

ULISSES SILVA DA CUNHA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE UMA FLORESTA
TROPICAL ÚMIDA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Comissão Examinadora,
como requisito parcial para obtenção do Título de
"Mestre em Ciências Florestais - M.Sc.". Curso de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de
Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador : Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado

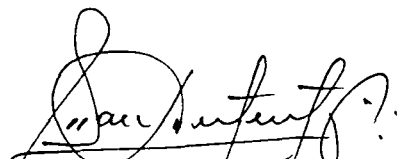
**CURITIBA
1995**

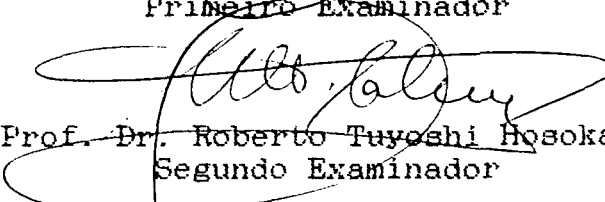
MINISTERIO DA EDUCACAO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS
COORDENACAO DO CURSO DE POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

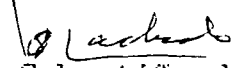
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **ULISSES SILVA DA CUNHA**, sob o título **ANALISE DA ESTRUTURA DIAMETRICA DE UMA FLORESTA TROPICAL UMIDA DA AMAZONIA BRASILEIRA**, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Area de concentração em **MANEJO FLORESTAL**. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com média final: (9,3), correspondente ao conceito: (A).

Curitiba, 17 de fevereiro de 1995


Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa
Segundo Examinador


Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado
Orientador e Presidente da Banca



*Aos meus irmãos e irmãs,
amigos e parentes,*

Ofereço.

*Ao pai e amigo, Severino Rodrigues da Cunha(†,
12-03-68), pelo exemplo de solidariedade e à
minha mãe, Maria do Carmo Silva, pelos
anos de luta ao nosso lado,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Sebastião do Amaral Machado que, na qualidade de orientador colaborou diretamente na obtenção dos dados e pelo modo sempre paciente e seguro com que me orientou neste trabalho, demonstrando dedicação, interesse e amizade na tarefa de orientação.

Aos Professores Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa e Dr. Afonso Figueiredo Filho, pela amizade, estímulo e especial colaboração prestada no comitê de orientação.

Ao Prof.^o Dr. Paulo Luiz Contente de Barros da FCAP e ao Diretor do Departamento de Recursos Naturais da SUDAM, Prof. Francisco das Chagas Uchôa Guerra pela disponibilidade dos dados da presente pesquisa.

Aos Professores Dr. Anselmo Chaves Neto do Departamento de Estatística e Dr. Raimundo J. B. de Sampaio do Departamento de Matemática, pelo apoio constante nas áreas de suas especialidades e pela amizade durante a realização do curso.

À prof.^a M.Sc. Sueli Ruiz Giolo, pelas informações e incentivo referentes a elementos de análise estatística.

Aos colegas Professores do Departamento de Ciências Florestais da FUA pelo desdobramento de atividades assumidas durante a minha ausência.

Ao Prof.^o M.Sc. William Thomaz Wendling pela colaboração na reestruturação do programa Basic, a qual permitiu a leitura dos dados armazenados em arquivo ASCII.

Ao Prof.º M.Sc. Luiz Joaquim Bacelar de Souza, pela amizade e solicitude em todos os momentos.

Ao Prof.º M.Sc. José Brandão de Moura, pela amizade, companheirismo, relevantes contribuições e qualidades cristãs.

Aos amigos Ademir José Cavalli e Cândido Skóra pela colaboração e apoio em termos de infraestrutura domiciliar

Em especial à minha mãe Maria, a quem dedico especial gratidão.

Pelo privilégio da companhia, amizade e lição de vida agradeço à minha mulher Dalva Pereira da Rocha e aos meus filhos Toassys e Tuiakys.

À Fundação Universidade do Amazonas (FUA) que, através do Departamento de Ciências Florestais, permitiu a realização do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná.

Ao amigo e incentivador, Prof.º Dr. Waldenei Travassos de Queiroz pela cordialidade com que forneceu alguns dados adicionais.

Ao pessoal de apoio e direção do Departamento de Pós-Graduação da FUA pelo acompanhamento da bolsa de estudo concedida pelo programa MEC/CAPES/PICD.

À Bibliotecária Liliana Luisa Pizzolato e demais funcionárias da Biblioteca de Ciências Agrárias, pelo modo cordial e gentil com que sempre apoiaram as constantes solicitações a empréstimos de livros e orientaram sobre normas para apresentação de trabalhos, inclusive as consultas a fontes bibliográficas.

Aos demais professores, colegas de curso e funcionários que prestaram a sua colaboração de maneira direta ou indireta.

BIOGRAFIA

ULISSES SILVA DA CUNHA, filho de Severino Rodrigues da Cunha (†) e Maria do Carmo Silva, nasceu em Manaus, Estado do Amazonas, Brasil, no dia 10 de Fevereiro de 1959.

Concluiu o curso ginásial em 1975 no SENAI – AM e o colegial em 1978 na Escola Técnica Federal do Amazonas – ETFA.

Em 1981 iniciou o curso de Engenharia Florestal pela Universidade do Amazonas, sendo transferido em 1983 para a Universidade Federal do Paraná, onde graduou-se em 1987 com o título de Engenheiro Florestal.

Em 1989 ingressou na Universidade do Amazonas através de concurso público, onde exerce atividades na área de Manejo Florestal voltadas para o Ensino, Pesquisa e Extensão junto ao Departamento de Ciências Florestais.

Iniciou em março de 1992, na Universidade Federal do Paraná, o curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal a nível de mestrado com concentração em Manejo Florestal, onde concluiu os requisitos para obtenção do grau de "Mestre em Ciências Florestais – M.Sc." em Fevereiro de 1995.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvii
RESUMO	xix
ABSTRACT	xx
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 DIÂMETRO	4
2.2 TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO	6
2.3 COMPARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÕES	10
2.4 PRINCÍPIOS DA DINÂMICA SUCESSIONAL DE FLORESTAS MULTIANAS	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 LOCALIZAÇÃO	14
3.2 INFRAESTRUTURA	14
3.3 BASE DE DADOS	16
3.3.1 Definição dos grupos de espécies	20
3.4 CLIMA	23
3.5 RELEVO	23
3.6 SOLO	24
3.7 VEGETAÇÃO	24
3.8 DISTRIBUIÇÕES UNIVARIADAS CONTÍNUAS	28
3.9 MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO	31
3.9.1 Modelo BETA	31
3.9.2 Modelo WEIBULL	34
3.9.3 Modelo EXPONENCIAL	38

3.10	ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DOS MODELOS	39
3.11	CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS MODELOS	44
3.11.1	Soma de quadrado de resíduos	44
3.11.2	Análise gráfica de resíduos “ studentizados”	45
3.11.3	Análise da acuracidade	49
3.12	PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	50
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1	GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 1	60
4.2	GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 1	63
4.3	GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 1	66
4.4	GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 2	69
4.5	GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 2	72
4.6	GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 2	75
4.7	GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 3	78
4.8	GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 3	81
4.9	GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 3	84
4.10	GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES	87
4.11	GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES	90
4.12	GRUPO MISTO COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES	93
5	CONCLUSÃO	98
5.1	GRUPO ALELOPÁTICO	100
5.2	GRUPO COMERCIAL	101
5.3	GRUPO MISTO	102
	RECOMENDAÇÕES	103
	ANEXO	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO ALELOPÁTICO POR QUALIDADE DE FUSTE	27
TABELA 3.2 – AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO COMERCIAL POR QUALIDADE DE FUSTE	27
TABELA 3.3 – AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO MISTO POR QUALIDADE DE FUSTE	28
TABELA 4.1 – ALGUMAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DA VARIÁVEL DAP (cm), SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES . . .	55
TABELA 4.2 – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL, BETA E EXPONENCIAL, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES	57
TABELA 4.3a – RESULTADOS DE SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS POR MODELO, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES	58
TABELA 4.3b – RESULTADOS DE SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS POR MODELO, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES	58
TABELA 4.4 – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE QUALIDADE 1 VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS	96
TABELA 4.5 – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE QUALIDADE 2 VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS	96
TABELA 4.6 – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE QUALIDADE 3 VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS	97
TABELA 4.7 – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE TODAS AS QUALIDADES VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS . . .	97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – POSIÇÃO GEOGRÁFICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL.	15
FIGURA 3.2 – CROQUIS DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA II (1000 HA), EM PRIMEIRO PLANO. POSIÇÃO DOS TALHÕES (100 HA) COM RESPECTIVAS UNIDADES DE AMOSTRAS, BEM COMO DETALHES DO SENTIDO DE CAMINHAMENTO DENTRO DOS TALHÕES, EM SEGUNDO PLANO	17
FIGURA 3.3 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE TALHÕES (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO	22
FIGURA 3.4 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPÁTICO	25
FIGURA 3.5 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL	26
FIGURA 3.6a – FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE – BETA	32
FIGURA 3.6b – FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE – BETA	32
FIGURA 3.7 – FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE – WEIBULL, ASSUMINDO-SE O PARÂMETRO ESCALA $\eta = 1$	34
FIGURA 3.8 – FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE – EXPO- NENCIAL	38
FIGURA 3.9 – LAYOUT BÁSICO DE UMA TABELA WHAT – IF DE TRÊS VARIÁVEIS	51
FIGURA 4.1 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA16	60
FIGURA 4.2 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA18	60
FIGURA 4.3 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA10	60
FIGURA 4.4 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA12	60
FIGURA 4.5 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA16, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	61
FIGURA 4.6 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA18, AJUSTADA PELO MODELO BETA	61
FIGURA 4.7 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA10, AJUSTADA PELO MODELO BETA	61

FIGURA 4.8 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA12, AJUSTADA PELO MODELO BETA	61
FIGURA 4.9a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	62
FIGURA 4.9b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	62
FIGURA 4.10 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC16	63
FIGURA 4.11 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC18	63
FIGURA 4.12 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC10	63
FIGURA 4.13 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC12	63
FIGURA 4.14 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC16, AJUSTADA PELO MODELO BETA	64
FIGURA 4.15 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC18, AJUSTADA PELO MODELO BETA	64
FIGURA 4.16 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC10, AJUSTADA PELO MODELO BETA	64
FIGURA 4.17 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC12, AJUSTADA PELO MODELO BETA	64
FIGURA 4.18a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	65
FIGURA 4.18b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	65
FIGURA 4.19 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM16	66
FIGURA 4.20 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM18	66
FIGURA 4.21 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM10	66
FIGURA 4.22 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM12	66
FIGURA 4.23 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM16, AJUSTADA PELO MODELO BETA	67
FIGURA 4.24 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM18, AJUSTADA PELO MODELO BETA	67

FIGURA 4.25 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM10, AJUSTADA PELO MODELO BETA	67
FIGURA 4.26 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM12, AJUSTADA PELO MODELO BETA	67
FIGURA 4.27a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	68
FIGURA 4.27b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	68
FIGURA 4.28 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA26	69
FIGURA 4.29 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA28	69
FIGURA 4.30 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA20	69
FIGURA 4.31 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA22	69
FIGURA 4.32 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA26, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	70
FIGURA 4.33 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA28, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	70
FIGURA 4.34 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA20, AJUSTADA PELO MODELO BETA	70
FIGURA 4.35 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA22, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	70
FIGURA 4.36a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA2, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	71
FIGURA 4.36b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	71
FIGURA 4.37 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC26	72
FIGURA 4.38 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC28	72
FIGURA 4.39 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC20	72
FIGURA 4.40 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC22	72
FIGURA 4.41 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC26, AJUSTADA PELO MODELO BETA	73

FIGURA 4.42 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC28, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	73
FIGURA 4.43 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC20, AJUSTADA PELO MODELO BETA	73
FIGURA 4.44 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC22, AJUSTADA PELO MODELO BETA	73
FIGURA 4.45a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC2, UTILIZANDO-SE O MODELO EXPONENCIAL COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	74
FIGURA 4.45b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	74
FIGURA 4.46 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM26	75
FIGURA 4.47 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM28	75
FIGURA 4.48 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM20	75
FIGURA 4.49 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM22	75
FIGURA 4.50 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM26, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	76
FIGURA 4.51 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM28, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	76
FIGURA 4.52 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM20, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	76
FIGURA 4.53 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM22, AJUSTADA PELO MODELO BETA	76
FIGURA 4.54a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM2, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	77
FIGURA 4.54b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	77
FIGURA 4.55 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA36	78
FIGURA 4.56 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA38	78
FIGURA 4.57 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA30	78
FIGURA 4.58 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA32	78

FIGURA 4.59 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA36, AJUSTADA PELO MODELO BETA	79
FIGURA 4.60 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA38, AJUSTADA PELO MODELO BETA	79
FIGURA 4.61 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA30, AJUSTADA PELO MODELO BETA	79
FIGURA 4.62 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA32, AJUSTADA PELO MODELO BETA	79
FIGURA 4.63a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	80
FIGURA 4.63b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm	80
FIGURA 4.64 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC36	81
FIGURA 4.65 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC38	81
FIGURA 4.66 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC30	81
FIGURA 4.67 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC32	81
FIGURA 4.68 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC36, AJUSTADA PELO MODELO BETA	82
FIGURA 4.69 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC38, AJUSTADA PELO MODELO BETA	82
FIGURA 4.70 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC30, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	82
FIGURA 4.71 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC32, AJUSTADA PELO MODELO BETA	82
FIGURA 4.72a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	83
FIGURA 4.72b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	83
FIGURA 4.73 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM36	84
FIGURA 4.74 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM38	84
FIGURA 4.75 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM30	84

FIGURA 4.76 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM32	84
FIGURA 4.77 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM36, AJUSTADA PELO MODELO BETA	85
FIGURA 4.78 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM38, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	85
FIGURA 4.79 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM30, AJUSTADA PELO MODELO BETA	85
FIGURA 4.80 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM32, AJUSTADA PELO MODELO BETA	85
FIGURA 4.81a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	86
FIGURA 4.81b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	86
FIGURA 4.82 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GA_6	87
FIGURA 4.83 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GA_8	87
FIGURA 4.84 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GA_0	87
FIGURA 4.85 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GA_2	87
FIGURA 4.86 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_6, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	88
FIGURA 4.87 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_8, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	88
FIGURA 4.88 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_0, AJUSTADA PELO MODELO BETA	88
FIGURA 4.89 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_2, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL	88
FIGURA 4.90a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O GRUPO GA_, UTILIZANDO-SE O MODELO EXPONENCIAL COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	89
FIGURA 4.90b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O GRUPO GA_, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	89
FIGURA 4.91 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GC_6	90
FIGURA 4.92 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GC_8	90

FIGURA 4.93 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GC_0	90
FIGURA 4.94 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GC_2	90
FIGURA 4.95 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_6, AJUSTADA PELO MODELO BETA	91
FIGURA 4.96 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_8, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	91
FIGURA 4.97 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_0, AJUSTADA PELO MODELO BETA	91
FIGURA 4.98 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_2, AJUSTADA PELO MODELO BETA	91
FIGURA 4.99a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O GRUPO GC_, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	92
FIGURA 4.99b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC_, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	92
FIGURA 4.100 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GM_6	93
FIGURA 4.101 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GM_8	93
FIGURA 4.102 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GM_0	93
FIGURA 4.103 – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO GRUPO GM_2	93
FIGURA 4.104 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_6, AJUSTADA PELO MODELO BETA	94
FIGURA 4.105 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_8, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL	94
FIGURA 4.106 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_0, AJUSTADA PELO MODELO BETA	94
FIGURA 4.107 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_2, AJUSTADA PELO MODELO BETA	94
FIGURA 4.108a – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O GRUPO GM_, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	95
FIGURA 4.108b – DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O GRUPO GM_, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

d = diâmetro à altura do peito (DAP)

d_i = i-ésimo DAP observado

d_o = menor DAP observado

d_m = maior DAP observado

$\bar{d}_i$ = DAP médio da classe i

CAP – circunferência à altura do peito

CD6, CD8, CD0, CD2 – centros de classe de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

DA16, DA18, DA10, DA12 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GA1

DA26, DA28, DA20, DA22 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GA2

DA36, DA38, DA30, DA32 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GA3

DA_6, DA_8, DA_0, DA_2 – centros de classe e respectivas amplitudes para o grupo GA_

DC16, DC18, DC10, DC12 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GC1

DC26, DC28, DC20, DC22 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GC2

DC36, DC38, DC30, DC32 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GC3

DC_6, DC_8, DC_0, DC_2 – centros de classe e respectivas amplitudes para o grupo GC_

DM16, DM18, DM10, DM12 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GM1

DM26, DM28, DM20, DM22 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GM2

DM36, DM38, DM30, DM32 – centros de classe e respectivas amplitudes para o subgrupo GM3

DM_6, DM_8, DM_0, DM_2 – centros de classe e respectivas amplitudes para o grupo GM_

GA16, GA18, GA10, GA12 – subgrupo alelopático com fustes de qualidade 1 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GA26, GA28, GA20, GA22 – subgrupo alelopático com fustes de qualidade 2 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GA36, GA38, GA30, GA32 – subgrupo alelopático com fustes de qualidade 3 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GA_6, GA_8, GA_0, GA_2 – grupo alelopático com classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GC16, GC18, GC10, GC12 – subgrupo comercial com fustes de qualidade 1 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GC26, GC28, GC20, GC22 – subgrupo comercial com fustes de qualidade 2 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GC36, GC38, GC30, GC32 – subgrupo comercial com fustes de qualidade 3 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GC_6, GC_8, GC_0, GC_2 – grupo comercial com classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GM16, GM18, GM10, GM12 – subgrupo misto com fustes de qualidade 1 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GM26, GM28, GM20, GM22 – subgrupo misto com fustes de qualidade 2 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GM36, GM38, GM30, GM32 – subgrupo misto com fustes de qualidade 3 e classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

GM_6, GM_8, GM_0, GM_2 – grupo misto com classes diamétricas de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm

G_ALELOPÁTICO – grupo alelopático

G_COMERCIAL – grupo comercial

G_MISTO – grupo misto

N_{obs} = número de árvores observadas

N_{est} = número de árvores estimadas

SAS – Statistical Analysis System

STATGRAPHICS – Statistical Graphics System

RESUMO

Neste trabalho utilizou-se 7 595 árvores reunidas em 189 espécies com DAP ≥ 45 cm, obtidas de 4 talhões de 100 ha do planalto da Estação Experimental de Curuá-Una, por ocasião da realização de um inventário florestal em 1990. O objetivo principal consistiu da análise da estrutura diamétrica de 3 grupos de espécies por qualidade de fuste, onde testou-se os modelos WEIBULL, BETA e EXPONENCIAL contra 4 amplitudes diferentes de classes de DAP (6, 8, 10 e 12 cm), a fim de se avaliar o comportamento do ajuste dos modelos em relação a precisão das estimativas do número de árvores por classe diamétrica e unidade de área (400 ha) para cada tipo de amplitude aplicada aos vários grupos. O método da máxima verossimilhança foi usado para estimar os parâmetros dos modelos. Os critérios de seleção dos melhores modelos versus amplitude, foram: i) soma de quadrado de resíduos; ii) análise gráfica de resíduos "studentizados" e, iii) análise da acuracidade. Os resultados apontaram o modelo BETA associado a uma amplitude de 10 cm (4 em 12 grupos) ou 12 cm (6 em 12 grupos), como a melhor combinação capaz de descrever com propriedade a distribuição diamétrica de 10 dos 12 grupos estudados, contra 2 em 12 grupos, favorável ao modelo EXPONENCIAL para a amplitude de 12 cm. O trabalho mostrou que não existiu um único modelo capaz de fornecer estimativas absolutamente acuradas em todas as classes diamétricas. Entretanto, os melhores modelos selecionados dentro de cada grupo, estimaram razoavelmente bem o número de árvores por classe diamétrica e unidade de área.

ABSTRACT

It was used 7 595 trees in this research work comprising 189 tree species with DBH $\geq$ 45 cm, obtained from 4 blocks with 100 ha each, located in the Curuá – Una Experimental Estation, through a complete enumeration forest inventory carried out in 1990. The main objective of the present research was to analyse the diameter structure for 3 species groups, and for 3 stem quality, testing for all combinations, the WEIBULL, BETA and EXPONENTIAL models for 4 different DBH class intervals (6, 8, 10 and 12 cm), aiming to evaluate the fitting behavior of these models in relation to precision of the number of trees estimated for diameter class and area unit (400 ha) for each mentioned combination. The maximum likelihood method was used to estimate the models parameters. The selection criteria of the best models were : i) residual sum of squares; ii) studentized residual graphic analysis; iii) accuracy analysis. The results indicated the BETA model associated to the class interval of 10 cm (4 out 12 groups) or 12 cm (6 out 12 groups), as the best combination able to describe well the diameter distribution of 10 out 12 of the studied groups, against 2 out 12 groups favorable to the EXPONENTIAL model for the class interval of 12 cm. This research showed that there is no a single model able to provide estimates absolutely accurated for all diameter classes. Meanwhile the best selected models within each group, estimated quite well the number of trees by diameter class and unit of area.

1 INTRODUÇÃO

A década de 1950 foi um marco nos estudos florestais da Amazônia, quando a partir de então, passou a ser considerada como fonte de abastecimento de madeira. Os estudos científicos evoluíram de análises meramente descritivas GOUROU (1949) e DUCKE (1954), para trabalhos de levantamentos florestais visando a quantificação de seus recursos (HEINSDIJK, 1956–1961).

Nas décadas mais recentes, surgiram vários trabalhos científicos e ampliaram-se consideravelmente os centros de pesquisas ocupados com o estudo da floresta tropical na Amazônia.

O conceito de distribuição diamétrica em florestas multianas foi estabelecido historicamente pelo Francês LIOCOURT¹, quando em 1898, aplicou o modelo EXPONENCIAL para descrever a distribuição diamétrica de uma floresta nativa, lançando a teoria de que a distribuição diamétrica de florestas heterogêneas comportava-se como distribuição em forma de "J – invertido".

Afirmava LIOCOURT que, para manter o equilíbrio dessa estrutura diamétrica seria necessário manejar a floresta tentando conduzi-la para uma distribuição "balanceada" capaz de induzir a floresta a um nível de produção sustentada.

Desde então, pesquisadores têm usado várias distribuições tanto em florestas nativas quanto em florestas plantadas com relativo grau de sucesso.

No Brasil, os primeiros trabalhos sobre distribuições probabilísticas aplicadas a distribuições diamétricas em florestas tropicais, surgiram no limiar da década de 1980.

¹ De LIOCOURT, F. L'amenagement de Sapinieres. Bull. de la Societe For. Franche, Conte at Belfort. Besnacon, 1898.

BARROS (1980), desenvolveu um estudo sobre distribuições diamétricas da floresta do Planalto – Tapajós, onde utilizou os modelos EXPONENCIAL tipo I e II, POTENCIAL, HIPÉRBOLE, GOFF & WEST de 3º grau, BETA e WEIBULL.

Conhecer a estrutura diamétrica das florestas tropicais é requisito essencial ao planejamento e execução de projetos de manejo. Por ser a variável idade o parâmetro mais importante na descrição do desenvolvimento de uma floresta e de difícil obtenção numa floresta tropical, isso implica que essa dificuldade em se determinar idades numa comunidade clímax com ampla variação de idades como a floresta tropical, deve ser compensada também com análises sobre a estrutura diamétrica.

Apesar da ampla difusão das técnicas desenvolvidas sobre o estudo das distribuições diamétricas em vários países Europeus e Estados Unidos da América, no caso do Brasil e, particularmente da Amazônia, ainda é pequeno o número de trabalhos publicados sobre o assunto.

Considerando que na área estudada serão desenvolvidas atividades de exploração comercial com consequentes alterações sobre a estrutura diamétrica, é importante que a distribuição diamétrica do povoamento manejado não seja drasticamente perturbada a fim de que possa haver um controle efetivo sobre a distribuição de equilíbrio da floresta.

O inventário florestal permite proceder às análises estatísticas das variáveis básicas coletadas nas unidades de amostras. Os procedimentos adotados nos métodos de análises, variam em função dos objetivos e tipo de variáveis quantitativas sob investigação. No caso da análise da estrutura diamétrica, existe o

interesse em descrever a distribuição de frequência do diâmetro através do uso de funções de densidade de probabilidade.

O enfoque desta pesquisa se concentrou na análise da estrutura diamétrica de 3 grupos de espécies, de modo a permitir a geração de informações básicas que pudessem servir ao tipo de regime de manejo planejado para a floresta em estudo.

Foi estudada a distribuição diamétrica por classe de qualidade de fuste de 3 grupos de espécies previamente definidos, com base nos dados do inventário a 100 % das árvores com DAP ≥ 45 cm de 1 000 ha de floresta primária, visando :

- a) Testar 3 modelos para descrever as distribuições diamétricas de grupos e subgrupos de espécies, por classe de qualidade de fuste;
- b) Avaliar a precisão das estimativas com o uso das amplitudes 6, 8, 10 e 12 cm de classes de DAP, no estudo de distribuições diamétricas;
- b) Analisar a estrutura diamétrica dos diferentes grupos e subgrupos de espécies através dos modelos de distribuição testados.

A distribuição diamétrica é um indicador da estrutura do estoque de crescimento e, com alguma experiência, pode-se tirar conclusões sobre a estrutura silvicultural de uma floresta.

Evidentemente que, apenas os estudos descritivos das distribuições diamétricas, são insuficientes como subsídios para projetos de manejo em regime de rendimento sustentado, necessitando de estudo de casos envolvendo diferentes formas de distribuições que melhor se adaptem aos objetivos desse tipo de manejo (BARROS, 1980, f. 107).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DIÂMETRO

A medida de qualquer diâmetro da árvore baseia-se na hipótese de que, em cada ponto de medição, o diâmetro obtido aproxima-se do diâmetro de um círculo.

Em países que usam o sistema métrico o diâmetro das árvores de povoamentos florestais é feito a 1,30 metros acima do nível da base e é abreviado como (*d*) e expresso em centímetros (IUFRO, 1959). Diâmetros em outros pontos do comprimento do fuste são freqüentemente indicados por subscritos : $d_{0.5h}$ = diâmetro na metade da altura total; d_5 = diâmetro a 5 metros do nível da base.

Os diâmetros são qualificados como com casca ou sem casca. Entretanto, quando esta designação é omitida para medidas na altura do peito, como é comum, assume-se que a medida é relativa ao diâmetro com casca.

Existem 4 razões pelas quais o diâmetro (DAP) ou circunferência (CAP) à altura do peito é de particular importância sobre as demais informações coletadas na realização de um inventário florestal (LOETSCH **et al.**, 1973, p. 41, 42) :

- a) É uma variável de fácil acesso e medição;
- b) É o elemento de medida mais importante por servir de base para muitos outros cálculos;
- c) A freqüência de árvores de uma floresta em classes de diâmetro é um resultado essencial advindo do inventário, pela importante base que oferece ao planejamento e aproveitamento econômico das florestas;

- d) A partir do diâmetro à altura do peito (DAP), a área basal do povoamento é calculada pela soma das áreas transversais de todas as árvores, sendo a área basal um importante parâmetro de caracterização da densidade e do estoque em crescimento.

A preferência pelo ponto de medição 1,30 m da base da árvore deve-se a 2 razões :

- a) É uma referência que facilita o trabalho e manuseio dos instrumentos de medição;
- b) Na maioria das florestas de zonas tropicais e temperadas, a variação da forma do fuste próximo à base da árvore, é reduzida na posição 1,30 m, o que não ocorre necessariamente nas árvores com sapopemas, as quais, excedendo a 1,30 m, devem ter seus diâmetros medidos 0,30 m acima deste tipo de formação.

MACHADO (1986, p. 65), cita que para fins de pesquisa em vez de medir-se o DAP é preferível medir-se a CAP, pois este procedimento minimiza o erro de medição. Exemplo, para $DAP = 45$ cm, tem-se $CAP = 141,4$ cm. Enquanto isso, um $DAP = 46$ cm fornece $CAP = 144,5$. Se a CAP anterior fosse de 143,5 cm, o que representa 1 cm a menos, ter-se-ia um $DAP = 45,7$ cm, portanto, apenas 0,3 cm a menos contra 3,1 cm de erro em CAP.

2.2 TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO

Para LOETSCH **et al.** (1973, p. 43), se as árvores de um povoamento forem agrupadas em certos intervalos de diâmetros à altura do peito, obtém-se a distribuição diamétrica. Além das frequências, também a área basal, volume ou incrementos em área basal, em volume e valores monetários podem ser plotados em classes diamétricas.

A distribuição de frequência não estabelece relações entre DAP e certas quantidades como, por exemplo, ALTURA/DAP, mas indica as frequências de variáveis específicas definidas dentro de intervalos de diâmetros.

De acordo com LOETSCH **et al.** (1973, p. 61-63), as distribuições são classificadas em três tipos : unimodal, decrescente e multimodal.

As distribuições unimodais são características de povoamentos equianos. A unimodalidade indica que a regeneração ocorre em ciclos e não continuamente.

As distribuições decrescentes são importantes porque ocorrem em alguns tipos de florestas naturais com alta diversidade de espécies e variação de idades.

As distribuições decrescentes ocorrem principalmente em :

- a) Florestas naturais;
- b) Povoamentos florestais manejados com uma espécie em várias idades;
- c) Povoamentos florestais manejados com várias espécies e idades.

A distribuição diamétrica decrescente pode ser de 3 tipos, em função do decréscimo do número de árvores em classes sucessivas de diâmetro :

Tipo I — O número de árvores por unidade de área decresce nas classes sucessivas de diâmetros em uma progressão geométrica uniforme,

$$n_1 = q \, n_2 = q^2 \, n_3 = \dots = q^{k-1} \, n_k \quad (2.1)$$

Tipo II — O número de árvores por unidade de área decresce nas classes sucessivas de diâmetro em uma progressão geométrica crescente,

$$n_1 > q \, n_2 > q^2 \, n_3 > \dots > q^{k-1} \, n_k \quad (2.2)$$

Tipo III — O número de árvores por unidade de área decresce nas classes sucessivas de diâmetro em uma progressão geométrica decrescente.

$$n_1 < q \, n_2 < q^2 \, n_3 < \dots < q^{k-1} \, n_k \quad (2.3)$$

$$q = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \dots = \frac{n_{k-1}}{n_k} = \text{"quociente de LIOCOURT"} \quad (2.4)$$

onde

n_i = número de árvores por classe de DAP ($i = 1, 2, \dots, k$)

As distribuições multimodais apresentam pouca importância prática nos estudos florestais porque são distribuições forçadas. Podem existir tanto em florestas naturais como em artificiais, onde seja utilizado um sistema de exploração apenas em certas classes diamétricas.

BARROS (1980, f. 7), cita que vários autores dentre os quais LEAK, MEYER e HOUGH, concluíram que os gráficos que relacionam o número de árvores e classes de DAP, descrevem uma curva em forma de "J – invertido" e não em forma de sino, o que constitui uma característica importante de distribuições diamétricas de

florestas multianas.

A terminologia "distribuição balanceada" como definida por (MEYER & STEVENSON, 1943), refere-se ao tipo de distribuição diamétrica cujo número de árvores nas classes diamétricas sucessivas decresce numa progressão constante. Esta distribuição é freqüentemente chamada de distribuição "J", porque quando vista graficamente assemelha-se a uma função de freqüência que decresce suavemente no sentido do menor ao maior diâmetro.

Se a distribuição diamétrica de uma floresta é "balanceada" o logaritmo natural da freqüência de árvores quando plotado em relação as classes de DAP, exibirá um gráfico com aparência linear. Matematicamente, (MEYER & STEVENSON, 1943), definiram a distribuição balanceada como uma função exponencial negativa. Nesta função, a razão entre freqüências de classes diamétricas sucessivas é constante, como proposto originalmente por LIOCOURT em 1898.

Florestas balanceadas não são apenas as florestas virgens ou as florestas manejadas, mas qualquer tipo de floresta que apresente uma quantidade de madeira fina maior que uma quantidade de madeira intermediária e que esta, por sua vez, seja maior do que a quantidade de madeira grossa.

Vale ressaltar que, nem todas as distribuições diamétricas descrevem uma progressão geométrica e, mais ainda, a progressão geométrica constante é mais uma exceção do que uma regra.

A teoria geral e amplamente aceita é de que o número de árvores decresce com o aumento do diâmetro. Outro ponto sobre o qual vários autores divergem em suas conclusões, diz respeito à forma da função decrescente do diâmetro que poderá

resultar ao longo do tempo dependendo de mudanças estacionárias ou mudanças capaz de afetar o equilíbrio das classes diamétricas.

Em contraste com o que postulam MEYER & STEVENSON, onde a função exponencial negativa imporia um decréscimo proporcional constante q , implicando em que os fatores de ingresso, crescimento e mortalidade afetariam todas as classes somente na proporção da sua frequência, GOFF & WEST (1975), hipotetizaram uma visão alternativa sobre o problema, em que as taxas de crescimento e mortalidade não seriam uniformemente relacionadas com as frequências das classes diamétricas.

Assim, GOFF & WEST, sugerem que dependendo da posição sociológica da árvore, essas taxas podem variar e, citam como exemplo, que se uma árvore pertence ao estrato superior ou é uma árvore com a copa senil, maiores taxas de perdas são esperadas do que se pertencesse a um estrato onde os indivíduos são mais vigorosos.

Admitindo-se este segundo postulado como verdadeiro, espera-se que ao plotar as classes diamétricas contra o logaritmo das frequências haja um forte decréscimo nas classes menores, um decréscimo estável nas classes intermediárias e novamente um decréscimo mais acentuado nas classes maiores, caracterizando o que chamaram de distribuição "sigmóide rotacionada".

Uma das razões sugerida por eles, e pelas quais outros não têm observado a distribuição com o aspecto de sigmóide rotacionada, é de que normalmente são utilizadas grandes áreas com características heterogêneas em vez de pequenas áreas de estudo onde seria mais fácil examinar essas diferenças.

Segundo GOFF & WEST, o efeito dessa heterogeneidade conduziria uma série de sigmóides rotacionadas a um perfil de distribuição com o formato de J invertido.

Outra razão apontada por GOFF & WEST, baseia-se no fato de que a maioria dos trabalhos citados na literatura tendem a truncar as distribuições diamétricas abaixo de 20 cm. Isso, eliminaria numerosos indivíduos do estrato inferior com o papel de contribuir no formato da curva de diâmetro.

A esse respeito, WADSWORTH (1977, f. 132), mostrou na sua análise que a teoria da distribuição com a forma de sigmóide rotacionada foi consistente com a distribuição observada e predita.

2.3 COMPARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÕES

De acordo com LOETSCH **et al.** (1973, p. 44, 45), várias comparações exige que as amplitudes de classes sejam iguais e os limites de classes coincidentes. Estas condições são necessárias quando um mesmo objeto está sendo investigado.

Para comparações de diferentes objetos sob investigação, as amplitudes de classes podem ser iguais ou diferentes, mas os limites de classes diferentes.

Transformações das freqüências para intervalos de classes comparáveis podem ser alcançadas aproximadamente pelas médias da curva de freqüências cumulativas.

Deve-se comparar as distribuições não somente pelas quantidades absolutas, mas pelas relações entre as classes de interesse. Freqüências comparáveis podem ser obtidas de várias maneiras :

- a) Pelo uso de valores índices, ou seja, número de troncos por unidade de área, onde elimina-se as diferenças resultantes das variações das populações por áreas;
- b) Usando frequências relativas para comparação, o que permite melhor reconhecimento dos fatores comuns das distribuições diamétricas de frequências de diferentes variáveis;
- c) Pela formulação matemática da distribuição empírica dos diâmetros através de funções com distribuição flexível (objeto da presente pesquisa).

2.4 PRINCÍPIOS DA DINÂMICA SUCESSIONAL DE FLORESTAS MULTIANAS

WASDWORTH & MOSER citados por BARROS (1980, f. 3) descrevem a dinâmica sucessional de povoamentos multianos em solos abertos. No início do processo surgem os primeiros indivíduos com características de espécies pioneiras heliófilas, os quais desenvolvem-se com o passar do tempo formando estratos verticais através da dominância de uns indivíduos sobre outros.

Uma floresta multiana é aquela onde existe um fluxo mais ou menos contínuo de regeneração e na qual o estrato superior é continuamente e gradualmente substituído pelo estrato inferior com a ocorrência de clareiras. Geralmente, para que tais florestas existam, as espécies devem ser capazes de sobreviver no estrato superior até que surja a oportunidade para o estabelecimento do estrato inferior.

O estágio em que existe permuta contínua entre o estrato superior e inferior é

raramente alcançado em muitas florestas por causa de distúrbios. O efeito de distúrbios conduz o desenvolvimento do povoamento para estágios anteriores.

Existe, no entanto, áreas nas quais distúrbios de maior impacto não são freqüentes e as florestas desenvolvem-se até um ponto que pode ser considerado clímax.

Um caso típico são as florestas tropicais úmidas onde o fogo e outros distúrbios maiores são raros. Em tais florestas, o estágio clímax identifica a existência de um ciclo contínuo de permuta dos estratos, sem mudanças diretas na composição das espécies normalmente associadas com a sucessão.

Essa dinâmica de permuta em equilíbrio entre os estratos é, garantida pelo maior número de árvores pequenas em relação ao número de árvores grandes, o que permite compensar as perdas devidas à mortalidade.

Este aspecto foi teorizado por LIOCOURT (1898) e MEYER & STEVENSON (1943), segundo os quais, no caso limite, existirá uma taxa constante de decréscimo de freqüência de árvores entre as sucessivas classes diamétricas. Tais distribuições de freqüência descrevem uma progressão geométrica.

O ingresso contínuo de indivíduos no estrato inferior, limita o espaço de crescimento das árvores novas com o aumento da densidade, proporcionando a eliminação dos elementos com menor capacidade de competição.

A formação de clareiras, permite o estabelecimento de árvores no estrato inferior, o que contribui com a distribuição heterogênea de idades.

A culminação deste processo é uma comunidade onde o ingresso, crescimento e mortalidade constituem-se os fatores básicos do desenvolvimento da estrutura

diamétrica, os quais dependem do meio ambiente, fatores bióticos, composição de espécies e densidade. Deste modo, um povoamento pode ser hipotetizado como o resultado de um processo limite, em que as taxas de ingresso, crescimento e mortalidade alcançaram níveis de estabilidade dentro dos limites impostos pelo meio ambiente.

Assim, os fatores diretamente relacionados com o desenvolvimento de distribuições diamétricas são as taxas de ingresso, crescimento e mortalidade, isto é, as mudanças no número de novos indivíduos do povoamento, incremento do diâmetro e perdas por mortalidade. *Diante de tais condições, a forma da curva das distribuições diamétricas depende das taxas de ingresso e mortalidade.* Essas taxas determinam a proporção de árvores que se deslocam de uma classe para outra em um dado período. Um balanço entre ingresso e mortalidade determina se uma comunidade está aumentando ou diminuindo com o tempo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

A Estação Experimental de Curuá–Una pertence à Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM e, localiza-se no Estado do Pará, a 110 Km de Santarém, sendo 87 Km percorridos pelo Rio Amazonas em direção ao mar e 23 Km subindo o Rio Curuá-Una. Situa-se à margem direita do Rio Curuá-Una, afluente do Rio Amazonas, entre os Rios Tapajós e Xingú, a 50 Km de sua embocadura. Sua posição geográfica é equatorial, com 2° 23' de latitude Sul e 54° 24' de longitude Oeste de GREENWICH (Fig. 3.1).

