

A minha mãe Maria de Lourdes Cardoso Queiroz e ao meu pai Antonio Carlos Queiroz pelos esforços, sacrifícios e incentivos. A meu irmão Rafael Queiroz e sua esposa Viviane.

OFEREÇO

“Não são os desafios que determinam quem somos, mas a maneira com que respondemos a esses desafios. Enquanto acreditar no nosso sonho, nada será por acaso”.

A todas as pessoas que sempre estiveram presentes em minha vida

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A minha família pela enorme contribuição amorosa, financeira e incentivadora, pois sem eles seria impossível a realização dessa conquista.

Ao professor Sebastião do Amaral Machado pelo aprendizado, convivência, amizade e um exemplo de profissionalismo.

Aos co-orientadores Afonso Figueiredo Filho e Henrique Soares Koehler pelo aprendizado e pelas sugestões na realização deste trabalho.

Ao professor Júlio Eduardo Arce pela boa vontade e ajuda no processamento dos dados

Ao professor Décio Figueiredo pela convivência e amizade.

Ao professor Franklin Galvão e Sylvio Pellico pelo aprendizado e amizade.

Aos professores da Universidade Federal do Paraná pela convivência e aprendizado.

Ao pessoal do Laboratório de Dendrometria: Edilson Urbano, Marco Figura, Saulo Téó, Luís, Ludmila, professor Sebastião do Amaral Machado e Bárbara, muito obrigado pela ajuda na coleta dos dados e pela grande amizade adquirida.

A Lorena, Camila e Davi pela convivência e amizade.

Aos funcionários da Pós-Graduação, Reinaldo e Davi, que sempre foram muito prestativos.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

Aos meus professores e amigos da Universidade Federal de Lavras que devo muito a eles pelas minhas conquistas.

Ao Lucas e Maria Zélia Ferreira pela amizade e ajuda.

Ao Marcos (Cubatão) e Daniel Chies pela amizade e convivência.

Aos meus amigos da pós-graduação pela nossa grande amizade adquirida e pelo compartilhamento dos nossos problemas diários: Ludmila Profumo (Uruguia), Flora Ozaki, Artur, Wagner, Ibarra (Paraguaio), Maurício, Roman (Argentino) e Ana Paula Dalla Corte.

Aos meus amigos “*in memorian*”: Rodrigo Barros Lacerda (Coxa) e Norton (Capivara), muito obrigado pela enorme amizade deixada por vocês.

A Valéria e ao Rodrigo (Coxa) pelo apoio logístico e pela amizade.

Aos meus grandes amigos de república: Antonio Américo Cardoso Júnior (Juninho), Geraldo Alves de Souza Filho (Ser Humano), Alan Rolle (Gil), Vitor, Roman e Nelson Akira, onde dividimos nossos compromissos da vida.

Aos meus grandes e eternos amigos de Itapeva/SP: Fábio (Chulipa), Carlão, Marlão, Marquinho, Thiago Pimentel e sua família, Danscão, Tio Luiz Antonio, Tia Cí, Antonio (Cabeça) e família, Alan (Gil), Heber, Eduardo Corrêa, Bruno (Dolly) e sua família, Netinho Campolim, Leo, Saulo (Cowboy), Rodrigão, família Marchetti, Papau, tia Maria, Tio Admar, Tia Beti, aos meus primos: Paulo, Thaís e Giovana, pessoas que sempre estão presentes na minha vida e torcem pelas minhas conquistas.

Aos meus amigos da república “Tico-Mia” de Lavras: Thiago (Zé do...), Luciano (Cocão), Ricardo (Gira), Antonio Pezutto (Tonhão), Cleiderson (ET), Marcão, Genebaldo, César (Zé Tatu), Fabinho (Cachoeira), Irwin (Sequinho), Ricardo (Chupeta) e Dona Nair, meus grandes e eternos companheiros.

Aos ajudantes e aos proprietários onde foram coletados os dados para o desenvolvimento dessa pesquisa.

“A todas essas pessoas citadas acima, minha eterna gratidão”.

