

# RESSALVA

Atendendo solicitação da  
autora, o texto completo desta dissertação  
será disponibilizado somente a partir  
de 11/07/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**BEATRIZ GARCIA LOPES**

**CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO, TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA E CURVA  
DE CRESCIMENTO PARA EXPERIMENTOS COM EUCALIPTO**

Ilha Solteira

2019

**BEATRIZ GARCIA LOPES**

**CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO, TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA E CURVA  
DE CRESCIMENTO PARA EXPERIMENTOS COM EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de produção.

**Profa. Dra. Gláucia Amorim Faria**

Orientador

**Profa. Dra. Ana Patrícia Bastos Peixoto**

Coorientador

**Profa. Dra. Kátia Luciene Maltoni**

Coorientador

**Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira**

Coorientador

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L864c      **Lopes, Beatriz Garcia.**  
**Classificação da variação, tamanho ótimo de parcela e curva de crescimento para experimentos com eucalipto / Beatriz Garcia Lopes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019**  
**93 f. : il.**

**Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2019**

**Orientador: Gláucia Amorim Faria**  
**Coorientador: Ana Patrícia Bastos Peixoto**  
**Inclui bibliografia**

**1. Precisão experimental. 2. Máxima curvatura modificado. 3. Modelos de regressão não lineares.**

  
Raiane da Silva Santos

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Classificação da variação, tamanho ótimo de parcela e curva de crescimento para experimentos com eucalipto

**AUTORA: BEATRIZ GARCIA LOPES**

**ORIENTADORA: GLAUCIA AMORIM FARIA**

**COORDENADOR: ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA**

**COORDENADORA: KÁTIA LUCIENE MALTONI**

**COORDENADORA: ANA PATRICIA BASTOS PEIXOTO**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área:  
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. GLAUCIA AMORIM FARIA   
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE   
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. TIAGO ALMEIDA DE OLIVEIRA   
Departamento Estatística / Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Ilha Solteira, 11 de julho de 2019

## **DEDICO**

Esta vitória aos meus pais, **Rosana** e **Alexandre**, por nunca desistirem de mim ou desse sonho. Eu lhes devo essa conquista, resultante de muita perseverança, dedicação e abdicção. A vocês, com todo o carinho.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha vida, e por todas as oportunidades oferecidas que me fizeram chegar até aqui.

À minha família, por todo o apoio, paciência e fé que sempre depositaram em mim.

Em especial, agradeço meus pais Rosana e Alexandre, ao meu irmão Allan, e os meus avós Aparecida, Rubens (*in memoriam*), Maria Aparecida e Waldomiro, por sonharem comigo e caminharem passo a passo para essa conquista ser alcançada.

Agradeço, principalmente, a minha orientadora Gláucia, que me acolheu a 5 anos e que nunca desistiu de me transformar no que sou hoje: uma mulher, uma profissional e uma pesquisadora.

Ao meu namorado Lucas, pela paciência, carinho e apoio durante todo esse tempo.

Aos meus orientadores Ana Patrícia, Kátia e Antonio, pela paciência, aprendizado, ajuda e dedicação.

Aos meus amigos do Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV) por todo apoio e amizade.

À FEIS-UNESP e Capes por toda estrutura necessária à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O eucalipto é difundido em várias regiões brasileiras e no mundo. Os Estados brasileiros com maiores áreas de plantio do eucalipto são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. Com crescente contribuição ao longo dos anos, o seu cultivo tem gerado empregos tanto na área rural quanto na área urbana. O que torna de suma importância maiores pesquisas que visem a melhoria das áreas de plantio, maiores informações para condução e melhoria de produção, o que acarretará em maiores ofertas para o mercado nacional. Neste cenário, estudos que auxiliem o pesquisador a conhecer a variabilidade desta cultura, definir o tamanho ideal de parcela e as curvas de crescimento que melhor representem o conjunto de dados ao longo do tempo, serão essenciais para que se faça a inferência correta, se tenha maior precisão e maximização das informações, garantindo maior eficiência do procedimento experimental, como redução do tempo de espera, permitindo ao pesquisador a comparação do comportamento da planta e seus componentes mais relevantes. Para tanto, o trabalho tem por objetivo: a recomendação de uma tabela de classificação de variação (utilizando os métodos de Garcia, Pimentel-Gomes e Costa, Seraphin e Zimmermann); o tamanho ótimo de parcelas (utilizando o método da máxima curvatura modificada) em experimentos em casa de vegetação; o modelo não-linear (Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy) que melhor se adeque ao padrão de crescimento ao longo do tempo, em experimentos com a cultura do Eucalipto.