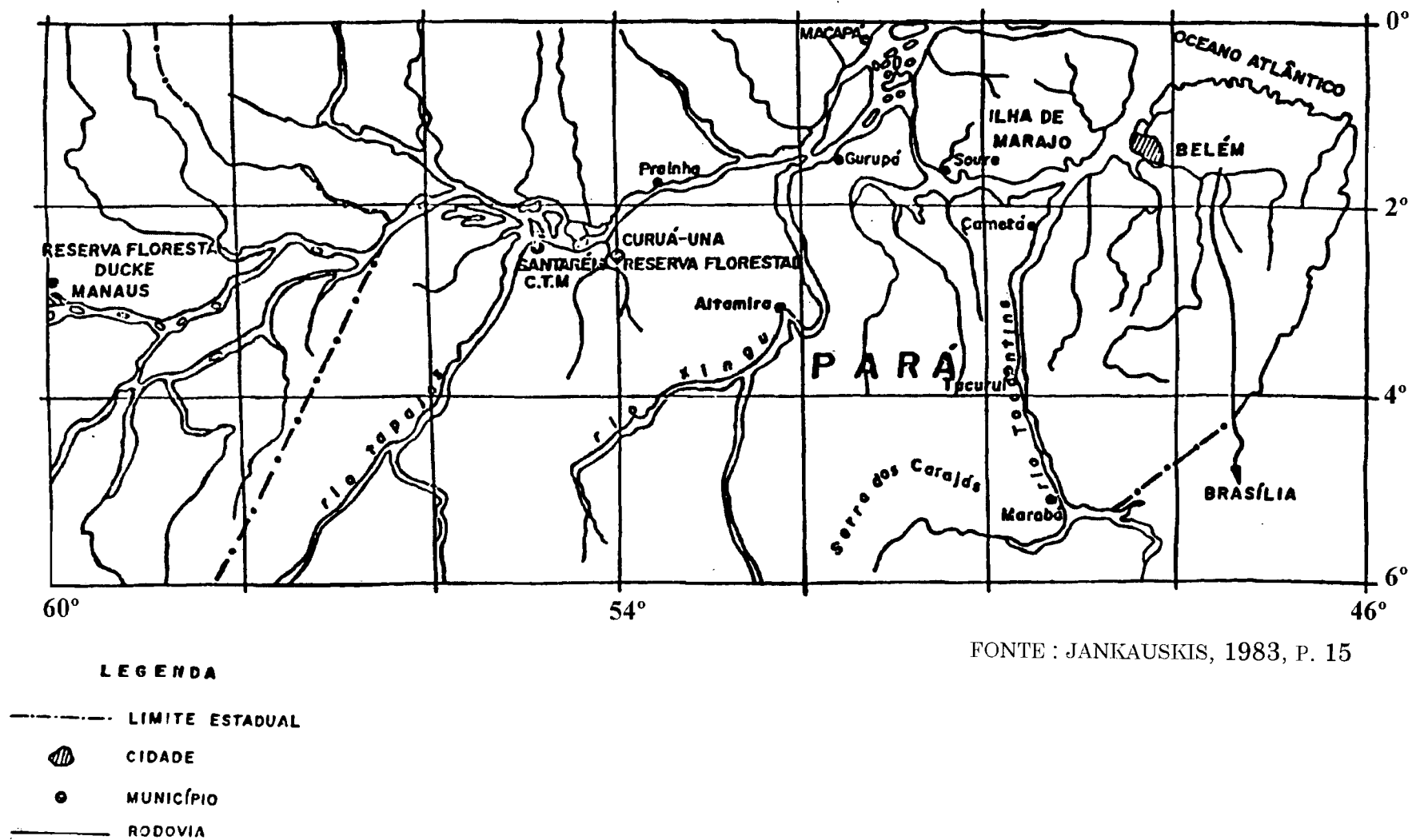
A área atual da Estação Experimental é de 71 250 ha, abrangendo 3 diferentes tipologias : área de Várzea, área de Flanco e área de Planalto.

3.2 INFRAESTRUTURA

O acesso à estação é dependente de transporte hidroviário. No momento da realização deste estudo, a estação dispunha de cerca de 40 Km de estradas florestais transitáveis, para atendimento dos trabalhos.

Além disso, havia uma vila de casas que funcionava como residência para técnicos e trabalhadores, garagem e oficinas para manutenção de equipamentos, um viveiro florestal, disponibilidade de energia elétrica e água encanada.

FIGURA 3.1 — POSIÇÃO GEOGRÁFICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL



FONTE : JANKAUSKIS, 1983, P. 15

3.3 BASE DE DADOS

Até outubro de 1990, a SUDAM havia concluído o inventário florestal em completa enumeração com o levantamento de 100 % das árvores com $DAP_{1.3} \geq 45$ cm da área I e II de 1 000 ha (Fig. 3.2), bem como, o inventário da regeneração natural por sistema de amostragem sistemática para as árvores nas classes de $DAP_{1.3}$ entre 10 – 45 centímetros.

Os dados foram fornecidos pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP representada na pessoa do Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros, de acordo com parecer favorável do Diretor do Departamento de Recursos Naturais – DRN/SUDAM, Prof. Francisco das Chagas Uchôa Guerra.

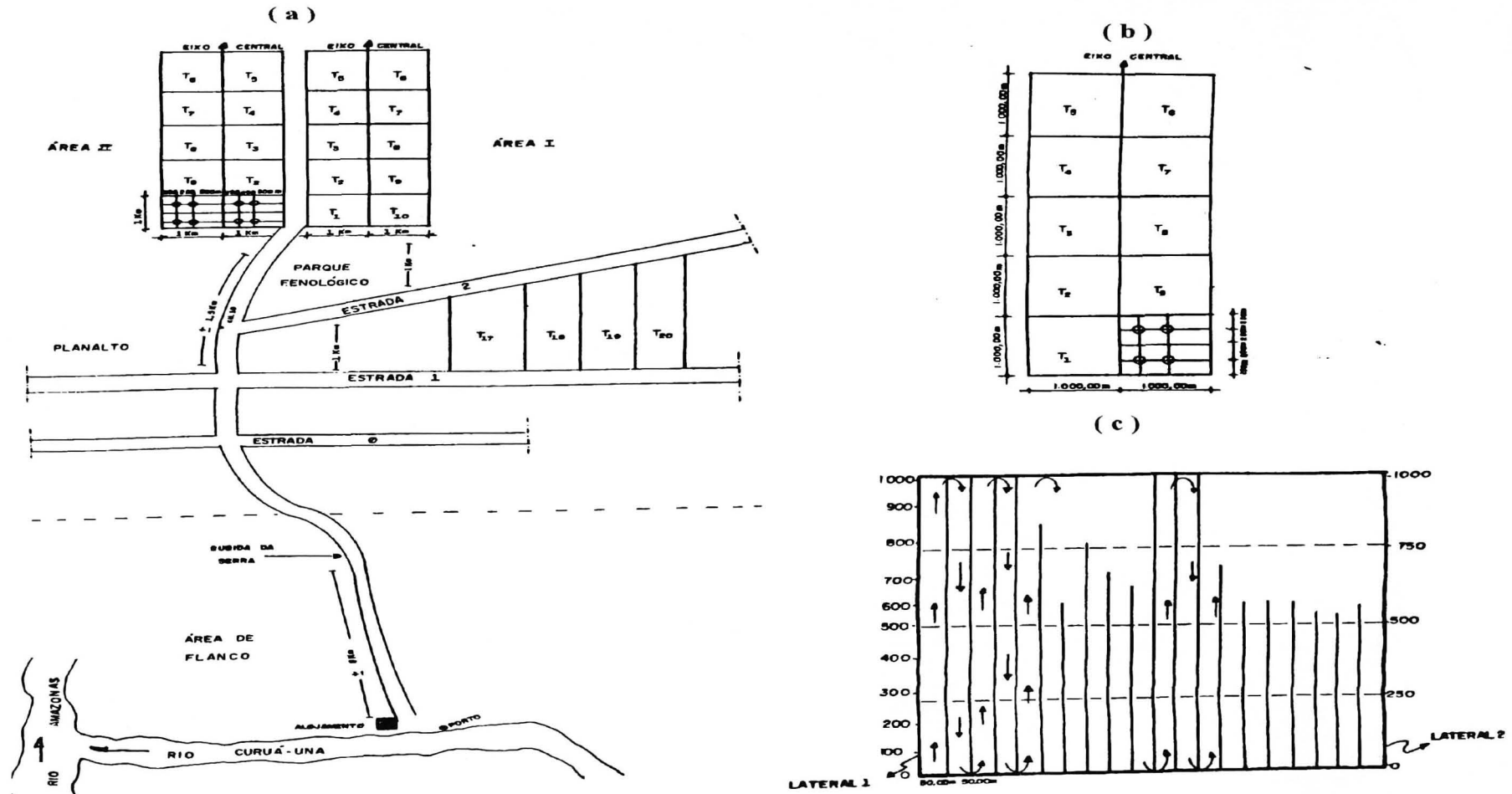
Os dados são procedentes de 4 talhões (1, 6, 8, 10) de 100 ha da área II referida anteriormente. Essa área faz parte do Projeto de Manejo em Regime de Rendimento Sustentado que a SUDAM começou a planificar desde 1988, visando a exploração comercial de 1 000 ha/ano de um total de 5 000 ha.

De acordo com os dados do inventário da área, cada talhão de 100 ha tinha o formato de um quadrado de 1 Km x 1 Km, enquanto a área II de 1 000 ha tinha o formato de um retângulo com 2 Km de largura por 5 Km de comprimento, conforme ilustra a figura 3.2.

A locação dos talhões dentro da área foi orientada por abertura de picadas de ± 3 m de largura, com a retirada de todas as árvores com $DAP \leq 15$ cm, visando permitir a delimitação de cada talhão no interior da área inventariada.

Dentro dos talhões foi necessário realizar a abertura de 3 picadas de ± 2 m de

FIGURA 3.2 — a) CROQUIS DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA II (1000 ha); b) POSIÇÃO DOS TALHÕES (100 ha) E RESPECTIVAS UNIDADES DE AMOSTRAS (10 m X 200 m), c) DETALHES DO SENTIDO DE CAMINHAMENTO DENTRO DOS TALHÕES



largura acompanhado do corte de árvores com $DAP \leq 15$ cm, transversais ao sentido de caminhamento das picadas menores e com extensão de 1 Km cada, distanciadas entre si por uma faixa em linha reta de 250 m. A finalidade das 3 picadas principais era de servir de suporte ao fechamento das picadas menores, construídas a cada 50 m de um dos lados base do talhão e, desse modo, facilitar o acesso aos vários pontos de localização das árvores com $DAP \geq 45$ cm.

Após o término das principais etapas de delimitação de cada talhão, iniciava-se o trabalho de levantamento de campo com inventário a 100% das árvores com $DAP \geq 45$ cm. O levantamento incluiu a determinação das coordenadas de localização de cada árvore, para efeito de elaboração do mapa logístico de cada talhão. Também foi realizado o levantamento de 4 unidades amostrais com formato retangular de 10 m x 200 m com distribuição sistemática nos talhões, onde foram avaliadas e medidas as árvores com $10 \text{ cm} \leq DAP \leq 45 \text{ cm}$.

Apenas as árvores com $DAP \geq 45$ cm foram numeradas em plaquetas de alumínio fixadas com prego a uma altura aproximada de 1,50 m.

Cada árvore foi identificada pelo nome comum por mateiro de grande experiência na região, colocado o seu número de referência em plaquetas de alumínio, determinada suas coordenadas cartesianas de localização no talhão, medido sua circunferência à altura do peito (CAP) usando fita métrica com precisão de ± 1 cm e estimada a sua altura comercial com o auxílio de uma vara de referência de 5 m de comprimento, além da atribuição de uma classificação para qualidade de seu fuste.

O fuste comercial das árvores foi classificado em 3 tipos de qualidade, de

acordo com os seguintes critérios :

- a) Fuste de qualidade 1 (FQ. 1) – fuste reto com forma bem configurada e sem defeitos aparentes, com toras de excelente qualidade para qualquer tipo de aproveitamento.
- b) Fuste de qualidade 2 (FQ. 2) – fuste com ligeiras tortuosidades, presença de pequenos nós ou seção transversal elíptica, porém, com madeira sem defeitos aparentes, capaz de oferecer um bom aproveitamento nas indústrias de transformação como serrarias.
- c) Fuste de qualidade 3 (FQ. 3) – fuste com fortes tortuosidades, deformações visíveis ou apodrecimentos aparentes, ou ainda, árvores mortas em pé, sem aproveitamento econômico em indústrias.

A sequência de numeração das árvores com $DAP \geq 45$ cm, foi feita seguindo o sentido de caminhamento sobre a coordenada Y com extensão de 0 a 1 000 m dentro de faixas de 50 m de largura correspondente ao eixo X.

Com base nessas informações preliminares, foi inicialmente plotado o gráfico da distribuição diamétrica de cada talhão em classes de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm. Examinando as informações desses gráficos, decidiu-se pela utilização dos dados de apenas 4 talhões (1, 6, 8 e 10). O critério envolvido nessa escolha consistiu em selecionar o talhão cujo perfil da distribuição diamétrica, convergisse para o formato de um "J – invertido".

O programa original contendo os dados gravados em linguagem BASIC foi modificado, a fim de permitir que os dados de cada talhão de 100 ha fossem gravados em ASCII, e permitisse a leitura desses dados utilizando-se uma planilha

eletrônica. Foi utilizado apenas os dados amostrados para 100% das árvores com $DAP_{1.3} \geq 45$ cm, contendo basicamente, o código da espécie, CAP, altura comercial e qualidade de fuste.

3.3.1 Definição dos grupos de espécies

Optou-se em organizar o conjunto de dados em 3 grupos de espécies por qualidade de fuste 1, 2, 3 e todas as qualidades de fuste. Essa medida teve como principal finalidade, permitir uma análise particular do comportamento de cada grupo quanto a estrutura diamétrica.

O primeiro grupo composto de 189 espécies foi chamado *GRUPO MISTO*. O segundo grupo formado por 32 espécies foi chamado *GRUPO COMERCIAL*. Por último, o terceiro grupo formado por 16 espécies foi denominado *GRUPO ALELOPÁTICO*.

As expressões abreviadas $G_MISTO \equiv GM_$, $G_COMERCIAL \equiv GC_$ e $G_ALELOPÁTICO \equiv GA_$, referem-se a descrição de cada grupo envolvendo todas as classes de fuste. Além disso, adotou-se abreviaturas para simplificar a linguagem. Por exemplo, a abreviatura GA10 tem o seguinte significado : G=grupo, A=alelopático, 1=fuste de qualidade 1, 0=amplitude 10 cm. A abreviatura GC1 contém as seguintes informações : G=grupo, C=comercial, 1= fuste de qualidade 1, GM_0 é equivalente a G=grupo, M_=misto com todas as qualidades de fuste e 0=amplitude 10 cm e, assim sucessivamente, para as demais abreviaturas similares reportadas no texto.

O interesse em estudar o grupo de espécies alelopáticas foi determinado em

função de informações disponíveis sobre essas espécies através de testes realizados em laboratório pelo convênio 366/87 – SUDAM/FCAP.

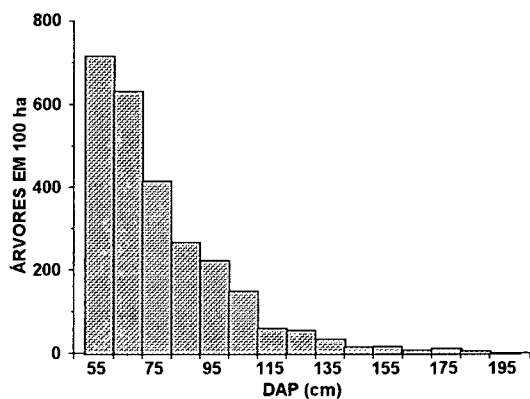
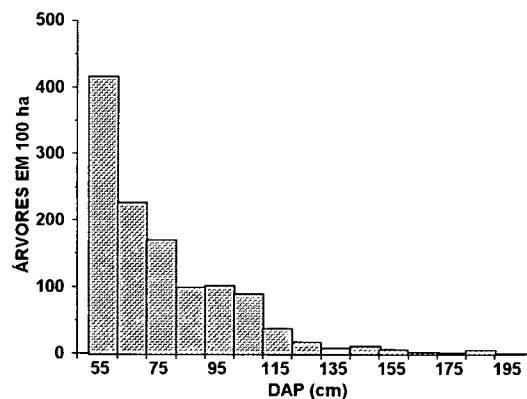
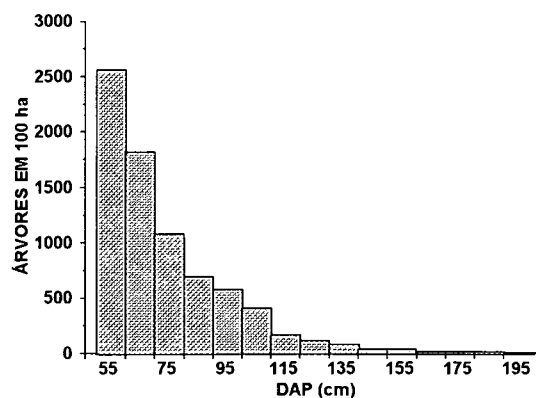
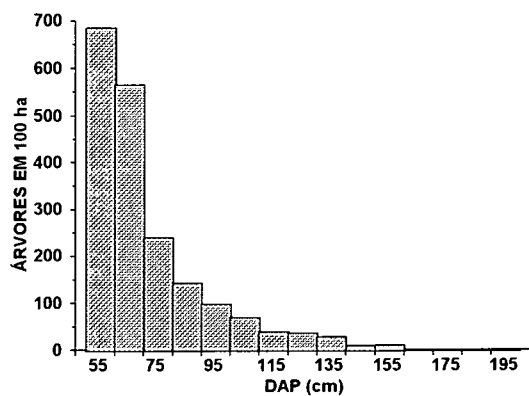
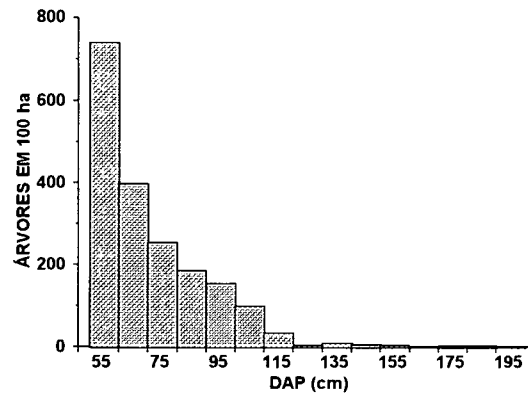
O fator alelopático de algumas espécies é um dos muitos fatores que favorecem o domínio do sub-bosque por determinadas espécies, impedindo o crescimento de outras em função de condições favoráveis de sombreamento, não existência de dormência em suas sementes, maior capacidade de competir, efeitos favoráveis ou não pela composição da matéria orgânica (litter), maior ou menor exigência de umidade no solo, etc.

Os testes avaliaram diferentes graus de inibição do crescimento, utilizando doses relativas de concentração de substâncias inibidoras, o que certamente não corresponde aos mesmos níveis de concentração disponíveis no solo da floresta.

Mesmo assim, apesar da hipótese de menor concentração de substâncias nos solos, comparativamente aos níveis de concentração utilizados nos testes, supõe-se que esta seja suficiente para atuar na composição dos microorganismos responsáveis pelo processo de decomposição do litter e pelo maior ou menor poder de germinação das sementes de determinadas espécies.

Com base na teoria de que os efeitos alelopáticos não são os únicos a afetar os mecanismos de germinação das sementes, esse fator seguramente é de grande importância dentro do sistema, pois, trata-se de uma informação adicional que pode ser utilizada na tomada de decisão sobre o que eliminar no sub-bosque da floresta tropical.

FIGURA 3.3 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE TALHÕES (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 1, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 6, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DOS 400 ha DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 8, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 10, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cm

3.4 CLIMA

Na Estação Experimental de Curuá – Una, assim como em toda a Amazônia, a característica geral é o clima quente e úmido. Entretanto, as condições macroclimáticas de Curuá – Una, traduzem-se pelos seguintes índices :

- a) Temperatura do ar : média anual de 26° C, oscilando entre 25,4 – 27 graus centígrados;
- b) Temperatura máxima : alcança extremos elevados variando de 30° C, nos meses mais chuvosos a 33,1° C nos meses mais secos, com média em torno de 31,2 graus centígrados;
- c) Temperatura mínima oscilando entre 21,9° – 23,1° C, com média anual de 22,6 graus centígrados;
- d) Umidade relativa com média anual de 84 por cento;
- e) Pluviosidade variando de 2 000 a 2 500 milímetros;
- f) Tipo climático segundo THORNTHWAITE B2 WA'a'.

3.5 RELEVO

A topografia da área de estudo é tipicamente de planalto, plana e com a ocorrência de poucos igarapés. A altitude máxima é de 180 m, atingindo 100 m no planalto.

3.6 SOLO

Na área de planalto escolhida pelos Técnicos e Engenheiros da FCAP para realizar o levantamento preliminar do projeto de manejo, predomina o latossolo amarelo, limo – argiloso, de camada profunda, com textura pesada, fortemente ácido ($\text{pH} = 4,5$ a $5,0$), muito lixiviado, com poucos remanescentes no perfil além da sílica, óxido hidratado de ferro e alumínio e argila caulinítica. Apresenta fertilidade natural baixa, problema de fixação de fosfato e uma camada de folhas semi-decompostas sobre o piso florestal.

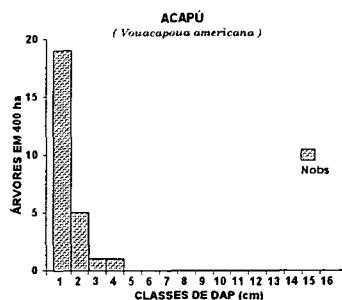
3.7 VEGETAÇÃO

Os vários levantamentos já realizados na Estação Experimental de Curuá-Una, totalizaram em torno de 244 espécies arbóreas identificadas a partir de um diâmetro mínimo de 5 cm de DAP. A área de 1 000 ha que serviu de base de dados para o desenvolvimento do presente trabalho, apresentou 230 espécies típicas de floresta de planalto e 19 447 indivíduos com $\text{DAP} \geq 45$ cm.

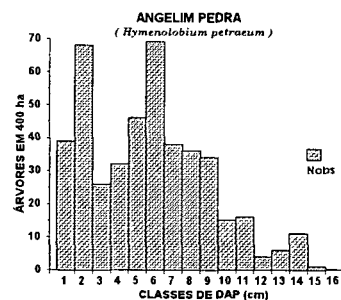
Os 4 talhões de 100 ha em estudo, totalizaram 189 espécies e 7 595 indivíduos com $\text{DAP} \geq 45$ cm. O grupo misto totalizou 7 595 indivíduos com 2 194 na classe de fuste 1, 5 014 na classe de fuste 2 e 387 na classe de fuste 3. O grupo alelopático teve 1 864 indivíduos, sendo 369 na classe de fuste 1, 1 359 na classe de fuste 2 e 136 na classe de fuste 3. O grupo comercial reuniu 4 439 indivíduos distribuídos 1 339 na classe de fuste 1, 2 887 na classe de fuste 2 e 213 na classe de fuste 3. No Anexo 1, pode ser visto os códigos, nomes comuns e científicos e família das espécies.

FIGURA 3.4 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPÁTICO

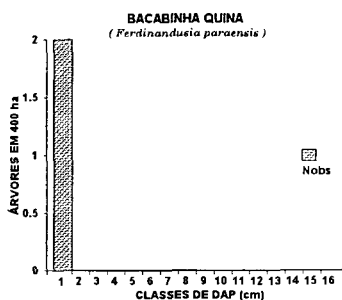
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Vouacapoua americana*,
EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



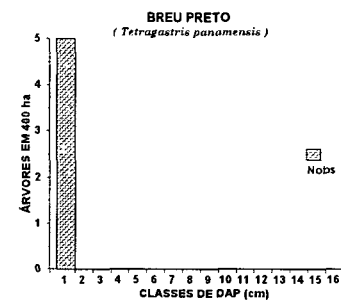
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Hymenolobium petraeum*,
EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



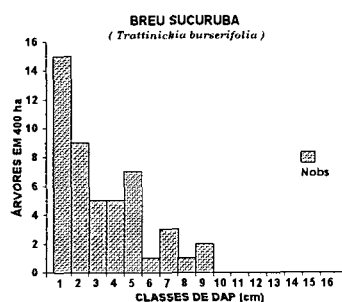
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Ferdinandusia paraensis*,
EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



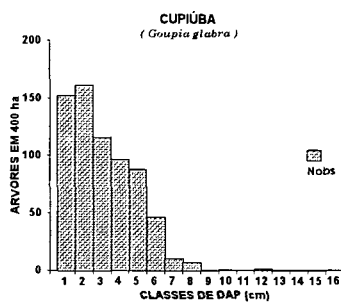
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tetragastris panamensis*,
EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



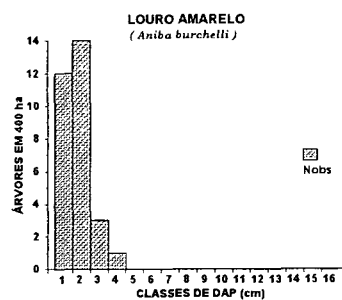
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Trattinickia burserifolia*,
EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Goupia glabra*, EM
CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Aniba burchelli*, EM
CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm



DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Eschweilera odora*, EM
CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

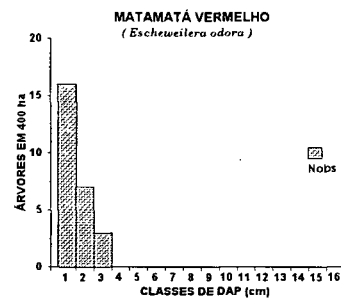
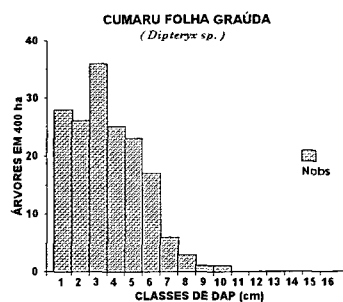
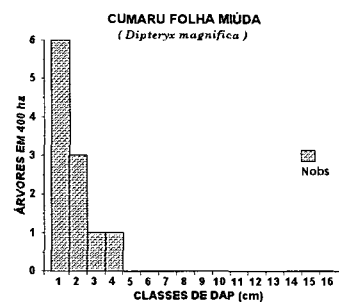
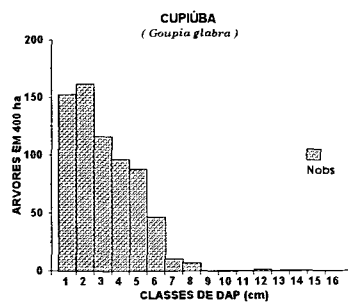
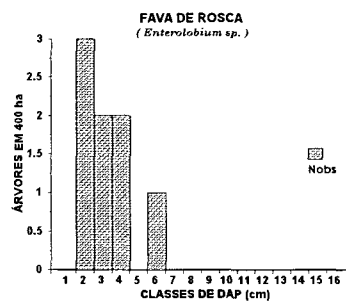
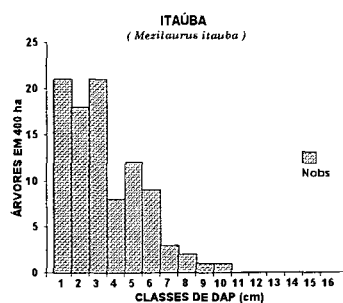
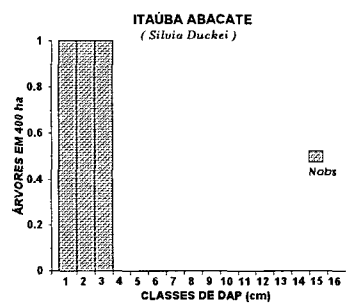
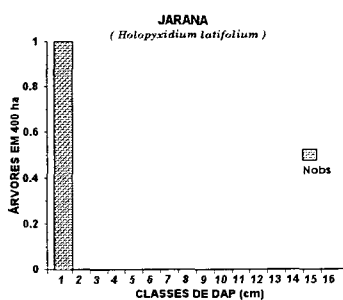
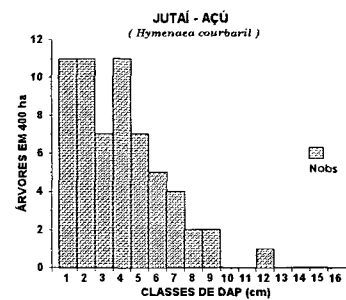


FIGURA 3.5 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Dipteryx* sp, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Dipteryx magnifica*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Goupia glabra*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Enterolobium* sp, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Mezilaurus itauba*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Silvia Duckei*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Holopyxidium latifolium*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmDISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Hymenaea courbaril*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

As tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 apresentam uma síntese das 3 espécies mais abundantes de cada grupo objeto do presente estudo.

TABELA 3.1 — AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO ALELOPÁTICO POR QUALIDADE DE FUSTE

G_ALELOPÁTICO FUSTE 1			G_ALELOPÁTICO FUSTE 2		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Angelim pedra	135	36,6	Cupiúba	531	39,1
Cupiúba	75	20,3	Angelim pedra	294	21,6
Muiráuba folha miúda	72	19,5	Muiráuba folha miúda	205	15,1
TOTAL (369)	282	76,4	TOTAL (1 359)	1 030	75,8
G_ALELOPÁTICO FUSTE 3			G_ALELOPÁTICO		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Cupiúba	71	52,2	Cupiúba	677	36,3
Acapú	22	16,2	Angelim pedra	441	23,7
Muiráuba folha miúda	13	9,6	Muiráuba folha miúda	290	15,6
TOTAL (136)	106	78,0	TOTAL (1 864)	1 408	75,6

TABELA 3.2 — AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO COMERCIAL POR QUALIDADE DE FUSTE

G_COMERCIAL FUSTE 1			G_COMERCIAL FUSTE 2		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Maçaranduba	583	43,5	Maçaranduba	921	31,9
Angelim pedra	135	10,1	Cupiúba	531	18,4
Castanha do pará	134	10,0	Angelim pedra	294	10,2
TOTAL (1 339)	852	63,6	TOTAL (2 887)	1 746	60,5
G_COMERCIAL FUSTE 3			G_COMERCIAL		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Cupiúba	71	33,3	Maçaranduba	1 511	34,0
Cumaru folha graúda	46	21,6	Cupiúba	677	15,3
Acapú	22	10,3	Angelim pedra	441	9,9
TOTAL (213)	139	65,2	TOTAL (4 439)	2 629	59,2

TABELA 3.3 — AS 3 ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES DO GRUPO MISTO POR QUALIDADE DE FUSTE

G_MISTO FUSTE 1			G_MISTO FUSTE 2		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Maçaranduba	583	26,6	Maçaranduba	921	18,4
Angelim pedra	135	6,2	Cupiúba	531	10,6
Castanha do pará	134	6,1	Angelim pedra	294	5,9
TOTAL (2 194)	852	38,9	TOTAL (5 014)	1 746	34,9

G_MISTO FUSTE 3			G_MISTO		
ESPÉCIE	Nobs	%	ESPÉCIE	Nobs	%
Cupiúba	71	18,3	Maçaranduba	1 511	19,9
Cumaru folha graúda	46	11,9	Cupiúba	677	8,9
Rosadinho	24	6,2	Angelim pedra	441	5,8
TOTAL (387)	141	36,4	TOTAL (7 595)	2 629	34,6

3.8 DISTRIBUIÇÕES UNIVARIADAS CONTÍNUAS

Aqui, pretende-se introduzir a notação d_i ($i = 1,2,3,\dots$) para denotar os vários valores diferentes de DAP encontrados : $d_1 = 46$, $d_2 = 58$, $d_3 = 61$ e, assim por diante. E n_k para denotar o número de vezes que os correspondentes valores de d foi encontrado : $n_1 = 89$, $n_2 = 120$, $n_3 = 1\,050$ e, assim por diante.

Uma variável é uma característica que pode assumir qualquer valor de um conjunto de valores. Algumas variáveis são contínuas e podem assumir infinitos valores num intervalo finito. A variável diâmetro utilizada na engenharia florestal, é um exemplo típico de variável aleatória contínua. Outros exemplos de variáveis contínuas são, altura, peso e volume. Assim, no intervalo de classe diamétrica $45\text{ cm} \leq d \leq 55\text{ cm}$, existe uma infinidade de valores desta variável.

Outras variáveis são descontínuas ou discretas e assumem valores inteiros bem definidos. O número de galhos de uma árvore, de árvores de um povoamento ou de troncos por unidade de área são exemplos de variáveis discretas.

Dados de variáveis contínuas são obtidos por medição, enquanto para variáveis discretas são obtidos por contagem. A contagem, consiste em contar a frequência de ocorrências de eventos específicos.

Conforme HUSCH; MILLER; BEERS (1982, p. 12), classes para variáveis contínuas são frequentemente estabelecidas a fim de facilitar o manuseio de dados nas computações. Frequências, podem então ser assinaladas para estas classes. Estas frequências representam a ocorrência ou recorrência de certas medidas de uma variável contínua que teve de ser organizada em grupo ou classe de limites definidos por razão de conveniência.

Dado que, não é possível obter uma distribuição de probabilidades para variáveis aleatórias contínuas, baseada nos mesmos princípios das probabilidades de variáveis discretas, deve-se para tal fim usar a probabilidade acumulada até um diâmetro específico com os dados tabulados em classes diamétricas.

Desta forma, não se pode associar diretamente uma probabilidade a cada valor da variável diâmetro, pois, ao proceder desse modo a probabilidade de um determinado valor será nula.

À medida que aumenta-se o tamanho da amostra de diâmetros, a frequência aproxima-se da probabilidade da variável diâmetro ser menor do que um diâmetro d_i de referência. A frequência relativa tem a importante propriedade de fornecer a estimativa da probabilidade, o que permite associar a cada valor d_i a probabilidade da variável aleatória contínua diâmetro ser menor do que esse valor.

A função que associa a probabilidade aos diversos valores da variável diâmetro (d) denomina-se função de distribuição, ou seja, a função de distribuição

da variável diâmetro d , no ponto d_i , é a probabilidade de d ser menor ou igual a d_i na população.

De um modo geral, indica-se a função de distribuição de diâmetros :

$$F(d_i) = P(d < d_i) \quad (3.1)$$

Para obter a probabilidade da variável diâmetro d num determinado intervalo, procede-se como segue :

$$F[d_i; d_{i+1}] = P(d_i < d < d_{i+1}) = P(d < d_{i+1}) - P(d < d_i) \quad (3.2)$$

exemplo,

$$F[45; 55] = P(45 < d < 55) = P(d < 55) - P(d < 45) \quad (3.3)$$

O símbolo $[45 - 55]$ chama-se intervalo de classe. Os números extremos, 45 e 55 são denominados limites de classe. O número menor, 45, é o limite inferior da classe e o maior, 55, é o limite superior da classe.

A amplitude do intervalo de uma classe é a diferença entre os limites inferior e superior dessa classe e, pode ser denominado simplesmente amplitude, tamanho ou comprimento da classe.

Os intervalos de classe devem ser escolhidos de maneira que seus centros de classe coincidam com dados observados. Esse procedimento tende a diminuir o erro de agrupamento nas análises estatísticas.

O centro de classe é o ponto intermediário da classe e é obtido pela semi-soma entre o limite inferior e superior. Assim, o centro de classe do intervalo $[45 - 55]$ é $(45+55)/2=50$.

3.9 MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO

O principal problema em ajustes de distribuições tem sido a escolha da função de distribuição estatística para descrever as probabilidades de interesse. O critério para escolher uma distribuição é de que a distribuição seja relativamente simples, em termos de ajuste, para obter a estimativa dos parâmetros, suficientemente flexível para ajustar-se a um espectro amplo de formas e facilmente integráveis dentro de vários intervalos de classes e, finalmente, ajustar-se bem a qualquer conjunto de observações (HAFLEY; SCHREUDER, 1977, p. 481).

A escolha equivocada da distribuição de probabilidade associada à variável aleatória diâmetro (d) pode induzir a inferências incorretas sobre a população amostrada.

Os seguintes modelos foram testados, com a finalidade de selecionar e recomendar o melhor, para as condições atuais da floresta.

3.9.1 Modelo BETA

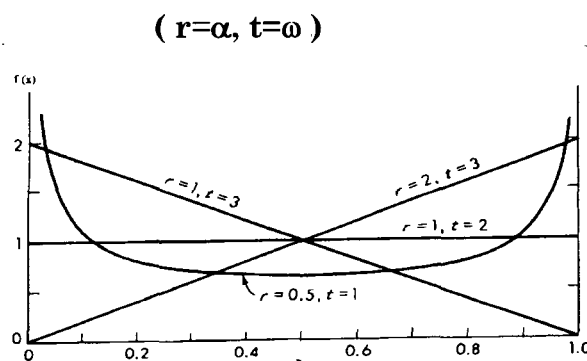
A função densidade de probabilidade BETA BT $(0, 1, \alpha, \omega)$ com parâmetros α e ω , em que α e ω são números reais positivos é dada :

$$f(d) = \frac{1}{B(\alpha, \omega)} \cdot d^{\alpha-1} \cdot (1-d)^{\omega-1} \Rightarrow 0 \leq d \leq 1 \quad (3.4)$$

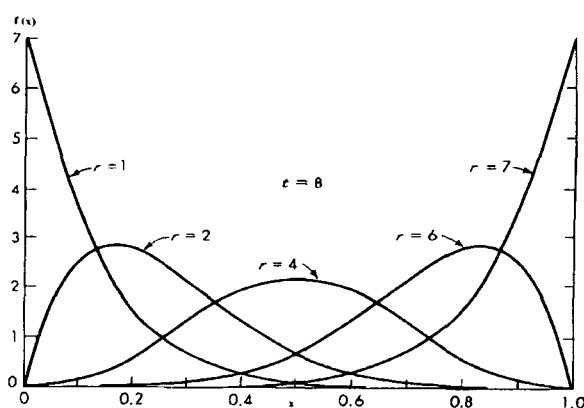
Neste caso, a função de distribuição BETA é dada por :

$$F(d) = \int_0^d \frac{1}{B(\alpha, \omega)} \cdot u^{\alpha-1} \cdot (1-u)^{\omega-1} du \Rightarrow 0 \leq d \leq 1 \quad (3.5)$$

FIGURA 3.6a — FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE – BETA



FONTE : BENJAMIN; CORNEL, 1970, P. 289

FIGURA 3.6b — FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE ($r=\alpha$) – BETA

FONTE : BENJAMIN; CORNEL, 1970, P. 289

Observa-se pelas figuras 3.6a e 3.6b, que a distribuição BETA pode assumir uma ampla variedade de formas simplesmente variando os parâmetros.