BIOGRAFIA DO AUTOR

DANIEL QUEIROZ, filho de Antonio Carlos Queiroz e Maria de Lourdes Cardoso Queiroz, natural de Itapeva, Estado de São Paulo, onde nasceu em 05 de dezembro de 1979.

Cursou o ensino fundamental e o ensino médio no Colégio Anglo no município de Itapeva, estado de São Paulo, concluindo sua formação em 1997.

Ingressou-se no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras em 1998. No período de fevereiro de 2002 a julho de 2003 participou do desenvolvimento de projetos de pesquisa em um convênio UFLA/FAEPE/CEMIG na área de Silvicultura, como bolsista de iniciação científica.

Conclui a Graduação em dezembro de 2003 e em março de 2004 iniciou-se o Mestrado na Universidade Federal do Paraná na área de concentração de Manejo Florestal. Juntamente com o mestrado, em março de 2005 iniciou-se o Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) concluindo em novembro do mesmo ano.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.1.1 Objetivos Específicos	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A <i>Mimosa scabrella</i> Bentham.....	4
3.1.1 Classificação Botânica.....	4
3.1.2 Área de Ocorrência da Bracatinga.....	5
3.1.3 Sistema de Manejo da Bracatinga	6
3.1.4 Usos da Bracatinga	7
3.2 FORMA DO FUSTE DAS ÁRVORES.....	8
3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DOS MODELOS PARA DESCRERER OS FUSTES DAS ÁRVORES	10
3.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A FORMA DO FUSTE DAS ÁRVORES.....	11
3.4.1 Sítio.....	11
3.4.2 Idade	11
3.4.3 Espaçamento.....	13
3.4.4 Desbaste.....	14
3.4.5 Herdabilidade	15
3.4.6 Poda	15
3.4.7 Posição Sociológica.....	16
3.5 FUNÇÕES DE AFILAMENTO.....	16
3.6 POLINÔMIOS NÃO-SEGMENTADOS.....	23
3.7 SORTIMENTO FLORESTAL.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	27

4.2 VOLUMETRIA.....	28
4.3 FUNÇÕES DE AFILAMENTO.....	30
4.4 ACURACIDADE DOS MODELOS DE AFILAMENTO	34
4.5 VALIDAÇÃO DAS FUNÇÕES DE AFILAMENTO.....	36
4.6 SORTIMENTO	37
4.7 TESTE DE IDENTIDADE	38
4.8 PROCESSAMENTO DOS DADOS	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS	40
5.2 AJUSTES DOS MODELOS	41
5.3 ACURACIDADE DOS MODELOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS ..	45
5.4 ACURACIDADE DOS MODELOS NA ESTIMATIVA DOS VOLUMES	55
5.5 VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE AFILAMENTO UTILIZADAS PARA A ESTIMATIVA DE VOLUMES	61
5.6 SORTIMENTO DE MADEIRA OBTIDO PELAS EQUAÇÕES DE AFILAMENTO EM DIFERENTES IDADES	63
5.7 TESTE DE IDENTIDADE DOS MODELOS	66
6 CONCLUSÕES	69
7 BIBLIOGRAFIA	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	NOMENCLATURA E DESCRIÇÃO DA <i>Mimosa scabrella</i> Bentham (CARPANEZZI et. al, 1988)	4
TABELA 2	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES CUBADAS NAS DIFERENTES CLASSES DE DIÂMETRO	29
TABELA 3	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES CUBADAS NAS DIFERENTES CLASSES DE IDADE	30
TABELA 4	ESTATÍSTICAS UTILIZADAS PARA AVALIAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DOS DIÂMETROS E VOLUMES COMERCIAIS	35
TABELA 5	FREQÜÊNCIA DE ÁRVORES CUBADAS PELOS MÉTODOS DE HOHENADL E XILÔMETRO, NAS DIFERENTES CLASSES DIAMÉTRICAS	36
TABELA 6	FREQÜÊNCIA DE ÁRVORES CUBADAS PELOS MÉTODOS DE HOHENADL E XILÔMETRO, NAS DIFERENTES CLASSES DE IDADES	37
TABELA 7	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TESTE DE IDENTIDADE DOS MODELOS DE AFILAMENTO	38
TABELA 8	HIPÓTESES DE IDENTIDADE PARA O MODELO SELECIONADO PARA CADA CLASSE DE IDADE, CONSIDERANDO TODAS AS COMBINAÇÕES POSSÍVEIS	39
TABELA 9	ESTATÍSTICAS PARA AS VARIÁVEIS DIÂMETRO ALTURA DO PEITO (DAP), ALTURA DO FUSTE E VOLUME, PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS, DE IDADE E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	41
TABELA 10	PARÂMETROS ESTIMADOS E MEDIDAS DE PRECISÃO PARA A VARIÁVEL DIÂMETROS PARA OS MODELOS TESTADOS, PARA AS CINCO CLASSES DIAMÉTRICAS E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	43
TABELA 11	PARÂMETROS ESTIMADOS E MEDIDAS DE PRECISÃO PARA A VARIÁVEL DIÂMETROS PARA OS MODELOS TESTADOS, PARA AS QUATRO CLASSES DE IDADES E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	44