**Palavras-chave:** Precisão experimental. Máxima curvatura modificado. Modelos de regressão não lineares.



## ABSTRACT

Eucalyptus is widespread in several Brazilian regions and in the world. The Brazilian states with the largest eucalyptus plantation areas are Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, and Paraná. With growing contribution over the years, its cultivation has generated jobs in both rural and urban areas. This makes more important research to improve the planting areas, greater information for conducting and improving production, which will lead to greater offers for the domestic market. In this scenario, studies that help the researcher to know the variability of this crop, to define the ideal plot size and the growth curves that best represent the data set over time, will be essential for correct inference, if greater accuracy and maximization of information, guaranteeing greater efficiency of the experimental procedure, such as reduction of waiting time, allowing the researcher to compare the behavior of the plant and its most relevant components. To do so, the objective of the study is: to recommend a variation classification table (using the methods of Garcia, Pimentel-Gomes and Costa, Seraphin and Zimmermann); the optimal size of plots (using the modified maximum curvature method) in greenhouse experiments; the non-linear model (Logistic, Gompertz and Von Bertalanffy) that best fit the pattern of growth over time, in experiments with the Eucalyptus crop.

**Keywords:** Experimental precision. Maximum modified curvature. Non-linear regression models.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Centro de origem do <i>Eucalyptus</i> .....	16
<b>Figura 2.</b> Plantio de eucalipto por estado (área total existente em 31/12 dos efetivos da silvicultura, em hectares).....	17
<b>Figura 3.</b> Principais destinos dos produtos do setor brasileiro de árvores plantadas, com base no valor de exportação.....	19
<b>Figura 4.</b> Principais doenças do eucalipto .....	23
<b>Figura 5.</b> Floresta de <i>E. urograndis</i> .....	24
<b>Figura 6.</b> Formas gerais das curvas de crescimento dos modelos Logístico, Von Bertalanffy e Gompertz.....	33
<b>Figura 7.</b> Valores obtidos nos tamanhos de parcela para as variáveis H, DC, CLORV e CLORN aos 30 (curva na cor preto), 60 (curva na cor vermelho), 90 (curva na cor verde) e 120 dias (curva na cor azul). E para as variáveis MSPA e MSR aos 120 dias.....	71
<b>Figura 8.</b> Ajuste dos modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy para altura do caule do Eucalipto ao longo dos meses.....	84
<b>Figura 9.</b> Ajuste dos modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy para o diâmetro do caule do Eucalipto ao longo dos meses. ....	85
<b>Figura 10.</b> Quantis normais para a relação existente entre altura das plantas do Eucalipto ao longo dos meses para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy.....	85
<b>Figura 11.</b> Quantis normais para a relação existente entre diâmetro das plantas do Eucalipto ao longo dos meses para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy. ....	86
<b>Figura 12.</b> Resíduos estudentizados para a relação existente entre a altura das plantas do Eucalipto ao longo dos meses para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy.....	86
<b>Figura 13.</b> Resíduos estudentizados para a relação existente entre o diâmetro do caule do Eucalipto ao longo dos meses para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy.....	87
<b>Figura 14.</b> Distâncias de Cook para a relação existente entre a altura as plantas do caule do Eucalipto para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy.....	88
<b>Figura 15.</b> Distâncias de Cook para a relação existente entre o diâmetro do caule do Eucalipto para os modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy. ....	88