A variável de interesse pode ser distribuída dentro do intervalo de 0 a 1. Todavia, é comum a utilização de outros limites de amplitude da variável, digamos de d_a até d_b . Neste caso, a distribuição BETA BT (d_a, d_b, α, ω) é generalizada para :

$$f(d) = \frac{1}{B(\alpha, \omega) \cdot (d_b - d_a)^{\alpha + \omega - 1}} \cdot (d - d_a)^{\alpha - 1} \cdot (d_b - d)^{\omega - 1} \Rightarrow d_a \leq d \leq d_b \quad (3.6)$$

Conseqüentemente, a função de distribuição BETA é calculada através de :

$$F(d) = \int_{d_a}^{d_b} \frac{1}{B(\alpha, \omega) \cdot (d_b - d_a)^{\alpha+\omega-1}} \cdot (d - d_a)^{\alpha-1} \cdot (d_b - d)^{\omega-1} du \Rightarrow d_a \leq d \leq d_b \quad (3.7)$$

A fórmula seguinte aplica-se quando α e ω são números reais quaisquer

$$B(\alpha, \omega) = \int_0^{\infty} \frac{d^{\omega-1}}{(1+d)^{\alpha+\omega}} du = \frac{\Gamma(\alpha) \cdot \Gamma(\omega)}{\Gamma(\alpha + \omega)} \quad (3.8)$$

A fórmula de $B(\alpha, \omega)$ abaixo, aplica-se quando α e ω são valores inteiros

$$B(\alpha, \omega) = \frac{(\alpha-1)! (\omega-1)!}{(\alpha+\omega-1)!} \quad (3.9)$$

MÉDIA DA DISTRIBUIÇÃO BETA

$$E(d) = \frac{\alpha}{\alpha + \omega} \quad \text{ou} \quad E(d) = d_a + \frac{\alpha}{\alpha + \omega} \cdot (d_b - d_a) \quad (3.10)$$

VARIÂNCIA DA DISTRIBUIÇÃO BETA

$$Var(d) = \frac{\alpha \cdot \omega}{(\alpha + \omega)^2 \cdot (\alpha + \omega + 1)} \quad \text{ou} \quad Var(d) = (d_b - d_a)^2 \cdot \frac{\alpha \cdot \omega}{(\alpha + \omega)^2 \cdot (\alpha + \omega + 1)} \quad (3.11)$$

onde

d = diâmetro à altura do peito

d_a = diâmetro do limite inferior do intervalo de classe

d_b = diâmetro do limite superior do intervalo de classe

α, ω = parâmetros a estimar

$B(\alpha, \omega)$ = área sob a curva da distribuição

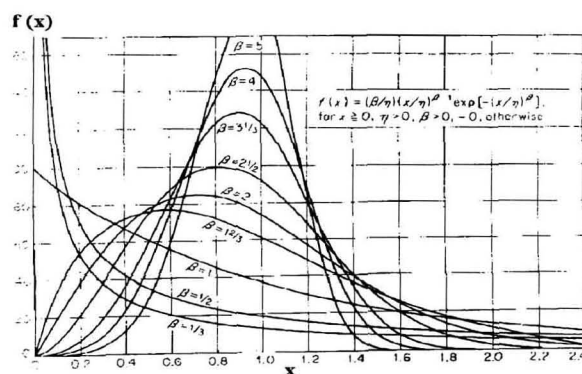
O modelo BETA tem a propriedade característica de poder gerar uma grande variedade de formas de distribuição, pelos diferentes graus de assimetria, que são possíveis de ser identificado quando aplicado nos ajustes das distribuições diamétricas.

3.9.2 Modelo WEIBULL

A distribuição WEIBULL pode ser escrita de vários modos, podendo a função de frequência de três parâmetros (3P) ser descrita pela equação abaixo.

$$f(d) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{d - d_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{d - d_0}{\eta} \right)^{\beta} \right] \Rightarrow d \geq d_0 \quad \eta, \beta > 0 \quad (3.12)$$

FIGURA 3.7 — FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE — WEIBULL, ASSUMINDO-SE O PARÂMETRO ESCALA $\eta = 1$



FONTE : GRANT et al., 1972, p. 582

Desde 1939, WALLODI WEIBULL, físico sueco, propôs o uso de uma função matemática que, dependendo dos valores de seus três parâmetros, poderia ajustar várias formas diferentes de curvas de sobrevivência. A distribuição WEIBULL foi aplicada inicialmente em testes de fadiga de materiais, entretanto, já em 1951,

WEIBULL ², discutia sua ampla aplicabilidade tais como em força das fibras do algodão indiano, superfície de grãos de *Phaseolus vulgaris* e estatura de homens adultos nascidos nas ilhas britânicas.

BAILEY & DELL em 1973, introduziram a distribuição WEIBULL, como um modelo aplicado à distribuições diamétricas. Desde então, tem sido intensivamente usada em florestas.

Função de distribuição WEIBULL 3P

$$F(d) = 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{d - d_0}{\eta} \right)^\beta \right\} \quad (3.13)$$

onde

d = DAP

β =(letra grega beta) é o parâmetro forma

η =(letra grega eta) é o parâmetro escala verdadeira

d_0 = menor DAP observado (parâmetro locação)

MÉDIA DA DISTRIBUIÇÃO WEIBULL 3P

$$E(d) = d_0 + \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (3.14)$$

VARIÂNCIA DA DISTRIBUIÇÃO WEIBULL 3P

$$Var(d) = (\eta - d_0)^2 \cdot \left\{ \Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]^2 \right\} \quad (3.15)$$

² WEIBULL, WALLODI. A Statistical Distribution Function of Wide Applicability. Journal of Applied Mechanics, v. 18, n. 3, p. 293-297, set, 1951.

Geralmente, o parâmetro locação é assumido como sendo zero e, neste caso, a função reduz-se a um modelo de dois parâmetros (2P) do tipo :

$$f(d) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{d}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{d}{\eta}\right)^\beta\right] \Rightarrow \eta, \beta > 0 \quad (3.16)$$

A função tipo III valor – extremo para valores mínimos é também conhecida como distribuição WEIBULL e sua função densidade de probabilidade, tal como é utilizada no SAS (Statistical Analysis System) é definida como :

$$f(d) = \kappa \cdot \beta \cdot d^{\beta-1} \cdot \exp(-\kappa \cdot d^\beta) \Rightarrow d > 0, \kappa, \beta > 0, \beta = \frac{1}{\sigma}, \kappa = \exp\left(-\frac{\mu}{\sigma}\right) \quad (3.17)$$

onde

μ =(letra grega mu) é o parâmetro escala

σ =(letra grega sigma) é o parâmetro valor-extremo

d = DAP

A função de distribuição WEIBULL 2P é escrita do seguinte modo :

$$F(d) = \int_0^d f(u) \cdot du = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{d}{\eta}\right)^\beta\right\} \quad (3.18)$$

Considerando-se uma amplitude de classe diamétrica w , tem-se ainda a função de distribuição escrita de outro modo particular :

$$F(d) = \exp\left[-\frac{(d-w/2)^\beta}{\eta}\right] - \exp\left[-\frac{(d+w/2)^\beta}{\eta}\right] \quad (3.19)$$

onde

$F(d)$ = probabilidade do número de árvores até um diâmetro especificado

exp = base do logaritmo natural

η, β = parâmetros a estimar

W = amplitude de classe diamétrica

Máxima verossimilhança, momentos e percentis são considerados os principais métodos utilizados na estimativa dos parâmetros da distribuição WEIBULL.

O método dos momentos aplicado na estimativa dos parâmetros da função WEIBULL, consiste em substituir a média e variância amostral pela média e variância da população nas equações (3.20) e (3.21), resolvendo-se em seguida ambas as equações, respectivamente para β e η .

MÉDIA DA DISTRIBUIÇÃO WEIBULL 2P

$$E(d) = \frac{\eta}{\beta} \cdot \Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right) \text{ ou } E(d) = \eta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (3.20)$$

VARIÂNCIA DA DISTRIBUIÇÃO WEIBULL 2P

$$Var(d) = \frac{\eta^2}{\beta} \cdot \left\{ 2\Gamma\left(\frac{2}{\beta}\right) - \frac{1}{\beta} \cdot \left[\Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right)\right]^2 \right\} \text{ ou } Var(d) = \eta^2 \cdot \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]^2 \right\} \quad (3.21)$$

onde

$\Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right)$ = função gama com parâmetro $1/\beta$

Γ = letra grega maiúscula (gama)

Para o exemplo particular onde pretende-se determinar o valor de $\Gamma(n)$ demonstra-se a seguir como fazê-lo :

$$\text{Seja, neste caso, } \Gamma(n) = \int_0^{\infty} e^{-u} u^{n-1} du \quad n > 0$$

$$f(u)' = e^{-u} \quad ; \quad g(u) = u^{n-1}$$

$$f(u) = \int e^{-u} du = -e^{-u} \quad g(u)' = (n-1) u^{n-2}$$

$$\int e^{-u} u^{n-1} du = -e^{-u} u^{n-1} + (n-1) \int e^{-u} u^{n-2} du \quad (3.22)$$

Considerando-se esta fórmula entre os limites 0 e A e fazendo-se, então, A crescer além de qualquer limite, obtém-se

$$\Gamma(n) = (n-1) \int_0^{\infty} e^{-u} u^{n-2} du = (n-1) \Gamma(n-1) \quad (3.23)$$

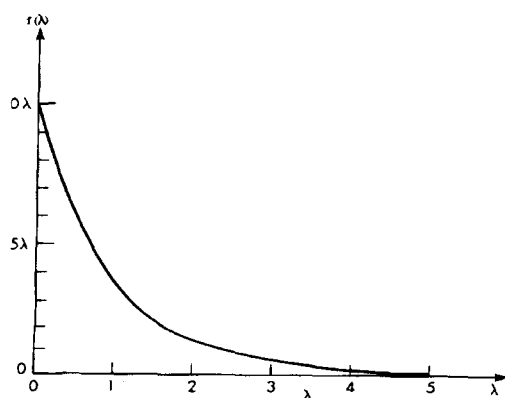
$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{n}\right) = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - 1\right) \left(\frac{1}{n} - 2\right) \dots 1 = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - 1\right)!$$

$$\Gamma\left(1 + \frac{2}{n}\right) = \frac{2}{n} \left(\frac{2}{n} - 1\right) \left(\frac{2}{n} - 2\right) \dots 1 = \frac{2}{n} \left(\frac{2}{n} - 1\right)! \quad (3.24)$$

3.9.3 Modelo EXPONENCIAL

$$f(d) = \frac{1}{\lambda} \cdot \exp\left[-\left(\frac{d-d_0}{\lambda}\right)\right] \Rightarrow d \geq d_0, \lambda > 0 \quad (3.25)$$

FIGURA 3.8 — FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE — EXPONENCIAL



FONTE : BENJAMIN et al., 1970, p. 243

Função densidade de probabilidade

$$f(d) = \frac{1}{\lambda} \cdot \exp\left[-\left(\frac{d-d_0}{\lambda}\right)\right] \Rightarrow d \geq d_0, \lambda > 0 \quad (3.26)$$

Função de distribuição

$$F(d) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{d-d_0}{\lambda}\right)\right] \Rightarrow d \geq d_0, \lambda > 0 \quad (3.27)$$

MÉDIA E VARIÂNCIA DA DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL

$$E(d) = \lambda + d_0 \quad Var(d) = \lambda^2 \quad (3.28)$$

onde

d = DAP

3.10 ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DOS MODELOS

Recorreu-se aos estimadores de máxima verossimilhança que é um método paramétrico, e como tal permitiu fazer a estimativa dos parâmetros das distribuições analisadas.

O método da máxima verossimilhança, o qual utiliza-se da idéia de derivação desenvolvida por GAUSS, em 1821 e que teve a formalização da sua solução desenvolvida por FISHER (1950), é o método preferido de estimação porque baseia-se no princípio de que estando o modelo correto, tudo que os dados tinham para informar sobre os parâmetros deverá estar contido na função de verossimilhança.

Segundo NETER (1990, p. 53-54), o método da máxima verossimilhança utiliza

a distribuição de probabilidade conjunta de uma amostra de observações. Quando esta distribuição de probabilidade conjunta é escrita como uma função de parâmetros, dado uma amostra particular de observações, ela é chamada de função de verossimilhança.

O método utiliza o algoritmo de NEWTON-RAPHSON que é um procedimento iterativo numérico capaz de resolver equações não-lineares. Essa técnica baseia-se na expansão da série de TAYLOR de primeira ordem. Algumas restrições quanto ao método são :

- a) Funciona bem se a função de verossimilhança aproxima-se de uma curva normal;
- b) Falha quando a verossimilhança é multimodal;
- c) Torna-se eficiente para amostras razoavelmente "grandes", já que nesta circunstância, a teoria de verossimilhança assintótica garante a curva normal.

Os estimadores de máxima verossimilhança são idênticos aos estimadores de mínimos quadrados e, portanto, gozam das mesmas propriedades de todos os estimadores de mínimos quadrados, dentre as quais destacam-se (NETER, 1990, p.9):

- a) São não tendenciosos

Um estimador $\hat{\theta}$ do parâmetro θ é dito não tendencioso se

$$E\{\hat{\theta}\} = \theta \quad (3.29)$$

A tendenciosidade de um estimador exprime a quantidade de erro sistemático

que ocorre na estimativa dos parâmetros. Desta forma, o conhecimento da tendenciosidade é importante para a precisão das estimativas.

- b) Apresentam variância mínima comparado aos demais estimadores lineares ou não lineares

Um estimador $\hat{\theta}$ é um estimador de variância mínima de θ se para qualquer outro estimador $\hat{\theta}^*$:

$$\sigma^2\{\hat{\theta}\} \leq \sigma^2\{\hat{\theta}^*\} \quad \forall \hat{\theta}^* \quad (3.30)$$

- c) São consistentes

Um estimador $\hat{\theta}$ é um estimador consistente de θ se :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} p(|\hat{\theta} - \theta| \geq \varepsilon) = 0, \quad \forall \varepsilon > 0 \quad (3.31)$$

- d) São suficientes

Um estimador $\hat{\theta}$ é um estimador suficiente de θ se a função de probabilidade conjunta das observações amostrais, dado $\hat{\theta}$, não depende do parâmetro θ .

A estimativa dos parâmetros do modelo WEIBULL, pelo método da máxima verossimilhança, pode ser determinada através dos seguintes procedimentos :

A partir de uma amostra aleatória de diâmetros à altura do peito, $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$, pode-se estimar os parâmetros γ e β pelo método da máxima verossimilhança.

$$f(d) = \gamma \cdot \beta \cdot d^{\beta-1} \cdot \exp(-\gamma \cdot d^\beta) \quad \therefore \quad d > 0, \quad \gamma, \beta > 0 \quad (3.32)$$

$$\begin{aligned}
P_d(d) &= P_d(d_1, d_2, \dots, d_n) = \\
&= P_{d_1}(d_1) \cdot P_{d_2}(d_2) \cdot P_{d_3}(d_3) \cdots P_{d_n}(d_n) \\
&= \gamma \cdot \beta \cdot d_1^{\beta-1} \cdot e^{-\gamma d_1^\beta} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot d_2^{\beta-1} \cdot e^{-\gamma d_2^\beta} \cdot \dots \cdot \gamma \cdot \beta \cdot d_n^{\beta-1} \cdot e^{-\gamma d_n^\beta}
\end{aligned}$$

Segue a função de verossimilhança

$$L(\gamma, \beta, d) = (\gamma \cdot \beta)^n \cdot \prod_{i=1}^n d_i^{\beta-1} \cdot e^{-\gamma \sum_{i=1}^n d_i^\beta} \quad (3.33)$$

Para facilidade de cálculo deve-se recorrer à função logaritmica

$$Ln[L(\gamma, \beta, d)] = n \cdot Ln(\gamma \cdot \beta) + (\beta - 1) \cdot \sum_{i=1}^n Ln(d_i) - \gamma \cdot \sum_{i=1}^n d_i^\beta \quad (3.34)$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial Ln[L(\gamma, \beta, d)]}{\partial \gamma} &= \frac{n}{\gamma} - \sum_{i=1}^n d_i^\beta \\
\frac{\partial Ln[L(\gamma, \beta, d)]}{\partial \beta} &= \frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^n Ln d_i - \gamma \cdot \sum_{i=1}^n d_i^\beta \cdot Ln d_i
\end{aligned}$$

Tem-se, então o sistema de equações não-lineares simultâneas

$$\begin{cases} \frac{n}{\gamma} - \sum_{i=1}^n d_i^\beta = 0 \\ \frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^n Ln d_i - \gamma \cdot \sum_{i=1}^n d_i^\beta \cdot Ln d_i = 0 \end{cases} \quad (3.35)$$

A solução de tais equações, consiste em se determinar os valores das variáveis que satisfazem a todas as equações simultaneamente.

A diferença básica entre sistema de equações lineares simultâneas é que estas apresentam as incógnitas **X** e **Y** com potências de ordem 1.

Um sistema de equações não-lineares pode ter muitas interseções e, portanto, muitas soluções.

Supondo-se as seguintes equações não-lineares simultâneas :

$$\begin{cases} f_1(\gamma, \beta) = 0 \\ f_2(\gamma, \beta) = 0 \end{cases} \quad (3.36)$$

$$\begin{cases} \frac{n}{\gamma} - \sum_{i=1}^n d_i^\beta = 0 = f_1(\gamma, \beta) \\ \frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^n Lnd_i - \gamma \cdot \sum_{i=1}^n d_i^\beta \cdot Lnd_i = 0 = f_2(\gamma, \beta) \end{cases} \quad (3.37)$$

As funções são contínuas e diferenciáveis, de modo que podem ser desenvolvidas em séries de TAYLOR.

Com as derivadas parciais calculadas em γ e β é possível determinar o sistema de equações que fornecerá a solução para γ e β .

$$\begin{cases} \frac{\partial f_1}{\partial \gamma} = -\frac{n}{\gamma^2} & \frac{\partial f_2}{\partial \gamma} = \sum_{i=1}^n d_i^\beta \cdot Lnd_i \\ \frac{\partial f_1}{\partial \beta} = -\sum_{i=1}^n d_i^\beta \cdot Lnd_i & \frac{\partial f_2}{\partial \beta} = -\frac{n}{\beta^2} - \gamma \cdot \sum_{i=1}^n Lnd_i \cdot d_i^\beta \end{cases} \quad (3.38)$$

Resolvendo-se o sistema pelo método matricial tem-se **h** e **k**

$$H = \begin{vmatrix} -f_1(\gamma, \beta) & \frac{\partial f_1}{\partial \gamma} \\ -f_2(\gamma, \beta) & \frac{\partial f_2}{\partial \gamma} \end{vmatrix} \quad K = \begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \beta} & -f_1(\gamma, \beta) \\ \frac{\partial f_2}{\partial \beta} & -f_2(\gamma, \beta) \end{vmatrix} \quad J = \begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \gamma} & \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \gamma} & \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \end{vmatrix} \neq 0$$

$$h = \frac{H}{J} \quad k = \frac{K}{J} \quad (3.39)$$

Calcula-se **h** e **k** e aplica-se em

$$\begin{cases} \gamma_{i+1} = \gamma_i + h \\ \beta_{i+1} = \beta_i + k \end{cases} \quad (3.40)$$

A partir desse ponto deve-se fixar valores iniciais para γ e β $\gamma_0=0,5$ e $\beta_0=0,5$

com base no algoritmo de NEWTON-RAPHSON.

3.11 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS MODELOS

A escolha dos melhores modelos baseou-se nos seguintes critérios de seleção:

- a) Soma de quadrado de resíduos;
- b) Análise gráfica de resíduos "studentizados";
- c) Análise da acuracidade.

3.11.1 Soma de quadrado de resíduos

A variabilidade total dos dados pode ser fracionada em duas partes :

- a) Soma de quadrado total devida ao modelo ajustado;
- b) Soma de quadrado residual.

A soma de quadrado residual representa a fração da variação não explicada pelo modelo ajustado e, supostamente quanto menor essa fonte de variação não explicada, provavelmente maior será a variação total explicada pelo modelo, o que é de grande interesse no escopo da análise estatística.

A soma do quadrado do desvio de uma observação y_i e seu correspondente valor predicto $\hat{y}_i$, fornece a soma do quadrado do erro ou soma de quadrado de resíduos.

$$SQ_{RES.} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (3.41)$$

Segundo DANIEL e WOOD (1980, p.17), a soma de quadrado de resíduos é também a soma de dois componentes (1) "Bias" (tendenciosidade) e (2) erro aleatório

$$SQ_{RES.} = SQB + SQE \quad (3.42)$$

onde

$SQ_{RES.}$ = soma de quadrado de resíduos

SQB = soma de quadrado devido a "Bias"

SQE = soma de quadrado de erros

"Bias" (tendenciosidade) refere-se aos erros sistemáticos, que podem resultar de um procedimento de medida incorreto, erros instrumentais, falhas no processo de amostragem, erros nos cálculos, equívocos na gravação dos dados e outros.

Se o modelo ajustado não contém "Bias" (SQB igual a zero), a soma de quadrado de resíduos poderá refletir somente o erro aleatório.

3.11.2 Análise gráfica de resíduos "studentizados"

Não se pode, normalmente, detectar particularidades de ajustes pelo exame das estatísticas padrões, tais como a estatística t ou F ou R^2 . Estas indicam propriedades "globais" do modelo e como tal não são suficientes para fornecer um diagnóstico mais detalhado da aptidão do modelo.

A análise de resíduo é um método efetivo capaz de caracterizar vários tipos de deficiências nos modelos. Embora a análise gráfica de resíduos seja somente um método informal de análise, em muitos casos é suficiente para examinar a aptidão de um modelo.

A análise gráfica de resíduos é inerentemente subjetiva. Entretanto, a análise subjetiva de uma variedade de gráficos de resíduos interrelacionados poderá, frequentemente, revelar dificuldades no modelo com maior clareza do que testes formais de análise.

A maioria dos testes estatísticos exige observações independentes. Os resíduos, entretanto, não são variáveis aleatórias independentes, porque envolvem os valores ajustados $\hat{y}_i$, os quais são baseados nas estimativas dos parâmetros dos modelos. Todavia, quando o tamanho da amostra de dados é grande, em comparação com o número de parâmetros no modelo de regressão, o efeito da dependência entre os resíduos e_i torna-se relativamente sem importância, tal que nestas circunstâncias pode ser ignorada.

A diferença entre o valor observado y_i e o correspondente valor estimado $\hat{y}_i$ é um resíduo. Logo, um resíduo pode ser visto como o desvio entre os dados e o ajuste e constitui uma medida da variabilidade não explicada pelo modelo de regressão. É conveniente também falar de resíduos como valores observados ou realizados dos erros. Matematicamente o i -ésimo resíduo é dado por

$$e_i = y_i - \hat{y}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.43)$$

Em algumas situações pode ser útil trabalhar com os resíduos padronizados

$$\varepsilon_i = \frac{e_i}{\sqrt{\frac{\sum (e_i - \bar{e})^2}{n - p}}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.44)$$

Os resíduos padronizados têm média zero e variância aproximadamente

unitária. Por outro lado, resíduos "studentizados" são extremamente úteis em diagnósticos de regressão. É o caso, por exemplo, de conjuntos de dados pequenos, onde os resíduos podem ter desvio padrão que diferem significativamente. Quando isto acontece, a maneira mais apropriada de construir uma escala para o gráfico de resíduos é através dos resíduos "studentizados", os quais tem a importante propriedade de controlar as diferenças acentuadas existentes entre as variâncias residuais. Quando n é grande, existe pouca diferença entre os dois métodos de escalonar os mínimos quadrados residuais.

$$\begin{aligned}
 Var(e_i) &= Var(y_i - \hat{y}_i) \\
 &= Var(y_i) + Var(\hat{y}_i) - 2Cov(y_i, \hat{y}_i) \\
 &= \sigma^2 + \sigma^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) - 2Cov(y_i, \hat{y}_i)
 \end{aligned} \tag{3.45}$$

$$\begin{aligned}
 Cov(y_i, \hat{y}_i) &= Cov(y_i, \bar{y} + \frac{\sum_{i=1}^n y_i (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} (x_i - \bar{x})) \\
 &= \sigma^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right)
 \end{aligned} \tag{3.46}$$

consequentemente, a variância do i -ésimo resíduo é

$$Var(e_i) = \sigma^2 \left[1 - \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) \right] \tag{3.47}$$

Os resíduos "studentizados" são, então, definidos como :

$$r_i = \frac{e_i}{\sqrt{MQE \left[1 - \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) \right]}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3.48}$$

É possível notar que, no caso dos resíduos padronizados, o resíduo e_i foi

dividido pelo valor do erro padrão médio, enquanto nos resíduos "studentizados" o resíduo e_i foi dividido pelo seu erro padrão exato.

Os resíduos podem ser plotados em função das variáveis preditas ou outras variáveis presumivelmente importantes.

Os resíduos têm várias propriedades importantes :

Média. A média de n resíduos e_i para um modelo de regressão particular é :

$$\bar{e} = \frac{\sum e_i}{n} = 0 \quad (3.49)$$

Com base na propriedade da média dos resíduos, se os erros forem verdadeiros, o valor esperado é $E(\varepsilon_i) = 0$

Variância. A variância de n resíduos e_i é definida como segue

$$MQE = \frac{SQE}{n-p} = \frac{\sum (e_i - \bar{e})^2}{n-p} = \frac{\sum e_i^2}{n-p} \quad (3.50)$$

Se o modelo for apropriado, MQE será um estimador não viciado da variância do erro σ^2 . Além disso, a soma de quadrado de resíduo tem $n-p$ graus de liberdade associado a um modelo de regressão com p parâmetros.

Se os erros são normalmente distribuídos, então aproximadamente 68 % dos resíduos "studentizados" deve variar de -1 a +1 e aproximadamente 95% deve variar de -2 a +2. Valores acima destes limites, indicam violação potencial da condição de normalidade. Se n é pequeno, pode-se substituir os limites ± 1 e ± 2 pelos valores correspondentes de t_{n-2} da distribuição t-Student.

3.11.3 Análise da acuracidade

Os termos "precisão" e "acuracidade" são freqüentemente usados indiscriminadamente nos meios não técnicos e as vezes com bastante significado na linguagem técnica. De acordo com HUSCH; MILLER e BEERS (1982, p. 11-12), precisão do modo como é geralmente aceito na mensuração florestal significa o grau de ajustamento em uma série de medidas. Acuracidade, por outro lado, é o quão próximo um valor estimado está do seu valor verdadeiro. Assim sendo, o objetivo final é obter sempre medidas acuradas.

É possível ter uma estimativa muito precisa no qual os desvios da média amostral são muito pequenos, podendo a estimativa não ser acurada se ela difere do seu valor verdadeiro devido a "Bias". Por exemplo, alguém pode medir cuidadosamente o diâmetro de uma árvore repetidas vezes com um calibrador de leitura abaixo de 5 mm. Os resultados destas séries de medidas serão precisos porque existe uma pequena variação entre as leituras, porém, elas são viciadas e incuradas por causa do ajustamento impróprio do instrumento no ato da leitura.

BRUCE (1975) citado por HUSCH; MILLER e BEERS,(1982, p. 12), mostrou que "Bias" B e precisão P pode ser equacionada com a acuracidade como segue :

$$A^2 = B^2 + P^2 \quad (3.51)$$

Isto indica que, se reduzirmos B^2 para zero, a acuracidade torna-se igual a precisão.

Neste sentido, a acuracidade é uma técnica que permite avaliar simultaneamente, se o modelo é preciso e, se existe tendenciosidade do ajuste em relação aos dados observados. É um método que pode se utilizar da análise gráfica, onde são plotados valores reais, provenientes de uma amostra não utilizada no ajuste dos modelos, contra valores estimados, a fim de que se possa verificar visualmente o quão próximo os valores estimados estão dos valores reais.

3.12 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A partir do menor diâmetro observado $d = 45$ cm, efetuou-se a tabulação dos diâmetros individuais de cada espécie em classes de amplitude 6, 8, 10 e 12 cm. Determinou-se os centros de classes, pela semi-soma dos limites inferior e superior de cada intervalo de classe diamétrica, exceto a última classe, cujo centro de classe foi obtido pela média entre o limite superior da penúltima classe e o maior diâmetro de cada conjunto particular de dados. O critério utilizado para agrupar os diâmetros nas várias amplitudes de classe está mostrado no Anexo 8.

Com base nas classes diamétricas previamente definidas, procedeu-se à contagem das árvores por espécie, classe diamétrica e qualidade de fuste utilizando o método de análise WHAT – IF, disponível no LOTUS 1-2-3, release 4.0 for WINDOWS.

A técnica WHAT – IF de três variáveis, consiste em organizar os dados a serem analisados em uma matriz tridimensional. É necessário construir três matrizes, contendo as variáveis sob investigação, dispostas em planilhas consecutivas. O procedimento adotado pode ser visto na figura 3.9, onde aparece uma parte da

estrutura de planilha utilizada, contendo a fórmula de critério de avaliação das variáveis na célula I₃ da planilha A.

A 2ª linha da 1ª coluna de cada matriz, contém o código das espécies. O código da qualidade de fuste foi introduzido na célula de interseção da 1ª linha com a 1ª coluna. A partir do ponto de cruzamento da 1ª linha com a 2ª coluna, colocou-se os números correspondentes às classes diamétricas. Note-se que, cada matriz inicia na linha imediatamente abaixo da linha onde estão dispostos os campos, contendo os nomes das variáveis analisadas.

FIGURA 3.9 — LAYOUT BÁSICO DE UMA TABELA WHAT-IF DE TRÊS VARIÁVEIS

A : I₃ = @DCOUNT(TALHA01,0,I1..K2)+@DCOUNT(TALHA06,0,I1..K2)
+@DCOUNT(TALHA08,0,I1..K2)+@DCOUNT(TALHA010,0,I1..K2)

Lotus 1-2-3 Release 4 - [AREA500.WK4]

File Edit View Style Tools Range Window Help

A:I3 @DCOUNT(TALHA01,0,I1..K2)+@DCOUNT(TALHA06,0,I1..K2)+@DCOU

	A	B	C	D	E	F
1						
2	FUSTE	2	CD	1	CD	2
3	SPP	1				
4		2				
5		4				
6		5				
7		6				

	A	B	C	D	E	F
1						
2	FUSTE	1	CD	1	CD	2
3	SPP	1				
4		2				
5		4				
6		5				
7		6				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	SPP	H	DAP	QF	CD6	CD8	CD1	CD2	SPP	CD6	QF
2	145	18	78.3	1	6	5	4	3			
3	145	16	49.3	2	1	1	1	1	7595		
4	148	15	70	2	5	4	3	3			
5	7	7	50.9	3	1	1	1	1		SP400	
6	148	19	64.6	1	4	3	2	2			1
7	171	14	63.7	2	4	3	2	2			2

Automatic Arial 12 01/22/93 11:05 PM Ready

Os dados de cada talhão foram colocados em folhas de planilhas imediatamente anteriores a cada matriz de resultados. Cada fase do processamento envolvendo uma amplitude de classe de DAP distinta, teve uma duração média de 4 horas.

O ajuste de cada modelo foi desenvolvido de acordo com o seu tipo de função matemática e a estrutura interna dos dados. Neste caso, considerando que o domínio da função associada a cada modelo cobria um campo de existência variando de 0 a ∞ , houve a necessidade de efetuar transformações dos dados a fim de que pudessem ser aplicados aos modelos. Analiticamente, o objetivo dessa transformação consistiu em fazer uma translação de eixo, a fim de que o ponto $d = 45$ cm pudesse ficar associado ao seu homólogo $d' \cong 0$, conservando as mesmas propriedades analíticas.

Os modelos WEIBULL e EXPONENCIAL, foram ajustados pelos estimadores de máxima verossimilhança, mediante o algoritmo de NEWTON – RAPHSON disponível no procedimento PROC LIFEREG do SAS. A maneira de obter a estimativa dos parâmetros tanto do modelo WEIBULL como do modelo EXPONENCIAL, está descrita no Anexo 14.

Antes de proceder ao ajuste dos modelos WEIBULL e EXPONENCIAL, foi necessário efetuar a transformação pontual dos dados. A transformação consistiu em subtrair o menor diâmetro d_0 de cada diâmetro d_i de um conjunto de dados particular.

Para auxiliar o entendimento da interrelação entre os parâmetros gerados via STATGRAPHICS e SAS, apresenta-se a seguir essas 2 alternativas :

WEIBULL – SAS

$$\left. \begin{aligned} f_d(d) &= \gamma \cdot \beta \cdot d^{\beta-1} \cdot \exp(-\gamma \cdot d^\beta) \quad d > 0, \gamma, \beta > 0 \\ F_d(d) &= 1 - \exp(-\gamma \cdot d^\beta) \quad d > 0, \gamma, \beta > 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \gamma &= e^{-\frac{\mu}{\sigma}} \\ \beta &= \frac{1}{\sigma} \end{aligned} \quad (3.52)$$

WEIBULL – STATGRAPHICS

$$\left. \begin{aligned} f_d(d) &= \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{d}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{d}{\eta}\right)^\beta\right\} \quad d > 0, \eta, \beta > 0 \\ F_d(d) &= 1 - \exp\left\{-\left(\frac{d}{\eta}\right)^\beta\right\} \quad d > 0, \eta, \beta > 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \eta &= e^\mu \\ \beta &= \frac{1}{\sigma} \end{aligned} \quad (3.53)$$

Desse modo, obteve-se a frequência esperada pela expressão :

$$f_{esp.} = \sum_{i=1}^k f_i \cdot P[d_1 \leq d \leq d_2] = \sum_{i=1}^k f_i \cdot [F(d_2) - F(d_1)] \quad (3.54)$$

onde

η, β = respectivamente, parâmetro escala e forma gerado no STATGRAPHICS

μ, σ = respectivamente, parâmetro intercepto e escala gerado no SAS

O modelo BETA foi ajustado utilizando estimadores de máxima verossimilhança disponível no STATGRAPHICS release 7.0. O método exigiu a construção de um vetor contendo valores variando de 0 a 1. Essa transformação foi obtida subtraindo o menor diâmetro d_0 de cada diâmetro d_i e, dividindo-se a diferença pelo resto do menor diâmetro d_0 subtraído do maior diâmetro d_m .

$$\frac{d_i - d_0}{d_m - d_0} \quad (3.56)$$

A obtenção dos parâmetros do modelo BETA pelo STATGRAPHICS, seguiu os seguintes passos :

Passo 1 : Estando no modo FULL SCREEN, desloca-se o cursor até

Distribution Functions e pressiona-se a tecla ENTER;

Passo 2 : Posiciona-se o curso em **Distribution Fitting** e pressiona-se a tecla ENTER;

Passo 3 : Pressiona-se a tecla F7 e destaca-se o arquivo contendo o vetor de dados, acionando-se em seguida, a tecla ENTER;

Passo 4 : Preenche-se o campo de seleção do modelo BETA, digitando o número 7 e, pressiona-se F6 a fim de que os dados sejam processados e retorne as estimativas dos parâmetros α e ω .

No Anexo 13, mostra-se com 3 exemplos de que maneira obteve-se as estimativas do número de árvores, utilizando-se os parâmetros estimados de cada modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste de modelos de regressão e posterior análise estatística dos resultados pressupõem, em geral, algumas suposições básicas sobre adequação do modelo a ser escolhido e, sobre a estrutura estatística dos erros aleatórios.

A tabela 4.1, contém algumas estatísticas descritivas que auxiliaram na tarefa de transformação e preparação dos dados para análise. Como exemplo, cita-se o menor (45,2 cm) e o maior (280,1 cm) diâmetro de cada conjunto de observações, ambos indispensáveis nos cálculos de transformação dos diâmetros visando os ajustes dos modelos.

Assim, após o ajuste dos 3 modelos e obtenção das estimativas dos parâmetros, aplicou-se alguns testes que pudessem fornecer a indicação da validade de cada modelo. Como em todo ajuste de modelos, uma análise gráfica de resíduos foi necessária além de outros procedimentos descritos a seguir.

TABELA 4.1 — ALGUMAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DA VARIÁVEL DAP (cm), SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES

VARIÁVEL	GRUPO	N	MENOR	MAIOR	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
D	GA1	369	45,2	192,6	77,55	30,29
	GA2	1 359	45,2	184,6	69,13	24,05
	GA3	136	45,2	133,7	70,82	21,94
	GA_	1 864	45,2	192,6	70,92	25,47
A	GC1	1 339	45,2	280,1	75,31	25,43
	GC2	2 887	45,2	184,6	70,87	21,78
	GC3	213	45,5	140,1	76,83	21,59
	GC_	4 439	45,2	280,1	72,49	23,04
P	GM1	2 194	45,2	280,1	70,89	23,78
	GM2	5 014	45,2	184,6	67,16	20,25
	GM3	387	45,2	220,9	72,01	22,86
	GM_	7 595	45,2	280,1	68,48	21,54

Após o cálculo dos valores preditos, obteve-se, inicialmente, a soma de quadrado de resíduos para servir de base na escolha preliminar de 2 modelos com a menor soma de quadrado de resíduos. Estes resultados estão expressos nas tabelas 4.3a e 4.3b.

A soma de quadrado de resíduos, foi de grande importância no processo de escolha dos melhores modelos. Porque através destes resultados, pôde-se estabelecer os 2 modelos objeto da análise gráfica de resíduos.

A título de ilustração, é útil exemplificar como obteve-se o vetor de observações para GM_, visando ajustá-lo aos modelos WEIBULL e EXPONENCIAL. O procedimento consistiu em fazer $d_i - 45,2$. O resultado desta operação permitiu realizar o ajuste dos modelos WEIBULL e EXPONENCIAL.

No caso do modelo BETA, o procedimento adotado considerando os dados de GC_, consistiu em fazer $(d_i - 45,2)/(280,1 - 45,2)$, de modo a satisfazer a amplitude de variação entre 0 e 1 para o vetor de dados. Observa-se que, quando $d_i = 45,2$ tem-se o ponto 0, enquanto o valor extremo 1 é alcançado quando $d_i = 280,1$.

Aplicando-se a equação (3.14), mostra-se como obter a média de GA1 em função das estimativas dos parâmetros η e β do modelo WEIBULL, contidos na tabela 4.2. Assim sendo, substituindo-se os valores correspondentes na equação (3.14), resulta :

$$E(d) = 45,2 + 33,031647 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,038965}\right) = 45,2 + 33,031647 \cdot 0,98472 = 77,73 \quad (4.1)$$

Considerando os valores α e ω de GA1 na tabela 4.2, mostra-se como obter a média utilizando as estimativas dos parâmetros α e ω do modelo BETA. Aplicando-se

a equação genérica (3.10) e substituindo-se os valores correspondentes de menor (45,2 cm) e maior (192,6 cm) diâmetro de GA1, contidos na tabela 4.1, tem-se:

$$E(d) = 45,2 + \frac{0,695855}{0,695855 + 2,4959} \cdot (192,6 - 45,2) = 45,2 + 32,14 = 77,34 \quad (4.2)$$

Utilizando-se o valor da estimativa do parâmetro λ na tabela 4.2, obtém-se facilmente a média de GA1, segundo o modelo EXPONENCIAL, substituindo-se o valor de λ na equação (3.28)

$$E(d) = 45,2 + 32,52 = 77,72 \quad (4.3)$$

Com base nas estimativas dos valores esperados, respectivamente 77,73, 77,34 e 77,72, com o uso dos parâmetros dos modelos WEIBULL, BETA e EXPONENCIAL, nota-se que são consistentes com o valor esperado 77,55 de GA1.