TABELA 12	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , PARA O AJUSTE DO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS (NÃO AGRUPADOS)	48
TABELA 13	CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS NAS POSIÇÕES DO FUSTE POR CLASSE DIAMÉTRICA E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS, E VALORES PERCENTUAIS DAS VEZES EM QUE O MODELO OCUPOU A PRIMEIRA POSIÇÃO PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS	50
TABELA 14	CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS NAS POSIÇÕES DO FUSTE POR CLASSE DE IDADE E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS, E VALORES PERCENTUAIS DAS VEZES EM QUE O MODELO OCUPOU A PRIMEIRA POSIÇÃO PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS	51
TABELA 15	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , PARA O AJUSTE DO CONJUNTO TOTAL DOS DADOS (NÃO AGRUPADOS)	58
TABELA 16	CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS NAS POSIÇÕES DO FUSTE POR CLASSE DIAMÉTRICA E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS; E VALORES PERCENTUAIS PARA ÀS VEZES EM QUE O MODELO OCUPOU A PRIMEIRA POSIÇÃO PARA ESTIMATIVA DOS VOLUMES TOTAIS E PARCIAIS	59
TABELA 17	CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS NAS POSIÇÕES DO FUSTE POR CLASSE DE IDADE E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS; E VALORES PERCENTUAIS PARA ÀS VEZES EM QUE O MODELO OCUPOU A PRIMEIRA POSIÇÃO PARA ESTIMATIVA DOS VOLUMES TOTAIS E PARCIAIS	59
TABELA 18	VALORES DE χ^2 TABELADOS E ESTATÍSTICA DE PRECISÃO PARA A VARIÁVEL VOLUME TOTAL, PARA CADA CLASSE DIAMÉTRICA E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	62
TABELA 19	VALORES DE χ^2 TABELADOS E ESTATÍSTICA DE PRECISÃO PARA A VARIÁVEL VOLUME, PARA CADA CLASSE DE IDADE E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS	63