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estimativa do número de empregos diretos, indiretos e do efeito-renda mantidos pelos segmentos associados às florestas plantadas no Brasil em 2012 .....	19
<b>Tabela 2.</b> Faixas de classificação dos coeficientes de variação (CV), segundo Garcia (1989), Pimentel-Gomes (2009) e Costa, Seraphin e Zimmermann (2002) .....	44
<b>Tabela 3.</b> Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para as variáveis estudadas.....	46
<b>Tabela 4.</b> Faixas de classificação de CV calculadas pelo método de Garcia (1989) aos 30, 60, 90 e 120 dias para as variáveis analisadas.....	47
<b>Tabela 5.</b> Faixas de classificação de CV calculadas pelo método de Costa, Seraphin e Zimmermann (2002) aos 30, 60, 90 e 120 dias para as variáveis analisadas, e, faixas de classificação de CV recomendadas por Pimentel-Gomes (2009).....	48
<b>Tabela 6.</b> Comparativo da frequência dos resultados dos coeficientes de variação (CV) para cada variável dentro das classificações pelos métodos 1, 2 e 3 e os testes de aderência e heterogeneidade aplicados às variáveis aos 30 dias. ....	49
<b>Tabela 7.</b> Comparativo da frequência dos resultados dos coeficientes de variação (CV) para cada variável dentro das classificações das classificações pelos métodos 1, 2 e 3 e os testes de aderência e heterogeneidade aplicados às variáveis aos 60 dias. ....	50
<b>Tabela 8.</b> Comparativo da frequência dos resultados dos coeficientes de variação (CV) para cada variável dentro das classificações pelos métodos 1, 2 e 3 e os testes de aderência e heterogeneidade aplicados às variáveis aos 90 dias. ....	51
<b>Tabela 9.</b> Comparativo da frequência dos resultados dos coeficientes de variação (CV) para cada variável dentro das classificações pelos métodos 1, 2 e 3 e os testes de aderência e heterogeneidade aplicados às variáveis aos 120 dias. ....	52
<b>Tabela 10.</b> Recomendação das faixas de classificação do coeficiente de variação para ensaio em branco com Eucalipto em casa de vegetação.....	53
<b>Tabela 11.</b> Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para as variáveis encontradas na literatura.....	54
<b>Tabela 12.</b> Faixas de classificação de CV calculadas pelo método de Garcia (1989) para as variáveis encontradas na literatura. ....	55

<b>Tabela 13.</b> Faixas de classificação de CV calculadas pelo método de Costa, Seraphin e Zimmermann (2002) para as variáveis encontradas na literatura, e, faixas de classificação de CV recomendadas por Pimentel-Gomes (2009).....	55
<b>Tabela 14.</b> Comparativo da frequência dos resultados dos coeficientes de variação (CV) para cada variável dentro das classificações pelos métodos 1, 2 e 3 e os testes de aderência e heterogeneidade aplicados às variáveis da literatura. ....	57
<b>Tabela 15.</b> Recomendação das faixas de classificação do coeficiente de variação com dados de Eucalipto obtidos na literatura. ....	58
<b>Tabela 16.</b> Fertilidade e Textura do solo. ....	66
<b>Tabela 17.</b> Número da simulação (NS), número de parcelas (NP), tamanho da parcela (TP) e forma da parcela (FP) para as unidades básicas de experimentos com eucalipto em casa de vegetação. ....	67
<b>Tabela 18.</b> Estimativas dos parâmetros para o método de máxima curvatura modificado e erro padrão da estimativa (E.P.E.) para o teste t para as variáveis H, DC, MSPA e MSR.....	69
<b>Tabela 19.</b> Estimativas dos parâmetros para o método de máxima curvatura modificado e erro padrão da estimativa (E.P.E.) para o teste t para as variáveis Clor V e Clor N.....	69
<b>Tabela 20.</b> Coeficientes de determinação ( $R^2$ ), coeficiente de variação correspondente ao ponto de máxima curvatura (P) e estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (XMC) em função dos períodos de avaliação para as variáveis H, DC, Clor V, Clor N, MSPA e MSR...	70
<b>Tabela 21.</b> Estimativas dos parâmetros para o modelo Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy, erro padrão da estimativa (E.P.E.), valor-p para o teste t para altura em função dos meses.....	83
<b>Tabela 22.</b> Estimativas dos parâmetros para o modelo Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy, erro padrão da estimativa (E.P.E.), valor-p para o teste t para o diâmetro em função dos meses.....	84
<b>Tabela 23.</b> Coeficiente de determinação ( $R_{adj}^2$ ) e valores de AIC e BIC para os modelos ajustados referente a altura e o diâmetro do Eucalipto.....	89