TABELA 4.2 — ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL, BETA E EXPONENCIAL, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES

GRUPO	WEIBULL		BETA		EXPONENCIAL
	η	β	α	ω	λ
GA1	33,031647	1,038965	0,695855	2,495900	32,523706
GC1	32,459701	1,245278	1,142500	7,812250	30,173353
GM1	27,282709	1,149055	0,957217	7,823380	25,906985
GA2	24,749850	1,065880	0,666857	3,254980	24,093778
GC2	27,573159	1,226890	0,962522	4,295220	25,709053
GM2	23,253196	1,151304	0,840538	4,522370	22,049579
GA3	26,278448	1,049676	0,706345	1,785990	25,811852
GC3	34,608949	1,418380	1,110280	2,277940	31,625118
GM3	28,287506	1,159085	1,122980	6,337750	26,878238
GA_	26,422479	1,049681	0,677194	3,207920	25,889525
GC_	29,342124	1,232838	1,135620	8,661750	27,339260
GM_	24,638651	1,145786	0,955104	8,703150	23,407120

TABELA 4.3a — RESULTADOS DE SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS POR MODELO, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES

SUBGRUPO	WEIBULL	BETA	EXPONENCIAL	SUBGRUPO	WEIBULL	BETA	EXPONENCIAL
GA16	551	481	① 445	GA26	9 654	12 355	① 6 793
GA18	499	① 479	394	GA28	15 862	25 932	① 14 083
GA10	714	● 479	537	GA20	11 854	① 5 396	6 202
GA12	606	① 366	478	GA22	5 356	3 633	● 2 121
GC16	2 772	① 4 679	14 466	GC26	31 045	① 21 947	37 861
GC18	3 356	① 6 437	19 555	GC28	① 72 642	83 312	101 684
GC10	1 465	● 4 035	17 423	GC20	44 035	① 11 002	21 728
GC12	4 626	① 8 118	23 353	GC22	21 462	● 11 188	45 501
GM16	5 175	① 13 880	15 762	GM26	80 614	77 417	① 56 480
GM18	5 906	① 19 397	21 926	GM28	① 188 925	264 251	211 154
GM10	4 997	● 16 128	19 236	GM20	140 345	26 850	① 23 786
GM12	9 124	① 21 973	26 132	GM22	63 203	● 19 829	32 954

● REFERE-SE AO MELHOR MODELO VERSUS AMPLITUDE DE CADA GRUPO OU SUBGRUPO, SEGUNDO A ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS E LINHA DE TENDÊNCIA DE AJUSTE

TABELA 4.3b — RESULTADOS DE SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS POR MODELO, SEGUNDO OS VÁRIOS GRUPOS E SUBGRUPOS DE ESPÉCIES

SUBGRUPO	WEIBULL	BETA	EXPONENCIAL	GRUPO	WEIBULL	BETA	EXPONENCIAL
GA36	225	① 130	206	GA_6	15 271	16 860	① 10 991
GA38	238	① 220	239	GA_8	22 400	34 663	① 19 365
GA30	163	● 75	158	GA_0	18 803	① 8 780	11 277
GA32	170	① 81	165	GA_2	9 703	5 351	● 4 961
GC36	270	① 192	678	GC_6	32 698	① 24 491	87 565
GC38	320	① 247	917	GC_8	① 77 388	83 145	181 674
GC30	① 310	196	974	GC_0	43 356	① 15 627	70 502
GC32	213	● 168	1 134	GC_2	19 385	● 18 805	132 229
GM36	538	① 493	706	GM_6	95 390	① 86 378	101 134
GM38	① 720	751	1 319	GM_8	① 219 099	305 424	313 911
GM30	650	① 636	898	GM_0	156 396	① 39 840	40 927
GM32	406	● 372	975	GM_2	67 247	● 50 765	93 795

① REFERE-SE AO MELHOR MODELO DE CADA GRUPO OU SUBGRUPO, SEGUNDO A ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

Os métodos tradicionais de desenvolvimento de modelos para distribuição diamétrica, exigem que os dados sejam preliminarmente tabulados em classes de DAP, a fim de que as frequências das várias classes diamétricas sejam nomeadas como variáveis independentes (X) e, os centros de classe como variáveis respostas ou variáveis dependentes (Y) do modelo. Neste caso, haveria a necessidade de obter-se novas estimativas dos parâmetros toda vez que a amplitude de classe fosse modificada.

Considerando que dispõe-se de um único conjunto de diâmetros para cada grupo ou subgrupo em análise, estimativas de frequências para classes de DAP com amplitude variada são obtidas utilizando-se os mesmos parâmetros avaliados para um determinado conjunto de dados.

Esta simplificação dos resultados, em termos de não haver a necessidade de estimar novos parâmetros para um mesmo modelo, representa uma das principais vantagens alcançadas com o uso do método de máxima verossimilhança.

A seguir discute-se, caso a caso, os resultados alcançados mediante análise gráfica de resíduos "studentizados" e análise do comportamento dos gráficos de tendências dos valores predictos em relação aos valores observados. Também apresenta-se uma discussão particular dos melhores resultados estabelecidos para cada grupo.

4.1 GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 1

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.1 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA16

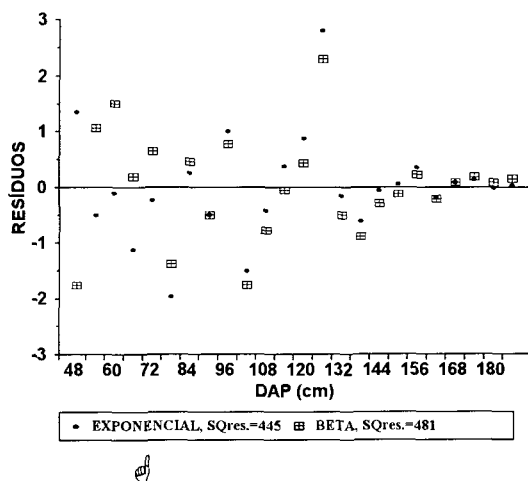


FIGURA 4.2 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA18

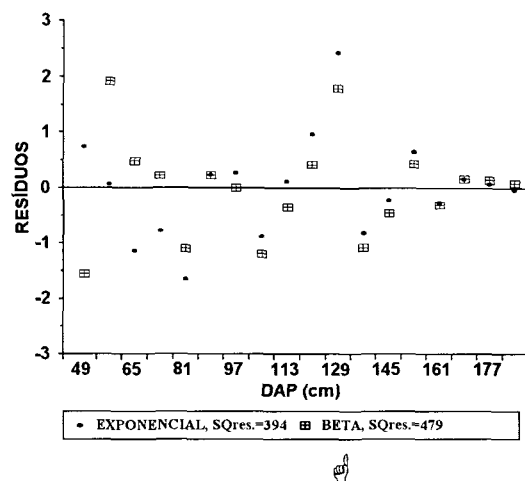


FIGURA 4.3 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA10

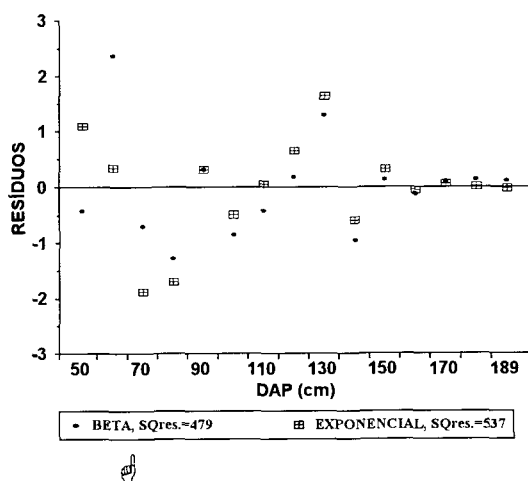
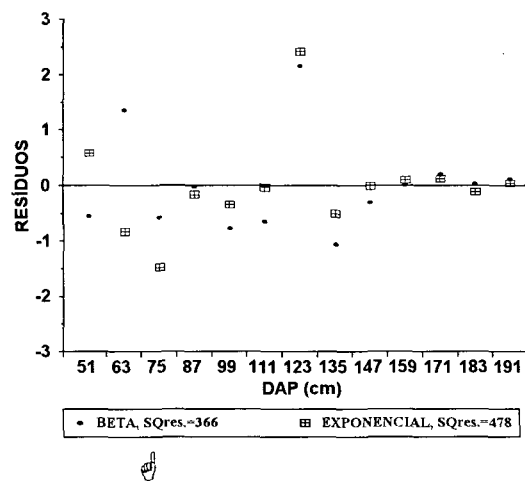


FIGURA 4.4 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA12



NOTA : 📌 MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

De acordo com o padrão de distribuição dos resíduos das figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, os modelos EXPONENCIAL para GA16 com $SQ_{res.}=445$, BETA para GA18 com $SQ_{res.}=479$, BETA para GA10 com $SQ_{res.}=479$ e BETA para GA12 com $SQ_{res.}=366$, foram os modelos com ajustes mais consistentes com os princípios da acuracidade.

Analisando-se as figuras a seguir, nota-se que as linhas descrevem funções

decrecentes e que os modelos BETA e EXPONENCIAL diferem quanto a taxa de decréscimo nas classes sucessivas de DAP.

As figuras 4.5 e 4.6 relativas às amplitudes 6 e 8 cm, denotam falta de ajuste, porquanto verifica-se uma menor precisão comparativamente ao ajuste dos pontos em torno da linha de regressão referente às amplitudes 10 e 12 cm.

Também observa-se pela tendência de ajuste que o modelo BETA para uma amplitude de 10 cm, é o mais indicado para o estabelecimento da distribuição diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 1.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.5 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA16, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

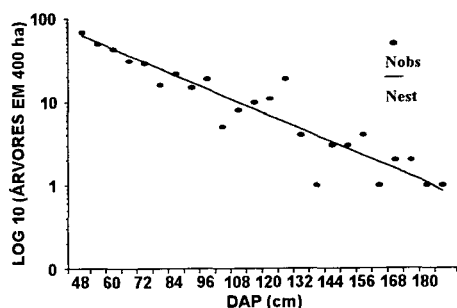


FIGURA 4.6 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA18, AJUSTADA PELO MODELO BETA

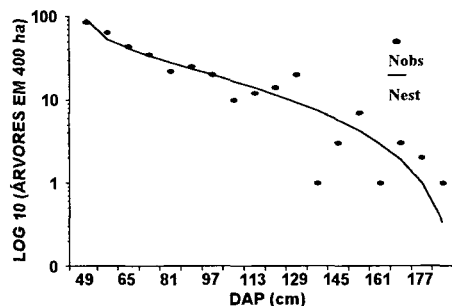


FIGURA 4.7 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA10, AJUSTADA PELO MODELO BETA

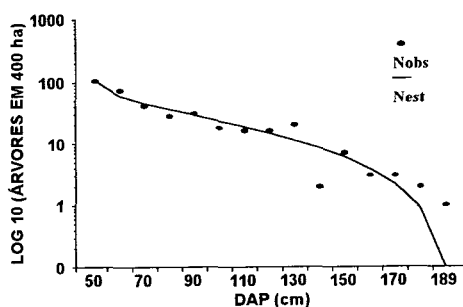
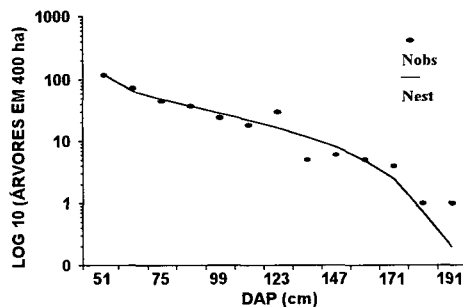


FIGURA 4.8 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA12, AJUSTADA PELO MODELO BETA



Analisando-se a figura 4.9a, observa-se que a linha de ajuste desenvolvida pelo modelo BETA evidencia um ajuste satisfatório, podendo-se perceber que a dinâmica de classes diamétricas no grupo GA1 é consistente com a teoria de distribuição balanceada. A figura 4.9a, sugere também que para o grupo das espécies alelopáticas com fuste de qualidade 1, pode ser adotado o modelo BETA, com os diâmetros tabulados em classes de amplitude 10 cm, na construção da sua distribuição diamétrica.

FIGURA 4.9a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm

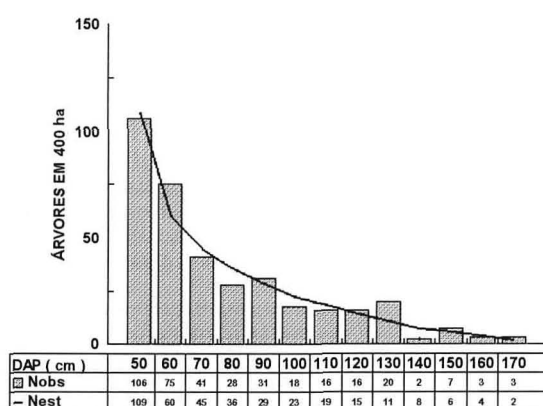
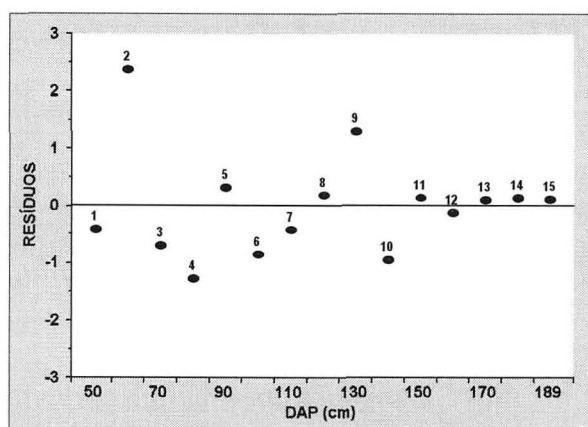


FIGURA 4.9b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm



Por outro lado, a figura 4.9b contendo a distribuição gráfica dos resíduos do grupo GA1, indica que a dispersão dos resíduos é maior na 2ª classe e tende a se estabilizar a partir da 11ª classe. Apenas o valor da 2ª classe excedeu a 2 desvios padrões. Enquanto isso, a variância dos pontos em torno da linha é razoavelmente uniforme para a maioria das classes, excetuando-se a 2ª classe. Além disso, sugere que o modelo BETA fornece superestimativas nas classes 1, 3, 4, 6, 7 e 10 e subestimativas nas demais classes. Essas ocorrências estão de acordo com a normalidade e expectativa do erro dos resíduos.

4.2 GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 1

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.10 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC16

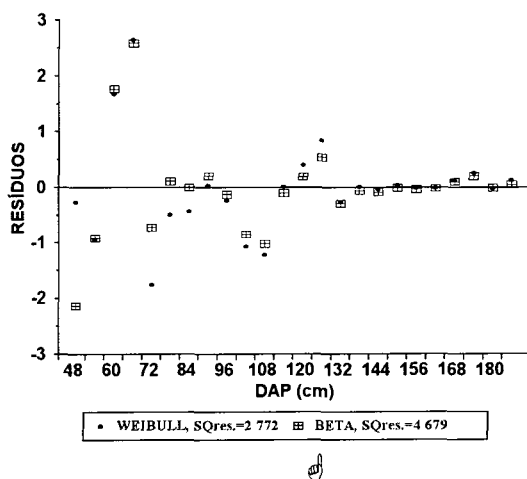


FIGURA 4.11 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC18

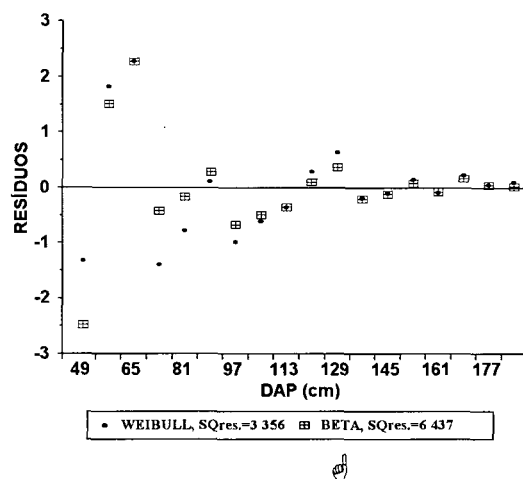


FIGURA 4.12 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC10

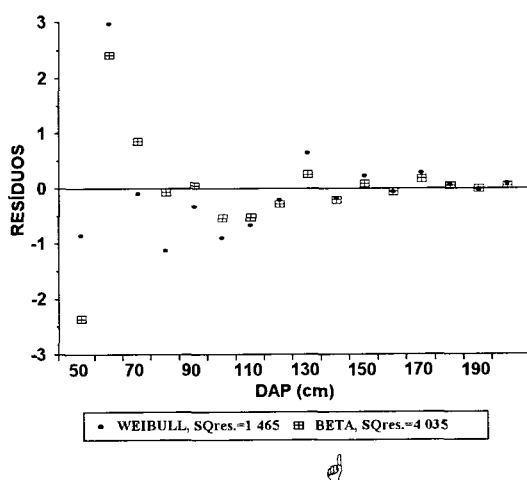
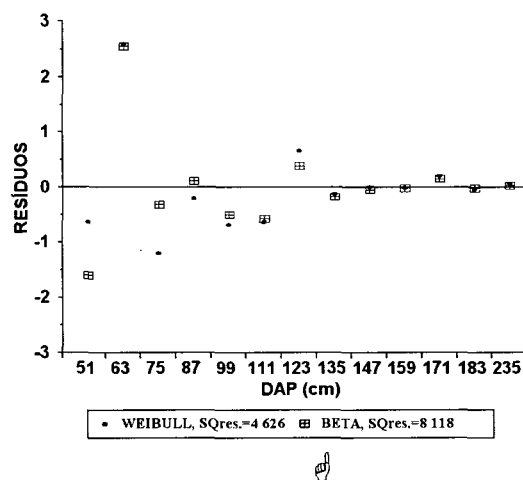


FIGURA 4.13 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC12



NOTA :  MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

A análise gráfica dos resíduos mostrados pelas figuras 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13 ,não revelou qualquer violação séria da normalidade dos resíduos, ao passo que os modelos BETA para GC16 com $SQ_{RES.}=4\ 679$, BETA para GC18 com $SQ_{RES.}=6\ 437$, BETA para GC10 com $SQ_{RES.}=4\ 035$ e BETA para GC12 com $SQ_{RES.}=8\ 118$, foram selecionados em razão das estimativas precisas que podem fornecer.

As figuras a seguir, mostram que as linhas descrevem funções decrescentes e que o modelo BETA foi o melhor para os 4 tipos de amplitude. Destaca-se ainda que o modelo BETA descreve o perfil da distribuição com taxas diferenciadas de ingresso e mortalidade dentro das sucessivas classes de DAP.

Novamente, as amplitudes 6 e 8 cm, aqui representadas pelas figuras 4.14 e 4.15, denotaram falta de ajuste, uma vez que nota-se uma menor precisão comparativamente ao ajuste, ponto a ponto, indicado pelas figuras 4.16 e 4.17.

A tendência de ajuste mostra que o modelo BETA para uma amplitude de 10 cm, é o mais indicado para descrever a distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de qualidade 1.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.14 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC16, AJUSTADA PELO MODELO BETA

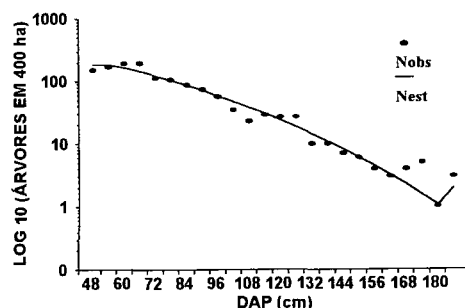


FIGURA 4.15 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC18, AJUSTADA PELO MODELO BETA

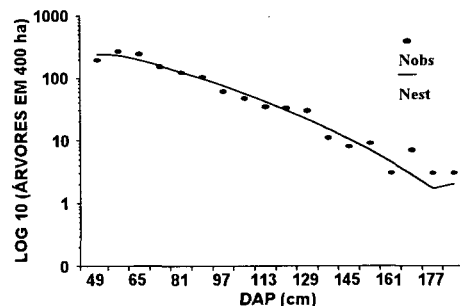


FIGURA 4.16 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC10, AJUSTADA PELO MODELO BETA

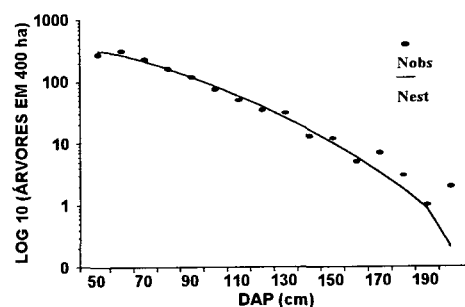
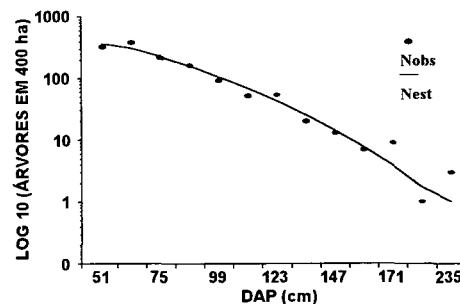


FIGURA 4.17 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC12, AJUSTADA PELO MODELO BETA



A figura 4.18a, mostra que a indicação do modelo BETA aplicado a dados dispostos em classes de amplitude 10 cm para o grupo GC1 das espécies comerciais com fuste de qualidade 1, pode resultar em estimativas com grau de precisão satisfatório. É possível notar ainda que, em geral, o modelo BETA fornece melhores estimativas a partir da 10^a classe, quando a predição da variância dos erros torna-se praticamente estável.

FIGURA 4.18a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm

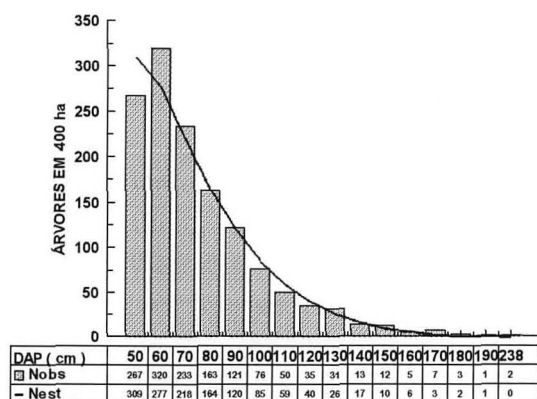
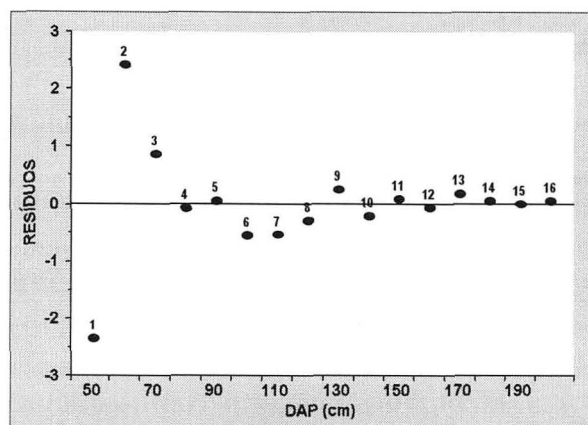


FIGURA 4.18b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm



A investigação da estrutura gráfica dos resíduos na fig. 4.18b, revela mais precisamente que na 1^a e 2^a classes, concentra-se a maior variação do erro fornecido por superestimativas na 1^a e subestimativas na 2^a classe. Também pode-se notar que não existe pontos discrepantes acima de 2 desvios, exceto na 1^a e 2^a classes. Além disso, as classes 6, 7 e 8 sinalizam com superestimativas um pouco acentuadas em relação as demais classes a partir da 9^a classe, quando então se estabelece uma variância monótona. Resumindo, tem-se que a utilização do modelo BETA para o grupo das espécies comerciais com fustes de qualidade 1, pode proporcionar resultados satisfatórios.

4.3 GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 1

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.19 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM16

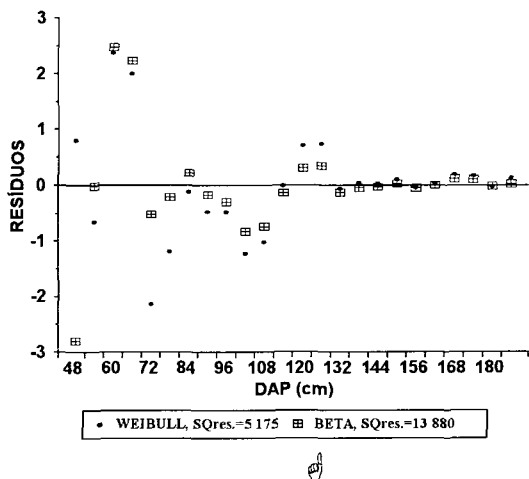


FIGURA 4.20 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM18

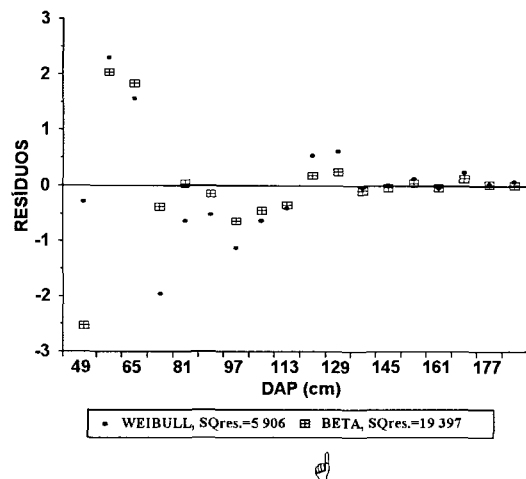


FIGURA 4.21 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM10

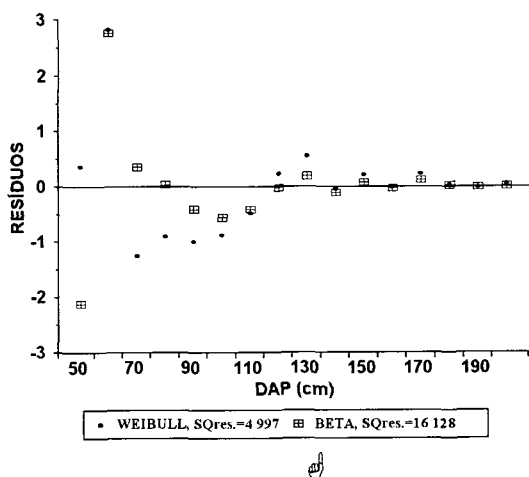
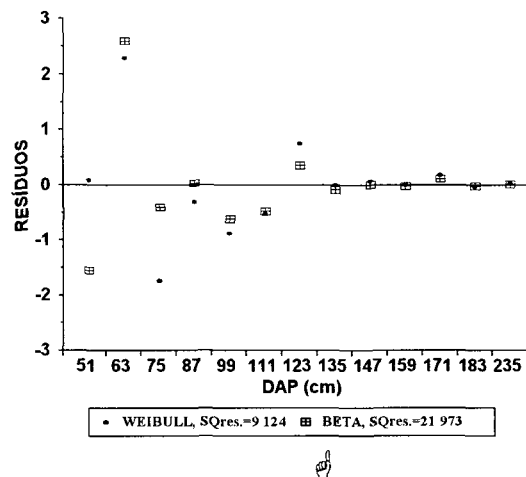


FIGURA 4.22 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM12



NOTA : 📌 MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

As figuras 4.19, 4.20, 4.21 e 4.22 mostram com evidência que os resíduos associados às classes de DAP são favoráveis ao modelo BETA, o qual superou o modelo WEIBULL, mesmo apresentando soma de quadrado de resíduos significativamente maior. A consulta aos valores de $SQ_{res.}$ dos melhores modelos pode ser feita através de leitura nos pontos indicados na legenda dos gráficos.

Pelas linhas de tendência das figuras a seguir, relativas ao ajuste de dados do grupo misto com fustes de qualidade 1, observa-se que as amplitudes 10 e 12 cm são as que apresentam melhores ajustes. Todavia, a escolha do modelo BETA para uma amplitude de 10 cm, provavelmente fornecerá resultados ainda melhores.

Nota-se com clareza que a falta de ajuste é ligeiramente mais acentuada nas 3 últimas classes de DAP, enquanto a nível global a falta de ajuste é mínima e, em alguns pontos, tende a zero ou a valores próximo de zero.

Quanto a dinâmica sucessional das classes de DAP deste grupo, verifica-se pelo formato do gráfico do melhor modelo que, de fato, as espécies com fustes de qualidade 1, conservam a estrutura de distribuição em equilíbrio.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.23 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM16, AJUSTADA PELO MODELO BETA

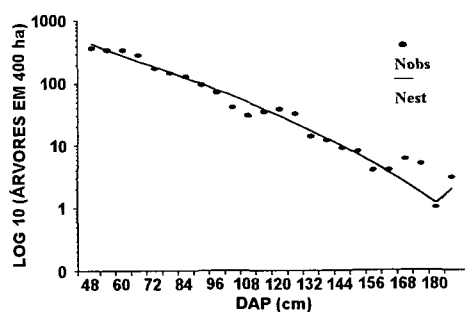


FIGURA 4.24 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM18, AJUSTADA PELO MODELO BETA

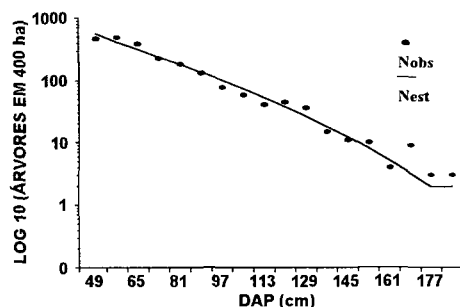


FIGURA 4.25 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM10, AJUSTADA PELO MODELO BETA

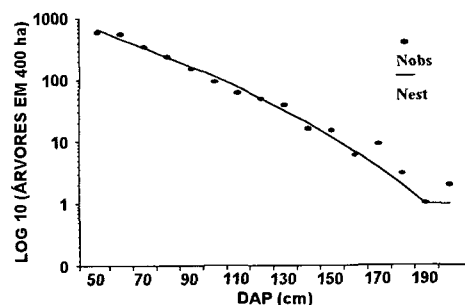
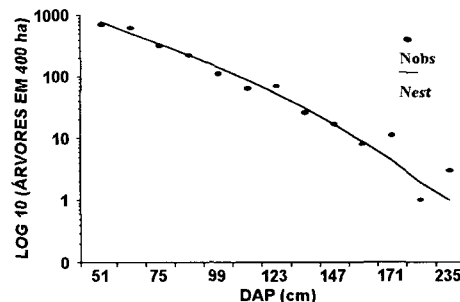


FIGURA 4.26 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM12, AJUSTADA PELO MODELO BETA



Facilmente se poderá observar que a figura 4.27a, indica haver uma forte correlação entre a distribuição diamétrica observada para o grupo misto com fustes de qualidade 1 e a distribuição diamétrica refletida pelo modelo BETA, considerando-se uma amplitude de 10 cm.

FIGURA 4.27a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM1, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm

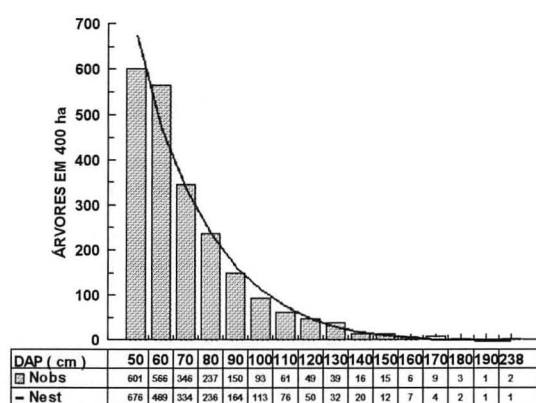
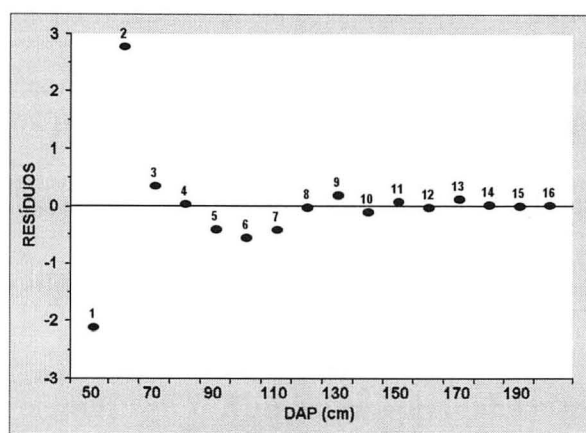


FIGURA 4.27b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM1, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm



É interessante observar que aparentemente as estimativas menos acuradas estão nas classes iniciais e tendem a tornar-se sistematicamente mais acuradas nas classes maiores.

O perfil da distribuição dos resíduos indicado pela figura 4.27b, mostra o decréscimo da variância com o aumento do DAP, o que está de acordo com a estrutura dos erros de estimativas esperado nestas circunstâncias.

Embora o modelo BETA superestime a 1ª e subestime a 2ª classe, este resultado não é inteiramente inconsistente com a predição de erros das outras classes, já que as maiores discrepâncias, daí em diante, estão acumuladas entre a 5ª e 7ª classes, mostrando-se praticamente constante a partir da 8ª classe.

4.4 GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 2

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.28 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA26

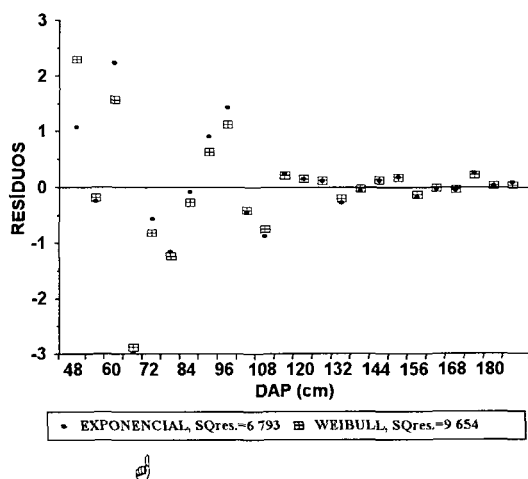


FIGURA 4.29 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA28

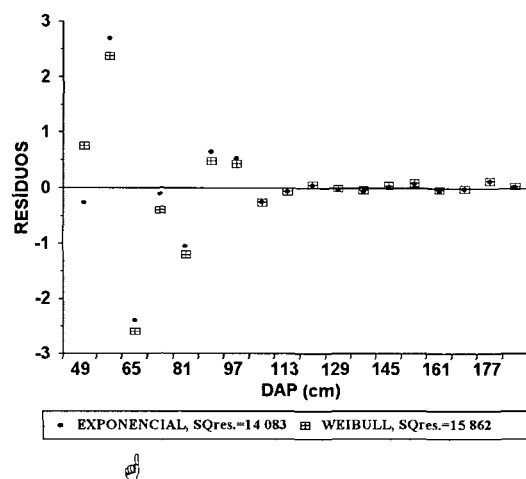


FIGURA 4.30 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA20

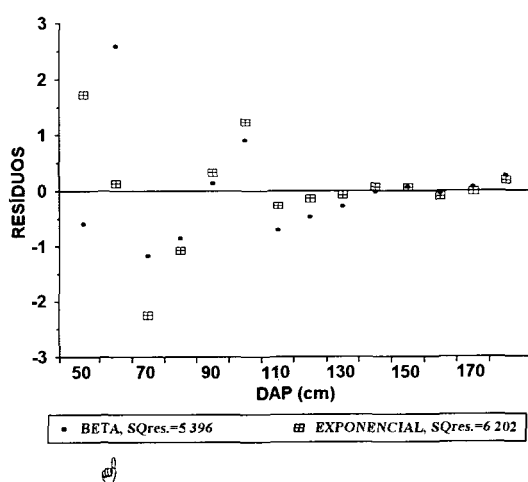
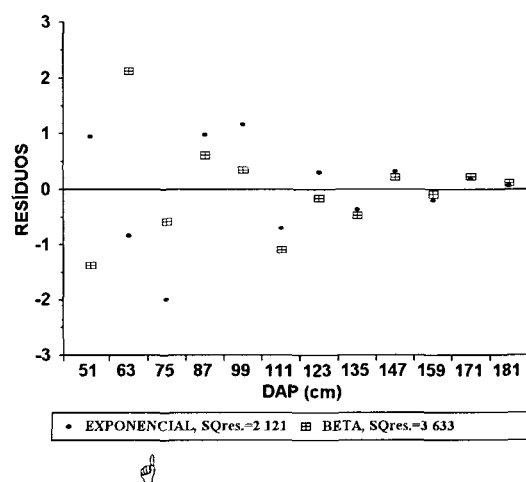


FIGURA 4.31 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA22



NOTA :  MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

A análise gráfica de resíduos das figuras 4.28, 4.29, 4.30 e 4.31 mostrou que, no caso dos modelos EXPONENCIAL para GA26 com $SQ_{res} = 6\,793$, EXPONENCIAL para GA28 com $SQ_{res} = 14\,038$, BETA para GA20 com $SQ_{res} = 5\,396$ e EXPONENCIAL para GA22 com $SQ_{res} = 2\,121$, a predição do erro aleatório foi conservada, uma vez que as menores somas de quadrado de resíduos justificaram os melhores resultados.

Em relação às 4 figuras a seguir, observa-se nas linhas de tendência de ajuste que, quando plotadas logaritmicamente, os pontos ajustam-se melhor para uma amplitude de 12 cm. Também verifica-se um bom ajuste para o grupo alelopático com fustes de qualidade 2, quando a amplitude é de 10 cm.

O modelo EXPONENCIAL aqui mencionado, parece descrever com razoável base biológica, a dinâmica do comportamento das classes diamétricas deste ecossistema florestal com características típicas de um sistema natural em equilíbrio.

Pela tendência aqui observada, o modelo BETA se comporta de acordo com a teoria de GOFF & WEST, reproduzindo a distribuição com sigmóide rotacionada.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.32 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA26, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

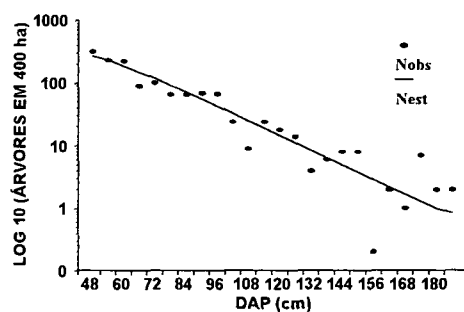


FIGURA 4.33 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA28, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

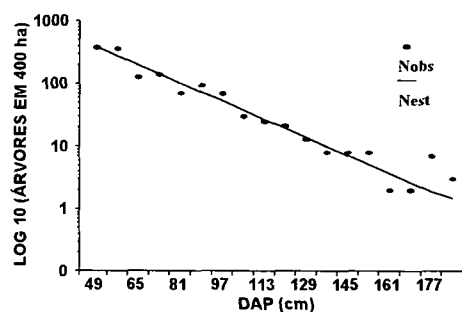


FIGURA 4.34 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA20, AJUSTADA PELO MODELO BETA

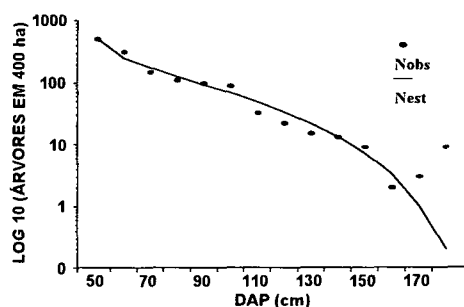
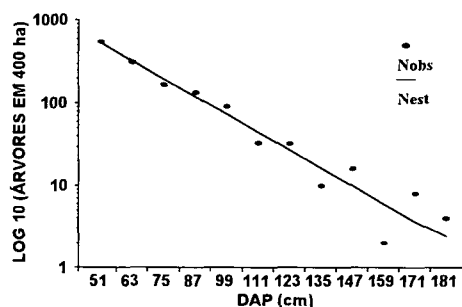


FIGURA 4.35 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA22, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL



A figura 4.36a, é indicativa do modelo EXPONENCIAL como o mais apropriado para descrever a distribuição diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 2, segundo a amplitude de 12 cm. Considerando-se ainda a tendência das estimativas fornecidas pelo modelo EXPONENCIAL, nota-se que apresentam bons níveis de acuracidade entre as classes diamétricas.

FIGURA 4.36a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA2, UTILIZANDO-SE O MODELO EXPONENCIAL COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

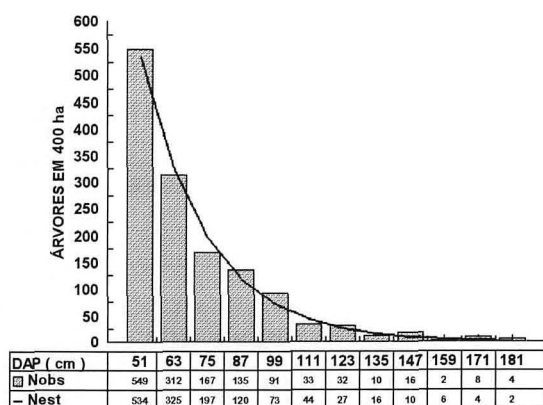
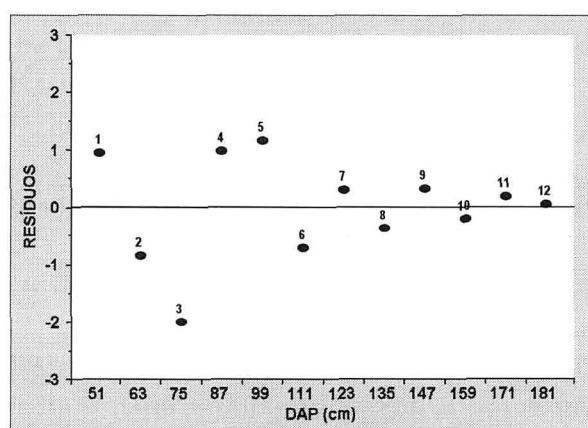


FIGURA 4.36b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



Através da figura 4.36b, explica-se que os resíduos distribuem-se dentro de uma faixa praticamente uniforme, onde apenas o ponto da 3ª classe excede a 2 desvios. Isto significa que a estrutura do erro aleatório, está de acordo com o princípio básico de que a aceitação de um modelo é factível se, e somente se, apenas 1 ou 2 pontos refletirem falta de ajuste.

