

NELSON YOSHIHIRO NAKAJIMA

Utilização do Sistema Indonésio de Corte
Seletivo para Simular a Produção Contínua
de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze
em Floresta Primária

Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Mestre.
Curso de Pós-Graduação em Engenharia
Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Uni-
versidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Roberto T. Hosokawa

CURITIBA

1993

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

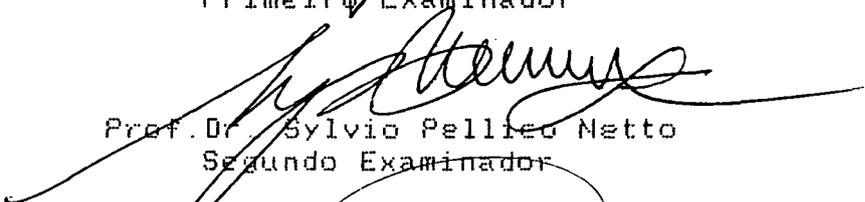
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **NELSON YOSHIHIRO NAKAJIMA**, sob o título "Utilização do Sistema Indonésio de Corte Seletivo para Simular a Produção Contínua de Araucária augustifolia (Bert). O. Ktze em Floresta Primária", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná Área 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: (8,8), correspondente ao conceito: (A)

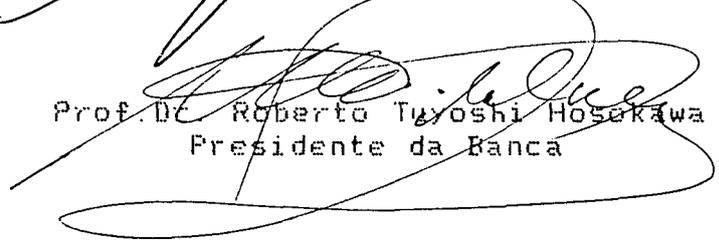
Curitiba, 30 de julho de 1993.



Dr. Luiz Benedito Xavier da Silva
Primeiro Examinador



Prof. Dr. Sylvio Pellico Netto
Segundo Examinador



Prof. Dr. Roberto Toyoshi Hosokawa
Presidente da Banca

À meus pais e irmãos.

À minha esposa pelo apoio e compreensão,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador professor Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa pelas orientações, sugestões, apoio e incentivo, a quem sou imensamente grato.

Aos co-orientadores professores Dr. Franklin Galvão, Dr. Afonso Figueiredo Filho e Dr. Sebastião do Amaral Machado pelas orientações, sugestões e apoio.

Ao amigo engenheiro florestal Shiguenori Kajiya pelos conhecimentos transmitidos, incentivo e apoio a quem sou imensamente grato.

À coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na pessoa do professor Dr. Sylvio Fellico Netto, pelo apoio administrativo.

Ao professor Dr. Flávio Felipe Kirchner pelo apoio.

Ao professor Dr. Antonio Carlos Nogueira pelo apoio na parte de revisão de literatura.

Aos amigos engenheiros florestais Roberto Pedro Bom, Edilson Batista de Oliveira e Doádi Antonio Brena pelas sugestões e apoio.

Ao amigo José Brandão de Moura pelo inestimável apoio na parte computacional e sugestões.

Aos amigos engenheiros florestais Hemerson Yoshiyuki Nishimura, Walter Sales Jacob, Manoel Seito, Luiz Roberto Menoncin, João Carlos Essenfelder e Edilson Cesar Moraes Fazzio pela confiança e apoio.

À Líliliana Luisa Pizzolato, bibliotecária-chefe pela revisão da normalização e referências bibliográficas.

Às bibliotecárias Evelyn da Silva e Maria Helena Lourenço Carvalho, pela colaboração na localização do material bibliográfico.

À todos os professores e funcionários que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação.

Ao engenheiro florestal Gabriel El Kolba, diretor da Flona de Três Barras-SC, pela cessão e permissão na coleta de dados, que possibilitaram a realização deste estudo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa-CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

BIOGRAFIA

Nascido em Paraíso do Norte, estado do Paraná, em 26 de março de 1958, filho de Kikuso Nakajima e Tomiko Nakajima.

Concluiu o curso ginásial em 1973 no Ginásio Estadual de Plácido e Silva, na cidade de Paraíso do Norte-PR. Em 1976 formou-se no curso de segundo grau, habilitação em Desenho Arquitetônico no Colégio Estadual do Paraná.

Em 1982, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, graduando-se no primeiro semestre de 1986.

Com a conclusão do curso trabalhou como engenheiro florestal na região amazônica e após, atuou na área de consultoria em diversas regiões do Brasil.

Em 1991, ingressou no curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS.....	viii
	LISTA DE TABELAS.....	x
	RESUMO.....	xiii
	ABSTRACT.....	xiv
1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.....	3
2.2	CRESCIMENTO DA ÁRVORE.....	3
2.3	REGENERAÇÃO NATURAL.....	8
2.4	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA.....	9
2.5	DETERMINAÇÃO DO CICLO DE CORTE.....	11
2.6	SISTEMA INDONÉSIO DE CORTE SELETIVO.....	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.1.1	Localização e Acesso.....	14
3.1.2	Clima.....	15
3.1.3	Solos.....	16
3.1.4	Vegetação e Área.....	16

3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	17
3.2.1	Dados Oriundos do Inventário Florestal.....	17
3.2.2	Incremento em Diâmetro.....	19
3.2.2.1	Amostragem.....	21
3.2.3	Equação para Estimativa do Diâmetro Com e Sem Casca.....	21
3.2.4	Relação Hipsométrica.....	22
3.2.5	Indicadores de Ajuste dos Modelos.....	24
3.2.6	Estimativa do Incremento Anual em Volume.....	24
3.2.6.1	Primeiro método.....	24
3.2.6.2	Segundo método.....	25
3.2.7	Sistema de Manejo e Estimativa do Volume de Exploração.....	27
3.2.8	Estimativa do Crescimento do Estoque e Ciclo de Corte.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	INCREMENTO EM DIÂMETRO.....	30
4.1.1	Amostragem.....	45
4.2	EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO COM E SEM CASCA.....	47
4.3	RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA.....	49
4.4	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM VOLUME.....	53
4.4.1	Primeiro Método.....	53
4.4.2	Segundo Método.....	58
4.5	SISTEMA DE MANEJO E ESTIMATIVA DO VOLUME DE EXPLORAÇÃO.....	67
4.6	ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO DO ESTOQUE E CICLO DE CORTE.....	70
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	80
	ANEXO - DADOS COLETADOS E FIGURAS	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE FIGURAS

1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	14
2	ACESSOS.....	15
3	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 10 - 20 CM.....	33
4	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 70 - 80 CM.....	34
5	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA TODAS AS CLASSES DIAMÉTRICAS ENGLOBADAS.....	35
6	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO COM E SEM CASCA.....	48
7	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA ALTURA COMERCIAL.....	51
8	TENDÊNCIA DA ALTURA COMERCIAL ESTIMADA PELA EQUAÇÃO HIPSOMÉTRICA AJUSTADA.....	52
9	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 20 - 30 CM.....	92
10	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 30 - 40 CM.....	93
11	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 40 - 50 CM.....	94

12	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 50 - 60 CM.....	95
13	ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 60 - 70 CM.....	96

LISTA DE TABELAS

1	DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DA FLONA.....	17
2	MÉDIA DAS VARIÁVEIS.....	18
3	ROLOS DE INCREMENTO COLETADOS.	30
4	COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DOS AJUSTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO.....	31
5	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAPcc 10 - 20 CM).....	37
6	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAPcc 20 - 30 CM).....	38
7	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAPcc 30 - 40 CM).....	39
8	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAPcc 40 - 50 CM).....	40
9	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAPcc 50 - 60 CM).....	41

10	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAP _{cc} 60 - 70 CM).....	42
11	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (CLASSE DE DAP _{cc} 70 - 80 CM).....	43
12	ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS - DAP _{cc} 10 - 80 CM).....	44
13	NÚMERO DE AMOSTRAS NECESSÁRIAS.....	45
14	COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA A ALTURA COMERCIAL.....	49
15	DAP COM CASCA MÉDIO DE TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS ENGLOBADAS (GERAL).....	54
16	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA COM BASE EM TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS (GLOBAL-10 a 80 CM)....	57
17	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 20 - 30 CM.....	59
18	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 30 - 40 CM.....	61
19	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 40 - 50 CM.....	62
20	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 50 - 60 CM.....	63
21	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 60 - 70 CM.....	64
22	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V _{sc} /HA PARA CLASSE DAP _{cc} 70 - 80 CM.....	65

23	ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V_{sc}/HA POR CLASSE DE DAP_{cc} (RESUMO).....	66
24	VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE (NÍVEL 1 : CORTE $DAP_{cc} \geq 40$ CM).....	67
25	VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE (NÍVEL 2 : CORTE $DAP_{cc} \geq 50$ CM).....	68
26	VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE (NÍVEL 3 : CORTE $DAP_{cc} \geq 60$ CM).....	68
27	COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DOS AJUSTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO EM DAP_{sc} PARA O ESTOQUE REMANESCENTE.	70
28	ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 1 ($EC < 40$ CM).....	71
29	ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 2 ($EC < 50$ CM).....	74
30	ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 3 ($EC < 60$ CM).....	76

RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de simular um manejo em regime de rendimento sustentado, com base no Sistema Indonésio de Corte Seletivo, visando somente as araucárias. Foram definidos previamente três níveis de corte. No nível 1 simulou-se o corte dos DAPcc ≥ 40 cm, no nível 2, simulou-se o corte dos DAPcc ≥ 50 cm e no nível 3 os DAPcc ≥ 60 cm. Para estimativa do incremento diamétrico das araucárias, foram utilizadas amostras de rolos de incremento. Após a medição dos anéis anuais de crescimento, ajustou-se a equação de crescimento de Prodan. Para estimativa do incremento em diâmetro sem casca foi realizada a derivada primeira da equação de crescimento, em relação à variável idade. Na estimativa do incremento em volume sem casca, além da derivada primeira da equação de crescimento, foram necessárias os ajustes das equações: estimativa do diâmetro com e sem casca, relação hipsométrica e a equação de volume sem casca para árvore individual obtida do INVENTÁRIO (1990). A estimativa do incremento anual em volume sem casca foi realizada através de dois métodos: uma com base na araucária de diâmetro médio de todas as classes (geral) e outra com base no diâmetro médio de cada classe diamétrica. O ciclo de corte foi estimado para os três níveis de exploração, adicionando-se o incremento diamétrico anual à árvore média da última classe remanescente, até atingir o diâmetro médio da última classe diamétrica antes da exploração. Os resultados dos ajustes para a estimativa do crescimento diamétrico apresentaram coeficientes de determinação superiores a 75 % com erro padrão da estimativa entre 22,26 % a 29,65 %. A melhor equação hipsométrica ajustada ($Hc=b1*LnD$) apresentou o ajuste de 98,19 % e erro de 13,24 %. O incremento anual em volume sem casca com base na araucária média de todas as classes diamétricas foi de 2,68 m³/ha e o incremento com base na araucária média de cada classe diamétrica foi de 2,62 m³/ha. O volume de corte do nível 1 foi de 60,90 m³/ha; nível 2 foi de 33,00 m³/ha e o nível 3 de 14,41 m³/ha, para a exploração em 1993. O ciclo de corte estimado para o nível 1 foi de 206 anos, para o nível 2, 108 anos e para o nível 3 foi de 57 anos. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que: apesar de tratar-se de araucária nativa com diferentes idades e posição sociológica, a equação de crescimento de Prodan ajustou-se satisfatoriamente. A equação hipsométrica utilizada ajustou-se bem. A diferença da estimativa do incremento anual em volume entre o 1º e o 2º método foi de 2,24 %, sendo considerado melhor o segundo método.