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1	ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO.....	16
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA .....	18
2.3	EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS .....	20
2.4	PRINCIPAIS DOENÇAS .....	20
<b>2.4.1</b>	<b>Tombamento de plântulas e de mudas .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Mofo cinzento.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Mancha de <i>Cylindrocladium</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Mancha de <i>Mycosphaerella</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.5</b>	<b>Ferrugem.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.6</b>	<b>Oídio .....</b>	<b>22</b>
2.5	DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA .....	23
2.6	PRODUÇÃO DE MUDAS E MÉTODOS PROPAGATIVOS .....	24
<b>2.6.1</b>	<b>Mudas por semente .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Mudas por estaquia.....</b>	<b>25</b>
2.7	VARIABILIDADE EXPERIMENTAL.....	25
<b>2.7.1</b>	<b>Metodologia proposta por Garcia (1989) .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Metodologia proposta por Pimentel-Gomes (2009).....</b>	<b>27</b>
<b>2.7.3</b>	<b>Metodologia proposta por Costa, Seraphin e Zimmermann (2002).....</b>	<b>27</b>
2.8	TAMANHO DE PARCELA, ENSAIO EM BRANCO E PRECISÃO EXPERIMENTAL .....	28
2.9	MODELOS DE REGRESSÃO LINEARES E NÃO LINEARES .....	29
2.10	CURVAS DE CRESCIMENTO .....	31
<b>2.10.1</b>	<b>Modelo Logístico, modelo de Von Bertalanffy e modelo de Gompertz.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA EXPERIMENTOS COM EUCALIPTO.....</b>	<b>40</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	41
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
3.4	CONCLUSÕES.....	59

	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>CÁLCULO DO TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA PARA EXPERIMENTOS COM EUCALIPTO.....</b>	<b>63</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	64
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	65
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	67
4.4	CONCLUSÕES.....	72
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
<b>5</b>	<b>COMPARAÇÃO DE MODELOS DE CRESCIMENTO APLICADOS À CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>77</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	78
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	79
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	83
5.4	CONCLUSÕES.....	89
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é difundido no mundo. Encontrado na Austrália e outras ilhas da Oceania (JÚNIOR; SANTAROSA; GOURLART, 2014), bem como em alguns países dos continentes americano, asiático e africano. No Brasil, é encontrado em várias regiões. Os Estados brasileiros com maiores áreas de plantio do eucalipto são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná (SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA – SIDRA, 2017). A espécie mais plantada é o *Eucalyptus grandis* e seus híbridos (HIGA; WREGE; GARRASTAZ, 2014).

No entanto, a cultura pode ser acometida por diversas doenças, como *Cylindrocladium*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Mycosphaerellae* e *Teratosphaeria*, *Chrysosporthe cubensis*, *Podosphaera pannosa*, *Golovinomyces orontii*, *Botryosphaeria dothidea* e *Puccinia psidii* que podem causar tombamento das plântulas, lesões de diversas colorações nas folhas, redução de produtividade, e em casos mais graves, podem causar a morte prematura (ALFENAS *et al.*, 2009; AUER; SANTOS, 2014).

Em sua maioria, as pesquisas passam por problemas, como o elevado custo de experimentos, fazendo com que se reduza o número de repetições na experimentação. Ensaio com baixa precisão, de modo geral, levam os pesquisadores a conclusões incorretas e a falta de informação se constitui num grande problema na experimentação agropecuária. Assim, faz-se necessário o estudo sobre a variabilidade experimental (variância, coeficiente de variação, índice de variação), tamanho de parcelas e número de repetições, uma vez que todos estes têm grande efeito sobre os resultados esperados.