Os resíduos indicam também que a variância do erro tende a permanecer constante a partir da 7ª classe e que entre a 3ª e 6ª classes, as oscilações não alteram a condição de normalidade.

Este resultado mostra mais uma vez que, o modelo EXPONENCIAL é adequado para prever a frequência do diâmetro do subgrupo GA2.

4.5 GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 2

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.37 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC26

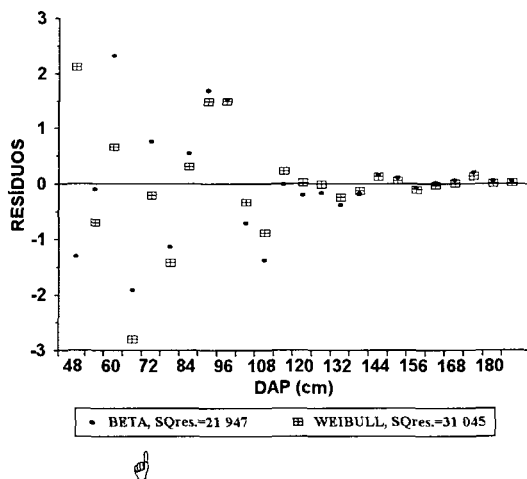


FIGURA 4.38 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC28

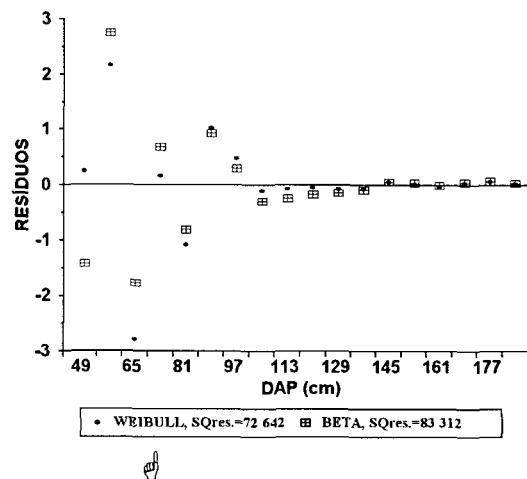


FIGURA 4.39 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC20

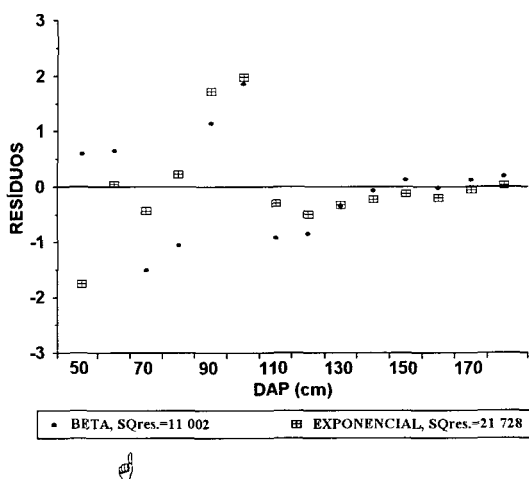
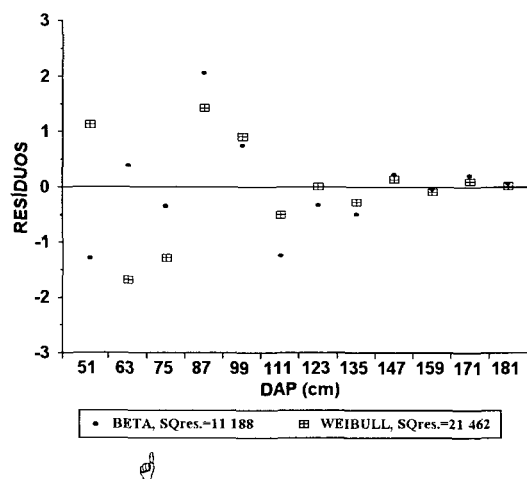


FIGURA 4.40 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC22



NOTA : 🖐️ MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Através dos gráficos de resíduos mostrados nas 4 figuras acima, identifica-se 3 casos de ocorrência onde o modelo BETA foi melhor do que um de seus concorrentes, o modelo WEIBULL, respectivamente para GC26, GC20 e GC22. Além disso, o modelo BETA, teve um desempenho comparativamente melhor do que os modelos WEIBULL e EXPONENCIAL, em termos de arranjo do erro aleatório.

O resultado de comparações entre as 4 linhas de tendência dos gráficos a seguir, permite diagnosticar como melhor comportamento em termos de ajuste, aquela pertencente a figura 4.44, cujo modelo BETA mostra ser o mais indicado para descrever a distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de qualidade 2 e amplitude de 12 cm.

É possível também observar a existência de falta de ajuste em alguns pontos, associados ao modelo BETA, porém, sem consequências globais que possam comprometer o restante das estimativas.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.41 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC26, AJUSTADA PELO MODELO BETA

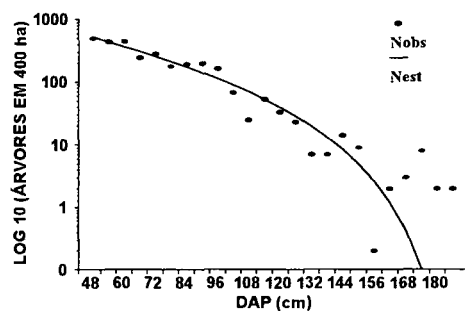


FIGURA 4.42 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC28, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

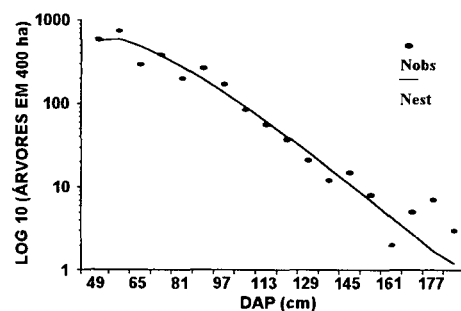


FIGURA 4.43 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC20, AJUSTADA PELO MODELO BETA

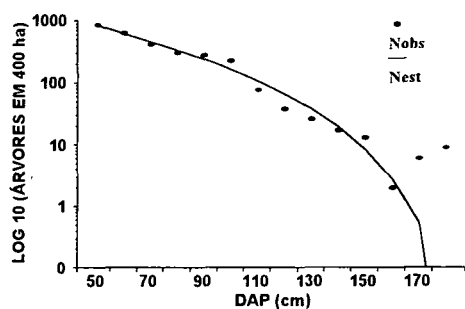
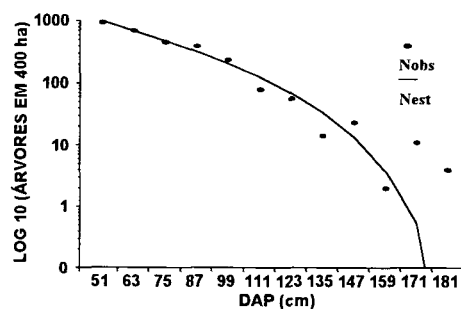


FIGURA 4.44 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC22, AJUSTADA PELO MODELO BETA



A figura 4.45a, mostra que o modelo BETA pode fornecer estimativas razoáveis quando ajustado a dados do grupo comercial com fustes de qualidade 2, utilizando-se uma amplitude de classe de 12 cm.

Por conseguinte, poderá se observar que a dinâmica de classes diamétricas desse grupo comporta-se exibindo taxas de mortalidade praticamente constante, fato que pode ser observado pelos grandes diâmetros alcançados, provável regeneração natural contínua e ciclo de vida longo.

FIGURA 4.45a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC2, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

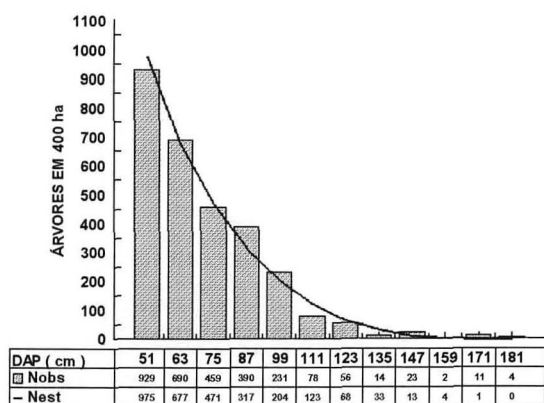
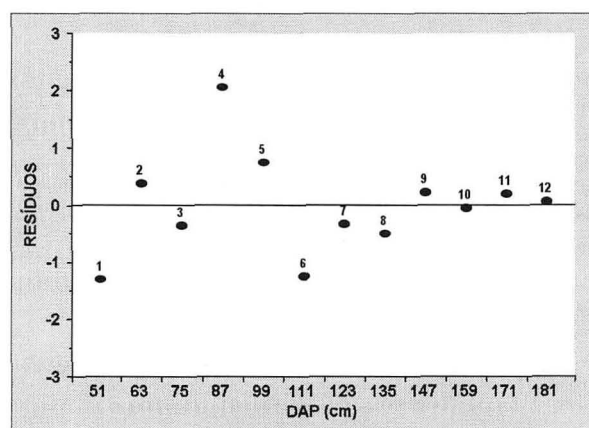


FIGURA 4.45b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



O espalhamento dos resíduos na figura 4.45b, permite a visualização de pontos que, de um modo geral, atendem a variância do erro.

Observa-se que existe uma tendência de estabilidade do erro a partir da 7ª classe. O modelo superestima na 1ª e subestima na última classe.

De um modo geral, tem-se a presença de subestimativas na 4ª e 5ª classes, mostrando haver estabilidade nas 3 últimas classes.

Nota-se que, em termos de distribuição gráfica de resíduos, a predição de erros é satisfatória.

4.6 GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 2

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.46 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM26

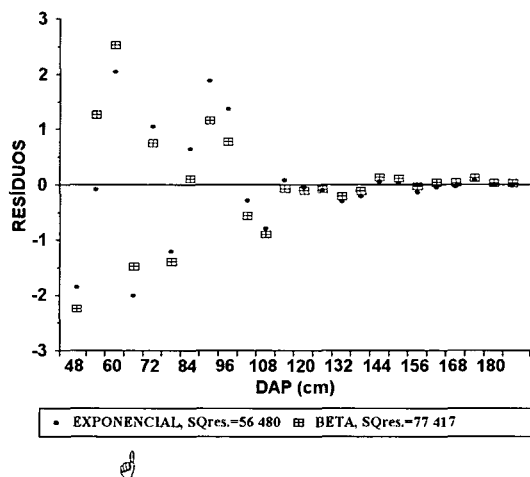


FIGURA 4.47 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM28

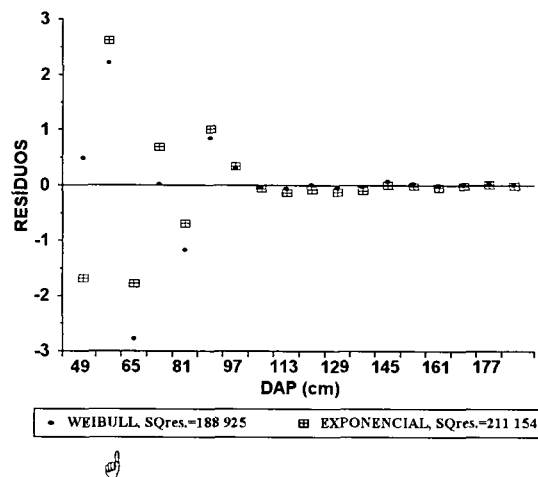


FIGURA 4.48 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM20

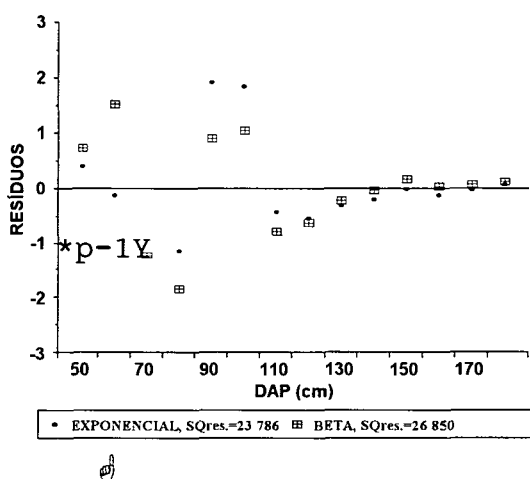
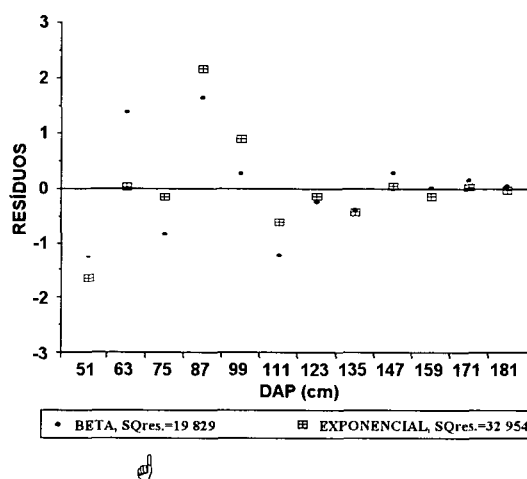


FIGURA 4.49 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM22



NOTA : MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Os 4 gráficos de resíduos acima, apontam os modelos EXPONENCIAL, WEIBULL, EXPONENCIAL e BETA como os mais indicados para descrever a distribuição diamétrica dos respectivos grupos GM26, GM28, GM20 e GM22. Deve-se também observar que, esses resultados foram inteiramente favoráveis aos modelos em questão que apresentaram a menor soma de quadrado de resíduos.

As linhas de tendência dos gráficos subsequentes revelam resultados similares aos já obtidos anteriormente em análises de grupos anteriores, tanto assim é que o modelo EXPONENCIAL apresenta invariavelmente uma progressão geométrica constante. O modelo WEIBULL mostra aqui uma conformação gráfica muito próxima do modelo EXPONENCIAL, enquanto o modelo BETA exhibe uma linha de tendência idêntica à de uma progressão geométrica decrescente.

Ao comparar-se os 4 gráficos, vê-se prontamente que apesar de provável falta de ajuste nas 2 últimas classes para a amplitude de 12 cm associada ao modelo BETA, este certamente deve ser o modelo escolhido em se tratando do grupo misto com fustes de qualidade 2.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.50 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM26, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

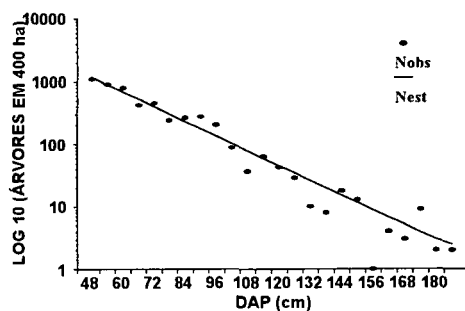


FIGURA 4.51 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM28, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

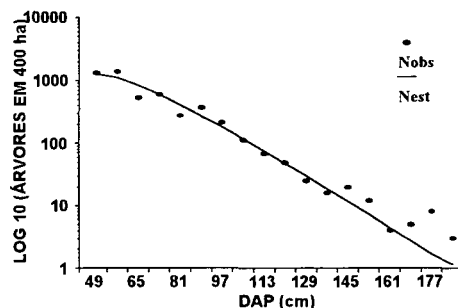


FIGURA 4.52 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM20, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

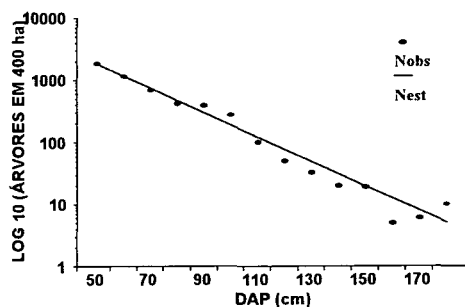
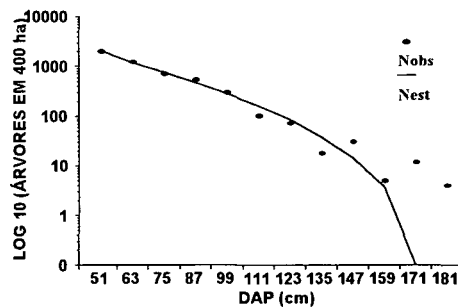


FIGURA 4.53 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM22, AJUSTADA PELO MODELO BETA



Facilmente se poderá observar, pelo exame da figura 4.54a que, o modelo BETA associado a uma amplitude de classe de DAP de 12 cm, pode fornecer estimativas precisas do número de árvores para 400 ha de floresta com características semelhantes às da área de estudo.

De modo gradual, no sentido da menor para a maior classe, vê-se que decresce a variância do erro com tendência à estabilização em torno da média.

Nota-se com base na figura 4.54b, que a dispersão dos pontos do gráfico de resíduos mantém-se dentro de uma faixa que varia de -2 a +2 desvios, o que significa dizer que 95% dos pontos estão de acordo com a condição de normalidade dos resíduos.

FIGURA 4.54a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM2, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

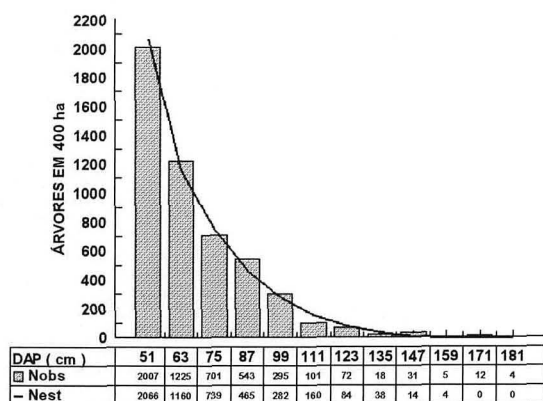
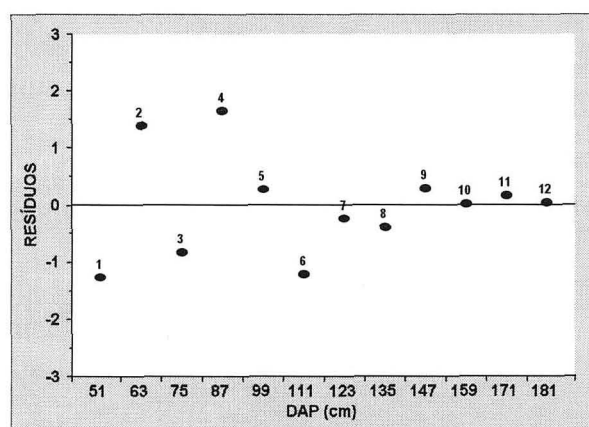


FIGURA 4.54b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM2, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



Observa-se também uma relação equilibrada da variância do erro com respeito as estimativas.

4.7 GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE QUALIDADE 3

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.55 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA36

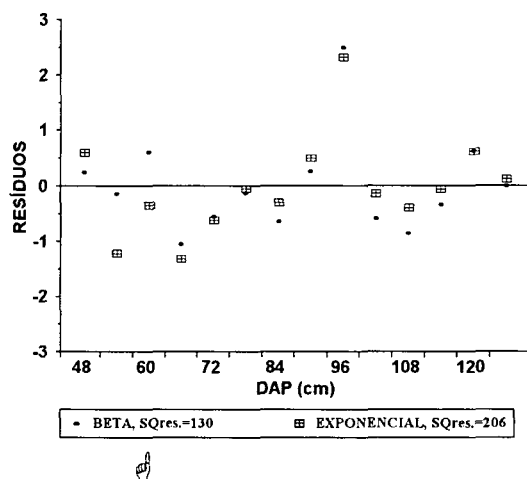


FIGURA 4.56 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA38

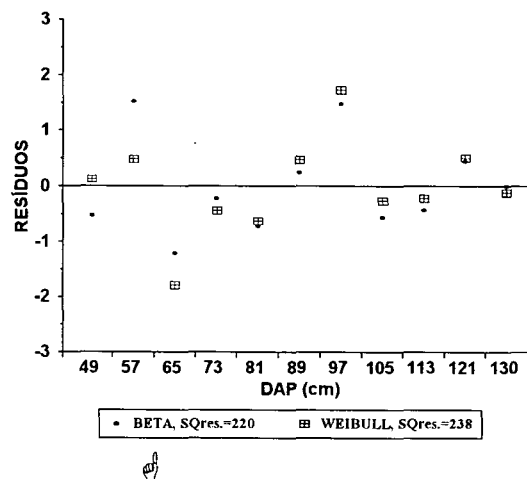


FIGURA 4.57 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA30

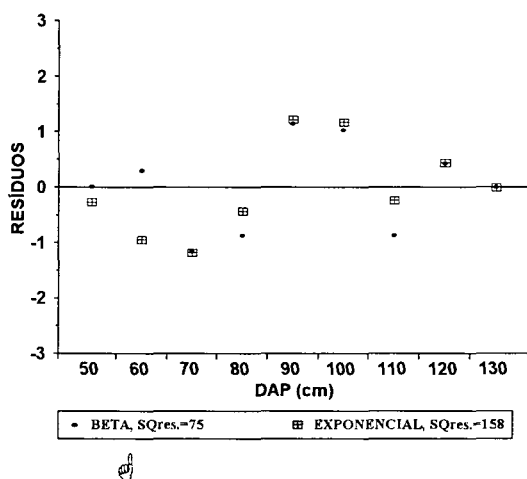
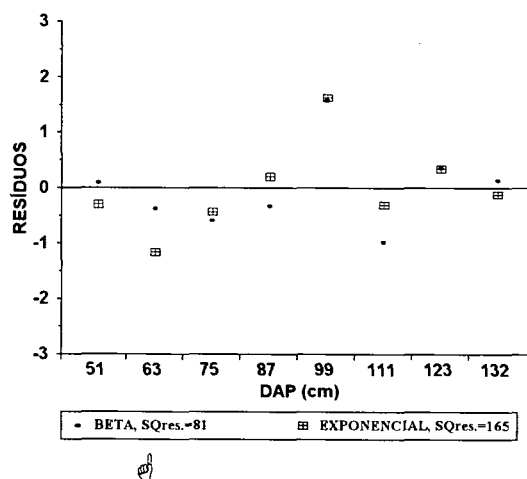


FIGURA 4.58 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA32



NOTA : MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Observa-se pela diferença entre os 4 gráficos de resíduos acima que, o modelo BETA aparece com a melhor distribuição residual em todos os casos analisados.

Outro aspecto a ser notado no presente caso é que, via de regra, a menor soma de quadrado de resíduos resultou sempre no melhor padrão de distribuição de resíduos.

Os próximos 4 gráficos mostram através das linhas de tendência que, o modelo BETA quando aplicado a dados de diâmetros, agrupados em classes de amplitude 10 cm, é o mais indicado para descrever o comportamento da estrutura diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 3.

Nota-se também que, o desenho da linha é semelhante ao de uma distribuição com sigmóide rotacionada, o que implica dizer que, as altas taxas de mortalidade nas classes de maiores diâmetros características dos fustes de qualidade 3, é possível de ser diagnosticada pelo emprego do modelo BETA.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.59 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA36, AJUSTADA PELO MODELO BETA

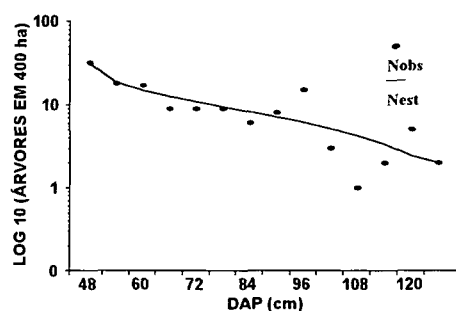


FIGURA 4.60 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA38, AJUSTADA PELO MODELO BETA

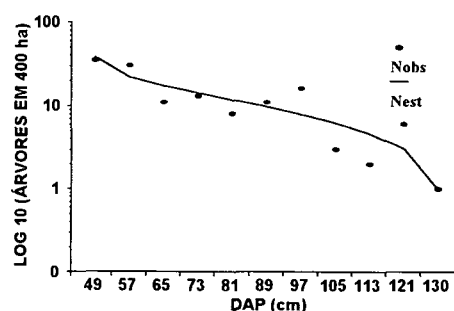


FIGURA 4.61 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA30, AJUSTADA PELO MODELO BETA

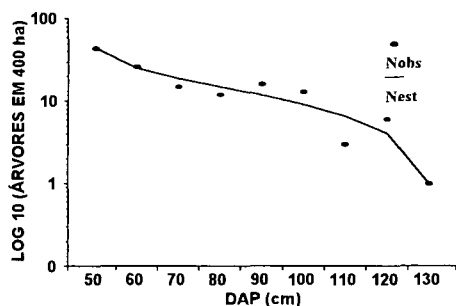
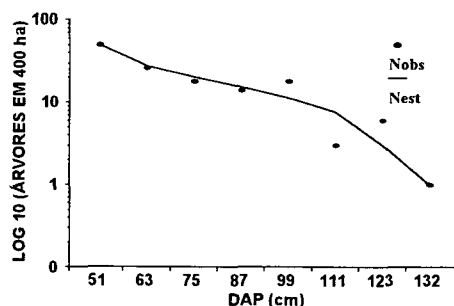


FIGURA 4.62 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GA32, AJUSTADA PELO MODELO BETA



De acordo com indicações da figura 4.63a, o grupo alelopático com fustes de qualidade 3, pode assumir o modelo BETA para uma amplitude de classe de DAP de 10 cm, com a finalidade de descrever a sua estrutura diamétrica.

A figura 4.63b, é auto-explicativa, pois, deduz-se facilmente que, a estrutura gráfica dos resíduos é composta de pontos que conservam praticamente a mesma variância.

FIGURA 4.63a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm

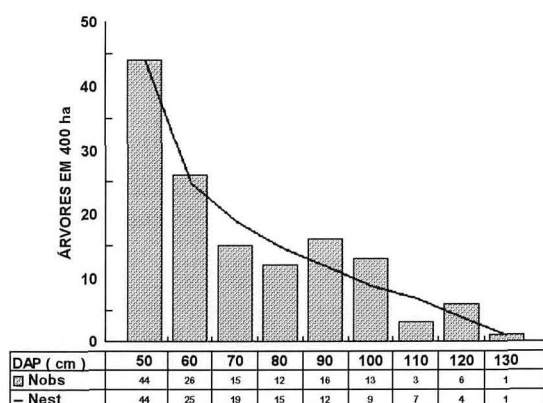
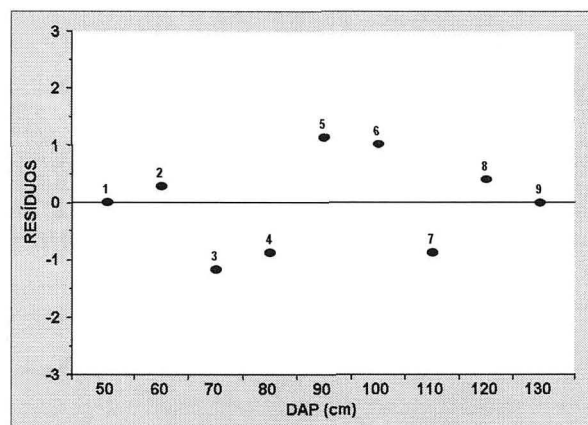


FIGURA 4.63b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 10 cm



Esse comportamento dos resíduos citado anteriormente, tem como consequência a vantagem de permitir estimativas acuradas, em função do estabelecimento de um melhor ajuste.

É importante enfatizar que, a ocorrência do número de árvores nas sucessivas classes de DAP, não apresenta neste grupo uma taxa regular de decréscimo com o aumento do DAP.

4.8 GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE QUALIDADE 3

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.64 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC36

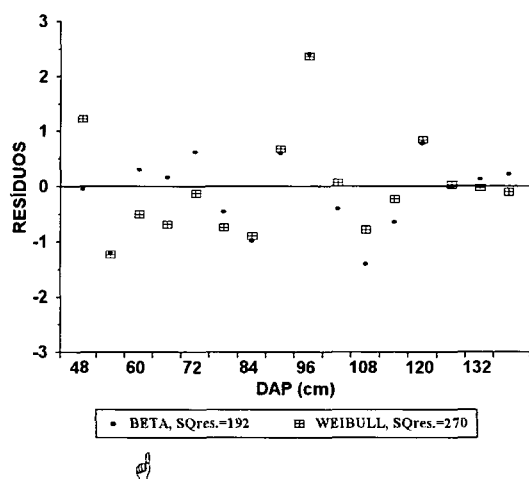


FIGURA 4.65 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC38

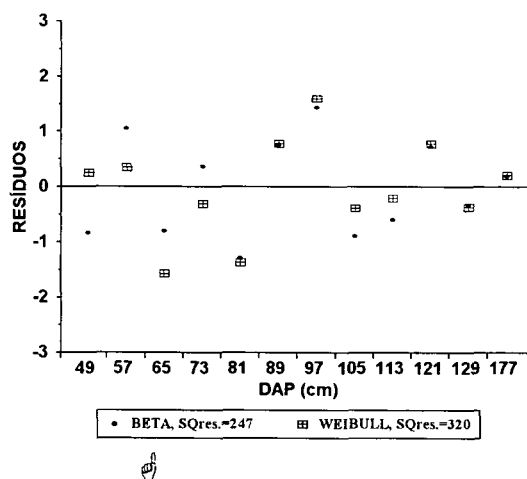


FIGURA 4.66 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC30

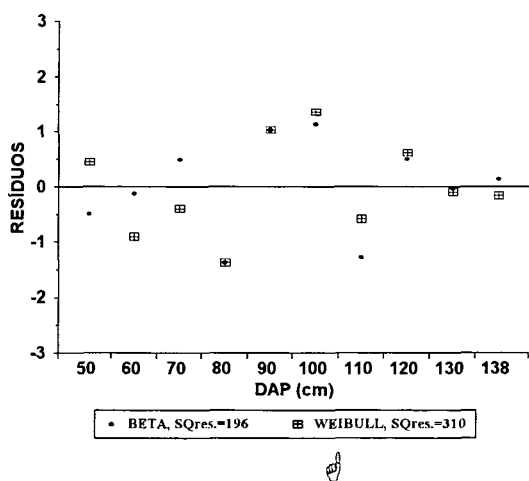
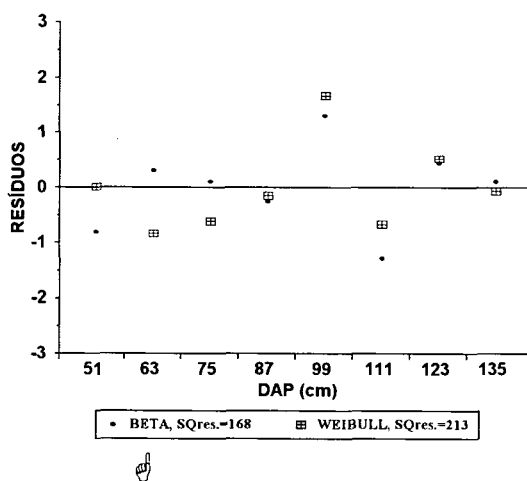


FIGURA 4.67 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC32



NOTA : 👉 MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

A análise dos 4 gráficos de resíduos acima, mostra que nem sempre a menor soma de quadrados de resíduos reflete o melhor padrão de variação dos erros de estimativas nas diversas classes diamétricas.

As linhas de tendência de ajuste mostradas nas figuras 4.68, 4.69, 4.70 e 4.71, não são claramente lineares quando plotadas logaritmicamente em função do DAP. Deve-se também aqui observar o que ficou evidenciado em casos anteriores, ou seja, o modelo BETA é um dos que melhor pode descrever o comportamento da distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de qualidade 3, especialmente, quando adota-se uma amplitude de 12 cm.

Outrossim, em termos de ajuste, é evidente que a figura 4.71, denota melhor performance relativa a acuracidade.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.68 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC36, AJUSTADA PELO MODELO BETA

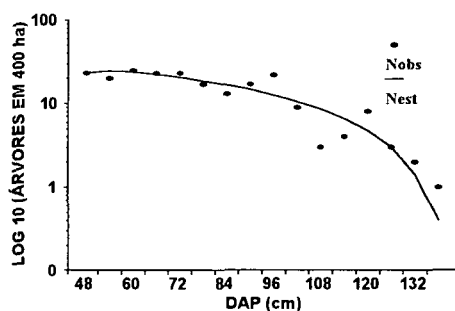


FIGURA 4.69 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC38, AJUSTADA PELO MODELO BETA

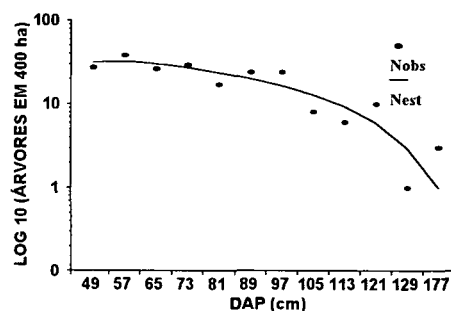


FIGURA 4.70 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC30, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

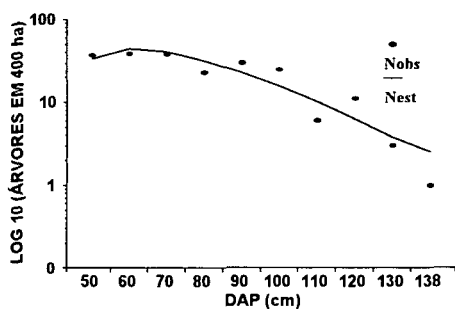
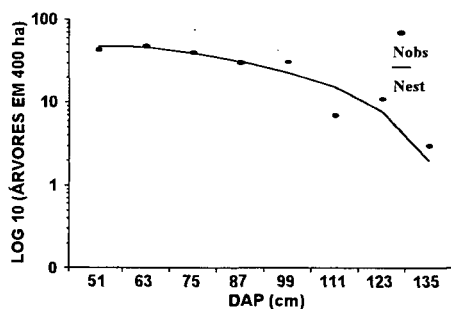


FIGURA 4.71 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GC32, AJUSTADA PELO MODELO BETA



Investigando-se a relação existente entre a distribuição observada na floresta e a distribuição predicta pelo modelo BETA, conforme a figura 4.72a, logo percebe-se que apesar das estimativas serem razoavelmente acuradas, não existe uma taxa de decréscimo constante do número de árvores com o aumento do DAP.

FIGURA 4.72a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GC3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

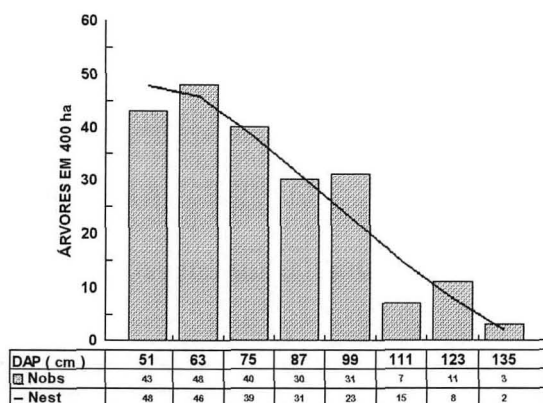
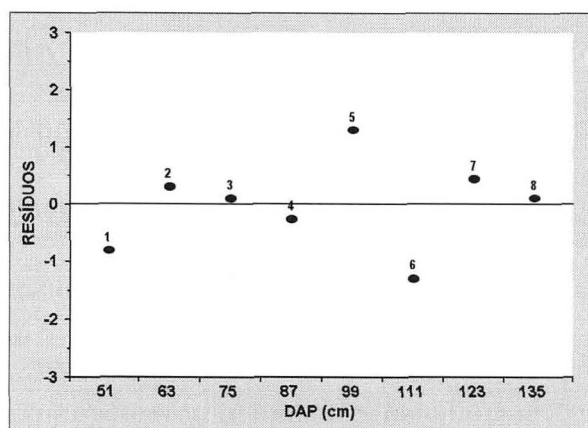


FIGURA 4.72b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GC3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



A interpretação do gráfico de resíduos indicado na figura 4.72b, é de que a dispersão dos resíduos permanece dentro de uma faixa homogênea à medida que aumenta o DAP.

Com efeito, os resíduos estão distribuídos de tal modo que, não é possível identificar aparentemente falta de ajuste.

4.9 GRUPO MISTO COM FUSTES DE QUALIDADE 3

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.73 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM36

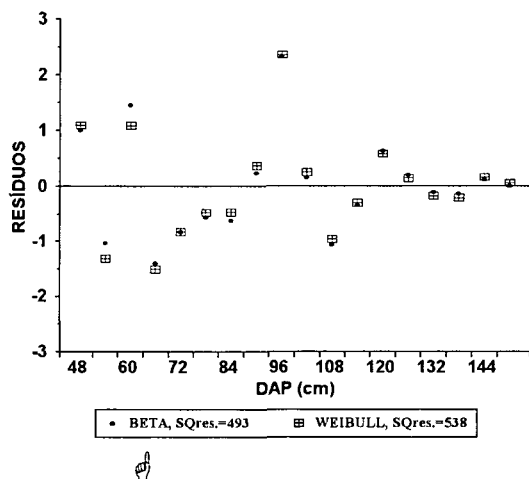


FIGURA 4.74 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM38

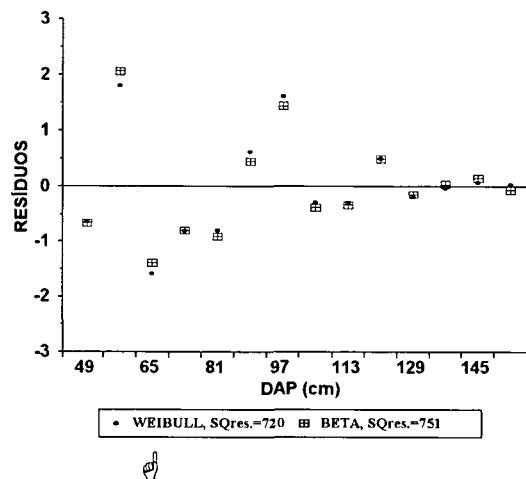


FIGURA 4.75 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM30

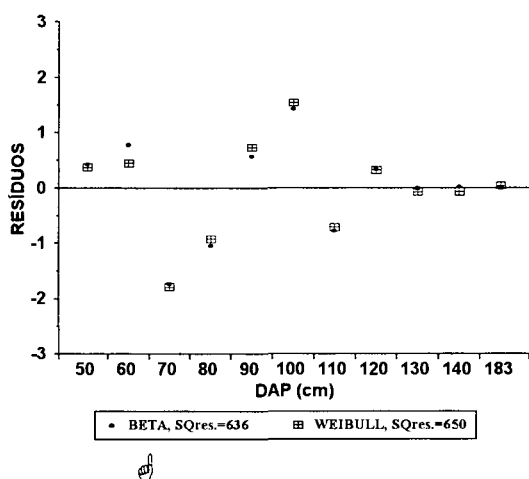
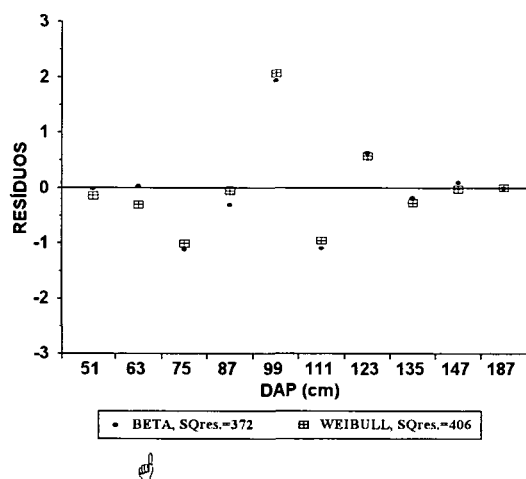


FIGURA 4.76 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM32



NOTA : MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Como indicam os 4 gráficos de resíduos acima, os modelos com a melhor distribuição residual, são também os de menor soma de quadrado de resíduos, com destaque para o modelo BETA, dado que, comparativamente ao modelo WEIBULL, foi o melhor em 3 das 4 situações investigadas.