ABSTRACT

The objective of this study was to make a management simulation based on the Indonesian Selective Logging System, aiming only araucária trees. First, three cutting levels were defined. In the level 1, DBH with bark ≥ 40 cm cutting, in the level 2, DBH with bark ≥ 50 cm cutting and in the level 3 DBH with bark ≥ 60 cm cutting were simulated. To estimate the diameter increment of araucária tree, was utilized increment rolls sample. After the annual rings growth mensuration, the Prodan's growth equation was fitted. For the diameter increment without bark estimate was a first derivative that was equated in relation to variable age, of the Prodan's growth fitted equation. For the volume without bark increment estimate, besides the first derivative of Prodan's growth equation, it was necessary to fit the bark estimate equation, hipsometric relation to the commercial height and the without bark volume equation to the individual tree, obtained from the INVENTORY (1990). The annual volume increment estimate without bark was conducted by two methods. One based on araucária mean tree and the other based in the mean tree of each diameter class. The cutting cycle was calculated adding the annual diameter increment to the mean tree of the last diameter remaining class, until to reach the mean diameter of the last diameter class before the exploitation. The results of the diameter growth fitted estimate resulted in determination coefficients superior to 75 % with standard error of estimative between 22,26 % and 29,65 %. The best hipsometric equation ($H_c = b_1 \cdot \ln D$) fitted, presented a determination coefficient of 98,19 % and standard error of 13,24 %. The annual increment in volume without bark based on the mean tree of the araucária (1st. method), was 2,68 m³/ha, and the increment based on the mean tree of each diameter class was 2,62 m³/ha. The cutting volume at level 1 was 60,90 m³/ha, in the level 2 was 33,00 m³/ha and at level 3, 14,41 m³/ha, to cut at the year 1993. The cutting cycle estimated at level 1 was 206 years, level 2, 108 years and at level 3 was 57 years. Based on the obtained results, it was concluded that: treating of the native araucária tree with different age and sociologic position, the Prodan's growth equation was satisfactory fitted. The hipsometric equation utilized presented a good fit. The difference of annual volume increment estimated between first and second method was of 2,24 %, being the second method considered the best.

1 INTRODUÇÃO

As Florestas Nacionais (Flonas), tem por finalidade a produção sustentada de madeira e outros produtos florestais, bem como, a proteção dos recursos hídricos, manejo da fauna silvestre e recreação ao ar livre, com a característica fundamental de uso múltiplo dos recursos. As Flonas serviram de modelo e exemplo para o reflorestamento e introdução de espécies e, poderão dar também um direcionamento na implantação de técnicas de manejo e uso múltiplo das florestas (INVENTÁRIO, 1990).

O inventário florestal da Floresta Nacional de Três Barras-SC (INVENTÁRIO, 1990), retrata que 80 % do volume de madeira, bem como cerca de 50 % das árvores com DAP \geq 20 cm, são do gênero araucária. Desta forma, decidiu-se simular um manejo em regime de rendimento sustentado, com base no Sistema Indonésio de Corte Seletivo, visando utilizar somente esta espécie.

Sabe-se que o estoque de crescimento, estoque para utilização e ciclo de corte (parâmetros básicos para o manejo) variam de acordo com a intensidade de exploração, por isso, foi simulado o manejo em regime de rendimento sustentado, com base em três níveis hipotéticos de exploração: no primeiro nível simulou-se o corte das árvores com DAPcc \geq 40 cm, no segundo nível, o corte dos DAPcc \geq 50 cm e no terceiro nível, o corte dos DAPcc \geq 60 cm.

Para isso, foram necessárias a seleção e teste de algumas equações matemáticas como: equação para estimativa do

crescimento e incremento diamétrico, equação para a estimativa do diâmetro com e sem casca e equação para a estimativa da altura.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo consistiu na simulação do manejo em regime de rendimento sustentado, com base no Sistema Indonésio de Corte Seletivo, de acordo com três níveis de exploração.

Os objetivos específicos foram:

- a) Ajustar a equação de crescimento de Prodan para estimar o incremento em diâmetro sem casca;
- b) Ajustar a equação para estimativa do diâmetro com e sem casca;
- c) Ajustar a equação para estimativa da altura comercial;
- d) Estimar o incremento anual em volume sem casca;
- e) Estimar o ciclo de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

A principal região de ocorrência da araucária é a parte leste e central do planalto sul brasileiro e abrange os Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Ocorre também em pequenas áreas esparsas no sul e nordeste do Estado de São Paulo, e só raramente no sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. No Estado de Santa Catarina, a floresta com araucárias se distribui por quase todo planalto, localizando-se nas altitudes que varia de 500 a 1.500 metros (REITZ; KLEIN, 1966).

2.2 CRESCIMENTO DA ÁRVORE

O crescimento das plantas é influenciado por fatores tanto externos como internos. Os fatores externos limitantes do crescimento são: água, luz, temperatura, dióxido de carbono, oxigênio, minerais do solo e tratos silviculturais. Os fatores internos limitantes mais comuns são: equilíbrio hídrico, disponibilidade de nutrientes, enzimas e a interação entre os diversos órgãos. De acordo com a maior ou menor influência desses fatores, o crescimento varia de ano para ano. O crescimento também altera gradativamente com a idade, podendo ocorrer variação na largura dos anéis ao longo do fuste (FRITTS, 1976; KRAMER; KOZŁOWSKI, 1972; MEYER et al. 1970).

Conforme GOMES; ALVES*, citado por NOGUEIRA (1989), a copa da árvore tem grande influência na atividade cambial e conseqüentemente na taxa de crescimento do diâmetro.

O período da atividade do câmbio depende em grande parte do processo fisiológico da copa, que por sua vez é influenciada pelos fatores externos. A atividade cambial normalmente se inicia na base das gemas e segue em direção à base do tronco, à medida que o hormônio denominado de auxinas desce (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

A interrupção da atividade cambial está ligada com a diminuição na quantidade de carboidratos e hormônios que ocorre entre o fim do outono e início do inverno, quando as condições ambientais com menor fotoperíodo, baixa temperatura e baixa disponibilidade de água conduzem a uma redução da atividade fisiológica da copa (DANIEL; HELMS; BACKER, 1982).

O crescimento de espécies exigentes em luz é mais rápido que as espécies tolerantes. A posição sociológica, sítio, idade e densidade do povoamento, afetam o crescimento das árvores. Assim, povoamentos com diferentes estratos e grandes variações de idade, ocasionam um crescimento não homogêneo (ASSMANN, 1961).

*GOMES, A. M. DE A.; ALVES, A. A. M. *Desrramações e desbaste*. S.l., Instituto Superior de Agronomia, 1968. p. irr. Citado por NOGUEIRA, A. C. *Reação do crescimento radial da Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze em florestas naturais que sofreram corte seletivo*. Curitiba, 1989. 107 f. Tese. Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

A curva de crescimento da árvore inicia-se de uma forma lenta, seguido de uma fase de rápido crescimento e após tende a uma estabilização. Do ponto de vista fisiológico isto ocorre porque no início a planta depende de reservas da semente para desenvolver os seus órgãos. Após o desenvolvimento radicial e a emergência das folhas, os processos anabólicos da fotossíntese refletem-se num rápido crescimento. Na fase de senescência, após a planta alcançar seu tamanho definitivo, a produção de matéria orgânica é pequena (MAGALHÃES, 1979).

O crescimento, envolve muitos processos bioquímicos simultâneos e complexos. O ritmo de cada um desses processos varia com o tempo e, como resultado dessas variações e das variações do meio, as árvores apresentam periodicidade de crescimento diário, estacional e ao longo da vida, sendo que o desenvolvimento em diâmetro é mais sensível em relação às variações do ambiente. As potencialidades genéticas também influenciam na velocidade de crescimento (LARCHER, 1977; KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

O crescimento em diâmetro pode ser avaliado para muitas espécies arbóreas mediante a análise dos anéis de crescimento. Esses anéis são camadas de células concêntricas que se formam na região denominada de xilema (lenho) no tronco e galhos das árvores, que é o produto da atividade meristemática do câmbio. Em coníferas, as células do xilema que se formam no início da estação de crescimento tem diâmetro maior, paredes finas e apresentam em seu conjunto coloração clara. No final da estação de crescimento, as condições fisiológicas da árvore mudam gradualmente formando-se células mais espessas

com lúmens menores que aquelas formadas no início do período vegetativo. Assim, na parte mais externa do anel anual forma-se a camada de madeira mais densa, mais escura e normalmente mais estreita (MOREY, 1980; ESAU, 1974).

A fase de crescimento em diâmetro varia de acordo com a estação, espécie, altitude, e geralmente perdura por um período maior que em altura. Via de regra as espécies que apresentam grande longevidade crescem a uma taxa menor que as de ciclo de vida curto (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

Para LOETSCH et al. (1973), o diâmetro é a variável mais importante na obtenção do volume, assim como o incremento em diâmetro é o principal componente na determinação do incremento em volume, além de ser uma variável de fácil obtenção.