TABELA 20	NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE COM SEUS RESPECTIVOS SORTIMENTOS ($m^3.ha^{-1}$) PARA IDADES INDIVIDUAIS E AGRUPADAS	65
TABELA 21	NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE COM SEUS RESPECTIVOS SORTIMENTOS (NÚMERO TORAS. ha^{-1}) PARA IDADES INDIVIDUAIS E AGRUPADAS	65
TABELA 22	RESULTADO DO TESTE DE IDENTIDADE DOS MODELOS POR MEIO DO TESTE DE F, PARA AS 11 COMBINAÇÕES DENTRO DAS QUATRO CLASSES DE IDADE ESTUDADAS PARA O POLINÔMIO DE 5º GRAU	67
TABELA 23	RESULTADO DO TESTE DE IDENTIDADE DOS MODELOS POR MEIO DO TESTE DE F, PARA AS 11 COMBINAÇÕES DENTRO DAS QUATRO CLASSES DE IDADE ESTUDADAS PARA O POLINÔMIO DE POTÊNCIAS FRACIONÁRIAS	67
TABELA 24	RESULTADO DO TESTE DE IDENTIDADE DOS MODELOS POR MEIO DO TESTE DE F, PARA AS 11 COMBINAÇÕES DENTRO DAS QUATRO CLASSES DE IDADE ESTUDADAS PARA O POLINÔMIO DE KOZAK	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA/PR.....	28
FIGURA 2	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	45
FIGURA 3	PERFIL MÉDIO DOS FUSTES PARA CADA CLASSE DIAMÉTRICA E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS.....	53
FIGURA 4	PERFIL MÉDIO DOS FUSTES PARA CADA CLASSE DE IDADE E PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS.....	53
FIGURA 5	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO SEGMENTADOS PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	54
FIGURA 6	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME ESTIMADO PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	55
FIGURA 7	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA O CONJUNTO TOTAL DOS DADOS PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	61

ANEXO A

FIGURA A1	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS 5 A 9,9 CM (A); E 10 A 14,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	76
FIGURA A2	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS 15 A 19,9 CM (A); E 20 A 24,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	77
FIGURA A3	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA CLASSE DIAMÉTRICA MAIOR OU IGUAL QUE 25 CM PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	78
FIGURA A4	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA AS CLASSES DE IDADES 6 A 9 ANOS (A); E 10 A 12 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	79
FIGURA A5	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ESTIMADO PARA AS CLASSES DE IDADES 13 A 15 ANOS (A); E 16 A 19 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	80
FIGURA A6	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME ESTIMADO PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS 5 A 9,9 CM (A); E 10 A 14,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	81
FIGURA A7	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME ESTIMADO PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS 15 A 19,9 CM (A); E 20 A 24,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	82
FIGURA A8	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME ESTIMADO PARA A CLASSE DIAMÉTRICA MAIOR OU IGUAL QUE 25 CM PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	83
FIGURA A9	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME PARA AS CLASSES DE IDADES 6 A 9 ANOS (A); E 10 A 12 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	84

FIGURA A10	DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PERCENTAGEM EM FUNÇÃO DO VOLUME PARA AS CLASSES DE IDADES 13 A 15 ANOS (A); E 16 A 19 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS	85
------------	--	----

ANEXO B

TABELA B1	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA DE 5 A 9,9 CM.....	87
TABELA B2	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA DE 10 A 14,9 CM.....	88
TABELA B3	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA 15 A 19,9 CM.....	89
TABELA B4	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA 20 A 24,9 CM.....	90
TABELA B5	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA ≥ 25 CM.....	91
TABELA B6	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 6 A 9 ANOS.....	92
TABELA B7	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 10 A 12 ANOS.....	93
TABELA B8	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 13 A 15 ANOS.....	94
TABELA B9	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS DIÂMETROS AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 16 A 19 ANOS.....	95

ANEXO C

FIGURA C1	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS DE 5 A 9,9 CM (A); E DE 10 A 14,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	97
FIGURA C2	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS DE 15 A 19,9 CM (A); E DE 20 A 24,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	98
FIGURA C3	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A CLASSE DIAMÉTRICA MAIOR OU IGUAL QUE 25 CM PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	99
FIGURA C4	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DE IDADES DE 6 A 9 ANOS (A); E DE 10 A 12 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	100
FIGURA C5	PERFIS MÉDIOS REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DE IDADES DE 13 A 15 ANOS (A); E DE 16 A 19 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	101

ANEXO D

TABELA	D1	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA DE 5 A 9,9 CM.....	103
TABELA	D2	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA 10 A 14,9 CM.....	104
TABELA	D3	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA 15 A 19,9 CM.....	105
TABELA	D4	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA 20 A 24,9 CM.....	106
TABELA	D5	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DIAMÉTRICA ≥ 25 CM.....	107
TABELA	D6	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 6 A 9 ANOS.....	108
TABELA	D7	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 10 A 12 ANOS.....	109
TABELA	D8	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 13 A 15 ANOS.....	110
TABELA	D9	ESTATÍSTICAS DOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS VOLUMES AO LONGO DO FUSTE DAS ÁRVORES DE <i>Mimosa scabrella</i> , NA CLASSE DE IDADE 16 A 19 ANOS.....	111