De acordo com as figuras 4.77, 4.78, 4.79 e 4.80, tem-se que o modelo BETA associado a uma amplitude de classe de DAP de 12 cm, foi o que apresentou a melhor tendência de ajuste para o grupo misto com fustes de qualidade 3.

Examinando-se as linhas de tendência das distribuições diamétricas relativas às amplitudes 10 e 12 cm, identifica-se uma estreita similaridade de comportamento com ligeira vantagem em favor da amplitude de 12 cm. Em ambos os casos, é possível notar que as linhas descrevem nitidamente uma progressão geométrica decrescente.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE SUBGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.77 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM36, AJUSTADA PELO MODELO BETA

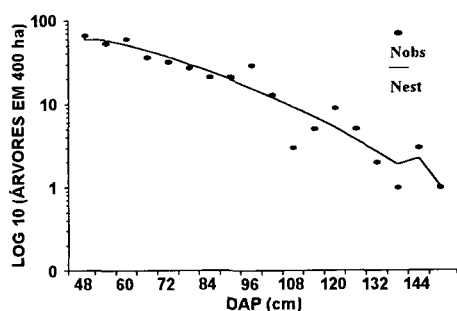


FIGURA 4.78 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM38, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

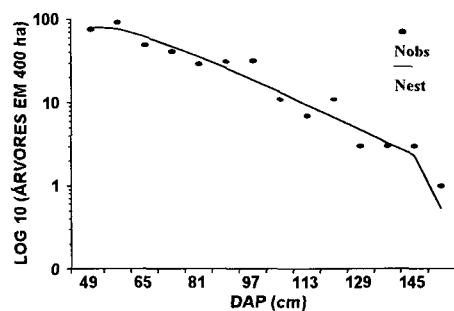


FIGURA 4.79 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM30, AJUSTADA PELO MODELO BETA

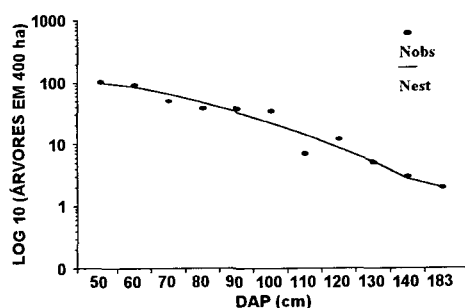
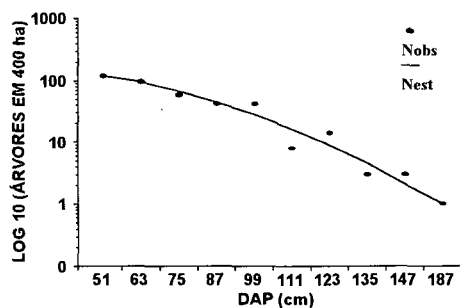


FIGURA 4.80 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO SUBGRUPO GM32, AJUSTADA PELO MODELO BETA



A figura 4.81a, contendo a estimativa do número de árvores por unidade de área (400 ha), descreve de modo consistente a estrutura diamétrica do grupo misto com fustes de qualidade 3.

Os valores predictos versus valores observados, constante na tabela anexada ao gráfico, mostra que o modelo BETA para uma amplitude de 12 cm, pode fornecer bons resultados.

FIGURA 4.81a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GM3, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

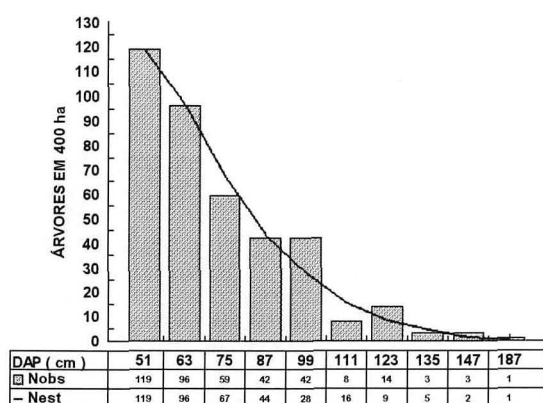
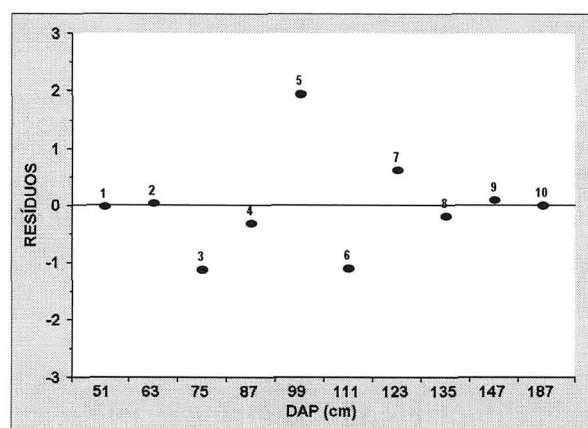


FIGURA 4.81b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GM3, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



De conformidade com o que sugere a figura 4.81b, a distribuição de resíduos é praticamente uniforme nas classes de DAP para uma amplitude de 12 cm. Por conseguinte, os grupos de resíduos mostram haver um arranjo aleatório da estrutura do erro.

Infere-se também que o modelo BETA, neste caso, tanto na 1ª e 2ª classes como na 9ª e 10ª classes, fornecem estimativas mais acuradas do que observa-se para as demais classes.

4.10 GRUPO ALELOPÁTICO COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.82 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA_6

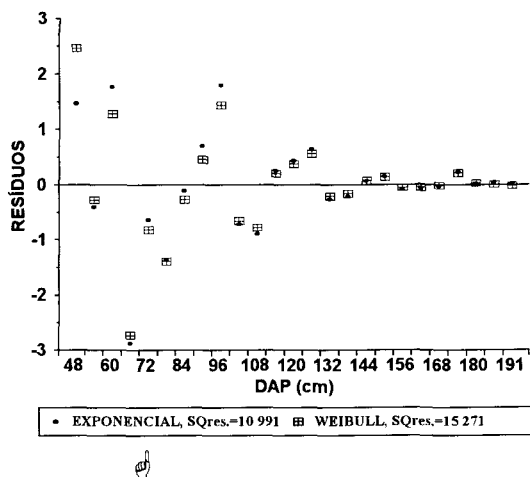


FIGURA 4.83 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA_8

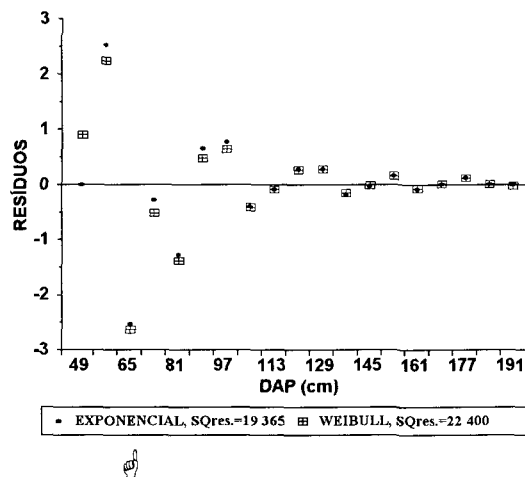


FIGURA 4.84 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA_0

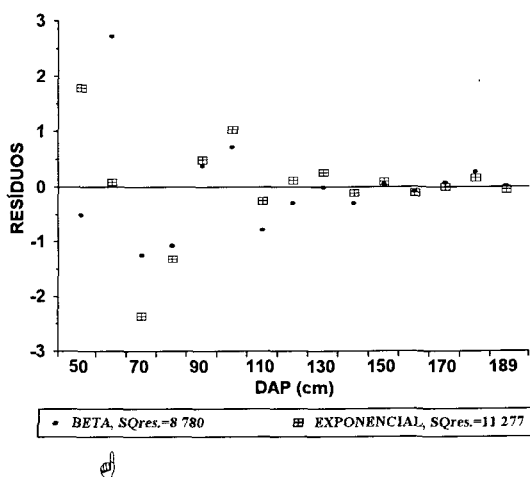
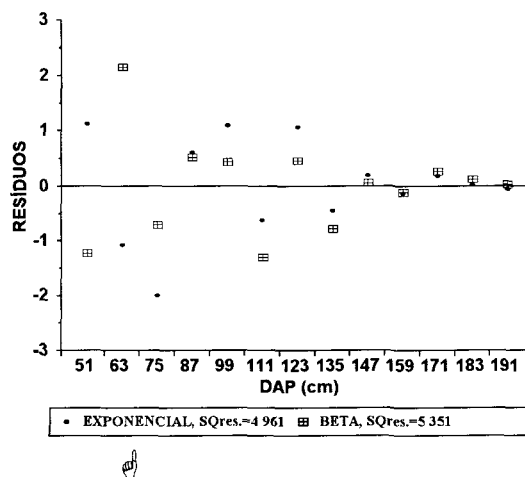


FIGURA 4.85 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GA_2



NOTA : MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Mediante análise gráfica para os 4 grupos acima, é possível verificar que os modelos EXPONENCIAL, EXPONENCIAL, BETA e EXPONENCIAL associados aos grupos GA_6, GA_8, GA_0 e GA_2, respectivamente, são os que melhor descrevem uma relação acurada entre os valores observados e estimados.

Os 4 gráficos a seguir, plotados logaritmicamente contra o DAP, descrevem o comportamento das linhas de tendência de ajuste onde aparece os 3 modelos estudados. Ao comparar-se o modelo WEIBULL com o modelo EXPONENCIAL, verifica-se que ambos projetam linhas de tendência similares, com inclinação aproximadamente constante. Ao contrário, o modelo BETA projeta uma linha de tendência semelhante à sigmóide rotacionada.

Como a figura 4.89, é a que exibe a melhor tendência de ajuste, é óbvio que o modelo EXPONENCIAL para uma amplitude de 12 cm, deve ser o escolhido para representar a distribuição diamétrica do grupo alelopático com fustes de todas as qualidades.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE BGRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.86 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_6, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

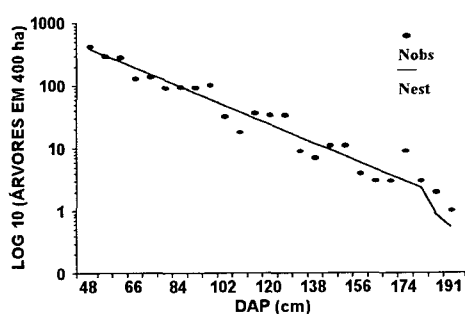


FIGURA 4.87 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_8, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

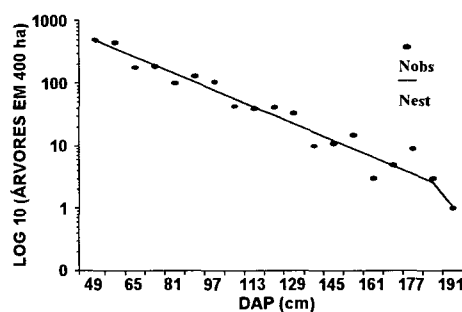


FIGURA 4.88 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_0, AJUSTADA PELO MODELO BETA

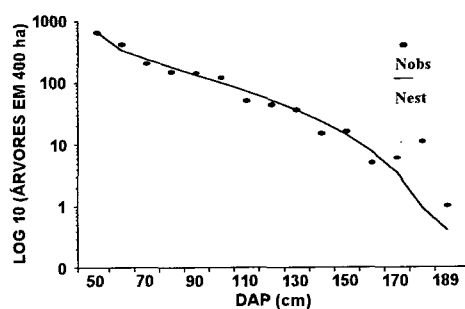
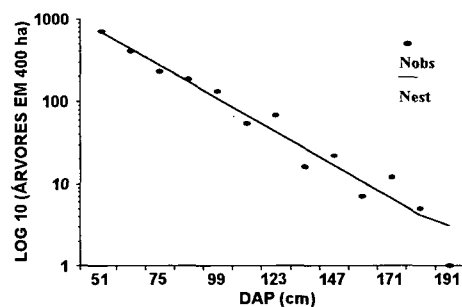


FIGURA 4.89 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GA_2, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL



Pode-se inferir da figura 4.90a que, o modelo EXPONENCIAL apresenta uma configuração de ajuste satisfatório em toda a amplitude da distribuição observada na floresta, para o grupo alelopático com fustes de todas as qualidades.

FIGURA 4.90a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O SUBGRUPO GA_, UTILIZANDO-SE O MODELO EXPONENCIAL COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

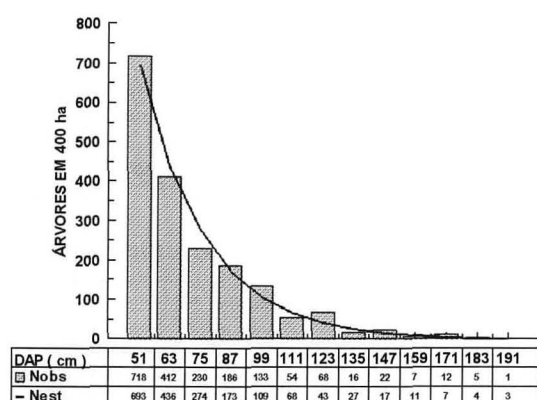
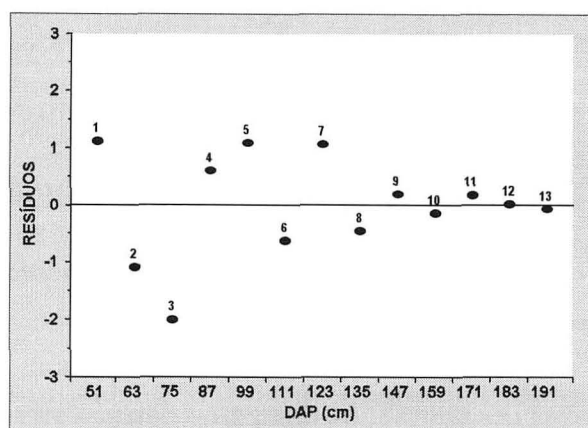


FIGURA 4.90b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O SUBGRUPO GA_ COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



Quanto ao padrão de distribuição dos resíduos exibido pela figura 4.90b, não se observa qualquer comportamento anormal dos resíduos capaz de interferir na precisão das estimativas.

Nota-se de modo particular que, o ponto relativo a 3ª classe é o único próximo de 2 desvios, apesar disso, espera-se que o seu efeito não seja capaz de refletir falta de ajuste.

4.11 GRUPO COMERCIAL COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.91 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC_6

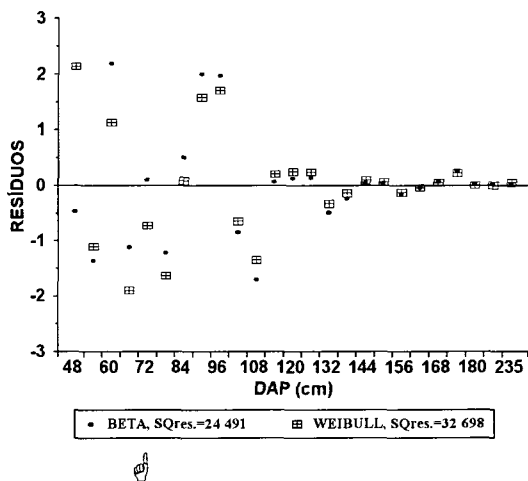


FIGURA 4.92 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC_8

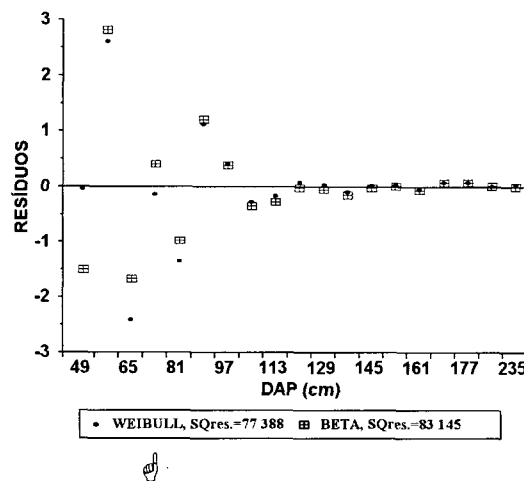


FIGURA 4.93 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC_0

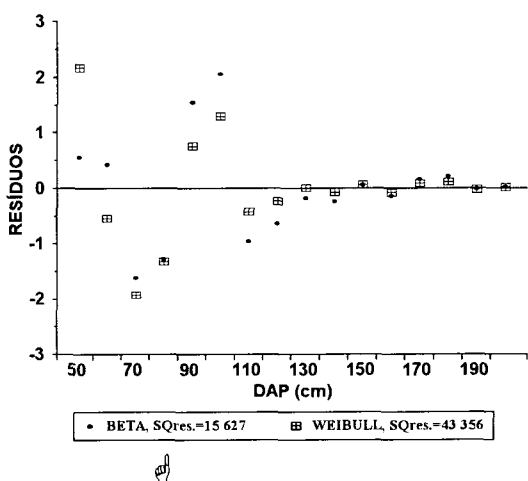
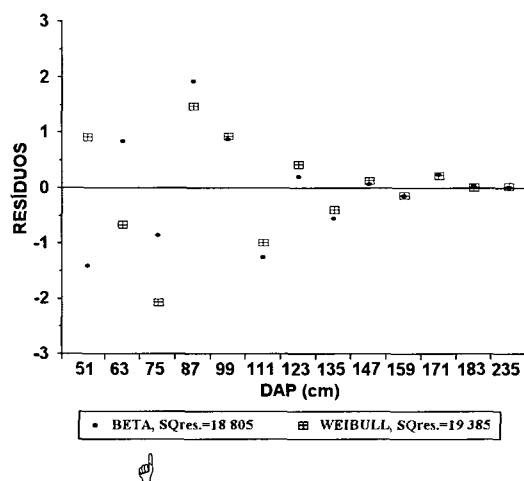


FIGURA 4.94 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GC_2



NOTA : 🖐️ MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Analisando-se, ponto a ponto, os 4 gráficos de resíduos acima, nota-se que invariavelmente, os modelos com a melhor distribuição de resíduos, foram os que apresentaram a menor soma de quadrado de resíduos, dentre os quais destacam-se consecutivamente os modelos BETA, WEIBULL, BETA e BETA associados aos respectivos grupos GC_6, GC_8, GC_0 e GC_2.

Através da análise das figuras 4.95, 4.96, 4.97 e 4.98, observa-se que o modelo BETA para uma amplitude de 12 cm, é o mais indicado para descrever a distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de todas as qualidades.

Chama-se a atenção para o fato de que, embora o modelo BETA em casos anteriores tenha mostrado com mais evidência a tendência de descrever uma sigmóide rotacionada, neste caso, acredita-se que a linha de tendência projetada pelo modelo BETA esteja refletindo a base biológica da distribuição diamétrica observada na floresta.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE GRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.95 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_6, AJUSTADA PELO MODELO BETA

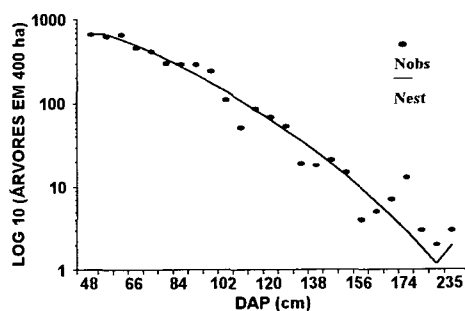


FIGURA 4.96 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_8, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

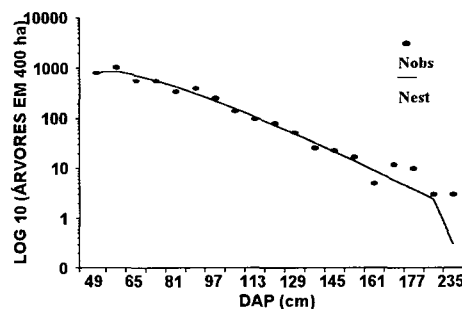


FIGURA 4.97 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_0, AJUSTADA PELO MODELO BETA

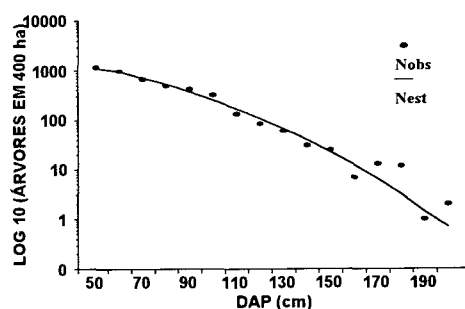
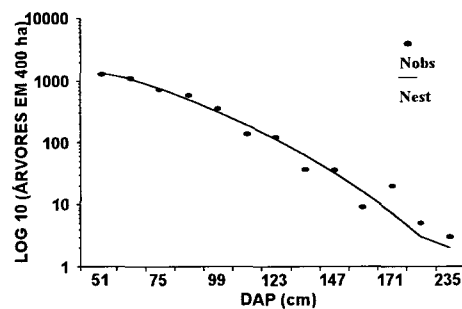


FIGURA 4.98 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GC_2, AJUSTADA PELO MODELO BETA



O perfil de distribuição diamétrica ajustado pelo modelo BETA para uma amplitude de 12 cm (figura 4.99a), está de acordo com a estrutura diamétrica observada na floresta. Além disso, verifica-se que a linha de estimativa está fortemente correlacionada com os pontos observados.

O espalhamento dos resíduos caracterizado pela figura 4.99b sugere que, apesar da variância do erro ser maior nas primeiras classes, tende progressivamente a se estabilizar com o aumento do DAP.

FIGURA 4.99a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O GRUPO GC_, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

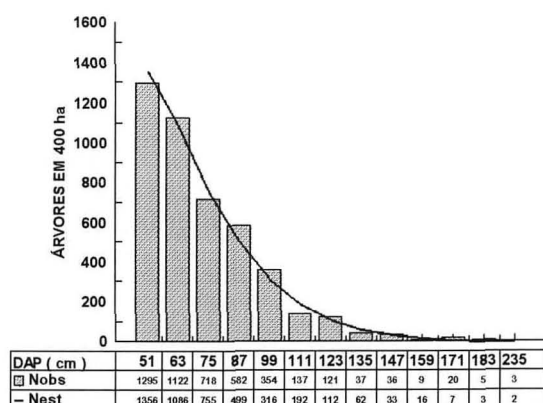
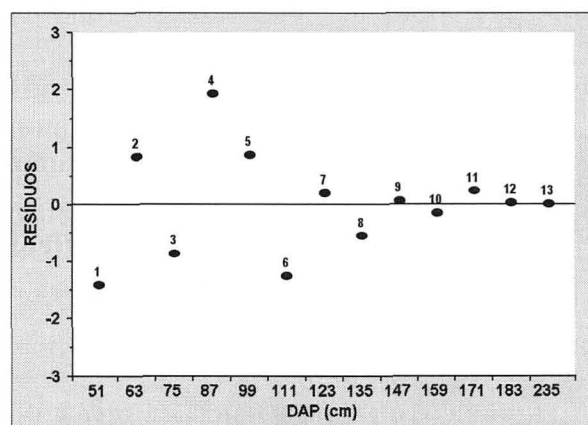


FIGURA 4.99b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O GRUPO GC_, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



De um modo geral, observa-se que os resíduos concentram-se dentro de uma faixa na qual o nível de significância estatística é aceitável. Vê-se daí que em termos de distribuição gráfica dos resíduos o modelo BETA pode ser considerado consistente.

4.12 GRUPO MISTO COM FUSTES DE TODAS AS QUALIDADES

DISTRIBUIÇÕES DE RESÍDUOS "STUDENTIZADOS" POR SUBGRUPO DE ESPÉCIES, SEGUNDO OS 2 MODELOS COM A MENOR SOMA DE QUADRADO DE RESÍDUOS

FIGURA 4.100 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM_6

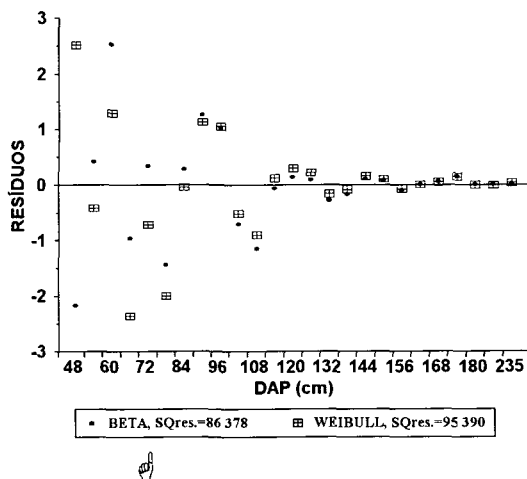


FIGURA 4.101 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM_8

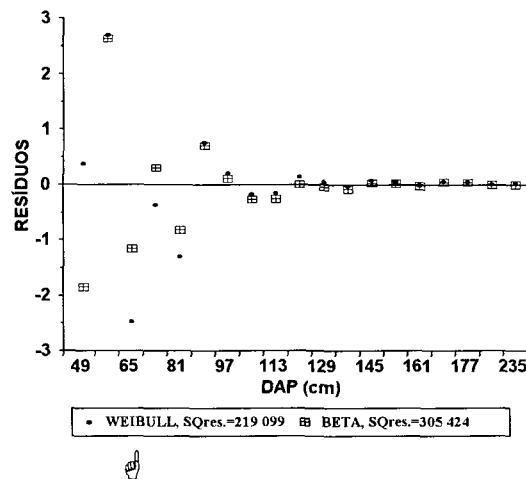


FIGURA 4.102 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM_0

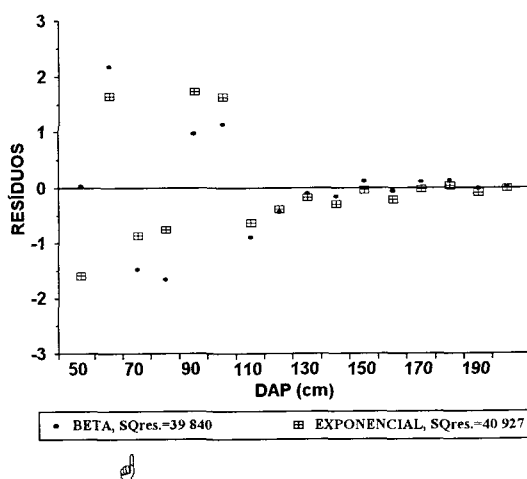
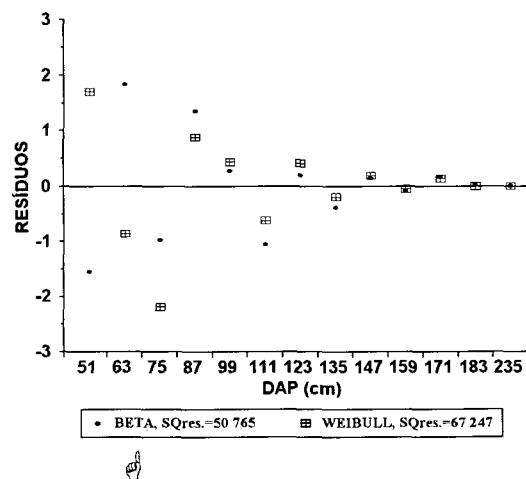


FIGURA 4.103 — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS DO SUBGRUPO GM_2



NOTA : 🖐️ MODELO COM A MELHOR DISTRIBUIÇÃO RESIDUAL

Com referência a análise gráfica dos resíduos das 4 figuras acima, tem-se que o modelo BETA é o responsável pela melhor distribuição de resíduos atribuída aos grupos GA_6, GM_0 e GM_2, ao passo que o modelo WEIBULL aparece com a melhor distribuição residual apenas para o grupo GM_8.

Ao comparar-se os gráficos subsequentes, observa-se que a diferença entre as linhas de tendência de ajuste, confere ao modelo BETA, associado a uma amplitude de classe de DAP de 12 cm, a melhor performance em termos de acuracidade.

É importante destacar que também para o grupo misto com fustes de todas as qualidades, verifica-se que a linha de tendência de ajuste aproxima-se de uma progressão geométrica constante, ao invés de descrever uma sigmóide rotacionada.

LINHAS DE TENDÊNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE GRUPOS DE ESPÉCIES, SEGUNDO O MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

FIGURA 4.104 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_6, AJUSTADA PELO MODELO BETA

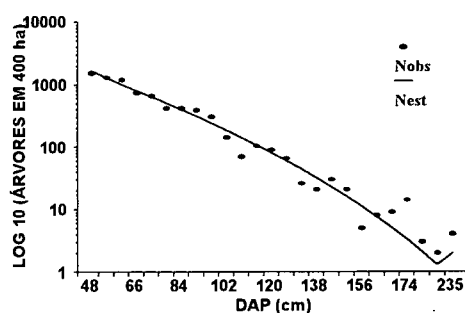


FIGURA 4.105 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_8, AJUSTADA PELO MODELO WEIBULL

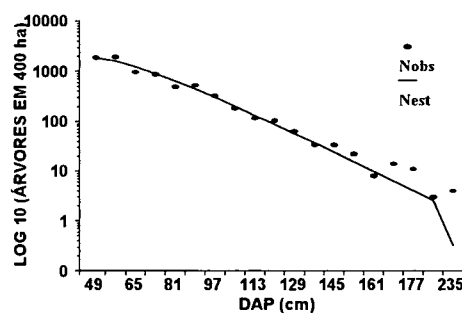


FIGURA 4.106 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_0, AJUSTADA PELO MODELO EXPONENCIAL

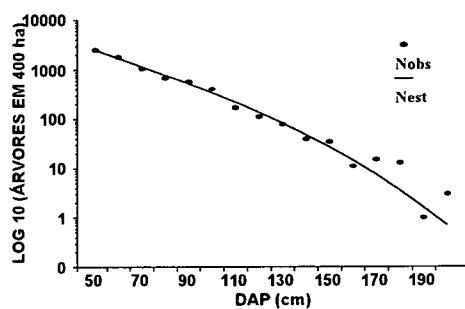
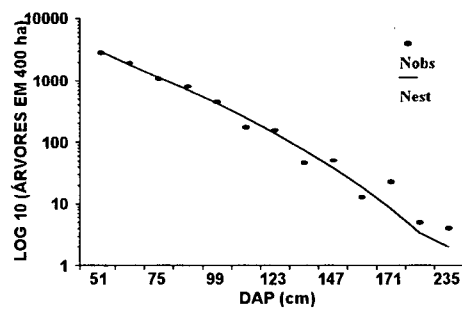


FIGURA 4.107 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO GRUPO GM_2, AJUSTADA PELO MODELO BETA



Com base na figura 4.108a, vê-se que, utilizando-se o modelo BETA com amplitude de 12 cm para descrever a distribuição diamétrica do grupo misto com fustes de todas as qualidades, obtêm-se estimativas menos acuradas nas classes iniciais, com tendência a tornar-se mais acuradas nas classes maiores.

Os resíduos (Fig. 4.108b), mostram-se consistentes com a variância do erro aleatório, ainda que se possa observar a tendência de decréscimo da variância com o aumento do DAP.

FIGURA 4.108a — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA INDICADA PARA O GRUPO GM₁, UTILIZANDO-SE O MODELO BETA COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm

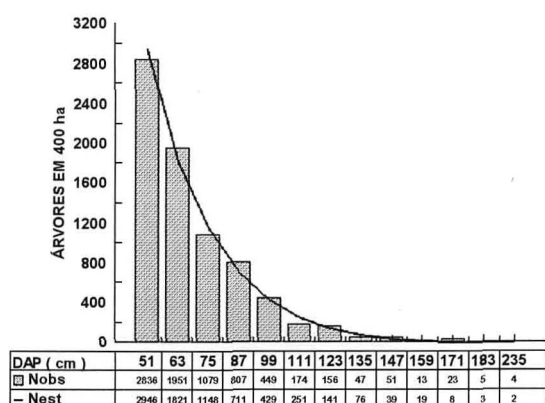
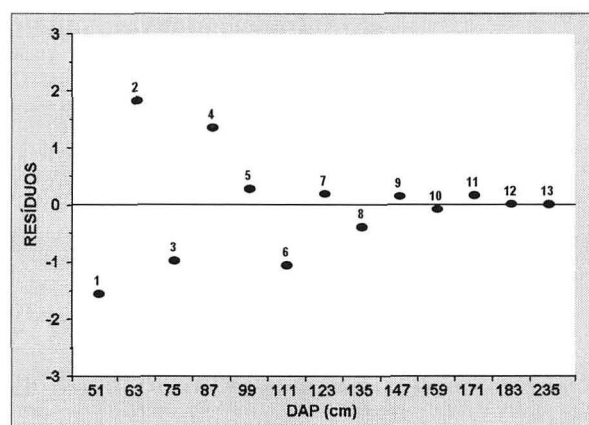


FIGURA 4.108b — DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS PARA O GRUPO GM₁, COM AMPLITUDE DE CLASSE DE DAP 12 cm



Outro aspecto importante está diretamente relacionado com o fato de que, a variância do erro tende a se tornar estável nas últimas classes.

As próximas 4 tabelas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7, contém a síntese das melhores estimativas do número de árvores em função do melhor modelo e correspondentes amplitudes de classes de DAP indicadas para os grupos.

TABELA 4.6 ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE QUALIDADE 3 VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE RESÍDUOS

BETA			BETA			BETA			BETA			BETA			BETA			WEIBULL			BETA			BETA			WEIBULL			BETA			BETA		
DA36	Nobs	Nest	DA38	Nobs	Nest	DA30	Nobs	Nest	DA32	Nobs	Nest	DC36	Nobs	Nest	DC38	Nobs	Nest	DC30	Nobs	Nest	DC32	Nobs	Nest	DM36	Nobs	Nest	DM38	Nobs	Nest	DM30	Nobs	Nest	DM32	Nobs	Nest
48	32	31	49	35	38	50	44	44	51	50	50	48	23	23	49	27	31	50	37	34	51	43	48	48	66	60	49	75	80	50	104	100	51	119	119
54	18	18	57	30	22	60	26	25	63	26	27	54	20	25	57	38	32	60	39	45	63	48	46	54	53	59	57	91	76	60	93	86	63	96	96
60	17	15	65	11	17	70	15	19	75	18	20	60	25	24	65	26	30	70	38	41	75	40	39	60	60	52	65	49	62	70	50	65	75	59	67
66	9	13	73	13	14	80	12	15	87	14	15	66	23	22	73	29	27	80	23	32	87	30	31	66	36	44	73	41	47	80	38	47	87	42	44
72	9	11	81	8	12	90	16	12	99	18	11	72	23	21	81	17	24	90	30	23	99	31	23	72	32	37	81	29	35	90	38	33	99	42	28
78	9	9	89	11	10	100	13	9	111	3	8	78	17	19	89	24	20	100	25	16	111	7	15	78	27	30	89	31	26	100	35	22	111	8	16
84	6	8	97	16	8	110	3	7	123	6	4	84	13	17	97	24	16	110	6	10	123	11	8	84	21	25	97	32	19	110	7	14	123	14	9
90	8	7	105	3	6	120	6	4	132	1	0	90	17	15	105	8	13	120	11	6	135	3	2	90	21	20	105	11	13	120	12	9	135	3	5
96	15	6	113	2	5	130	1	1	TOTAL	136	136	96	22	13	113	6	9	130	3	4	TOTAL	213	213	96	29	16	113	7	9	130	5	5	147	3	2
102	3	5	121	6	3	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	102	9	11	121	10	6	138	1	2	TOTAL	213	213	102	13	12	121	11	7	140	3	3	187	1	1
108	1	4	130	1	1	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	108	3	9	129	1	3	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	108	3	9	129	3	5	183	2	2	TOTAL	387	387
114	2	3	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	114	4	7	177	3	1	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	114	5	7	137	3	3	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387
120	5	2	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	120	8	5	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	120	9	5	145	3	2	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387
129	2	2	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	126	3	3	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	126	5	4	185	1	1	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387
TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	TOTAL	136	136	132	2	1	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	132	2	3	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387
												138	1	0	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	138	1	2	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387
												TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	TOTAL	213	213	184	1	1	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387	TOTAL	387	387

NOTA: AS COLUNAS EM DESTAQUE REFEREM-SE AO MELHOR MODELO E A MELHOR AMPLITUDE PARA CADA TIPO DE AGRUPAMENTO

TABELA 4.7 ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ÁRVORES (400 ha) EM CLASSES DE DAP E FUSTE DE TODAS AS QUALIDADES VERSUS MELHOR MODELO INDICADO PELA ANÁLISE GRÁFICA DE

EXPONENCIAL			EXPONENCIAL			BETA			EXPONENCIAL			BETA			WEIBULL			BETA			BETA			BETA			WEIBULL			BETA			BETA			
DA 6	Nobs	Nest	DA 8	Nobs	Nest	DA 0	Nobs	Nest	DA 2	Nobs	Nest	DC 6	Nobs	Nest	DC 8	Nobs	Nest	DC 0	Nobs	Nest	DC 2	Nobs	Nest	DM 6	Nobs	Nest	DM 8	Nobs	Nest	DM 0	Nobs	Nest	DM 2	Nobs	Nest	
48	420	387	49	497	497	50	654	668	51	718	693	48	668	684	49	807	810	50	1160	1140	51	1295	1358	48	1532	1668	49	1873	1830	50	2555	2553	51	2838	2948	
54	298	307	57	453	365	60	410	337	63	412	436	54	627	673	57	1046	865	60	994	979	63	1122	1086	54	1304	1278	57	1953	1638	60	1817	1697	63	1951	1821	
60	283	243	65	180	268	70	205	239	75	230	274	60	661	588	65	564	731	70	681	737	75	718	755	60	1204	1014	65	961	1250	70	1077	1158	75	1079	1148	
66	129	193	73	187	197	80	148	177	87	186	173	66	461	498	73	565	575	80	487	531	87	582	499	66	747	807	73	865	908	80	692	783	87	807	711	
72	139	153	81	100	144	90	143	133	99	133	109	72	418	415	81	340	433	90	425	371	99	354	316	72	662	641	81	489	641	90	576	522	99	449	429	
78	91	121	89	129	106	100	119	99	111	54	68	78	300	341	89	395	317	100	324	252	111	137	192	78	417	507	89	532	443	100	405	341	111	174	251	
84	94	96	97	105	78	110	51	73	123	68	43	84	293	276	97	255	226	110	133	167	123	121	112	84	416	399	97	325	301	110	168	218	123	156	141	
90	92	76	105	43	57	120	44	52	135	16	27	90	289	222	105	139	158	120	84	107	135	37	62	90	391	312	105	182	203	120	111	136	135	47	76	
96	101	61	113	39	42	130	36	36	147	22	17	96	243	177	113	97	109	130	60	66	147	36	33	96	307	242	113	116	135	130	77	82	147	51	39	
102	32	48	121	41	31	140	15	24	159	7	11	102	111	139	121	80	74	140	31	40	159	9	18	102	142	187	121	105	89	140	39	48	159	13	19	
108	18	38	129	33	23	150	16	14	171	12	7	108	51	108	129	52	50	150	25	23	171	20	7	108	70	143	129	64	58	150	35	27	171	23	8	
114	36	30	137	10	17	160	5	8	183	5	4	114	86	84	137	26	33	160	7	13	183	5	3	114	104	108	137	34	38	160	11	15	183	5	3	
120	34	24	145	11	12	170	6	3	191	1	3	120	68	64	145	23	22	170	13	7	235	3	2	120	90	81	145	34	24	170	15	7	235	4	2	
126	34	19	153	15	9	180	11	1	TOTAL	1864	1864	126	53	48	153	17	14	180	12	3	TOTAL	4439	4439	126	66	60	153	22	16	180	13	4	TOTAL	7595	7595	
132	9	15	161	3	7	189	1	0				132	19	36	161	5	9	190	1	1				132	26	44	161	8	10	190	1	2				
138	7	12	169	5	5	TOTAL	1864	1864				138	18	26	169	12	6	238	2	1				138	21	32	169	14	6	238	3	1				
144	11	9	177	9	4							144	21	19	177	10	4	TOTAL	4439	4439				144	30	23	177	11	4	TOTAL	7595	7595				
150	11	8	185	3	3							150	15	14	185	3	2							150	21	16	185	3	3							
156	4	6	191	1	1							156	4	10	235	3	0							156	5	11	235	4	0							
162	3	5	TOTAL	1864	1864							162	5	7	TOTAL	4439	4439							162	8	8	TOTAL	7595	7595							
168	3	4										168	7	4										168	9	5										
174	9	3										174	13	3										174	14	3										
180	3	2										180	3	2										180	3	2										
186	2	1										186	2	1										186	2	1										
191	1	1										235	3	2										235	4	2										
TOTAL	1864	1864										TOTAL	4439	4439										TOTAL	7595	7595										

5 CONCLUSÃO

Mediante uma síntese geral sobre os resultados alcançados no presente trabalho, pode-se afirmar que :

Não existe um único modelo capaz de fornecer estimativas do número de árvores, absolutamente acuradas em todas as classes diamétricas. Entretanto, os melhores modelos selecionado dentro de cada grupo, estimaram razoavelmente bem o número de árvores por classe diamétrica e unidade de área.