Conhecer a variabilidade experimental (variância, coeficiente de variação, índice de variação) é de suma importância para as pesquisas, sendo necessárias tabelas para classificar essa variação. Por meio destas, o pesquisador pode verificar se os dados em estudo estão dentro de uma faixa de valores esperados, refletindo em boa precisão experimental (GARCIA, 1989).

A adequada definição de um tamanho ótimo de parcela contribui tanto para uma maior precisão na condução de experimentos, quanto na maximização das informações adquiridas, como consequência reduz o tempo de espera em resultados importantes ao desenvolvimento da cultura, bem como garantia de eficiência do procedimento experimental.

Na experimentação agropecuária a variabilidade é comumente demonstrada, por intermédio do coeficiente de variação experimental (CVe), permitindo concluir acerca da precisão experimental, em que o CVe, nada mais é, do que uma estimativa do erro

experimental relativo à média geral do ensaio. A precisão experimental está intimamente ligada ao CV, pois quanto menor os valores encontrados para CV, maior é a precisão experimental, garantindo maior a qualidade experimental, o que significa que foram encontradas poucas diferenças entre as estimações das médias (CRUZ *et al.*, 2012).

A principal vantagem de se utilizar o CV está em possibilitar a comparação de variáveis de composições distintas, bem como a comparação entre diversos estudos de mesma variável, permitindo a mensuração da precisão experimental. Algumas metodologias de classificação de coeficiente de variação foram propostas por Garcia (1989), Pimentel-Gomes (2009) e Costa *et al.* (2002).

É de fundamental importância o uso do número adequado de repetições, para que se reduza os efeitos do erro experimental (RAMALHO *et al.*, 2012) e tamanho ideal de parcelas, pois a precisão experimental é caracterizada pela qualidade em que os resultados serão inferidos (CATAPATTI *et al.*, 2008). De acordo com a teoria, quanto maior o número de repetições, mais precisa será a estimativa do erro experimental (DAGNELIE, 1977), conseqüentemente maior será a precisão experimental, já que aumentar o número dos graus de liberdade do resíduo (erro experimental) garante maiores estimativas acerca dos resultados obtidos pelos tratamentos (ROSSETI, 2001).

Vale ressaltar que o número ideal de repetições e tamanho ótimo de parcela variam de acordo com o experimento, já que é totalmente dependente de muitos fatores como: variabilidade genética do material estudado e local em que será realizado o experimento. Em meio a muitos métodos utilizados para determinar o tamanho ótimo de parcelas, o Método da Máxima Curvatura e o Método de Inspeção Visual da Máxima Curvatura são os mais utilizados.

O estudo do crescimento de plantas tem ampla aplicação em pesquisas na área agropecuária, porquanto permite ao pesquisador a comparação do comportamento da planta ou de seus componentes relevantes, perante às várias particularidades de cada experimento (MAIA *et al.*, 2009). Ao modelar os dados de crescimento, tem-se por objetivo a obtenção de informações acerca dos parâmetros em que a curva é composta, para que assim se possa obter interpretações mais concretas desses parâmetros e de tal modo que seja possível construir um modelo padrão para as observações estudadas (CATERINA, 2017).

Os modelos de crescimento e produção, na área florestal, são comumente utilizados para representação simplificada da realidade de áreas florestais que envolvem tanto crescimento quanto mortalidade ou outras alterações da formação e estrutura de um determinado período de tempo (CATERINA, 2017).



Para tanto, diversos modelos lineares e não lineares são empregados a fim de retratar o crescimento no tempo (HERNÁNDEZ *et al.*, 2007). No entanto, vale ressaltar que modelos não lineares proporcionarem parâmetros com interpretação biológica, o que auxilia o pesquisador na decisão final (MAIA *et al.*, 2009). Entre esses modelos não lineares, cita-se os modelos Logístico (NELDER, 1961), Von Bertalanffy (von BERTALANFFY, 1957) e Gompertz (WINSOR, 1932).

Nas curvas de crescimento a escolha do modelo que melhor as descreve é fundamentada na qualidade de seu ajuste aos dados, na interpretação biológica dos parâmetros e nos obstáculos computacionais para obtenção do ajuste.