Segundo REITZ; KLEIN (1966), a araucária comumente atinge entre 20,0 e 50,0 metros de altura e diâmetro entre 1,0 e 1,2 metros.

BUCH* citado por NOGUEIRA (1989), realizou um estudo em floresta primária com araucária, com o objetivo de detectar o efeito de tratamentos silviculturais (redução de densidade) no incremento diamétrico. Concluiu (ainda com resultados parciais), que o incremento que era de 0,4 cm/ano antes dos tratamentos, alterou-se para 0,7 a 0,8 cm/ano.

*BUCH, C. Incremento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em floresta nativa. In: CONGRESSO FORESTAL ARGENTINO, (1.: 1969; Buenos Aires). **Actas del.** Buenos Aires: Serviço Nacional Forestal, 1971. p. 781-85.

No Inventário do Pinheiro no Paraná (CERENA, 1966) foram tomadas amostras de rolos de incremento em várias regiões do Estado do Paraná, tanto em florestas primárias sem alteração, quanto em florestas primárias alteradas. Os incrementos em DAPsc médio, obtidos para um período de 10 anos e amplitude diamétrica variando de 10 a 150 cm foram:

a) Floresta primária sem alteração

- . diâmetro médio de 75 cm
- . densidade de 47 árvores por hectare
- . incremento em DAPsc de 0,27 cm/ano

b) Floresta primária alterada

- . diâmetro médio de 53 cm
- . densidade de 19 árvores por hectare
- . incremento em DAPsc de 0,37 cm/ano

Ainda, de acordo com CERENA (1966), o incremento anual em volume sem casca médio (Vsc) num período de observação de 18,5 anos, para a floresta primária sem alteração foi de 2,13 m³/ha. Para a floresta primária alterada o incremento anual do volume sem casca médio foi de 0,86 m³/ha num período de observação de 13 anos.

SEITZ (1986), ao analisar o tronco de uma araucária de 60 anos, concluiu que a mesma cresceu nos primeiros 5 anos uma altura de 0,80 metros (1ª fase de crescimento); nos seguintes 17 anos (dos 6 aos 22 anos), teve um incremento em altura de 12,0 metros (2ª fase), e nos 38 anos subsequentes (dos 23 aos

60 anos), cresceu apenas 3,5m.

CHYO; AOKI; HAGA (1982), pela análise de tronco de uma araucária de 160 anos, proveniente de Campos do Jordão (SP), concluíram que a mesma para atingir a altura de 1,0 metro levou 10 anos; nos 55 anos seguintes (dos 11 aos 65) cresceu 18,6 metros e dos 66 aos 160 anos cresceu apenas 8,0 metros.

ASSMANN (1961) considerou que o incremento em volume é uma função do incremento da área transversal e altura. O desenvolvimento desses componentes não coincidem no tempo, isto é, o incremento em altura culmina mais cedo que o incremento em área transversal e, o incremento em volume culmina mais tarde ainda.

2.3 REGENERAÇÃO NATURAL

Quando se pretende manter a continuidade da produção florestal, o conhecimento do processo de regeneração se constitui como fator básico.

De acordo com REITZ; KLEIN, 1966; RIZZINI, 1971, em florestas densas as condições de luminosidade favoráveis ao desenvolvimento da regeneração natural praticamente inexistem.

No Estado de Santa Catarina, as florestas com araucária encontram-se em sua maioria no estágio adultos e, apesar desse ambiente apresentar alta umidade, a regeneração natural é dificultada devido a pouca luminosidade (REITZ; KLEIN, 1966).

SEITZ (1982) pesquisou a regeneração natural numa floresta com araucária (alterada), na região de São João do Triunfo (PR), e estimou em 2.268 plantas/ha (diversas espé-

cies) com DAP inferior a 5 cm, sendo que 93 % dessas plantas eram de altura igual ou inferior a 1,0 metro, concluindo que, sem a interferência do homem e de grandes animais, a araucária em condições naturais se regenera muito bem.

LAMPRECHT (1990) cita que cada tipo de regeneração surge dependendo de inúmeras pré-condições, que varia de uma espécie arbórea para outra. As condições básicas são:

- a) Presença em quantidade suficiente de sementes viáveis;
- b) Condições edafo-climáticas à altura das exigências de germinação e crescimento.

2.4 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Para fins de manejo, o conhecimento da estrutura diamétrica da floresta é de suma importância, uma vez que a idade é uma variável de difícil obtenção em floresta nativa (multiana).

A distribuição diamétrica caracteriza o estoque existente e em crescimento dentro de cada classe, bem como a dispersão e amplitude de diâmetro da floresta. É utilizada também para diferenciação entre duas ou mais tipologias florestais.

Segundo LOETCH et al. (1973), a distribuição diamétrica decrescente é encontrada principalmente em:

- a) Florestas nativas, onde ocorrem indivíduos de todas as idades;
- b) Florestas bem manejadas, onde ocorrem indivíduos de uma

determinada espécie em todas as idades;

- c) Povoamentos, quando se considera o seu conjunto em relação a um estado, região ou país.

Na distribuição decrescente o número de árvores diminui à medida que aumenta a classe de diâmetro.

Existem três tipos de distribuição diamétrica decrescente conforme o comportamento da relação entre o número de árvores de uma classe com a classe anterior ou sejam:

- a) Tipo I: quando o número de árvores por classe de DAP decresce nas sucessivas classes de diâmetro em progressão geométrica constante.

$$\text{Ex.: } q_1 = q_2^2 = q_3^3 = \dots = q_n^n;$$

- b) Tipo II: quando o número de árvores por classe de DAP decresce nas sucessivas classes de diâmetro em progressão geométrica crescente.

$$\text{Ex.: } q_1 < q_2^2 < q_3^3 < \dots < q_n^n;$$

- c) Tipo III: quando o número de árvores por classe de DAP decresce nas sucessivas classes de diâmetro em progressão geométrica decrescente.

$$\text{Ex.: } q_1 > q_2^2 > q_3^3 > \dots > q;$$

onde:

$$q = \frac{N_2}{N_1} = \frac{N_3}{N_2} = \frac{N_4}{N_3} = \dots = \frac{N_n}{N_{(n-1)}}$$

q = razão da progressão geométrica

N_i = nº árvores da classe diamétrica "i", por unidade de área

$N_i * q_i = N_{(i+1)}$

2.5 DETERMINAÇÃO DO CICLO DE CORTE

Ciclo de corte é o intervalo planejado entre as operações de maior derrubada na mesma sub-área da floresta, ou outra sub-divisão permanente (MEYER et al.; 1961).

Segundo HOSOKAWA (1986), ciclo de corte é o período compreendido entre duas reduções de densidade ou o período que o estoque em crescimento da floresta leva para recuperar o estoque explorado.

Os ciclos de cortes são geralmente planejados para um período que permita uma operação de derrubada praticável e ao mesmo tempo produzir o máximo de volume ou de valor dos produtos. Em geral nos ciclos de cortes de períodos mais longos, os produtos são de melhor qualidade, entretanto, ciclos de períodos curtos permitem um melhor controle sobre a floresta e financeiramente são mais desejáveis (DAVIS, 1966).

2.6 SISTEMA INDONÉSIO DE CORTE SELETIVO

Este sistema de manejo, apresentado por MATOSOEDIGDO (1978), utilizado por SILVA (1982) na simulação da produção contínua em floresta tropical úmida da Amazônia, foi desenvolvido baseando-se nas condições da floresta da Indonésia.

Os aspectos básicos do sistema de manejo florestal citados por esse autor são:

- a) Produção sustentada de madeira de espécies comerciais com proteção adequada do solo e recursos hídricos;
- b) Menor impacto no ecossistema, com garantia da regeneração natural sem causar grandes danos na composição, estrutura e crescimento da floresta.

Segundo MATOSOEDIGDO (1978) as técnicas utilizadas neste sistema são:

- a) O limite mínimo do DAP para corte deve ser igual ou superior a 50 cm;
- b) Deixar um mínimo de 25 árvores de espécies comerciais por hectare, com um DAP mínimo de 35 cm que constituirão o estoque de árvores para o próximo corte (árvores mães);
- c) No caso de não existir em algumas áreas da floresta, quantidades suficientes de árvores de espécie comercial com DAP superior ou igual a 50 cm, este limite de diâmetro pode ser reduzido, desde que acompanhado de um ciclo de corte mais longo e uma maior quantidade de árvores mães em estoque;
- d) São necessários adensamentos nas áreas de cortes onde a regeneração natural das espécies comerciais são insuficientes;
- e) Liberar a regeneração natural de espécies comerciais da concorrência indesejável como trepadeiras e ervas invasoras;
- f) Selecionar e marcar as árvores mães e as árvores para corte.

O mesmo autor ainda cita que, este sistema aplicado nas florestas da Indonésia tem demonstrado um aumento na produção de madeira, sem grandes prejuízos para a floresta mas, não é recomendável para cortes de árvores com DAP menor que 30 cm.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir são apresentadas as características da área, bem como os resultados utilizados do INVENTÁRIO (1990).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização e Acesso

A Flona de Três Barras localiza-se na região sul do Brasil, ao norte do Estado de Santa Catarina, entre as latitudes $26^{\circ}10'$ e $26^{\circ}15'$ sul e, longitudes $50^{\circ}10'$ e $50^{\circ}15'$ oeste (FIGURA 1).

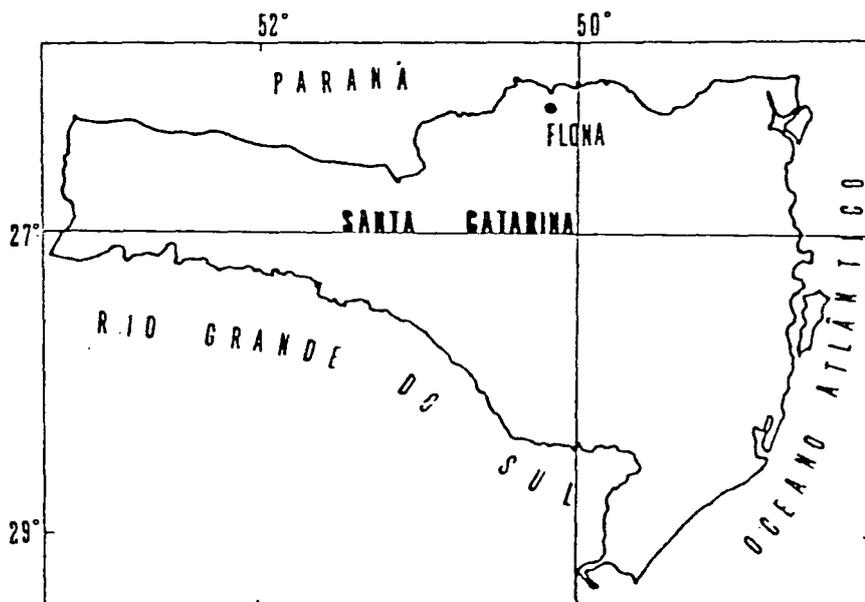


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (Fonte: INVENTÁRIO, 1990)

O acesso à Flona localiza-se à altura do km 13, lado direito da rodovia BR-280, sentido Canoinhas-Mafra. A distância a partir da cidade de Canoinhas até a entrada da Flona, é de 10 km (asfalto) e, da entrada até a sede mais 5 km de estrada cascalhada (FIGURA 2).