A aplicação de métodos estatísticos convencionais tais como teste t , F , R^2 e $S_{yx}\%$, foi substituída por métodos comparativos e descritivos mais consistentes, tais como soma de quadrado de resíduos e análise gráfica de resíduos, visando interpretar o comportamento do erro aleatório de modo pontual, ou seja, a nível de classe diamétrica.

Com esse procedimento foi possível avaliar melhor a variação do erro por classe diamétrica, o que constitui-se um dos objetivos básicos da maioria das análises estruturais e fitossociológicas realizadas sobre povoamentos florestais.

A amplitude 12 cm foi a mais indicada para 8 em 12 dos grupos, ao passo que a amplitude 10 cm foi a melhor para apenas 4 em 12 dos grupos estudados.

O fato de ter havido convergência entre amplitudes e modelos, à semelhança do que ocorreu com o modelo BETA, não pode ser confundido com a repetição de informações entre grupos e qualidades de fustes diferentes. Evidentemente que, para cada qualidade de fuste e para o total, existiu diferença quanto a estrutura interna das distribuições diamétricas. Essa é a razão por que frequentemente os

gráficos contendo as linhas de tendência de ajuste apresentaram formas e níveis de acuracidade variados. Desse modo, pode-se afirmar com segurança que a principal vantagem, em relação a tentativa de se levar em consideração a qualidade de fuste, foi a de permitir uma abordagem dos grupos respeitando-se a competição entre as classes diamétricas.

Através da análise da estrutura diamétrica dos grupos de espécies investigados, ficou demonstrado que nem toda espécie, seja ela de importância econômica ou portadora de características alelopáticas, apresenta indivíduos em quantidade suficiente para determinado diâmetro mínimo de explorabilidade ($DAP \geq 45 \text{ cm}$), nas várias classes diamétricas. Os 2 exemplos seguintes mostram bem essa peculiaridade das espécies de florestas tropicais, quais sejam, na figura 3.4, onde aparece espécie do grupo alelopático, BACABINHA - QUINA (*Ferdinandusia paraensis*) e BREU - PRETO (*Tetragastris panamensis*), apresentam indivíduos apenas na 1ª classe ($45 \leq DAP \leq 50$) e, na figura 3.5, JARANA (*Holopixidium latifolium*), pertencente ao grupo comercial, mostra a ocorrência de indivíduos apenas na 1ª classe ($45 \leq DAP \leq 50$). Esses 2 casos mostram que, em termos de bases ecológicas e silviculturais para o manejo florestal, nem sempre é possível estabelecer bases econômicas viáveis considerando-se indistintamente todas as espécies desses grupos como sendo de mesmo potencial em termos de aproveitamento econômico e silvicultural. Portanto, é necessário avaliar cuidadosamente as estratégias ecológicas de cada espécie dentro de cada grupo de interesse, bem como a sua estrutura de mercado, a fim de melhor estabelecer as estratégias do regime de manejo definido para o tipo florestal em questão.

5.1 GRUPO ALELOPÁTICO

De acordo com as análises anteriores, segue-se que :

- O modelo BETA associado a uma amplitude de classe de DAP de **10** cm, foi o mais indicado para descrever a distribuição diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 1;
- O modelo EXPONENCIAL com os diâmetros tabulados em amplitude de **12** cm, foi o mais indicado para representar a estrutura diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 2;
- O modelo BETA considerando-se o uso de uma amplitude de classe de DAP de **10** cm, foi o mais indicado para projetar o perfil da estrutura diamétrica do grupo alelopático com fustes de qualidade 3;
- O modelo EXPONENCIAL e uma amplitude de **12** cm, foram qualificados como requisitos de suporte mais apropriados para representar a distribuição diamétrica do grupo alelopático com fustes de todas as qualidades.

De um modo geral, pode-se concluir que, dependendo da qualidade de fuste os melhores modelos foram alternativamente, o modelo BETA com amplitude de **10** cm ou o modelo EXPONENCIAL com amplitude de **12** cm.

5.2 GRUPO COMERCIAL

Com base nos resultados analisados e discutidos, tem-se que :

- Para o grupo comercial com fustes de qualidade 1, o modelo BETA e uma amplitude de 10 cm, foram consideradas as condições básicas mais apropriadas para descrever a distribuição diamétrica observada na floresta;
- Conclui-se que o modelo BETA e uma amplitude de 12 cm, foram apontadas como os melhores indicadores para o estabelecimento do perfil da distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de qualidade 2;
- A utilização do modelo BETA e uma amplitude de 12 cm, foram consideradas como as condições satisfatórias para descrever o comportamento empírico da distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de qualidade 3;
- O modelo BETA foi considerado o mais adequado para descrever a distribuição diamétrica do grupo comercial com fustes de todas as qualidades, desde que os diâmetros estejam organizados em classes de DAP com amplitude de 12 cm.

Estes resultados mostram que, o modelo BETA combinado a uma amplitude ora de 10 cm, ora de 12 cm, é o que melhor se aplica ao grupo comercial.

5.3 GRUPO MISTO

Neste grupo, as conclusões básicas, foram :

- Uma amplitude de **10 cm** juntamente com o modelo BETA, foi a combinação que resultou no melhor ajuste, em termos de distribuição diamétrica para o grupo misto com fustes de qualidade **1**;
- A combinação do modelo BETA com uma amplitude de **12 cm**, foi a mais indicada para definir uma possível distribuição de diâmetros para o grupo misto com fustes de qualidade **2**;
- Associando-se o modelo BETA a uma amplitude de **12 cm**, obtém-se o melhor resultado em termos de estimativa do número de árvores por classe diamétrica para o grupo misto com fustes de qualidade **3**;
- Através do modelo BETA e uma amplitude de **12 cm** é que obteve-se a relação mais acurada entre a distribuição teórica e a distribuição observada na floresta, para o grupo misto com fustes de todas as qualidades.

Observa-se que, em se tratando do grupo misto, o modelo BETA envolvendo amplitudes de **10 cm** e **12 cm**, foi o que produziu os melhores resultados em termos de ajuste da distribuição diamétrica observada na floresta.

RECOMENDAÇÕES

Os resultados de qualquer estudo de distribuições diamétricas constituem-se em informações básicas que podem, eventualmente, ser utilizadas em avaliações quantitativas mais detalhadas, sobre a base de recursos florestais disponíveis em determinadas áreas.

Considerando-se a importância reconhecida de se estabelecer uma base segura de informações sobre a estrutura diamétrica de uma floresta a ser manejada, seria desejável que na medida do possível, com base no inventário florestal, fossem feitas as análises das demais variáveis em classes diamétricas e qualidade de fuste.

Em estudos posteriores sobre distribuições diamétricas de florestas tropicais, sugere-se uma caracterização da distribuição diamétrica das 3 espécies mais abundantes por qualidade de fuste, a fim de que se possa avaliar esses resultados e compará-los com aqueles obtidos a nível de grupo.

A maioria dos trabalhos sobre distribuições diamétricas em florestas tropicais, que utilizaram o modelo WEIBULL, demonstraram até então, pouco sucesso no seu uso. Isso significa que apenas em condições especiais é que se poderá esperar bons resultados pelo emprego do modelo WEIBULL em florestas tropicais.

ANEXO

ANEXO 1 – CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL – 1990	105
ANEXO 2 – CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 16 ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPÁTICO EM 400 ha DA ÁREA DE ESTUDO, CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL – 1990 . .	113
ANEXO 3 – CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 32 ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL EM 400 ha DA ÁREA DE ESTUDO, CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL – 1990 . .	114
ANEXO 4 – NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 6 cm	115
ANEXO 5 – NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 8 cm	116
ANEXO 6 – NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 10 cm	117
ANEXO 7 – NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 12 cm	118
ANEXO 8 – CRITÉRIO UTILIZADO NO AGRUPAMENTO DOS DIÂMETROS EM INTERVALOS DE CLASSES DIAMÉTRICAS	118
ANEXO 9 – NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 6 cm	119
ANEXO 10 – NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 8 cm	120
ANEXO 11 – NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 10 cm	121
ANEXO 12 – NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 12 cm	122
ANEXO 13 – EXEMPLO DE ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES UTILIZANDO-SE PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL, BETA E EXPONENCIAL	122
ANEXO 14 – MÉTODO UTILIZADO NA ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL E EXPONENCIAL	123
ANEXO 15 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE 6 TALHÕES (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO . . .	124
ANEXO 16 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPÁTICO	125
ANEXO 17 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL	126

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
1	ABIURANA	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
270	ABIURANA - ABIU	<i>Pouteria guianensis</i>	Sapotaceae
6	ABIURANA - BRANCA	<i>Franchetella</i> sp	Sapotaceae
5	ABIURANA - CARAMURI	<i>Glycoxylon pedicellatum</i>	Sapotaceae
2	ABIURANA - CASCA - FINA	<i>Franchetella gouggrippii</i>	Sapotaceae
4	ABIURANA - CASCA - GROSSA	<i>Pouteria engleri</i>	Sapotaceae
13	ABIURANA - FOLHA - GRAUDA	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
3	ABIURANA - GOIABINHA	<i>Pouteria melanopoda</i>	Sapotaceae
280	ABIURANA - JARA	<i>Pouteria venulosa</i>	Sapotaceae
9	ABIURANA - PELUDA	<i>Richardella</i> sp	Sapotaceae
12	ABIURANA - PITOMBA - DE - LEITE	<i>Myrtiluma engenifolia</i>	Sapotaceae
8	ABIURANA - ROSADINHO	<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae
11	ABIURANA - SECA	<i>Neoxythece cladantha</i>	Sapotaceae
15	ABIURANA - SUCUUBA	<i>Pouteria cladantha</i>	Sapotaceae
7	ABIURANA - VERMELHA	<i>Micropholis</i>	Sapotaceae
16	ACAPU	<i>Vouacapoua americana</i>	Caesalpiniaceae
17	ACOITA - CAVALO	<i>Luehea speciosa</i>	Tiliaceae
19	AMAPA - AMARGOSO	<i>Brosimum amplicomia</i>	Moraceae
18	AMAPA - DOCE	<i>Parahancornia amapa</i>	Apoecynaceae
20	AMARELINHO	<i>Poyono shora</i>	Euphorbiaceae
21	ANANI - DA - TERRA - FIRME	<i>Moronobea coccinea</i>	Guttiferaseae
22	ANDIROBA	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
23	ANGELIM - COMUM	<i>Hymenolobium</i>	Papilionaceae
25	ANGELIM - DA - MATA	<i>Dinizia excelsa</i>	Mimosaceae
24	ANGELIM - GRANDE	<i>Hymenolobium sericeum</i>	Papilionaceae
26	ANGELIM - PEDRA	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Papilionaceae
28	ANGELIM - RAJADO	<i>Pithecelobium racemosum</i>	Leguminosae
33	ARAPURI - DA - TERRA - FIRME	<i>Swartzia fugax</i>	Caesalpiniaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP $\geq$ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
32	ARARACANGA	<i>Aspidosperma verruculosa</i>	Apoecynaceae
31	AROEIRA	<i>Astronium spp</i>	Anacardiaceae
34	AXIXA	<i>Sterculia megalocarpa</i>	Sterculiaceae
35	AXUA	<i>Sacoglottis guianensis</i>	Humiriaceae
37	BACABINHA - QUINA	<i>Ferdinandusia paraensis</i>	Rubiaceae
38	BANANINHA	<i>Symphonia globulifera</i>	Sterculiaceae
39	BREU - BRANCO	<i>Protium sagotianum</i>	Burseraceae
36	BREU - BRANCO - FOLHA - GRAUDA	<i>Protium heptaphyllum</i>	Burseraceae
40	BREU - MANGA	<i>Protium poeppigianum</i>	Burseraceae
41	BREU - PRETO	<i>Tetragastris panamensis</i>	Burseraceae
42	BREU - SUCURUBA	<i>Trattinickia burserifolia</i>	Burseraceae
44	CACAU - DA - MATA	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae
283	CAJARANA	<i>Simaba guianensis</i>	Anacardiaceae
282	CAJARANA - BRANCA	<i>Spondias sp</i>	Anacardiaceae
45	CAJU-- ACU	<i>Anacardium spruceanum</i>	Anacardiaceae
46	CAJU-- ACU - ESCAMOSO	<i>Anacardium spruceanum</i>	Anacardiaceae
47	CAJU-- ACU - LISO	<i>Anacardium parvifolium</i>	Anacardiaceae
48	CANELEIRA	<i>Ocotea costulata</i>	Lauraceae
71	CAPTIU	<i>Siparuna guianensis</i>	Manimiaceae
49	CAQUI	<i>Diospyros praetemessa</i>	Ebenaceae
51	CARAÍPE	<i>Licania canescens</i>	Rosaceae
84	CARAÍPE - VERMELHO	<i>Licania pruinosa</i>	Rosaceae
52	CARAÍPERANA	<i>Canepia hoffmariana</i>	Rosaceae
53	CASCA - GROSSA	<i>Maytenus sp</i>	Celastraceae
55	CASTANHA - DO - PARA	<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae
56	CASTANHA - SAPUCAIA	<i>Lecythis usifata</i>	Lecythidaceae
272	CEDRO	<i>Cedrela odorata</i>	Anacardiaceae
258	CEDRO - BRANCO	<i>Poupartia amazonica</i>	Anacardiaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
57	CEDRO - VERMELHO	<i>Cedrella odorata</i>	Meliaceae
58	CINZEIRO	<i>Terminalia tanibouca</i>	Combretaceae
59	COATAQUICUAU	<i>Peltogyne paniculata</i>	Caesalpiniaceae
60	COPAIBA	<i>Copaifera multijulga</i>	Caesalpiniaceae
61	COPAIBARANA	<i>Copaifera martu</i>	Caesalpiniaceae
72	CORACAO - DE - NEGÓ	<i>Swartzia corrugata</i>	Caesalpiniaceae
43	CUIARANA	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae
62	CUIARANA - DE - CAROCO	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae
64	CUIARANA - FOLHA - GRAUDA	<i>Laguncularia racemosa</i>	Combretaceae
65	CUIARANA - FOLHA - MIUDA	<i>Buchenavia huberi</i>	Combretaceae
63	CUIARANA - FRUTO - ALADO	<i>Buchenavia grandis</i>	Combretaceae
67	CUMARU	<i>Dipteryx odorata</i>	Papilionaceae
68	CUMARU - FOLHA - GRAUDA	<i>Dipteryx</i> sp	Papilionaceae
69	CUMARU - FOLHA - MIUDA	<i>Dipteryx magnifica</i>	Papilionaceae
70	CUPIUBA	<i>Goupia glabra</i>	Caesalpiniaceae
75	ENVIRA - BOBO	<i>Rollinia exsucca</i>	Anonaceae
76	ENVIRA - BRANCA	<i>Xylopia grandiflora</i>	Anonaceae
77	ENVIRA - PRETA	<i>Quateria pteropus</i>	Anonaceae
80	ENVIRA - SURUCUCU	<i>Bocageopsis multiflora</i>	Anonaceae
83	ESCORREGA - MACACO	<i>Capirona decorticans</i>	Rubiaceae
85	FAIEIRA	<i>Roupala montana</i>	Proteaceae
103	FAVA - AMARGOSA	<i>Vataireopsis</i>	Leguminosae
87	FAVA - ARARA - TUCUPI	<i>Parkia multijulga</i>	Mimosaceae
89	FAVA - BARBATIMAO	<i>Stryphnodendron pulcherimum</i>	Mimosaceae
92	FAVA - BOLACHA	<i>Vatairea guianensis</i>	Papilionaceae
91	FAVA - BOLOTA	<i>Parkia pendula</i>	Mimosaceae
90	FAVA - BRANCA	<i>Enterolobium</i> sp	Mimosaceae
268	FAVA - CORE	<i>Parkia oppositifolia</i>	Mimosaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
99	FAVA - DE - ROSCA	<i>Enterolobium</i> sp	Mimosaceae
93	FAVA - FOLHA - FINA	<i>Piptadenia suaveolens</i>	Mimosaceae
97	FAVA - MAPUXIQUI	<i>Pithecolobium decandrum</i>	Mimosaceae
95	FAVA - MARI - MARI	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae
98	FAVA - ORELHA - NEGO	<i>Pithecolobium</i> sp	Mimosaceae
100	FAVA - TAMBORIL	<i>Enterolobium maximum</i>	Mimosaceae
101	FAVA - WING	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Mimosaceae
86	FAVEIRA	<i>Vaitaireopsis speciosa</i>	Papilionaceae
102	FREIJO - BRANCO	<i>Cordia exaltada</i>	Boraginaceae
104	GLICIA	<i>Glycidendrom amazonicum</i>	Euphorbiaceae
106	GOMBEIRA	<i>Swartzia aptera</i>	Caesalpiniaceae
107	GOMBEIRA - BRANCA	<i>Swartzia</i> sp	Caesalpiniaceae
261	GOMBEIRA - ESCAMOSA	<i>Swartzia</i> sp	Caesalpiniaceae
111	GOMBEIRA - LISA	<i>Swartzia</i> sp	Caesalpiniaceae
108	GUARIUBA	<i>Clarisia racemosa</i>	Moracea
112	INGA	<i>Inga</i> spp	Leguminosae
115	INGA - GRANDE	<i>Inga brevialata</i>	Leguminosae
116	INGA - TETE	<i>Inga</i> sp	Leguminosae
122	IPE	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
260	IPE - BRANCO	<i>Tabebuia</i> sp	Bignoniaceae
119	ITAUBA	<i>Mezilaurus itauba</i>	Lauraceae
120	ITAUBA - ABACATE	<i>Silvia duckei</i>	Lauraceae
123	JACARANDA	<i>Dalbergia paraensis</i>	Papilionaceae
124	JANITA	<i>Brosimum guianensis</i>	Moraceae
286	JARA - BRANCO	<i>Leonia glicorpa</i>	Violaceae
125	JARANA	<i>Holopyxidium latifolium</i>	Lecythidaceae
127	JOAO - MOLE	<i>Neea oppositifolia</i>	Nyctaginaceae
128	JOAO - MOLE - VERMELHO	<i>Pisonia tomentosa</i>	Nyctaginaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
133	JUTAI	<i>Hymenaea</i> sp	Caesalpiniaceae
129	JUTAI - ACU	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
130	JUTAI - MIRIM	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Caesalpiniaceae
131	JUTAI - POROROCA	<i>Dialium guianensis</i>	Caesalpiniaceae
290	LACRE	<i>Vismia guianensis</i>	Guttiferae
278	LACRE - DA - MATA	<i>Vismia macrophylla</i>	Guttiferae
266	LOURO	<i>Ocotea</i> sp	Lauraceae
134	LOURO - ABACATE	<i>Ocotea Myriantha</i>	Lauraceae
135	LOURO - AMARELO	<i>Aniba burchelli</i>	Lauraceae
136	LOURO - BRANCO	<i>Ocotea guianensis</i>	Lauraceae
137	LOURO - CANELA	<i>Ocotea fragrantissima</i>	Lauraceae
269	LOURO - FAIA	<i>Euplassa pinata</i>	Lauraceae
139	LOURO - PIMENTA	<i>Ocotea caniculata</i>	Lauraceae
138	LOURO - PRETO	<i>Ocotea neesiana</i>	Lauraceae
140	LOURO - ROSA	<i>Aniba permolis</i>	Lauraceae
284	LOURO - TAMANCO	<i>Ocotea acutangula</i>	Lauraceae
142	MACACAUBA	<i>Platymiscium duckei</i>	Fabaceae
145	MACARANDUBA	<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae
143	MACUCU	<i>Aldina</i> sp	Caesalpiniaceae
144	MACUCU - DE - SANGUE	<i>Licania glabriflorum</i>	Chrysobalanaceae
276	MAMORANA	<i>Catostema albuquerquei</i>	Bombacaceae
147	MAMORANA - DA - MATA	<i>Catostema micranthum</i>	Bombacaceae
259	MANDIOQUEIRA	<i>Qualea</i> sp	Vochysiaceae
148	MANDIOQUEIRA - ASPERA	<i>Qualea homosepala</i>	Vochysiaceae
149	MANDIOQUEIRA - ESCAMOSA	<i>Qualea paraensis</i>	Vochysiaceae
150	MANDIOQUEIRA - LISA	<i>Qualea albiflora</i>	Vochysiaceae
151	MANDIOQUEIRA - ROSA	<i>Qualea rosa</i>	Vochysiaceae
152	MAPARAJUBA	<i>Manilkara amazonica</i>	Sapotaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
154	MAPARAJUBA - FOLHA - VERMELHA	<i>Manilkara paraensis</i>	Sapotaceae
155	MARUPA	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
157	MATAMATA - BRANCO	<i>Eschweilera amara</i>	Lecythidaceae
159	MATAMATA - PRETO	<i>Eschweilera blanchetiana</i>	Lecythidaceae
160	MATAMATA - VERMELHO	<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidaceae
158	MATAMATA - CI	<i>Eschweilera sagotiana</i>	Lecythidaceae
161	MAUBA	<i>Licaria mahuba</i>	Lauraceae
267	MELANCIEIRA	<i>Alexa grandiflora</i>	Leguminosae
162	MOROTOTO	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceae
163	MUIRACATIARA	<i>Astronium lecointei</i>	Anacardiaceae
164	MUIRAJUCARA	<i>Aspidosperma duckei</i>	Apocynaceae
166	MUIRAPIRANGA	<i>Eperna bijuga</i>	Caesalpiniaceae
167	MUIRAPIXUNA	<i>Caesalpinia paraensis</i>	Caesalpiniaceae
165	MUIRATAUA	<i>Apuleia moralis</i>	Caesalpiniaceae
173	MUIRATINGA	<i>Olmedioperebea sclerophylla</i>	Moraceae
174	MUIRATINGA - FOLHA - GRAUDA	<i>Noyera mollis</i>	Moraceae
175	MUIRATINGA - FOLHA - LISA	<i>Olmedia maxima</i>	Moraceae
176	MUIRATINGA - FOLHA - PELUDA	<i>Naucleopsis caloneura</i>	Moraceae
177	MUIRATINGA - FOLHA - PEQUENA	<i>Naucleopsis sp</i>	Moraceae
183	MUIRAUBA	<i>Mouriria brevipes</i>	Melastomataceae
168	MUIRAUBA - ASPERA	<i>Mouriria sp</i>	Melastomataceae
169	MUIRAUBA - BRANCA	<i>Mouriria sp</i>	Melastomataceae
172	MUIRAUBA - FLOR - ROXA	<i>Mouriria nervosa</i>	Melastomataceae
141	MUIRAUBA - FOLHA - GRAUDA	<i>Mouriria brevipes</i>	Melastomataceae
170	MUIRAUBA - FOLHA - LISA	<i>Mouriria sp</i>	Melastomataceae
171	MUIRAUBA - FOLHA - MIUDA	<i>Mouriria calocarpa</i>	Melastomataceae
255	MURRAO	<i>Eschweilera sp</i>	Lecythidaceae
256	MURRAO - BRANCO	<i>Eschweilera alba</i>	Lecythidaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP $\geq$ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
257	MURRAO - VERMELHO	<i>Eschweilera fraeta</i>	Lecythidaceae
179	MURURE	<i>Trymatococcus amazonicus</i>	Moraceae
186	PACAPEUA	<i>Swartzia arborescens</i>	Caesalpiniaceae
189	PARA - PARA	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
191	PAU - BENZOICO	<i>Parkia oppositifolia</i>	Mimosaceae
190	PAU - BRANCO	<i>Leonia glicocarpa</i>	violaceae
192	PAU - CASCA - GROSSA	<i>Maytenus guianensis</i>	Celastraceae
263	PAU - D'ARCO - BRANCO	<i>Tabebuia caraiba</i>	Bignoniaceae
193	PAU - D'ARCO - FLOR - AMARELA	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
194	PAU - D'ARCO - FLOR - ROXA	<i>Tabebuia violacea</i>	Bignoniaceae
195	PAU - JACARE	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae
185	PAU - MARFIM	<i>Azonandra brasiliensis</i>	Opiliaceae
196	PAU - REMO	<i>Chimarrhis turbinata</i>	Rubiaceae
197	PAU - SANTO	<i>Zollernia paraensis</i>	Caesalpiniaceae
198	PENTE - DE - MACACO	<i>Apeiba echinata</i>	Tiliaceae
199	PIQUIA	<i>Caryocar villosum</i>	Caryocaraceae
200	PIQUIA - MARFIM	<i>Aspidosperma album</i>	Apocynaceae
202	PRECIOSA	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae
277	PURUI - GRANDE - DA - MATA	<i>Duroia macrophylla</i>	Rubiaceae
206	QUARUBA - ROSA	<i>Vochysia revoluta</i>	Vochysiaceae
207	QUARUBA - VERDADEIRA	<i>Vochysia maxima</i>	Vochysiaceae
208	QUARUBARANA	<i>Erisma uncinatum</i>	Vochysiaceae
204	QUARUBARANA - ESCAMOSA	<i>Erisma calcatrum</i>	Vochysiaceae
265	QUARUBARANA - FOLHA - LISA	<i>Erisma lanceolatum</i>	Vochysiaceae
209	QUINARANA	<i>Quiina pteridophyla</i>	Quinaceae
211	ROSADINHO	<i>Micropholis venulosa</i>	Chrysobalanaceae
212	ROSADINHO - FOLHA - GRAUDA	<i>Licania</i> sp	Chrysobalanaceae
213	ROSADINHO - FOLHA - MIUDA	<i>Licania</i> sp	Chrysobalanaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
216	SAPUPIRA	<i>Diplotropis purpurea</i>	Papilionaceae
274	SERINGA	<i>Hevea</i> sp	Euphorbiaceae
215	SERINGA - DA - MATA	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae
271	SERINGA - DA - TERRA - FIRME	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae
217	SERINGA - ITAUBA	<i>Hevea cuneata</i>	Rosaceae
224	SORVA	<i>Couma macrocarpa</i>	Apoecynaceae
218	SORVA - GRANDE	<i>Couma macrocarpa</i>	Apoecynaceae
219	SORVA - PEQUENA	<i>Couma utilis</i>	Apoecynaceae
221	SUCUPIRA - AMARELA	<i>Vatairea sericea</i>	Papilionaceae
222	SUCUPIRA - PRETA	<i>Boudichia nitida</i>	Papilionaceae
230	TAMAQUARE	<i>Fagara rhoifolia</i>	Rutaceae
279	TAMAQUARE - DA - TERRA - FIRME	<i>Diplotropis martiusii</i>	Papilionaceae
232	TATAJUBA	<i>Bagassa guianensis</i>	Moraceae
233	TATAPIRIRICA	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
234	TAUARI	<i>Cariniana cf. decandra</i>	Lecythidaceae
235	TAUARI - BRANCO	<i>Couratari pulcra</i>	Lecythidaceae
238	TAUARI - FLOR - ROXA	<i>Couratari pulchra</i>	Lecythidaceae
236	TAUARI - FOLHA - GRAUDA	<i>Couratari spp</i>	Lecythidaceae
243	TAUARI - GRANDE	<i>Cariniana</i> sp	Lecythidaceae
225	TAXI - BRANCO	<i>Tachigalia alba</i>	Caesalpiniaceae
226	TAXI - PITOMBA	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	Caesalpiniaceae
264	TAXI - PRETO	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	Caesalpiniaceae
227	TAXI - PRETO - FOLHA - GRAUDA	<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	Caesalpiniaceae
228	TAXI - PRETO - FOLHA - MIUDA	<i>Sclerolobium micropetalum</i>	Caesalpiniaceae
229	TAXI - VERMELHO	<i>Sclerolobium poeppigianum</i>	Caesalpiniaceae
239	TENTO	<i>Ormosia paraensis</i>	Papilionaceae
241	TENTO - VERMELHO	<i>Ormosia costulata</i>	Papilionaceae
244	UCUUBA - CASCA - SECA	<i>Virola</i> sp	Myristicaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP $\geq$ 45 cm

TABELA A.1 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 230 ESPÉCIES DA ÁREA II (1000 ha), CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990
(CONTINUAÇÃO ...)

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
246	UCUUBA - DA - TERRA - FIRME	<i>Virola milinonii</i>	Myristicaceae
245	UCUUBA - PELUDA	<i>Virola multicostata</i>	Myristicaceae
249	URUCURANA	<i>Aparisthmium cordatum</i>	Euphorbiaceae
250	UXI - LISO	<i>Endopleura uxi</i>	Humiriaceae
252	UXIRANA	<i>Saccoglotis amazonico</i>	Humiriaceae
253	XIXUA	<i>Maytenus</i> sp	Celastraceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.2 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 16 ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPÁTICO EM 400 ha DA ÁREA DE ESTUDO,
CURUÁ – UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
16	ACAPU	<i>Vouacapoua americana</i>	Caesalpiniaceae
26	ANGELIM - PEDRA	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Papilionaceae
37	BACABINHA - QUINA	<i>Ferdinandusia paraensis</i>	Rubiaceae
41	BREU - PRETO	<i>Tetragastris panamensis</i>	Burseraceae
42	BREU - SUCURUBA	<i>Trattinickia burserifolia</i>	Burseraceae
70	CUPIUBA	<i>Goupia glabra</i>	Caesalpiniaceae
135	LOURO - AMARELO	<i>Aniba burchelli</i>	Lauraceae
160	MATAMATA - VERMELHO	<i>Escheweilera odora</i>	Lecythidaceae
170	MUIRAUBA - FOLHA - LISA	<i>Mouriria</i> sp	Melastomataceae
171	MUIRAUBA - FOLHA - MIUDA	<i>Mouriria calocarpa</i>	Melastomataceae
193	PAU - D'ARCO - FLOR - AMARELA	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
226	TAXI - PITOMBA	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	Caesalpiniaceae
227	TAXI - PRETO - FOLHA - GRAUDA	<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	Caesalpiniaceae
228	TAXI PRETO - FOLHA - MIUDA	<i>Sclerolobium micropetalum</i>	Caesalpiniaceae
249	URUCURANA	<i>Aparisthmium cordatum</i>	Euphorbiaceae
252	UXIRANA	<i>Saccoglotis amazonico</i>	Humiriaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.3 — CÓDIGO, NOME COMUM E CIENTÍFICO DE 32 ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL EM 400 ha DA ÁREA DE ESTUDO, CURUÁ
— UNA, SANTARÉM, BRASIL — 1990

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
16	ACAPU	<i>Vouacapoua americana</i>	Caesalpiniaceae
22	ANDIROBA	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
26	ANGELIM - PEDRA	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Papilionaceae
31	AROEIRA	<i>Astronium</i> spp	Anacardiaceae
55	CASTANHA - DO - PARA	<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae
56	CASTANHA - SAPUCAIA	<i>Lecythis usifata</i>	Lecythidaceae
60	COPAIBA	<i>Copaifera multijulga</i>	Caesalpiniaceae
67	CUMARU	<i>Dipteryx odorata</i>	Papilionaceae
68	CUMARU - FOLHA - GRAUDA	<i>Dipteryx</i> sp	Papilionaceae
69	CUMARU - FOLHA - MIUDA	<i>Dipteryx magnifica</i>	Papilionaceae
70	CUPIUBA	<i>Goupia glabra</i>	Caesalpiniaceae
99	FAVA - DE - ROSCA	<i>Enterolobium</i> sp	Mimosaceae
119	ITAUBA	<i>Mezilaurus itauba</i>	Lauraceae
120	ITAUBA - ABACATE	<i>Silvia duckei</i>	Lauraceae
125	JARANA	<i>Holopyxidium latifolium</i>	Lecythidaceae
129	JUTAI-- ACU	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
130	JUTAI - MIRIM	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Caesalpiniaceae
135	LOURO - AMARELO	<i>Aniba burchelli</i>	Lauraceae
137	LOURO - CANELA	<i>Ocotea fragrantissima</i>	Lauraceae
138	LOURO - PRETO	<i>Ocotea neesiana</i>	Lauraceae
145	MACARANDUBA	<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae
150	MANDIOQUEIRA - LISA	<i>Qualea albiflora</i>	Vochysiaceae
152	MAPARAJUBA	<i>Manilkara amazonica</i>	Sapotaceae
155	MARUPA	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
162	MOROTOTO	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceae
163	MUIRACATIARA	<i>Astronium lecointei</i>	Anacardiaceae
193	PAU - D'ARCO - FLOR - AMARELA	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
194	PAU - D'ARCO - FLOR - ROXA	<i>Tabebuia violacea</i>	Bignoniaceae
207	QUARUBA - VERDADEIRA	<i>Vochysia maxima</i>	Vochysiaceae
221	SUCUPIRA - AMARELA	<i>Vatairea sericea</i>	Papilionaceae
232	TATAJUBA	<i>Bagassa guianensis</i>	Moraceae
225	TAUARI - FLOR - ROXA	<i>Couratari pulchra</i>	Lecythidaceae

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ — UNA. CONVÊNIO SUDAM — FCAP, 1990 NOTA : ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE 100% DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 45 cm

TABELA A.4 — NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 6 cm

CD6	GA16	GC16	GM16	GA26	GC26	GM26	GA36	GC36	GM36	GA 6	GC 6	GM 6
[45 – 51]	69	151	366	319	494	1 100	32	23	66	420	668	1 532
(51 – 57]	50	172	344	230	435	907	18	20	53	298	627	1 304
(57 – 63]	43	193	344	223	443	800	17	25	60	283	661	1 204
(63 – 69]	31	191	286	89	247	425	9	23	36	129	461	747
(69 – 75]	29	113	173	101	282	457	9	23	32	139	418	662
(75 – 81]	16	106	146	66	177	244	9	17	27	91	300	417
(81 – 87]	22	87	128	66	193	267	6	13	21	94	293	416
(87 – 93]	15	75	94	69	197	276	8	17	21	92	289	391
(93 – 99]	19	57	71	67	164	207	15	22	29	101	243	307
(99 – 105]	5	35	41	24	67	88	3	9	13	32	111	142
(105 – 111]	8	23	30	9	25	37	1	3	3	18	51	70
(111 – 117]	10	29	35	24	53	64	2	4	5	36	86	104
(117 – 123]	11	27	38	18	33	43	5	8	9	34	68	90
(123 – 129]	19	27	32	14	23	29	1	3	5	34	53	66
(129 – 135]	4	10	14	4	7	10	1	2	2	9	19	26
(135 – 141]	1	10	12	6	7	8	0	1	1	7	18	21
(141 – 147]	3	7	9	8	14	18	0	0	3	11	21	30
(147 – 153]	3	6	8	8	9	13	0	0	0	11	15	21
(153 – 159]	4	4	4	0	0	1	0	0	0	4	4	5
(159 – 165]	1	3	4	2	2	4	0	0	0	3	5	8
(165 – 171]	2	4	6	1	3	3	0	0	0	3	7	9
(171 – 177]	2	5	5	7	8	9	0	0	0	9	13	14
(177 – 183]	1	1	1	2	2	2	0	0	0	3	3	3
(183 – 189]	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2
>189	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	3	4
TOTAL	369	1 339	2 194	1 359	2 887	5 014	136	213	387	1 864	4 439	7 595

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.5 — NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 8 cm

CD8	GA18	GC18	GM18	GA28	GC28	GM28	GA38	GC38	GM38	GA 8	GC 8	GM 8
[45 – 53]	85	195	470	377	585	1 328	35	27	75	497	807	1 873
(53 – 61]	64	267	488	359	741	1 374	30	38	91	453	1 046	1 953
(61 – 69]	44	245	382	125	293	530	11	26	49	180	564	961
(69 – 77]	35	152	227	139	384	597	13	29	41	187	565	865
(77 – 85]	22	124	183	70	199	277	8	17	29	100	340	489
(85 – 93]	25	105	131	93	266	370	11	24	31	129	395	532
(93 – 101]	20	62	78	69	169	215	16	24	32	105	255	325
(101 – 109]	10	47	58	30	84	113	3	8	11	43	139	182
(109 – 117]	12	35	41	25	56	68	2	6	7	39	97	116
(117 – 125]	14	33	45	21	37	49	6	10	11	41	80	105
(125 – 133]	20	30	36	13	21	25	0	1	3	33	52	64
(133 – 141]	1	11	15	8	12	16	1	3	3	10	26	34
(141 – 149]	3	8	11	8	15	20	0	0	3	11	23	34
(149 – 157]	7	9	10	8	8	12	0	0	0	15	17	22
(157 – 165]	1	3	4	2	2	4	0	0	0	3	5	8
(165 – 173]	3	7	9	2	5	5	0	0	0	5	12	14
(173 – 181]	2	3	3	7	7	8	0	0	0	9	10	11
(181 – 189]	0	0	0	3	3	3	0	0	0	3	3	3
>189	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	3	4
TOTAL	369	1 339	2 194	1 359	2 887	5 014	136	213	387	1 864	4 439	7 595

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.6 — NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 10 cm

CD0	GA10	GC10	GM10	GA20	GC20	GM20	GA30	GC30	GM30	GA_0	GC_0	GM_0
[45 – 55]	106	267	601	504	856	1 850	44	37	104	654	1 160	2 555
(55 – 65]	75	320	566	309	635	1 158	26	39	93	410	994	1 817
(65 – 75]	41	233	346	149	410	681	15	38	50	205	681	1 077
(75 – 85]	28	163	237	108	301	417	12	23	38	148	487	692
(85 – 95]	31	121	150	96	274	388	16	30	38	143	425	576
(95 – 105]	18	76	93	88	223	277	13	25	35	119	324	405
(105 – 115]	16	50	61	32	77	100	3	6	7	51	133	168
(115 – 125]	16	35	49	22	38	50	6	11	12	44	84	111
(125 – 135]	20	31	39	15	26	33	1	3	5	36	60	77
(135 – 145]	2	13	16	13	17	20	0	1	3	15	31	39
(145 – 155]	7	12	15	9	13	19	0	0	1	16	25	35
(155 – 165]	3	5	6	2	2	5	0	0	0	5	7	11
(165 – 175]	3	7	9	3	6	6	0	0	0	6	13	15
(175 – 185]	2	3	3	9	9	10	0	0	0	11	12	13
(185 – 195]	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
>195	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	3
TOTAL	369	1 339	2 194	1 359	2 887	5 014	136	213	387	1 864	4 439	7 595