Os objetivos do trabalho foram: a) recomendar uma tabela de classificação de variação para Eucalipto em casa de vegetação. b) calcular o tamanho ótimo de parcelas para experimentos em casa de vegetação com a cultura do eucalipto utilizando o método da máxima curvatura modificado. c) obter estimativas para os parâmetros dos modelos não lineares de curva de crescimento Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy, aplicado aos dados provenientes da cultura do eucalipto, compará-los entre si, a fim de obter o modelo que melhor se adequa ao padrão de crescimento.

## REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al.* **clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009.

AUER, C. G.; SANTOS, A. F. Principais doenças e seu controle. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais**: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p.103-112.

CATAPATTI, T. R. *et al.* Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 3, n. 32, p.855-862, 2008.

CATERINA, G. L. **Curvas de crescimento de *Eucalyptus spp* em plantios de diferentes espaçamentos**. 2017. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

COSTA, N. H. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 243-249, 2002.

CRUZ, E. A. *et al.* Coeficiente de Variação Como Medida de Precisão em Experimentos com Tomate em Ambiente Protegido. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p.220-233, 2012.

DAGNELIE, P. **Théorie et méthodes statistiques**. Paris: Agromiques de Gembloux, 1977. 248 p.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. IPEF, 1989. 11 p.

HERNÁNDEZ, M. S. *et al.* Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 111, p. 220-227, 2007. Doi:10.1016/j.scienta.2006.10.029.

HIGA, R. C. V.; WREGE M. S.; GARRASTAZU, M. C. **Espécies de eucalipto potenciais para reflorestamento no Estado do Paraná**, Brasília, DF: Embrapa, 2014.

JÚNIOR, J. E. P.; SANTAROSA, E.; GOULART, I. C. G. R. Histórico do cultivo de eucalipto. *In*: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. **R. Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Cap. 1, p. 11-12.

MAIA, E. *et al.* Método de comparação de modelos de regressão não-lineares em bananeiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 5, n. 39, p.1380-1386, 2009.

NELDER, J. A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, Chichester, v. 17, p. 89-94, 1961.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012. 328 p.

ROSSETTI, A. G. Precisão experimental e tamanho da área de experimentos de campo com fruteiras e outras plantas perenes arbóreas em função da unidade experimental e do número de repetições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 23, p.704-708, 2001.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA – SIDRA. **Sistema de recuperação automática**. Rio de Janeiro. 2017.

Von BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, v. 32, p. 218, 1957.

WINSOR, C. P. The Gompertz curve as a growth curve. **Proceedings of the National Academy of Science**, Toki, v.18, p.1-17, 1932.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recomendação correta de tabela de classificação de coeficiente de variação, deve levar em consideração a natureza dos dados em estudo e a frequência com que os dados amostrais pertencerão às classes. A partir dos dados analisados, recomenda-se a tabela de classificação de coeficiente de variação de Garcia (1989).

Para as estimativas do tamanho de parcelas, é essencial que o cálculo seja realizada para cada tipo de experimento, de modo particular para cada experimento, pois fatores externos, como local onde a planta foi inserida, e internos, como características da planta, idade, irão influenciar no número de plantas por unidade básica que deverá ser utilizado.

Em experimentos com a cultura do eucalipto, não houve muita variabilidade relacionada ao tamanho de parcela obtido pelo método da máxima curvatura modificada. Os tamanhos variaram de 4 unidades básicas (DC, ClorV e ClorN) a 6 unidades básicas (H; MSPA e MSR). Logo, recomenda-se o uso de parcelas de 6 unidades básicas, pois ele engloba todas as variáveis em estudo.

Os modelos não lineares, foram adequados na elaboração de curvas de crescimento neste estudo. Todos os modelos ajustados neste trabalho (Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy) são considerados adequados para descrever as curvas de crescimento para os dados de todas as variáveis estudadas. O modelo de Von Bertalanffy (Von BERTALANFFY, 1957) apresentou critérios mais satisfatórios para a tomada de decisão por este modelo, apresentando menores valores para AIC e BIC, e valores altos para o coeficiente de determinação a partir de dados ajustados.

## REFERÊNCIAS

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 11 p.

VON BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, New York, v. 3, p. 218, 1957.