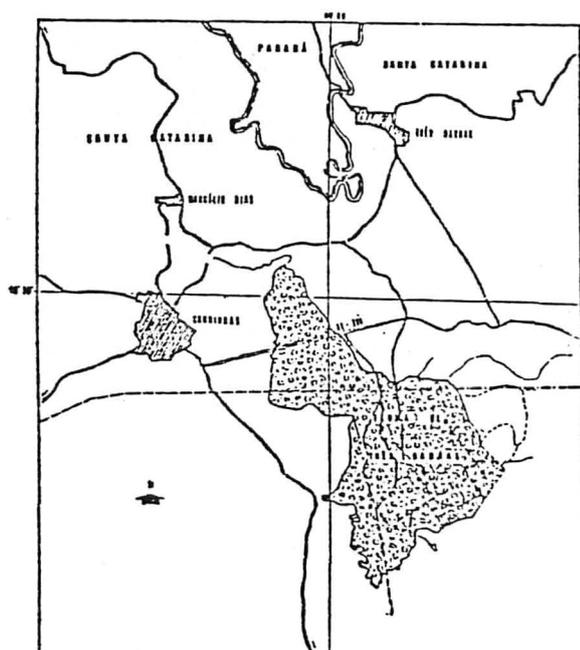


FIGURA 2 - ACESSOS (Fonte: INVENTÁRIO, 1990)

3.1.2 Clima

Situado em pleno planalto norte catarinense, numa altitude de 760 metros acima do nível do mar, apresenta um clima tipo Cfb, segundo classificação de Köeppen, com temperaturas médias no mês mais frio inferior a 18°C. A temperatura média anual da região é de 16,2°C, sendo a média anual mínima de 10,5°C e máxima de 23,8°C. A precipitação média anual é de

1.513 mm com a máxima precipitação no mês de janeiro e mínima no mês de julho. As chuvas são bem distribuídas durante o ano todo. Os meses mais quentes são dezembro, janeiro e fevereiro e, os mais frios são os meses de junho, julho e agosto, quando há ocorrências de severas geadas.

3.1.3 Solos

De acordo com o Atlas de Santa Catarina publicado em 1986, o solo predominante na região é o Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa). Esta classe é representada por solos minerais, não hidromórficos, com seqüência de horizontes A, B e C, sendo o horizonte B latossólico. São solos de textura argilosa e muito argilosa, profundos, muito porosos, permeáveis e acentuadamente drenados. A fertilidade natural é baixa devido os baixos teores de bases trocáveis. Os teores de alumínio ocorrem em níveis prejudiciais ao bom desenvolvimento da agricultura.

3.1.4 Vegetação e Área

A região em que se localiza a Flona enquadra-se predominantemente, segundo o Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação da Vegetação Brasileira (VELOSO et al.; 1991) como Floresta Ombrófila Mista.

A Floresta Ombrófila Mista é constituída por associações florestais que ocorrem nos planaltos do sul do Brasil, onde a araucária destaca-se na fisionomia dessas formações.

Devido a araucária ser uma árvore dominante, muitas vezes determina uma densa cobertura que parece formar grupamentos puros, no entanto, avaliando sua composição nos demais estratos, verifica-se uma expressiva heterogeneidade florística que varia de acordo com as condições edáficas, microclimáticas e de influência antrópica (GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; 1990).

A área total da Flona de Três Barras é de 4.458,5 hectares constituída de florestas e povoamentos que, atualmente estão distribuídas conforme a TABELA 1.

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DA FLONA

Discriminação	Área (ha)	%
Floresta Ombrófila Mista (Montana)	767,94	17,23
Floresta Ombrófila Mista (Aluvial)	634,69	14,23
Áreas Antrópicas (Povoamentos)	2.011,16	45,10
Áreas de Formações Pioneiras	820,68	18,41
Lago, Represa, Tanque	6,73	0,15
Construções, Estradas, Aceiros	217,30	4,88
Total	4.458,50	100,00

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.2.1 Dados Oriundos do Inventário Florestal

O estudo foi realizado numa área de 767,94 hectares de Floresta Ombrófila Mista (Montana), e os dados utilizados foram obtidos do INVENTÁRIO Florestal da Flona de Três Barras (1990) e são apresentadas na TABELA 2.

TABELA 2 - MÉDIA DAS VARIÁVEIS

Classes de DAPcc (cm)	Vsc (m ³ /ha)	Num. árv. (árv/ha)	DAPcc (cm)
20 - 30	16,42	47,12	25,14
30 - 40	29,18	41,95	34,95
40 - 50	25,07	20,91	44,80
50 - 60	16,97	8,85	54,11
60 - 70	8,89	3,44	63,26
70 - 80	4,24	1,26	73,42
Total	100,77	123,53	-

a) Estimativa do Volume

Para a estimativa do volume individual do fuste de araucária, a seguinte equação de volume comercial sem casca (INVENTÁRIO, 1990), foi utilizada:

$$Vsc = 0,01765474 + 0,000038663 * D^2 * Hc$$

$$syx = 0,06699$$

$$R^2 = 0,9963$$

onde:

Vsc = volume comercial sem casca por árvore (m³)

D = diâmetro com casca medido a 1,30 m do solo (cm)

Hc = altura comercial (m)

3.2.2 Incremento em Diâmetro

Para a estimativa do incremento em diâmetro foram amostradas ao acaso, com base nas fórmulas do processo de amostragem aleatório para populações infinitas (explanadas com maiores detalhes no item 4.1.1), um total de 119 árvores com a técnica de rolos de incremento e, distribuídas em todas as classes de diâmetro. O ponto de perfuração foi o DAP, utilizando-se do trado de Pressler e observando sempre a mesma sistemática de perfuração e medição das variáveis (DAPcc e espessura da casca).

Utilizou-se para o transporte e proteção das amostras, porta-rolos de incremento devidamente identificados e para a visualização dos anéis anuais de crescimento foi necessário o uso de uma solução para contraste (gasolina).

Na medição desses anéis adotou-se o seguinte critério:

- a) Umedecimento do rolo de incremento com gasolina e, com uma caneta foram demarcadas as posições dos anéis sobre o rolo;
- b) Medição das distâncias dos anéis anuais sobre o rolo, com o uso de uma escala de graduação milimétrica;
- c) Para a confirmação das medições foram realizadas a somatória dos incrementos anuais de cada rolo e, comparadas com a medição do total do período observado.

O período de observação dos incrementos foi de 21 anos. Adotou-se esse período devido a todos os rolos de incremento coletados apresentarem no mínimo essa quantidade de anéis anuais. De posse dos dados observados, ajustou-se a

seguinte equação :

- Equação de crescimento (PRODAN)

$$C = \frac{A^2}{b_0 + b_1A + b_2A^2}$$

onde:

C = crescimento em DAP sem casca (cm)

A = idade referência

No ajuste desta equação, os anéis anuais de crescimento de cada árvore (amostra) foram multiplicados por dois (devido a estimativa desejada ser em diâmetro) e acumulados.

Pelo fato da idade ser uma variável de difícil obtenção em floresta nativa (multiana), no ajuste da equação de crescimento em diâmetro em relação à variável idade, utilizou-se da idade referência, considerando somente o incremento em diâmetro ocorrido nos últimos 21 anos, isto é, para o anel de crescimento mais interno considerou-se a idade 1 (um), que no presente caso referiu-se ao ano de 1972, até o anel mais externo de número 21 (ano de 1992).

Para a estimativa do incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc), fez-se a derivada primeira da equação de crescimento diamétrico em função da idade (A), conforme HUSCH et al. (1982), resultando em:

$$\frac{d'C}{dA} = \frac{2b_0A + b_1A^2}{(b_0 + b_1A + b_2A^2)^2}$$

onde:

$\frac{d'C}{dA}$ = incremento corrente anual em DAPsc

A = idade referência

Substituindo-se os valores atribuídos às idades referência (A), com os respectivos coeficientes de regressão estimados, obteve-se os incrementos correntes em DAPsc.

3.2.2.1 Amostragem

Para verificar se o número de unidades de amostra coletadas foram suficientes para atender a precisão desejada, utilizou-se as fórmulas do processo de amostragem aleatório para populações infinitas, considerando-se um limite de erro de 10 % e probabilidade de 80 %.

3.2.3 Equação para Estimativa do Diâmetro Com e Sem Casca

É fato que, quando uma árvore cresce, mais especificamente em diâmetro, o câmbio forma para a parte externa do tronco camadas concêntricas de células denominadas de floema (parte viva da casca), enquanto que ao mesmo tempo para a parte interna do tronco, são formadas as camadas concêntricas de células denominadas de xilema (lenho). Por isso, quando se adicionou ao diâmetro atual sem casca (DAP do INVENTÁRIO, 1990), o incremento estimado para o ano seguinte, foi necessário consequentemente estimar a nova espessura da casca, isto

é, o engrossamento do tronco em um determinado período acontece simultaneamente para o lenho e casca.

Portanto, com o incremento em diâmetro sem casca (DAPsc), foi necessário o ajuste de uma equação para estimar o novo diâmetro com casca (DAPcc).

Para isso, foi utilizada para o ajuste a seguinte equação linear:

$$d = b_0 + b_1 * D$$

onde:

d = diâmetro à altura do peito sem casca (DAPsc)

D = diâmetro à altura do peito com casca (DAPcc)

b₀ e b₁ = coeficientes de regressão

Na estimativa do diâmetro com casca isolou-se a variável "D", obtendo a seguinte equação:

$$D = \frac{d - b_0}{b_1}$$

3.2.4 Relação Hipsométrica

Com a adição do incremento diamétrico anual ao diâmetro atual (INVENTÁRIO, 1990), fez-se necessário estimar a nova altura comercial (Hc) para esse novo diâmetro, com a finalidade de estimar o volume.