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.7 — NÚMERO DE ÁRVORES DA ÁREA DE ESTUDO (400 ha) POR GRUPO E SUBGRUPO DE ESPÉCIES ORGANIZADOS EM CLASSES DIAMÉTRICAS DE AMPLITUDE 12 cm

CD2	GA12	GC12	GM12	GA22	GC22	GM22	GA32	GC32	GM32	GA_2	GC_2	GM_2
[45 – 57]	119	323	710	549	929	2 007	50	43	119	718	1295	2 836
(57 – 69]	74	384	630	312	690	1 225	26	48	96	412	1122	1 951
(69 – 81]	45	219	319	167	459	701	18	40	59	230	718	1 079
(81 – 93]	37	162	222	135	390	543	14	30	42	186	582	807
(93 – 105]	24	92	112	91	231	295	18	31	42	133	354	449
(105 – 117]	18	52	65	33	78	101	3	7	8	54	137	174
(117 – 129]	30	54	70	32	56	72	6	11	14	68	121	156
(129 – 141]	5	20	26	10	14	18	1	3	3	16	37	47
(141 – 153]	6	13	17	16	23	31	0	0	3	22	36	51
(153 – 165]	5	7	8	2	2	5	0	0	0	7	9	13
(165 – 177]	4	9	11	8	11	12	0	0	0	12	20	23
(177 – 189]	1	1	1	4	4	4	0	0	0	5	5	5
>189	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	3	4
TOTAL	369	1 339	2 194	1 359	2 887	5 014	136	213	387	1 864	4 439	7 595

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

CRITÉRIO UTILIZADO NO AGRUPAMENTO DOS DIÂMETROS EM INTERVALOS DE CLASSES DIAMÉTRICAS

INTERVALOS DE CLASSES COM AMPLITUDE 10 cm

```
@IF(C2>=45#AND#C2<=55,1,@IF(C2>55#AND#C2<=65,2,@IF(C2>65#AND#C2<=75,3,@IF(C2>75#AND#C2<=85,4,@IF(C2>85
#AND#C2<=95,5,@IF(C2>95#AND#C2<=105,6,@IF(C2>105#AND#C2<=115,7,@IF(C2>115#AND#C2<=125,8,@IF(C2>125#AN
D#C2<=135,9,@IF(C2>135#AND#C2<=145,10,@IF(C2>145#AND#C2<=155,11,@IF(C2>155#AND#C2<=165,12,@IF(C2>165#A
ND#C2<=175,13,@IF(C2>175#AND#C2<=185,14,@IF(C2>185#AND#C2<=195,15,@IF(C2>195,16,"SUDAM"))))))))))))
```

FONTE : CUNHA, 1994

APLICATIVO : QUATRO PRO FOR WINDOWS RELEASE 5.0

TABELA A.8 — NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 6 cm

CD6	TALHÃO1	TALHÃO2	TALHÃO3	TALHÃO4	TALHÃO5	TALHÃO6	TALHÃO7	TALHÃO8	TALHÃO9	TALHÃO10
[45 – 51]	460	186	166	233	64	237	78	425	311	410
(51 – 57]	357	174	229	395	205	190	170	394	314	363
(57 – 63]	414	228	228	362	149	155	212	329	268	306
(63 – 69]	299	263	489	323	640	116	572	209	367	123
(69 – 75]	230	168	185	178	333	114	271	132	182	186
(75 – 81]	153	116	131	111	59	60	61	98	138	106
(81 – 87]	175	127	202	94	62	67	126	58	134	116
(87 – 93]	141	89	109	70	36	73	37	69	123	108
(93 – 99]	104	119	123	97	226	67	120	61	101	75
(99 – 105]	63	52	34	104	32	23	40	23	39	33
(105 – 111]	33	28	23	25	22	13	19	18	15	6
(111 – 117]	31	35	20	35	9	24	23	22	14	27
(117 – 123]	43	31	24	32	10	16	33	28	27	3
(123 – 129]	26	50	27	31	49	6	63	28	43	6
(129 – 135]	15	11	9	20	6	3	11	6	6	2
(135 – 141]	11	14	6	5	5	4	6	6	8	0
(141 – 147]	8	4	2	7	5	8	5	7	2	7
(147 – 153]	11	6	4	7	5	5	9	4	8	1
(153 – 159]	4	3	2	4	0	0	3	1	0	0
(159 – 165]	4	5	2	8	17	2	16	1	8	1
(165 – 171]	8	4	0	3	2	0	1	0	2	1
(171 – 177]	5	2	2	0	3	5	0	1	2	3
(177 – 183]	2	1	1	5	1	1	3	0	0	0
(183 – 189]	1	1	0	2	0	0	3	1	0	0
>189	3	6	2	9	6	0	4	1	5	0
TOTAL	2601	1723	2020	2160	1946	1189	1886	1922	2117	1883

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.9 — NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 8 cm

CD8	TALHÃO1	TALHÃO2	TALHÃO3	TALHÃO4	TALHÃO5	TALHÃO6	TALHÃO7	TALHÃO8	TALHÃO9	TALHÃO10
[45 – 53]	545	225	210	375	94	257	112	563	392	508
(53 – 61]	590	328	352	486	290	324	285	476	453	563
(61 – 69]	395	298	550	452	674	117	635	318	415	131
(69 – 77]	291	225	271	207	369	155	313	161	256	258
(77 – 85]	205	137	169	141	63	58	89	113	140	113
(85 – 93]	203	138	187	105	58	101	93	83	181	145
(93 – 101]	117	132	135	138	235	67	136	66	113	75
(101 – 109]	77	63	44	79	43	36	42	30	38	39
(109 – 117]	37	39	21	44	11	24	24	28	18	27
(117 – 125]	51	41	27	41	14	17	45	34	36	3
(125 – 133]	26	46	31	36	51	7	61	25	40	6
(133 – 141]	18	19	8	11	5	5	7	9	8	2
(141 – 149]	12	4	2	7	5	8	6	7	2	7
(149 – 157]	11	8	4	10	5	5	9	5	8	1
(157 – 165]	4	6	4	9	17	2	18	1	8	1
(165 – 173]	11	5	1	3	5	1	1	0	3	2
(173 – 181]	3	2	2	4	1	5	2	1	1	2
(181 – 189]	2	1	0	3	0	0	4	1	0	0
>189	3	6	2	9	6	0	4	1	5	0
TOTAL	2601	1723	2020	2160	1946	1189	1886	1922	2117	1883

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.10 — NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 10 cm

CD0	TALHÃO1	TALHÃO2	TALHÃO3	TALHÃO4	TALHÃO5	TALHÃO6	TALHÃO7	TALHÃO8	TALHÃO9	TALHÃO10
[45 – 55]	715	321	325	486	174	416	187	685	542	739
(55 – 65]	631	437	583	545	596	226	590	564	562	396
(65 – 75]	414	261	389	460	621	170	526	240	338	253
(75 – 85]	266	194	255	170	99	99	131	142	214	185
(85 – 95]	222	147	193	131	68	102	99	98	194	154
(95 – 105]	148	162	151	175	248	89	154	69	127	99
(105 – 115]	60	59	40	59	31	37	40	38	26	33
(115 – 125]	55	45	30	42	14	17	47	36	39	3
(125 – 135]	33	51	33	42	51	8	62	28	40	8
(135 – 145]	15	17	8	11	9	11	7	8	9	5
(145 – 155]	16	7	4	10	6	6	14	10	9	3
(155 – 165]	7	8	4	10	17	2	18	1	8	1
(165 – 175]	11	5	1	3	5	1	1	1	3	2
(175 – 185]	5	2	2	6	1	5	6	1	1	2
(185 – 195]	1	2	1	7	4	0	2	0	0	0
>195	2	5	1	3	2	0	2	1	5	0
TOTAL	2601	1723	2020	2160	1946	1189	1886	1922	2117	1883

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

TABELA A.11 — NÚMERO DE ÁRVORES DE CADA TALHÃO (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO, EM CLASSES DE DAP COM AMPLITUDE 12 cm

CD2	TALHÃO1	TALHÃO2	TALHÃO3	TALHÃO4	TALHÃO5	TALHÃO6	TALHÃO7	TALHÃO8	TALHÃO9	TALHÃO10
[45 – 57]	817	360	395	628	269	427	248	819	625	773
(57 – 69]	713	491	717	685	789	271	784	538	635	429
(69 – 81]	383	284	316	289	392	174	332	230	320	292
(81 – 93]	316	216	311	164	98	140	163	127	257	224
(93 – 105]	167	171	157	201	258	90	160	84	140	108
(105 – 117]	64	63	43	60	31	37	42	40	29	33
(117 – 129]	69	81	51	63	59	22	96	56	70	9
(129 – 141]	26	25	15	25	11	7	17	12	14	2
(141 – 153]	19	10	6	14	10	13	14	11	10	8
(153 – 165]	8	8	4	12	17	2	19	2	8	1
(165 – 177]	13	6	2	3	5	5	1	1	4	4
(177 – 189]	3	2	1	7	1	1	6	1	0	0
>189	3	6	2	9	6	0	4	1	5	0
TOTAL	2601	1723	2020	2160	1946	1189	1886	1922	2117	1883

FONTE : ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ – UNA. CONVÊNIO SUDAM – FCAP, 1990

EXEMPLO DE ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES UTILIZANDO PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL, BETA E EXPONENCIAL

MODELO WEIBULL (GA_6)

$$(@EXP(-((J2-3-45)/26.422479)^{1.049676})-@EXP(-((J2+3-45)/26.422479)^{1.049676}))*1864$$

MODELO BETA (GM10)

$$(@BETAI(0.957217,7.82338,(Y2+5-45)/(280.1-45.2))-@BETAI(0.957217,7.82338,(Y2-5-45)/(280.1-45.2)))*2194$$

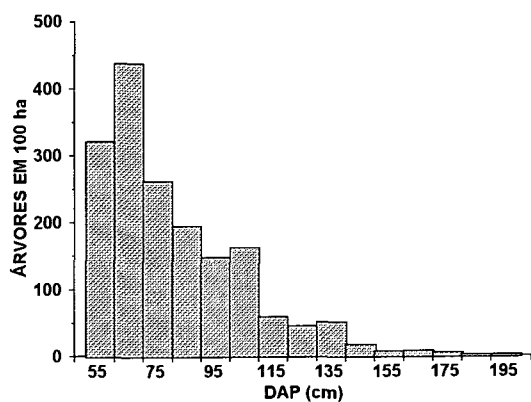
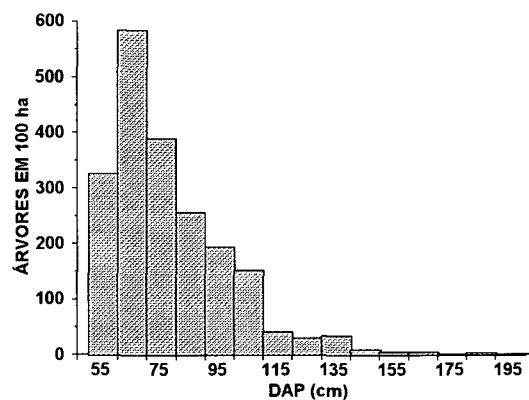
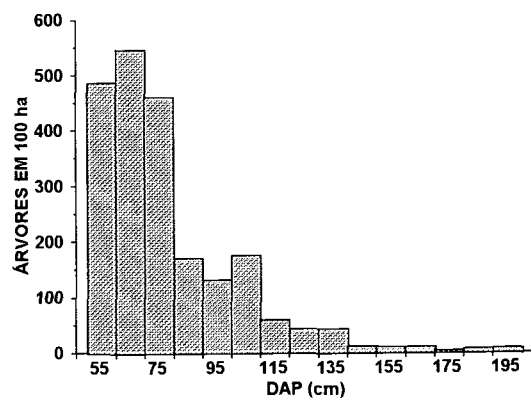
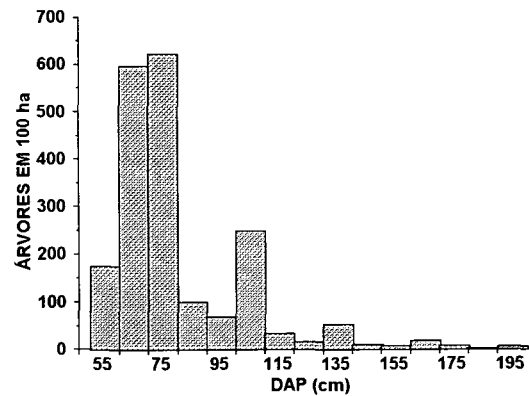
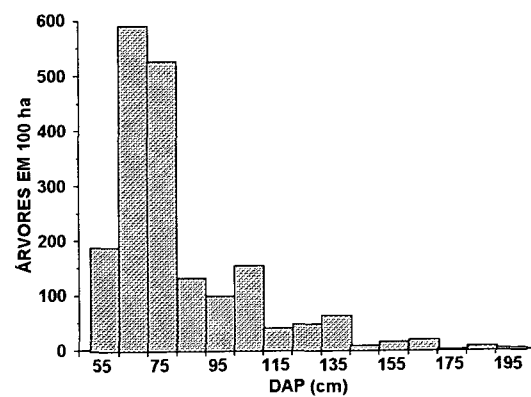
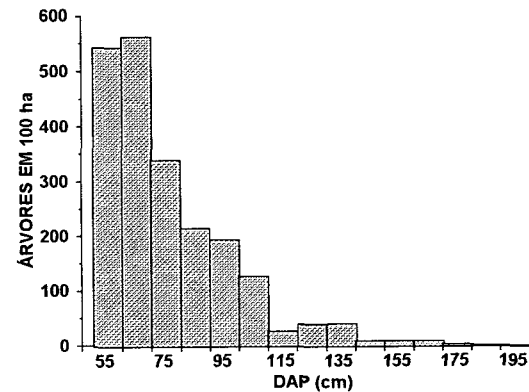
MODELO EXPONENCIAL (GC18)

$$(@EXP(-((M2-4-45.2)/30.173353))-@EXP(-((M2+4-45.2)/30.173353)))*1339$$

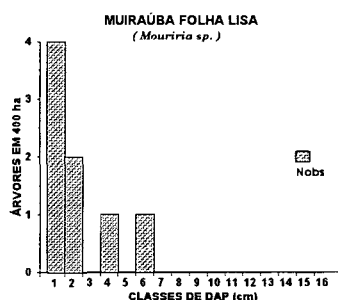
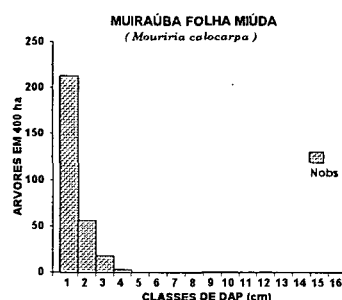
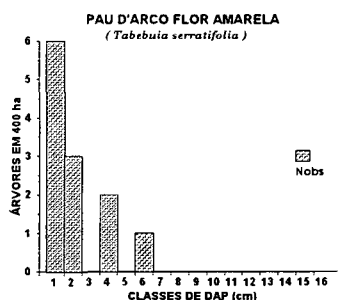
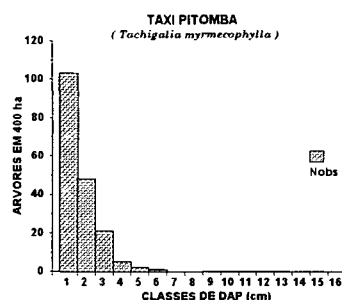
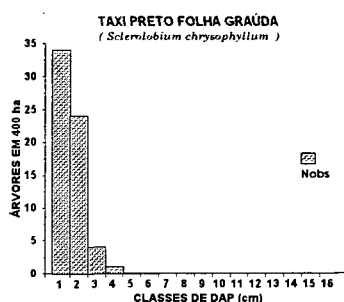
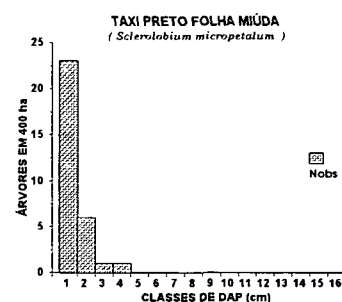
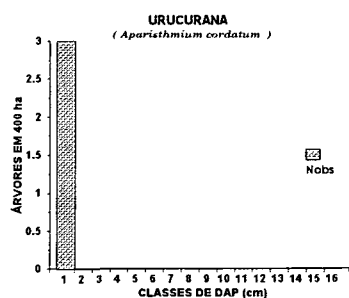
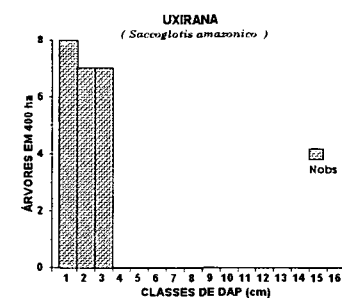
MÉTODO UTILIZADO NA ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DOS MODELOS WEIBULL E EXPONENCIAL

```
LIBNAME SUDAM 'C:\SUDAMSAS';  
FILENAME D_WA1 'C:\SUDAMSAS\D_WA1.DBF';  
FILENAME D_WA2 'C:\SUDAMSAS\D_WA2.DBF';  
FILENAME D_WA3 'C:\SUDAMSAS\D_WA3.DBF';  
PROC DBF DB3=D_WA1 OUT=D_WA1;  
PROC DBF DB3=D_WA2 OUT=D_WA2;  
PROC DBF DB3=D_WA3 OUT=D_WA3;  
RUN;  
*FILENAME OUTLIST 'A:DAQW.LST';  
DATA WEIBULL;  
KEEP DAP CENS;  
SET D_WA1 D_WA2 D_WA3;  
RUN;  
*PROC PRINTTO PRINT=OUTLIST;  
PROC LIFEREG;  
MODEL DAP*CENS(0)=  
/CONVERGE=1E-12 MAXIT=100 D=WEIBULL;  
MODEL DAP*CENS(0)=  
/CONVERGE=1E-12 MAXIT=100 D=EXPONENTIAL;  
RUN;  
*PROC PRINTTO PRINT=OUTLIST;  
RUN;
```

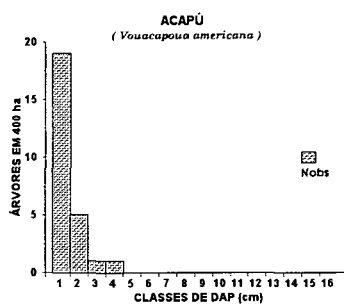
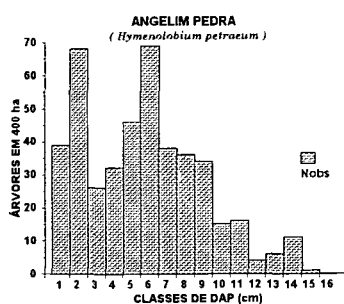
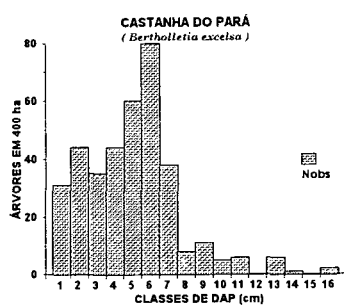
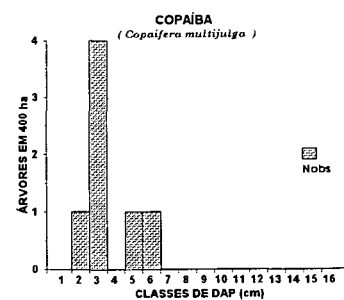
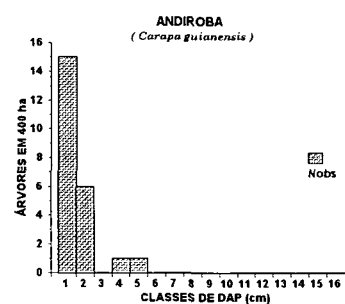
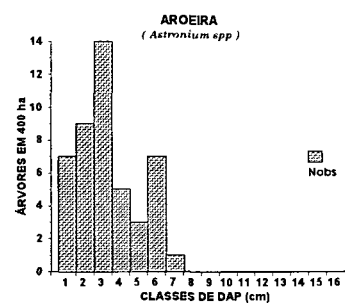
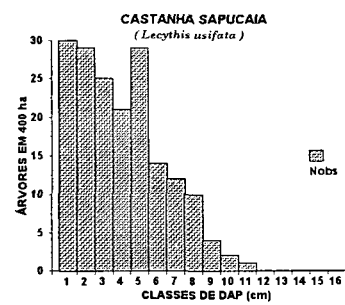
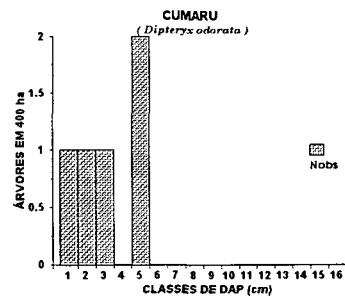
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE 6 TALHÕES (100 ha) DA ÁREA DE ESTUDO

FIGURA A.1 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 2, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.2 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 3, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.3 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 4, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.4 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 5, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.5 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 7, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.6 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DO TALHÃO 9, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm COM AMPLITUDE 10 cm

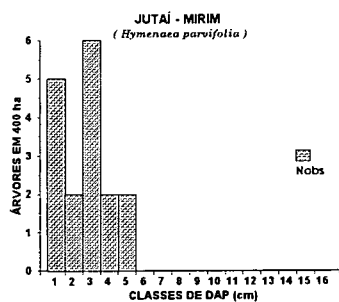
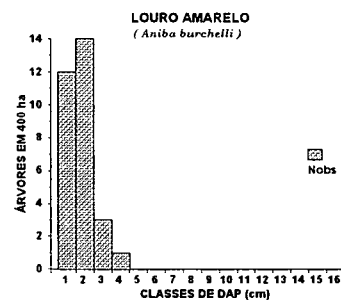
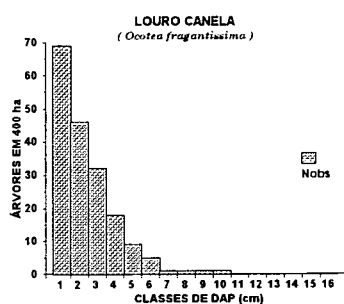
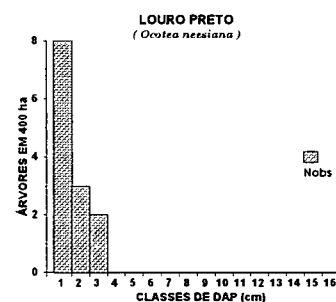
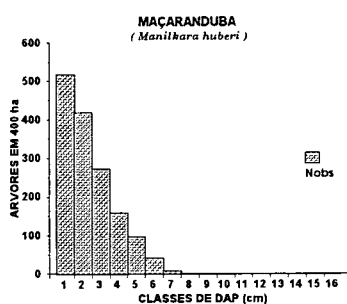
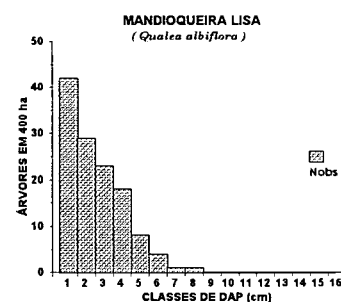
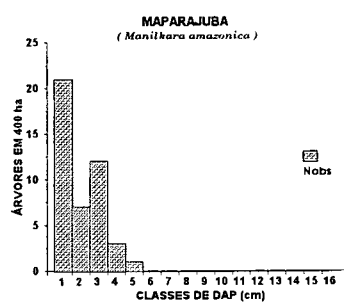
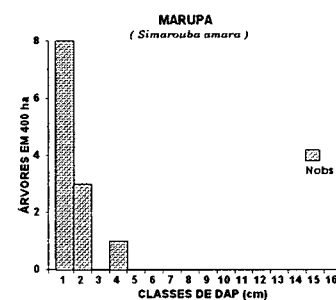
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO ALELOPATICO

FIGURA A.7 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Mouriria* sp, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.8 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Mouriria calocarpa*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.9 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tabebuia serratifolia*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.10 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tachigalia myrmecophylla*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.11 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Sclerobium chrysophyllum*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.12 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Sclerobium micropetalum*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.13 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Aparisthium cordatum*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.14 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Saccoglottis amazonico*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

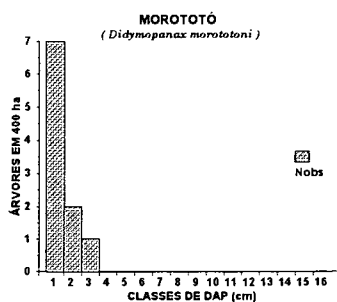
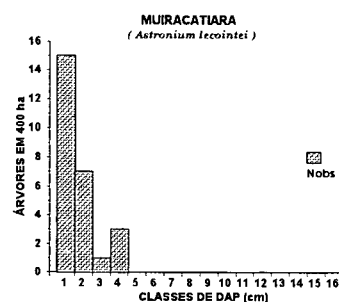
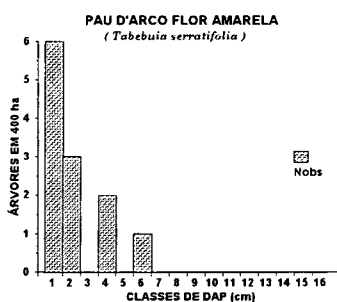
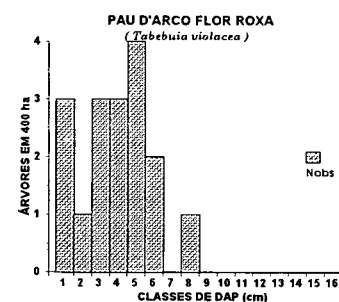
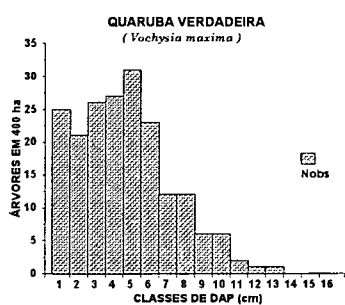
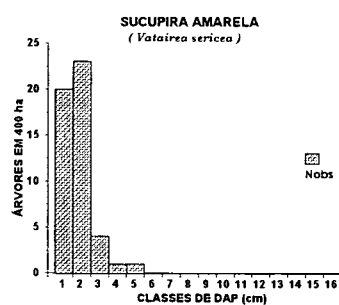
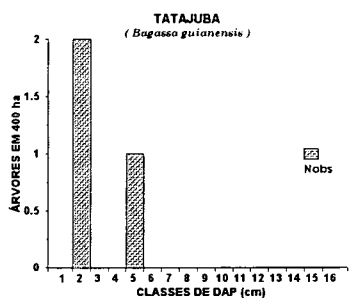
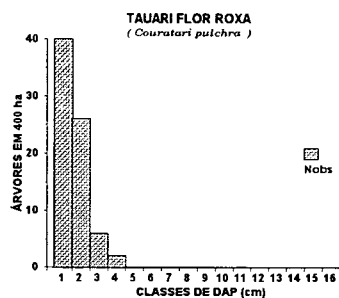
DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL

FIGURA A.15 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Vouacapoua americana*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.17 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Hymenolobium petraeum*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.19 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Bertholletia excelsa*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.21 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Copaifera multijuga*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.16 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Carapa guianensis*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.18 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Astronium* spp, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.20 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Lecythis usifata*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.22 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Dipteryx odorata*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL

FIGURA A.23 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Hymenaea parvifolia*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.24 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Aniba burchelli*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.25 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Ocotea fragantissima*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.26 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Ocotea neesiana*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.27 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Manilkara huberi*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.28 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Qualea albiflora*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.29 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Manilkara amazonica*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.30 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Simarouba amara*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO GRUPO COMERCIAL

FIGURA A.31 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Didymopanax morototoni*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.32 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Astronium lecointei*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.33 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tabebuia serratifolia*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.34 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tabebuia violacea*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.35 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Vochysia maxima*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.36 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Vatairea sericea*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.37 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Bagassa guianensis*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cmFIGURA A.38 — DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Couratari pulchra*, EM CLASSES DE DAP ≥ 45 cm DE AMPLITUDE 10 cm

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALDER, D. Forest volume estimation and yield prediction. Rome : FAO, 1980. v. 2, 193p. (FAO Forestry Paper 22/2).
- 2 ANUCHIN, N.P. Forest mensuration. 2. ed. Jerusalém : Keter Press, 1970. 454p.
- 3 ASSMANN, E. The principles of forest yield study. Oxford : Pergamon Press, 1970. 506p.
- 4 AZEVEDO, C.P. Predição da distribuição diamétrica de povoamentos florestais inequidantes pelo emprego da matriz de transição. Viçosa, 1993. 118f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- 5 BAILEY, R.L. ; DELL, T.R. Quantifying diameter distribution with the Weibull function. Forest Science, v. 2, n. 19, 1973, p. 97 – 104.
- 6 _____. Model for *Pinus radiata* diameter distributions. In : IUFRO. Statistics in Forestry Research. **Proceedings...** Vancouver, 1973. p. 51 – 59.
- 7 BARROS, P.L.C. Estudo das distribuições diamétricas da floresta do planalto do Tapajós – Pará. Curitiba, 1980. 123f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 8 _____. Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia Brasileira. Curitiba, 1986. 147f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 9 BATISTA, J.L.F. A função Weibull como modelo para a distribuição de diâmetros de espécies arbóreas tropicais. Piracicaba, 1989. 116f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 10 _____. Spatial dynamics of trees in a brazilian atlantic tropical forest under natural and managed conditions. Washington, 1994. 327p. These (Doctor of Philosophy) – College of Forest Resources, University of Washington.
- 11 BENJAMIN, J.R. ; CORNEL, C.A. Probability, statistics, and decision for civil engineers. New York : McGraw-Hill, 1970. 684p.

- 12 CAILLEZ, F. Forest volume estimation and yield prediction. Rome : FAO, 1980. v. 1, 98p. (FAO Forestry Paper 22/1).
- 13 CHAPMAN, H.H. ; MEYER, W.M. Forest mensuration. New York : McGraw-Hill, 1949. v. 2, 246p.
- 14 CLUTTER, J.L. **et al.** Timber management : a quantitative approach. New York : Wiley, 1983. 333p.
- 15 CRUZ, E.C. Quantificação volumétrica do material lenhoso de espécies da floresta tropical úmida no distrito agropecuário da Suframa. Manaus, 1985. 87f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas.
- 16 DANIEL, C. ; WOOD, F.S. Fitting equations to data. 2nd. ed. New York : Wiley, 1980. 458p.
- 17 DRAPER, N.R. ; SMITH, H. Applied regression analysis. 2nd. ed. New York : Wiley, 1981. 709p.
- 18 DUBOIS, J. Preliminary forest management guidelines for de national forest of the Tapajós. Belém : PRODEPEF, 1976. 41p. (Mimeografado.)
- 19 DUCKE, A. ; BLACK, G.A. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia Brasileira. B. Téc. Inst. Agron. N, Belém, n. 29, p. 1–62, 1954.
- 20 FIGUEIREDO FILHO, A. Estudos de modelos matemáticos para estimar o volume por unidade de área em uma floresta tropical úmida na Amazônia Brasileira. Curitiba, 1983. 150f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 21 _____. Influência da resinagem no crescimento de *Pinus elliottii* Engelm. var *elliottii* e sua avaliação econômica. Curitiba, 1991. 138f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 22 _____. ; OLIVEIRA, C.G. , MOURA, J.B. ; CUNHA, U.S. Conversão de equações de volume em equações de forma compatíveis para *Pinus elliottii*. In : CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.: 1993: Curitiba) ; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). Anais... Curitiba : SBS/SBEF, v.2, 1993, p. 501–503.

- 23 FINGER, C.A.G. Distribuição de diâmetros em Acacia negra *Acacia mearnsii* Wild. em diferentes povoamentos e idades. Curitiba, 1982. 129f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 24 FISHER, R.A. Mathematical foundations of theoretical statistics. In : _____. On the contributions to mathematical statistics. New York : Wiley, 1950, cap. 10, p. 308 – 368.
- 25 FREITAS, J.V. Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme com a utilização da cadeia de Markov. Manaus, 1993. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas.
- 26 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Manual of forest inventory : with special reference to mixed tropical forests. Roma, 1973. 200p.
- 27 GIBRA, I.N. Probability and statistical inference for scientists and engineers. New Jersey : Prentice–Hall, 1973. 596p.
- 28 GIOLO, S.R. Modelos de análise de sobrevivência para experimentos dose - resposta. Campinas, 1994. 146f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas.
- 29 GOFF, F.G. ; WEST, D. Canopy understory interactions effect on forest populations structure. For. Sci., v. 21, n. 2, 1975, p. 98 – 108.
- 30 GOUROU, P. Observações geográficas na Amazônia. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, 1949, p. 355–408.
- 31 GRANT, E. L. ; LEAVENWORTH, R. S. Statistical quality control. Tokyo : McGraw–Hill, 1972. 694p.
- 32 HAFLEY, W.L. ; SCHREUDER, H.T. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-aged stands. Canadian Journal of Forest Research, Toronto, 1977, p. 481–487.
- 33 HEINSDIJK, D. ; BASTO, A.M. Inventários florestais na Amazônia. Boletim do Serviço Florestal, Rio de Janeiro, n. 6, 1963, p. 1–100.
- 34 HEINSDIJK, D. Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956–1961). Belém, v. 2, p. 401–705, 1973.

- 35 HEINSDIJK, D. Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956–1961) : levantamento de 100 % de intensidade na região de Curuá–Una. Belém, v. 1, 1973, p. 260–300.
- 36 HIGUCHI, N. ; RAMM, W. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). Commonw For Rev., London, v. 64, n. 1, 1985, p. 33–41.
- 37 HOSOKAWA, R.T. Manejo e economia de florestas. Roma : [FAO/ONU], 1986. 125f.
- 38 _____. Manejo sustentado das florestas naturais considerando os aspectos econômicos, ecológicos e sociais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, (2.: 1982: Campos do Jordão). Anais... São Paulo : SBS/SBEF, v. 3, 1982, p. 1565–1572.
- 39 HUBER, J. Matas e madeiras Amazônicas. B. Mus. Pa. Hist. Nat. Ethnogr., Belém, n. 6, 1909, p. 91–225.
- 40 HUSCH, B. ; MILLER, C.I. ; BEERS, T.W. Forest mensuration. 3. ed. New York : Wiley, 1982. 402p.
- 41 IUFRO. A standardization of symbols in forest mensuration. Techn. Bull. Univ. Maine Agric. Exp. Sta., Washington, n. 15, 1959. 32p.
- 42 JANKAUSKIS, J. Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém : SUDAM, 1990. 143p.
- 43 _____. Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas. Belém [SUDAM], 1983. 57p.
- 44 JARDIM, F.C.S. Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical INPA. Manaus, 1985. 198f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Manejo Florestal, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas.
- 45 LEAK, W.B. An expression of diameter distribution for unbalanced uneven aged stands and forests. For. Sci. , v. 10, n. 1, 1964, p. 39 – 50.
- 46 _____. The J – shaped probability distribution. For. Sci. , v. 11, n. 4, 1965, p. 405 – 409.
- 47 _____. Sampling stand development : a compound exponential process. For. Sci. , v. 16, n. 2, 1970, p. 177 – 180.
- 48 LOETSCH, F. ; HALLER, K.E. Forest inventory. München : BLV, 1973. v. 1. 436 p.

- 49 ____ ; ZOHRER, F. ; HALLER, K.E. Forest Inventory. München : BLV, 1973. v.2, 469 p.
- 50 MACHADO, S.A. Estudo comparativo de métodos de medição num bosque tropical. Turrialba, 1972. 86f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Centro Tropical de Ensino e Investigação, Instituto Interamericano de Ciências Agrárias.
- 51 ____ . Aplicabilidade de equações de regressão em inventários florestais. **In** : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (2. : 1973 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : FIEP, 1974, p. 175–177.
- 52 ____ ; ROSSOT, N.C. ; FIGUEIREDO FILHO, A. Distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida da Amazônia Brasileira. **In** : CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS (2.: 1982: Campos do Jordão). **Anais...** São Paulo : SBS/SBEF, 1982, p. 1399–1406.
- 53 ____ . Informações dendrométricas e sua obtenção. **In** : SEMINÁRIO SOBRE MANEJO FLORESTAL.(2.: 1986 : Capão Bonito, SP). **Anais...** São Paulo : MA/IBDF, 1986, p. 62-83.
- 54 MEYER, H.A. Structure, growth and drain in balanced uneven aged forests. J. For. , n. 50, 1952, p. 85 – 92.
- 55 MEYER, H.A. ; STEVENSON, D.D. The structure and growth of virgin beech–birch–maple–hemlock forests in northern pennsylvania. J. Agric. Res. , n. 67, 1943, p. 465 – 484.
- 56 MONTGOMERY, D.C. Introduction to linear regression analysis. 2. ed. New York : Wiley, 1992. 527p.
- 57 MORRISON, D.F. Multivariate statistical methods. New York : McGraw–Hill, 1976. 415p.
- 58 MOSER, J.W.Jr. Dynamics of a uneven aged forest stand. For. Sci. , v. 18, n .3, 1972, p. 184 – 191.
- 59 MOURA, J.B. Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia Brasileira. Curitiba, 1994. 114f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 60 ____ ; CUNHA, U.S. ; HOSOKAWA, R.T. Representacion grafica de los parametros abundancia relativa e dominancia relativa de 6 especies tropicales. **In** : JORNADAS TÉCNICAS (7 : 1993 : Eldorado). **Anais...** Eldorado, Argentina : ISIF, 1993, p. 48–56.

- 61 NETER, J. ; NASSERMAN, W. ; KUTNER, M.H. Applied linear statistical models : regression, analysis of variance and experimental designs. 3. ed. Illinois : Richard D. Irwin, 1990. 1181p.
- 62 PETERS, R. ; JOBET, M. ; AGUIRRE, S. Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de Pino insigne. Santiago : Imprenta Cisterna, n. 14, 1980. 140p.
- 63 QUEIROZ, W.T. Análise de fatores "Factor Analysis" pelo método da máxima verossimilhança : aplicação ao estudo da estrutura de florestas tropicais. Piracicaba, 1984. 112f. Tese (Doutorado em Estatística) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- 64 _____. Introdução a análise de inventários florestais. Belém : Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Curso de Engenharia Florestal, 1990. 74p. (Apostila.)
- 65 ROSOT, N.C. Estimativa do peso de madeira seca de *Pinus taeda*, L. por ocasião do primeiro desbaste. Curitiba, 1980. 79f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 66 SILVA, J.N.M. Possibilidades da produção sustentada de madeira em floresta densa de terra-firme da Amazônia Brasileira. In : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1982: Campos do Jordão). **Anais...** Campos do Jordão : SBS/SBEF, v. 1, 1990, p. 39–50.
- 67 SPIEGEL, M.R. Estatística. São Paulo : McGraw – Hill do Brasil. 1974. 580p.
- 68 SPURR, S.H. Forest inventory. New York : Ronald Press, 1952. 476p.
- 69 SUDAM . Plano de manejo sustentado para a floresta do planalto da Estação Experimental de Curuá – Una. Belém, v. 10, 1989. 75p.
- 70 WADSWORTH, R.K. A study of diameter distributions of an uneven aged tropical forest means of a transition matrix model. Washington, 1977. 155f. These (Doctor of Philosophy) – College of Forest Resources, University of Washington.
- 71 WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability. Journal of Applied Mechanics, v. 18, n. 3, p. 293–297, set., 1951.
- 72 _____. Fatigue testing and analisys of results. New York : Pergamon Press, 1961.