ANEXO E

FIGURA E1	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS DE 5 A 9,9 CM (A); E DE 10 A 14,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	113
FIGURA E2	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS DE 15 A 19,9 CM (A); E DE 20 A 24,9 CM (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	114
FIGURA E3	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA A CLASSE DIAMÉTRICA MAIOR OU IGUAL QUE 25 CM PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	115
FIGURA E4	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DE IDADE DE 6 A 9 ANOS (A); E DE 10 A 12 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS TESTADOS.....	116
FIGURA E5	VOLUMES REAIS E ESTIMADOS PELOS MODELOS POLINOMIAIS NÃO-SEGMENTADOS PARA AS CLASSES DE IDADE DE 13 A 15 ANOS (A); E DE 16 A 19 ANOS (B) PARA OS TRÊS MODELOS AJUSTADOS.....	117

RESUMO

Este estudo foi realizado com os objetivos de: 1) avaliar a acuracidade de três modelos polinomiais não-segmentados para estimar diâmetros e volumes ao longo do fuste de *Mimosa scabrella* por classe diamétrica e idade, e para o conjunto total dos dados; 2) verificar se o melhor modelo para estimar os diâmetros é também o melhor para estimar os volumes; 3) validar os modelos polinomiais de melhor acuracidade para a estimativa dos volumes com as árvores cubadas por meio da técnica de deslocamento de água (xilômetro); 4) avaliar as equações de afilamento para estimar volumes de múltiplos produtos da madeira de *Mimosa scabrella*; 5) testar a possibilidade de agrupar os modelos nas diferentes classes de idade pelo teste de identidade. A base de dados foi composta por 174 árvores de *Mimosa scabrella*, onde 121 árvores foram cubadas pelo método de Hohenadl com dez seções e 53 árvores pelo método do deslocamento de água (xilômetro), obtidas na Região Metropolitana de Curitiba/PR. As 121 árvores foram divididas em 5 classes diamétricas e 4 classes de idade. Procedeu-se ao ajuste de três modelos não-segmentados para cada classe diamétrica e de idade, e para o conjunto total dos dados. Os modelos não-segmentados testados foram o de Schöepfer (1966), o de Hradetzky (1976) e o de Kozak, Munro e Smith (1969). A acuracidade dos modelos testados para as estimativas foi avaliada pelas seguintes estatísticas: análise gráfica dos resíduos, coeficiente de determinação corrigido (R^2), erro padrão da estimativa (Syx%) e análise gráfica dos perfis médios utilizadas apenas para verificar se os ajustes são satisfatórios de maneira geral. Complementando, foram calculadas as seguintes estatísticas: desvio (D), desvio padrão das diferenças (SD), soma do quadrado dos resíduos relativo (SQRR) e porcentagem dos resíduos (RP) com o fim de se ter uma análise mais detalhada do desempenho das estimativas ao longo de todo o fuste. A partir dessas estatísticas complementares elaborou-se um “ranking” para detectar o modelo que propiciou estimativas mais acuradas de diâmetros e volumes ao longo do fuste. Os volumes das 53 árvores xilometradas foram então estimadas pela equação de melhor acuracidade tanto para os dados agrupados por classe de diâmetro e de idade, como para o conjunto total. Os volumes estimados dessas 53 árvores foram comparados com seus respectivos volumes reais pelo teste de qui-quadrado (χ^2). O sortimento foi feito para idades individuais e agrupadas pelas equações de melhores ajustes para a estimativa de volumes, e posteriormente extrapolados para o hectare. Na tentativa de agrupamento das classes de idade utilizou-se o teste de identidade, possibilitando fazer 11 combinações. Analisando-se os resultados concluiu-se que a equação de Hradetzky (1976) foi o melhor tanto para estimativa dos diâmetros como dos volumes, em quase todas as classes diamétrica e de idade, e o melhor para o conjunto total dos dados. A equação de Kozak et al (1969) apresentou tendenciosidade tanto nas estimativas dos diâmetros como dos volumes para todas as classes e para o conjunto total dos dados. No teste da validação verificou-se que as equações de afilamento de melhor desempenho para cada classe de diâmetro, de idade e para o conjunto total dos dados resultaram em estimativas não tendenciosas de volumes e que, portanto, podem ser utilizadas para o sortimento de madeira. Em geral os sortimentos obtidos apresentaram