Para isso foram utilizadas 131 observações de altura comercial com seus respectivos diâmetros à altura do peito com casca (em ANEXO), para o teste das seguintes equações hipsométricas:

$$a) H_c - 1,3 = \frac{D^2}{b_0 + b_1 D + b_2 D^2} \quad (\text{modelo de PRODAN})$$

$$b) H_c = b_0 + b_1 * D + b_2 * D^2 \quad (\text{modelo PARABÓLICO})$$

$$c) 1/\sqrt{H_c - 1,3} = b_0 + b_1 * (1/D) \quad (\text{modelo de PETERSON})$$

$$d) H_c = 1,3 + b_1 * D + b_2 * D^2 \quad (\text{modelo de CER & SMITH})$$

$$e) \ln H_c = b_0 + b_1 * \ln D \quad (\text{modelo de STOFELLS})$$

$$f) \ln H_c = b_0 + b_1 * (1/D) \quad (\text{modelo de CURTIS})$$

$$g) H_c = b_0 + b_1 * \ln D \quad (\text{modelo de HENRICKSEN})$$

Além destas, foram formuladas de maneira empírica várias outras equações, das quais, os dois seguintes modelos de equações foram selecionadas.

$$h) H_c = b_1 * \ln D$$

$$i) H_c - 1,3 = b_1 * D + b_2 * D^2 + b_3 * 1/D$$

3.2.5 Indicadores de Ajuste dos Modelos

Para a avaliação da acuracidade do ajuste dos modelos, foram efetuadas as seguintes análises estatísticas, conforme indicado por DRAPER; SMITH (1981).

- a) Coeficiente de determinação (R^2)
- b) Erro padrão da estimativa (Syx e $Syx\%$)
- c) Análise gráfica dos resíduos
- d) Teste F

3.2.6 Estimativa do Incremento Anual em Volume

Durante o tempo em que a floresta permanecer sem intervenção, há de se acrescentar o incremento em volume desse período ao volume atual (INVENTÁRIO, 1990), por se tratar de uma floresta alterada ainda em crescimento.

Para a estimativa do incremento em volume sem casca (Vsc), procedeu-se o cálculo através de dois métodos:

3.2.6.1 Primeiro método

Neste método calculou-se o incremento do volume sem casca em função do incremento corrente anual em diâmetro sem casca ($ICAdsc$), estimado para todas as classes diamétricas (geral). Para isso utilizou-se a árvore de diâmetro médio geral (média de todas as classes de diâmetro) e no número de árvores por hectare.

3.2.6.2 Segundo método

Baseou-se no incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc) estimado para cada classe diamétrica, utilizando-se a árvore de diâmetro médio de cada classe e o número de árvores das respectivas classes por hectare.

Para ambos métodos foram utilizados após o ajuste, as seguintes equações:

a) Equação para estimativa do DAP sem casca

$$d = b_0 + b_1 * D$$

b) Derivada primeira da equação de crescimento em DAP sem casca

$$\text{Inc } d = (2 * b_0 * A + b_1 * A^2) / (b_0 + b_1 * A + b_2 * A^2)^2$$

c) Relação hipsométrica

$$H_c = b_1 * \ln D$$

d) Equação de volume sem casca (árvore individual), obtido do INVENTÁRIO (1990).

$$V_{sc} = b_0 + b_1 * D^2 * H_c$$

onde:

d = diâmetro sem casca (cm)

D = diâmetro com casca (cm)

Inc d = incremento em DAP sem casca (cm)

A = idade

Hc = altura comercial (m)

Vsc = volume sem casca (m³)

Assim, partiu-se do princípio de que a árvore de diâmetro médio sem casca observada no INVENTÁRIO (1990), após acrescido o incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc) e, estimada sua respectiva altura comercial (Hc), refletiria conseqüentemente no acréscimo de seu volume.

A obtenção do incremento em volume comercial sem casca (Vsc) nos anos subsequentes, foi realizada subtraindo-se o volume do ano posterior do volume do ano anterior.

Para adicionar à árvore média atual com casca o incremento em DAP sem casca, estimado para os anos subsequentes, substituiu-se essa árvore média na equação da estimativa do diâmetro sem casca, isto é, estimou-se o diâmetro sem casca para depois adicionar os respectivos incrementos.

Após obtido o novo diâmetro sem casca substituiu-se novamente na seguinte equação do diâmetro sem casca transformada:

$$D = \frac{d - b_0}{b_1}$$

O uso desta equação foi para estimar o novo diâmetro com casca (DAPcc). Necessário se fez também estimar a nova altura comercial (Hc), porque após um ano, com o incremento do diâmetro haverá também um acréscimo na altura comercial.

De posse do novo diâmetro com casca e da respectiva altura comercial, substituíram-se estas na equação do volume sem casca, obtendo assim, o volume sem casca da araucária média.

Para o cálculo do incremento anual em volume sem casca por hectare, multiplicou-se o resultado da diferença do volume pelo número de árvores por hectare, obtido no INVENTÁRIO (1990).

3.2.7 Sistema de Manejo e Estimativa do Volume de Exploração

A técnica de manejo aplicada foi baseada no Sistema Indonésio de Corte Seletivo. Este sistema estabelece que o limite dos diâmetros com casca para cortes, deve ser igual ou superior a 50 cm, podendo ser reduzido, desde que acompanhado de um ciclo de corte mais longo.

Neste estudo foi simulado o corte para 3 (três) níveis de reduções de densidade e seus respectivos volumes.

- a) Nível 1: corte dos DAPcc \geq 40 cm
- b) Nível 2: corte dos DAPcc \geq 50 cm
- c) Nível 3: corte dos DAPcc \geq 60 cm

O volume total atual da floresta pode ser representada pela seguinte equação:

$$VT = EC + NE$$

onde:

VT = volume total atual da floresta

EC = estoque de crescimento

NE = nível de exploração

Então o nível de exploração será:

$$NE = VT - EC$$

Cabe observar que, durante o tempo em que a floresta permanecer sem intervenção há de se acrescentar ao volume atual (INVENTÁRIO, 1990), o incremento ocorrido nesse período.

3.2.8 Estimativa do Crescimento do Estoque e Ciclo de Corte

Para se estimar o tempo que levaria o estoque de crescimento ou estoque remanescente para recuperar o volume explorado (de acordo com os três níveis de exploração), utilizou-se a mesma equação de crescimento de Prodan, ajustada com os dados das classes do estoque remanescente. De posse dos coeficientes de regressão, foi realizada a derivada primeira dessa equação obtendo-se a equação de incremento diamétrico.

O cálculo do ciclo de corte foi realizado adicionando-se os incrementos anuais em diâmetro (sem casca) à árvore de diâmetro médio (sem casca), da última classe diamétrica remanescente, até atingir o diâmetro (sem casca) da árvore média da última classe diamétrica antes da exploração.

Então, o ciclo de corte será o número de vezes em que o ICAdsc for adicionado ao DAPsc médio da última classe diamétrica do estoque de crescimento, até atingir o DAPsc médio da última classe diamétrica da floresta antes da exploração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a estimativa do incremento diamétrico foram coletados 119 rolos de incrementos, conforme TABELA 3.

TABELA 3 - ROLOS DE INCREMENTOS COLETADOS

Classe de DAPcc (cm)	Nº de rolos coletados
10 - 20	16
20 - 30	20
30 - 40	19
40 - 50	20
50 - 60	19
60 - 70	16
70 - 80	9
Soma	119

4.1 INCREMENTO EM DIÂMETRO

Para estimativa do incremento em diâmetro sem casca, após as medições dos anéis anuais, multiplicou-se estes por 2 (dois), devido desejar-se a estimativa do diâmetro, acumulou-se e foram utilizados no ajuste da equação de crescimento de Prodan. Os ajustes foram feitos por classe diamétrica e para todas as classes de diâmetro englobadas.

Os coeficientes de regressão bem como, as análises estatísticas para verificação da acuracidade do ajuste da equação de crescimento, estão na TABELA 4.

TABELA 4 - COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DOS AJUSTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO

Coeficientes e estatísticas	Classes de DAP com casca (cm)			
	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
b0	-0,271196	0,138797	-0,111192	-0,248946
b1	1,850969	1,954203	1,762872	1,844289
b2	0,018426	0,010650	0,019548	0,015026
R ² %	86,06	80,83	81,98	86,26
Syx	1,227290	1,326356	1,402865	1,385500
Syx %	22,26	24,07	24,46	24,44
F*	1035,41	884,44	906,32	1316,53

continua...

TABELA 4 - COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DOS AJUSTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO (continuação)

Coeficientes e estatísticas	Classes de DAP com casca (cm)			
	50 - 60	60 - 70	70 - 80	10 - 80
b0	0,192855	-0,090614	0,029198	-0,051912
b1	1,640503	1,519934	1,907059	1,779260
b2	0,015704	0,009904	0,004090	0,014062
R ² %	76,27	86,08	75,28	80,58
Syx	1,879880	1,634551	1,901123	1,627452
Syx %	29,65	23,47	31,29	27,38
F*	640,33	1037,20	906,32	5182,87

Os resultados dos coeficientes de determinação (R²) foram superiores a 75 % tanto para o ajuste por classe diamétrica, quanto para todas as classes diamétricas englobadas (classe DAP de 10 a 80 cm).

Na estimativa do crescimento diamétrico tanto para cada classe diamétrica quanto para todas as classes englobadas, o erro padrão da estimativa ficou entre 22,16 % e 31,29 %, sendo o menor erro para a classe de 10 a 20 cm e o maior para a classe de 70 a 80 cm. Por se tratar de araucária nati-

va, isto é, árvores de diferentes idades e posição sociológica, pode se considerar satisfatório o ajuste da equação de crescimento de Prodan. Conforme ASSMANN (1961), esses fatores ocasionam um crescimento não homogêneo da floresta. O que pode ter contribuído também no erro, é a técnica de rolos de incremento possibilitar erros como: medição de falsos anéis, excentricidade dos anéis, duplicação de possíveis erros quando da transformação do raio para diâmetro. Esse erro poderia ser reduzido intensificando a amostragem. A análise gráfica dos resíduos demonstrou uma boa homogeneidade da estimativa da equação de regressão em todas as classes de diâmetro. A seguir são apresentadas as análises gráficas dos resíduos para as classes de 10 a 20 cm (menor classe), 70 a 80 cm (maior classe) e para todas as classes diamétricas englobadas (10 a 80 cm) como pode ser verificada nas FIGURAS 3, 4 e 5.

