; NUTTO, L.; SELING, I. Condução do crescimento em diâmetro de *Eucalyptus grandis* com base em árvores individuais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2000. p.471-490.

TURNBULL, K.V. **Population dynamics in mixed forest stands: a system of mathematical models of mixed stand growth and structure**. 1963. 186p. Thesis (Doctor Science) - University of Washington, Washington.

VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield:** applications to mixed tropical forests. Copenhagen: CAB International, 1994. 312p.