grande variação entre e dentro das idades, causado pela oscilação da razão altura/diâmetro. O teste de identidade para todos os três modelos testados mostrou que se pode agrupar as classes de idade 13 a 15 com a de 16 a 19 anos. As classes de 6 a 9 anos e 10 a 12 anos, somente pode ser agrupadas para os modelos de 5º Grau e para o modelo de Kozak.

Palavras-chave: Funções de afilamento, polinômio não-segmentado, validação de modelos, sortimento, teste de identidade.

ABSTRACT

This study was accomplished with the following objectives: 1) to evaluate the accuracy of non-segmented polynomial models to estimate diameters and volumes along the stem of *Mimosa scabrella*, by diameter class, by age, and by the total of the data; 2) to verify if the best model to estimate diameters is also the best to estimate volumes; 3) to proceed the validation of the models of better accuracy for volume estimate with trees cubed through the technique of water displacement (xilometer); 4) evaluation of the taper equations to estimate volumes of multiple products of *Mimosa scabrella* wood; 5) to test the possibility of grouping the models in the different age classes through the identity test. The data base was composed by 174 trees of *Mimosa scabrella*, where 121 trees were cubed by the method of Hohenadl with ten sections and 53 trees by the method of water displacement (xilometer). All sample trees came from the Metropolitan Area of Curitiba/PR. The 121 trees were divided in 5 diameter classes and 4 age classes. It was proceeded the adjustment of three non-segmented taper models for each diameter class, for age class and for the total group of data. The tested non-segmented models were those from Schöepfer (1966), Hradetzky (1976) and Kozak, Munro and Smith (1969). The accuracy of the tested models for the estimates was evaluated through the following statistics: graphic analysis of residual adjusted R^2 , standard error of estimate in percentage (Syx%) and graphic analysis of average profiles, just used to verify if the fittings are satisfactory in a general way. Complementary the following statistics were calculated: deviation (D), standard deviation of the differences (SD), summ of squares of relative residues (SQRR) and percentage of residues (RP) in order to have a detailed analysis of the performance of estimates along of the whole stem. Starting from these complement sy statistics a ranking was performed to detect the model that propitiated more accurated estimates of diameter sand volumes along the stem. The volumes of the 53 xilometered trees were then estimated through the equation of better performance for the grouped data by diameter class and by age, as for the total of trees. The estimated volumes of these 53 trees were compared with their respective real volumes through the χ^2 estatistic. The assortment was done for individual ages and for grouped ages through the better fittings equations for volumes estimates, and later on extrapolated to hectare. In the attempt of grouping of the classes of age the identity test was used, facilitating to do 11 combinations. After the analysis it was concluded that the model from Hradetzky (1976) was the best for estimating diameters will as estimating volumes, in almost all diameter classes and ages. It was also the best for the total data set. The model from Kozak et al. (1969) presented bias estimating diameters and volumes for all classes and for the total data set. The validation test proved that taper equations of best performance for diameter estimation along the estem ware also the best for volume estimation. Therefore they can be used to do the assortment. In general the obtained assortments presented great variation among and inside of the ages, caused by the oscillation of the reason height/diameter The identity test for the three tested models showed that they can be grouped for the age classes 3 and 4. the age classes 1 and 2 only can be grouped for the 5° degree and for the Kozak models.

Key-words: Taper models, non-segmented polynomial model, validation of models, assortment, identity test.