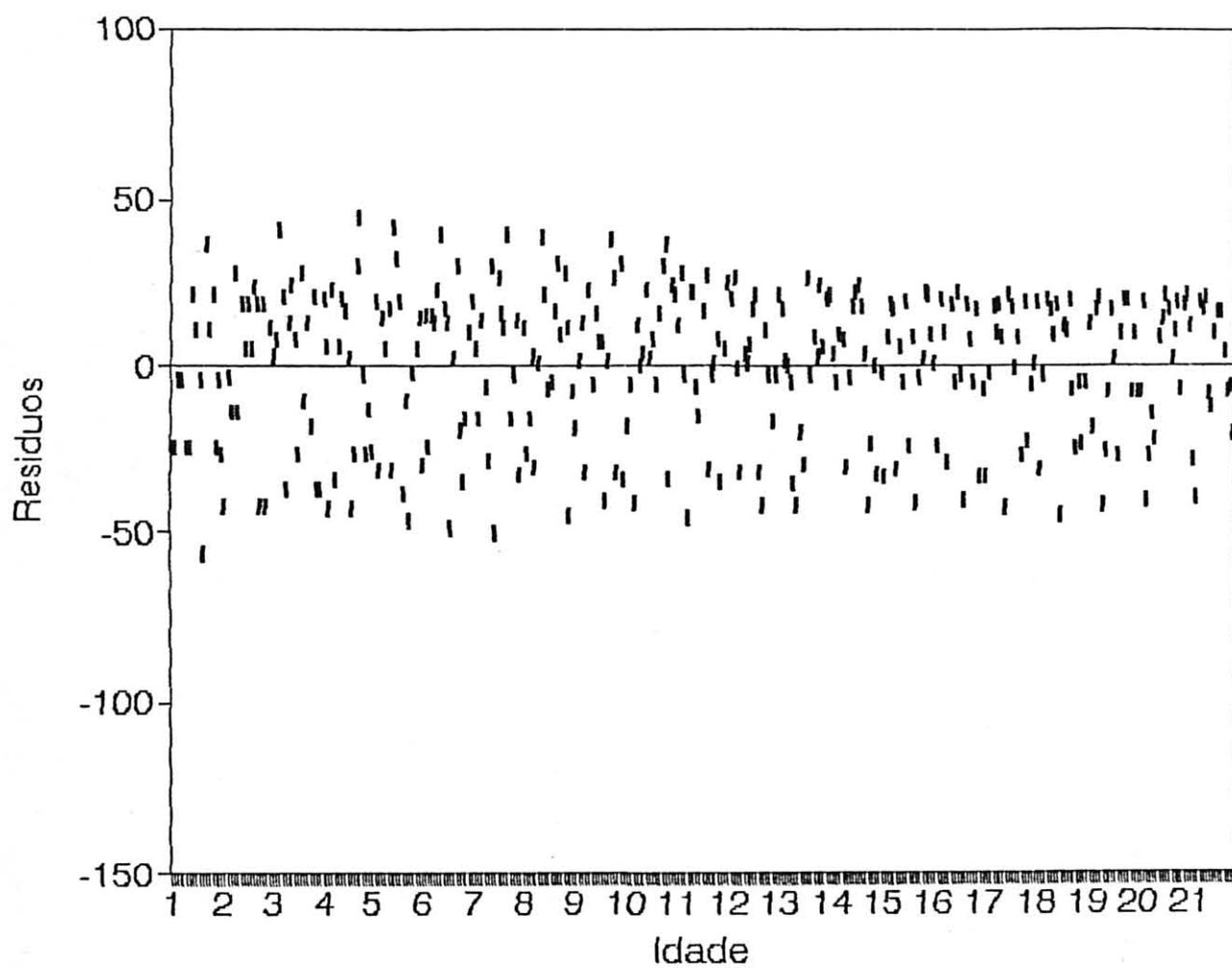


FIGURA 3 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 10 - 20

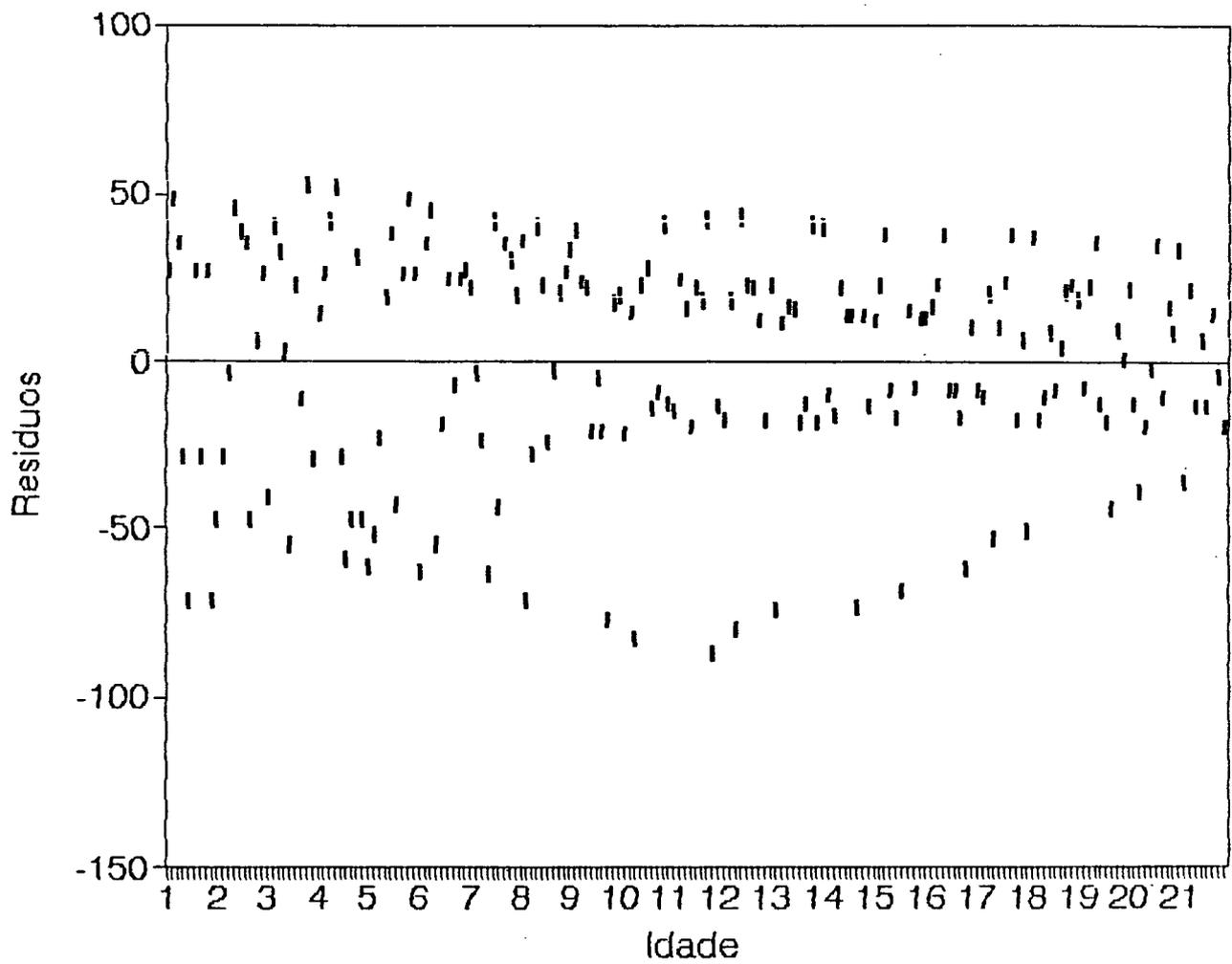


FIGURA 4 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 70 - 80

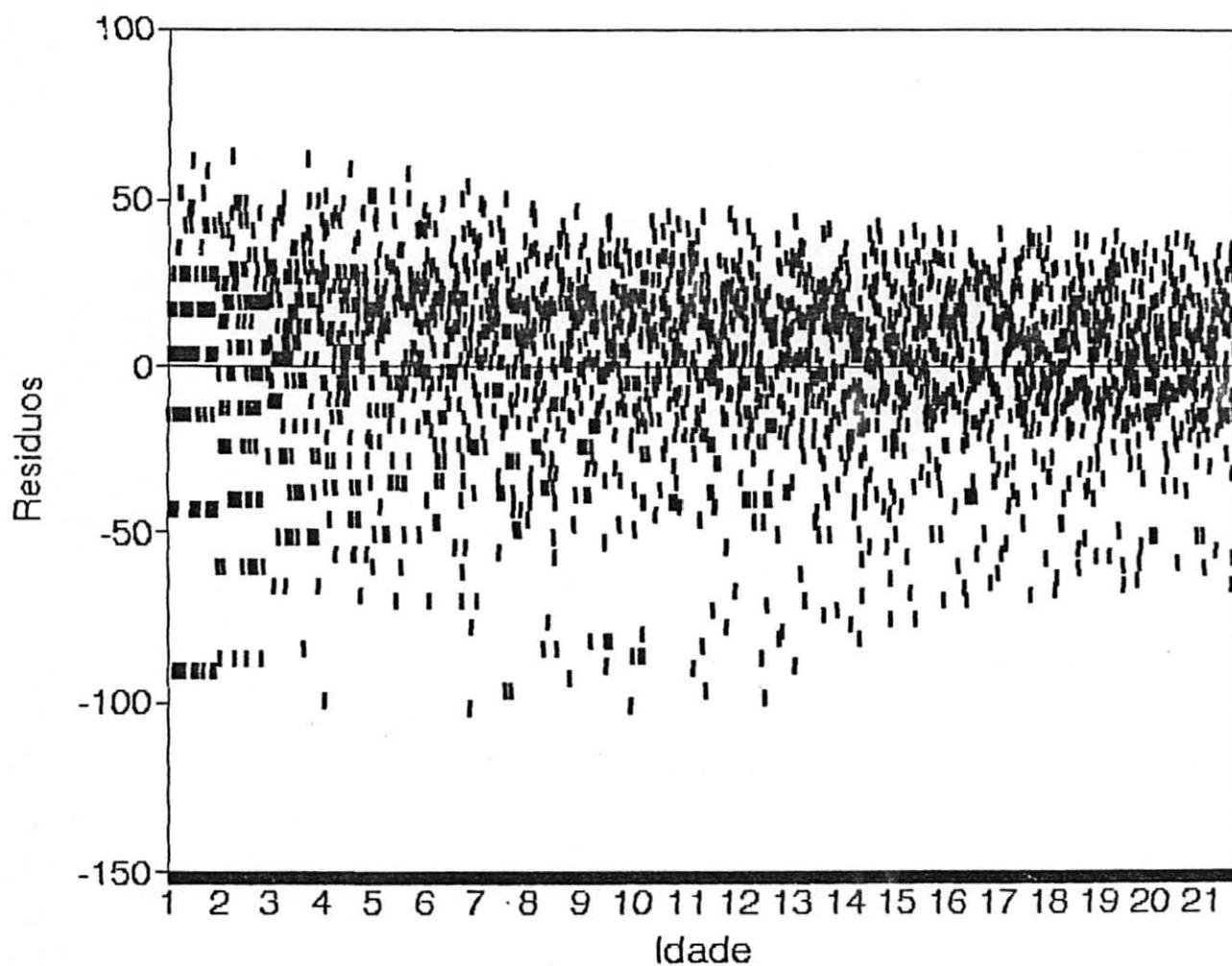


FIGURA 5 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA TODAS AS CLASSES DIAMÉTRICAS ENLOBADAS

Na estimativa do incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc), para cada classe diamétrica e para todas as classes diamétricas englobadas, fez-se a derivada primeira da equação de crescimento ajustada, com seus respectivos coeficientes de regressão e, substituiu-se na variável "A" (idade), seus respectivos valores.

As TABELAS 5 a 12 apresentam as estimativas desses incrementos em diâmetro sem casca.

TABELA 5 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 10 - 20 CM)

Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)	Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)
1972	1	0,5123	2012	41	0,2719
1973	2	0,5145	2013	42	0,2681
1974	3	0,5065	2014	43	0,2644
1975	4	0,4975	2015	44	0,2607
1976	5	0,4884	2016	45	0,2572
1977	6	0,4794	2017	46	0,2537
1978	7	0,4706	2018	47	0,2502
1979	8	0,4621	2019	48	0,2469
1980	9	0,4537	2020	49	0,2436
1981	10	0,4456	2021	50	0,2404
1982	11	0,4376	2022	51	0,2372
1983	12	0,4299	2023	52	0,2341
1984	13	0,4224	2024	53	0,2311
1985	14	0,4151	2025	54	0,2281
1986	15	0,4079	2026	55	0,2252
1987	16	0,4009	2027	56	0,2223
1988	17	0,3942	2028	57	0,2195
1989	18	0,3875	2029	58	0,2167
1990	19	0,3811	2030	59	0,2140
1991	20	0,3748	2031	60	0,2114
1992	21	0,3687	2032	61	0,2088
1993	22	0,3627	2033	62	0,2062
1994	23	0,3568	2034	63	0,2037
1995	24	0,3511	2035	64	0,2012
1996	25	0,3456	2036	65	0,1988
1997	26	0,3401	2037	66	0,1964
1998	27	0,3348	2038	67	0,1941
1999	28	0,3296	2039	68	0,1918
2000	29	0,3246	2040	69	0,1895
2001	30	0,3196	2041	70	0,1873
2002	31	0,3148	2042	71	0,1851
2003	32	0,3100	2043	72	0,1830
2004	33	0,3054	2044	73	0,1809
2005	34	0,3009	2045	74	0,1788
2006	35	0,2965	2046	75	0,1768
2007	36	0,2922	2047	76	0,1748
2008	37	0,2879	2048	77	0,1728
2009	38	0,2838	2049	78	0,1709
2010	39	0,2797	2050	79	0,1690
2011	40	0,2758	2051	80	0,1671

TABELA 6 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 20 - 30 CM)

Ano	A	Incremento DAP _{cc} (cm)	Ano	A	Incremento DAP _{cc} (cm)
1972	1	0,5043	2012	41	0,3421
1973	2	0,5005	2013	42	0,3391
1974	3	0,4955	2014	43	0,3361
1975	4	0,4903	2015	44	0,3331
1976	5	0,4852	2016	45	0,3302
1977	6	0,4801	2017	46	0,3273
1978	7	0,4751	2018	47	0,3245
1979	8	0,4702	2019	48	0,3217
1980	9	0,4653	2020	49	0,3189
1981	10	0,4605	2021	50	0,3162
1982	11	0,4558	2022	51	0,3135
1983	12	0,4511	2023	52	0,3109
1984	13	0,4466	2024	53	0,3082
1985	14	0,4420	2025	54	0,3057
1986	15	0,4376	2026	55	0,3031
1987	16	0,4332	2027	56	0,3006
1988	17	0,4289	2028	57	0,2981
1989	18	0,4247	2029	58	0,2956
1990	19	0,4205	2030	59	0,2932
1991	20	0,4164	2031	60	0,2908
1992	21	0,4123	2032	61	0,2884
1993	22	0,4083	2033	62	0,2860
1994	23	0,4043	2034	63	0,2837
1995	24	0,4005	2035	64	0,2814
1996	25	0,3966	2036	65	0,2792
1997	26	0,3928	2037	66	0,2769
1998	27	0,3891	2038	67	0,2747
1999	28	0,3854	2039	68	0,2726
2000	29	0,3818	2040	69	0,2704
2001	30	0,3783	2041	70	0,2683
2002	31	0,3747	2042	71	0,2662
2003	32	0,3713	2043	72	0,2641
2004	33	0,3678	2044	73	0,2620
2005	34	0,3645	2045	74	0,2600
2006	35	0,3611	2046	75	0,2580
2007	36	0,3579	2047	76	0,2560
2008	37	0,3546	2048	77	0,2540
2009	38	0,3514	2049	78	0,2521
2010	39	0,3483	2050	79	0,2502
2011	40	0,3452	2051	80	0,2483

TABELA 7 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 30 - 40 CM)

Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)	Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)
1972	1	0,5516	2012	41	0,2678
1973	2	0,5416	2013	42	0,2638
1974	3	0,5303	2014	43	0,2598
1975	4	0,5193	2015	44	0,2560
1976	5	0,5085	2016	45	0,2522
1977	6	0,4980	2017	46	0,2485
1978	7	0,4878	2018	47	0,2449
1979	8	0,4779	2019	48	0,2414
1980	9	0,4684	2020	49	0,2379
1981	10	0,4591	2021	50	0,2346
1982	11	0,4500	2022	51	0,2312
1983	12	0,4413	2023	52	0,2280
1984	13	0,4328	2024	53	0,2248
1985	14	0,4245	2025	54	0,2217
1986	15	0,4165	2026	55	0,2187
1987	16	0,4087	2027	56	0,2157
1988	17	0,4011	2028	57	0,2128
1989	18	0,3937	2029	58	0,2099
1990	19	0,3866	2030	59	0,2071
1991	20	0,3796	2031	60	0,2044
1992	21	0,3728	2032	61	0,2017
1993	22	0,3662	2033	62	0,1990
1994	23	0,3597	2034	63	0,1964
1995	24	0,3535	2035	64	0,1939
1996	25	0,3474	2036	65	0,1914
1997	26	0,3414	2037	66	0,1890
1998	27	0,3356	2038	67	0,1866
1999	28	0,3300	2039	68	0,1842
2000	29	0,3244	2040	69	0,1819
2001	30	0,3191	2041	70	0,1797
2002	31	0,3138	2042	71	0,1774
2003	32	0,3087	2043	72	0,1753
2004	33	0,3037	2044	73	0,1731
2005	34	0,2989	2045	74	0,1710
2006	35	0,2941	2046	75	0,1690
2007	36	0,2895	2047	76	0,1669
2008	37	0,2849	2048	77	0,1649
2009	38	0,2805	2049	78	0,1630
2010	39	0,2762	2050	79	0,1611
2011	40	0,2720	2051	80	0,1592

TABELA 8 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAPcc 40 - 50 CM)

Ano	A	Incremento DAPsc(cm)	Ano	A	Incremento DAPsc(cm)
1972	1	0,5192	2012	41	0,3042
1973	2	0,5210	2013	42	0,3005
1974	3	0,5143	2014	43	0,2969
1975	4	0,5068	2015	44	0,2933
1976	5	0,4991	2016	45	0,2898
1977	6	0,4915	2017	46	0,2864
1978	7	0,4841	2018	47	0,2831
1979	8	0,4767	2019	48	0,2798
1980	9	0,4696	2020	49	0,2765
1981	10	0,4626	2021	50	0,2733
1982	11	0,4557	2022	51	0,2702
1983	12	0,4490	2023	52	0,2671
1984	13	0,4424	2024	53	0,2641
1985	14	0,4360	2025	54	0,2611
1986	15	0,4297	2026	55	0,2582
1987	16	0,4235	2027	56	0,2553
1988	17	0,4175	2028	57	0,2525
1989	18	0,4116	2029	58	0,2497
1990	19	0,4058	2030	59	0,2469
1991	20	0,4001	2031	60	0,2442
1992	21	0,3946	2032	61	0,2416
1993	22	0,3892	2033	62	0,2390
1994	23	0,3839	2034	63	0,2364
1995	24	0,3786	2035	64	0,2339
1996	25	0,3735	2036	65	0,2314
1997	26	0,3685	2037	66	0,2290
1998	27	0,3636	2038	67	0,2266
1999	28	0,3588	2039	68	0,2242
2000	29	0,3541	2040	69	0,2219
2001	30	0,3495	2041	70	0,2196
2002	31	0,3450	2042	71	0,2173
2003	32	0,3405	2043	72	0,2151
2004	33	0,3362	2044	73	0,2129
2005	34	0,3319	2045	74	0,2107
2006	35	0,3277	2046	75	0,2086
2007	36	0,3236	2047	76	0,2065
2008	37	0,3196	2048	77	0,2045
2009	38	0,3156	2049	78	0,2024
2010	39	0,3117	2050	79	0,2004
2011	40	0,3079	2051	80	0,1985

TABELA 9 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 50 - 60 CM)

Ano	A	Incremento DAFsc(cm)	Ano	A	Incremento DAFsc(cm)
1972	1	0,5926	2012	41	0,3149
1973	2	0,5863	2013	42	0,3106
1974	3	0,5764	2014	43	0,3064
1975	4	0,5662	2015	44	0,3023
1976	5	0,5560	2016	45	0,2982
1977	6	0,5461	2017	46	0,2943
1978	7	0,5364	2018	47	0,2904
1979	8	0,5269	2019	48	0,2866
1980	9	0,5177	2020	49	0,2829
1981	10	0,5087	2021	50	0,2792
1982	11	0,4999	2022	51	0,2756
1983	12	0,4914	2023	52	0,2721
1984	13	0,4830	2024	53	0,2687
1985	14	0,4749	2025	54	0,2653
1986	15	0,4670	2026	55	0,2620
1987	16	0,4593	2027	56	0,2587
1988	17	0,4517	2028	57	0,2555
1989	18	0,4444	2029	58	0,2524
1990	19	0,4372	2030	59	0,2493
1991	20	0,4302	2031	60	0,2463
1992	21	0,4234	2032	61	0,2433
1993	22	0,4167	2033	62	0,2404
1994	23	0,4102	2034	63	0,2375
1995	24	0,4038	2035	64	0,2347
1996	25	0,3976	2036	65	0,2320
1997	26	0,3915	2037	66	0,2292
1998	27	0,3856	2038	67	0,2266
1999	28	0,3798	2039	68	0,2239
2000	29	0,3741	2040	69	0,2214
2001	30	0,3685	2041	70	0,2188
2002	31	0,3631	2042	71	0,2164
2003	32	0,3578	2043	72	0,2139
2004	33	0,3526	2044	73	0,2115
2005	34	0,3475	2045	74	0,2091
2006	35	0,3426	2046	75	0,2068
2007	36	0,3377	2047	76	0,2045
2008	37	0,3330	2048	77	0,2023
2009	38	0,3283	2049	78	0,2001
2010	39	0,3237	2050	79	0,1979
2011	40	0,3193	2051	80	0,1957

TABELA 10 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 60 - 70 CM)

Ano	A	Incremento DAPsc (cm)	Ano	A	Incremento DAPsc (cm)
1972	1	0,6463	2012	41	0,4095
1973	2	0,6400	2013	42	0,4053
1974	3	0,6322	2014	43	0,4012
1975	4	0,6243	2015	44	0,3971
1976	5	0,6165	2016	45	0,3932
1977	6	0,6088	2017	46	0,3892
1978	7	0,6013	2018	47	0,3854
1979	8	0,5939	2019	48	0,3815
1980	9	0,5866	2020	49	0,3778
1981	10	0,5794	2021	50	0,3741
1982	11	0,5724	2022	51	0,3704
1983	12	0,5655	2023	52	0,3668
1984	13	0,5588	2024	53	0,3633
1985	14	0,5521	2025	54	0,3598
1986	15	0,5456	2026	55	0,3564
1987	16	0,5392	2027	56	0,3530
1988	17	0,5329	2028	57	0,3496
1989	18	0,5267	2029	58	0,3463
1990	19	0,5206	2030	59	0,3431
1991	20	0,5146	2031	60	0,3399
1992	21	0,5087	2032	61	0,3367
1993	22	0,5029	2033	62	0,3336
1994	23	0,4973	2034	63	0,3305
1995	24	0,4917	2035	64	0,3275
1996	25	0,4862	2036	65	0,3245
1997	26	0,4808	2037	66	0,3215
1998	27	0,4755	2038	67	0,3186
1999	28	0,4702	2039	68	0,3158
2000	29	0,4651	2040	69	0,3129
2001	30	0,4600	2041	70	0,3101
2002	31	0,4551	2042	71	0,3074
2003	32	0,4502	2043	72	0,3047
2004	33	0,4454	2044	73	0,3020
2005	34	0,4406	2045	74	0,2993
2006	35	0,4360	2046	75	0,2967
2007	36	0,4314	2047	76	0,2941
2008	37	0,4269	2048	77	0,2916
2009	38	0,4224	2049	78	0,2891
2010	39	0,4180	2050	79	0,2866
2011	40	0,4137	2051	80	0,2841

TABELA 11 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(CLASSE DE DAP_{cc} 70 - 80 CM)

Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)	Ano	A	Incremento DAP _{sc} (cm)
1972	1	0,5220	2012	41	0,4431
1973	2	0,5199	2013	42	0,4413
1974	3	0,5177	2014	43	0,4396
1975	4	0,5155	2015	44	0,4379
1976	5	0,5133	2016	45	0,4362
1977	6	0,5112	2017	46	0,4344
1978	7	0,5090	2018	47	0,4328
1979	8	0,5069	2019	48	0,4311
1980	9	0,5047	2020	49	0,4294
1981	10	0,5026	2021	50	0,4277
1982	11	0,5005	2022	51	0,4261
1983	12	0,4984	2023	52	0,4244
1984	13	0,4963	2024	53	0,4228
1985	14	0,4943	2025	54	0,4212
1986	15	0,4922	2026	55	0,4196
1987	16	0,4902	2027	56	0,4180
1988	17	0,4882	2028	57	0,4164
1989	18	0,4861	2029	58	0,4148
1990	19	0,4841	2030	59	0,4132
1991	20	0,4822	2031	60	0,4116
1992	21	0,4802	2032	61	0,4101
1993	22	0,4782	2033	62	0,4085
1994	23	0,4763	2034	63	0,4070
1995	24	0,4743	2035	64	0,4055
1996	25	0,4724	2036	65	0,4039
1997	26	0,4705	2037	66	0,4024
1998	27	0,4686	2038	67	0,4009
1999	28	0,4667	2039	68	0,3994
2000	29	0,4648	2040	69	0,3979
2001	30	0,4629	2041	70	0,3964
2002	31	0,4611	2042	71	0,3950
2003	32	0,4592	2043	72	0,3935
2004	33	0,4574	2044	73	0,3920
2005	34	0,4555	2045	74	0,3906
2006	35	0,4537	2046	75	0,3891
2007	36	0,4519	2047	76	0,3877
2008	37	0,4501	2048	77	0,3863
2009	38	0,4483	2049	78	0,3849
2010	39	0,4466	2050	79	0,3835
2011	40	0,4448	2051	80	0,3821

TABELA 12 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO EM DAP SEM CASCA ATRAVÉS
DA DERIVADA PRIMEIRA DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO
(TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS DAP_{cc} 10 - 80 CM)

Ano	A	Incremento DAP _{cc} (cm)	Ano	A	Incremento DAP _{cc} (cm)
1972	1	0,5525	2012	41	0,3205
1973	2	0,5443	2013	42	0,3167
1974	3	0,5360	2014	43	0,3130
1975	4	0,5278	2015	44	0,3093
1976	5	0,5199	2016	45	0,3057
1977	6	0,5121	2017	46	0,3022
1978	7	0,5044	2018	47	0,2987
1979	8	0,4970	2019	48	0,2953
1980	9	0,4896	2020	49	0,2919
1981	10	0,4825	2021	50	0,2886
1982	11	0,4755	2022	51	0,2854
1983	12	0,4687	2023	52	0,2822
1984	13	0,4620	2024	53	0,2791
1985	14	0,4554	2025	54	0,2760
1986	15	0,4490	2026	55	0,2730
1987	16	0,4427	2027	56	0,2700
1988	17	0,4366	2028	57	0,2671
1989	18	0,4306	2029	58	0,2642
1990	19	0,4247	2030	59	0,2613
1991	20	0,4189	2031	60	0,2585
1992	21	0,4133	2032	61	0,2558
1993	22	0,4077	2033	62	0,2531
1994	23	0,4023	2034	63	0,2504
1995	24	0,3969	2035	64	0,2478
1996	25	0,3917	2036	65	0,2452
1997	26	0,3866	2037	66	0,2427
1998	27	0,3816	2038	67	0,2402
1999	28	0,3767	2039	68	0,2377
2000	29	0,3718	2040	69	0,2353
2001	30	0,3671	2041	70	0,2329
2002	31	0,3625	2042	71	0,2305
2003	32	0,3579	2043	72	0,2282
2004	33	0,3534	2044	73	0,2259
2005	34	0,3490	2045	74	0,2237
2006	35	0,3447	2046	75	0,2215
2007	36	0,3405	2047	76	0,2193
2008	37	0,3364	2048	77	0,2172
2009	38	0,3323	2049	78	0,2150
2010	39	0,3283	2050	79	0,2129
2011	40	0,3243	2051	80	0,2109

4.1.1 Amostragem

Para confirmar se o número de amostras coletadas (rolos), foram suficientes para atender a precisão desejada, utilizou-se as fórmulas do processo de amostragem aleatório para populações infinitas, cujos resultados são apresentados na TABELA 13.

TABELA 13 - NÚMERO DE AMOSTRAS NECESSÁRIAS

Classes DAP(cm)	Núm.anéis medidos	Média anéis anuais(cm)	Variância anéis(cm)	Rolos necess.	Rolos medidos
10 - 20	336	0,4279	0,029503	9,35	16
20 - 30	420	0,4726	0,033926	10,77	20
30 - 40	399	0,4810	0,036277	11,12	19
40 - 50	420	0,4850	0,039418	11,88	20
50 - 60	399	0,5366	0,056459	13,90	19
60 - 70	336	0,5991	0,048507	9,58	16
70 - 80	189	0,5206	0,054412	14,23	9
10 - 80	2499	0,5069	0,043103	11,89	119

Para a estimativa do número de amostras necessárias para cada classe diamétrica, o limite máximo de erro admitido em relação à média dos anéis anuais foi de 10 %, para uma probabilidade de 80 % de acerto (valor de Student para 80 % de probabilidade = 0,842).

Com relação ao número de amostras necessárias para estimativa geral (classe DAP de 10 a 80 cm), com limite de erro de 7 % e probabilidade de 95 %, (valor tabelar de Student para 95 % de probabilidade = 1,645), 92,64 amostras (rolos) eram suficientes.

O incremento médio em diâmetro sem casca obtido para um período de 21 anos e diâmetro variando de 10 a 80 cm foi de 0,51 cm/ano (TABELA 13).

CERENA (1966), reporta incremento em diâmetro médio de 0,27 cm/ano para floresta primária com araucária sem alteração e para a floresta primária com araucária alterada o incremento médio foi de 0,37 cm/ano. Esses incrementos foram obtidos através de dados provenientes de rolos de incremento, considerando um período de 10 anos e amplitude diamétrica de 10 a 150 cm.

4.2 EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO COM E SEM CASCA

Pelo fato de que após um ano, com o incremento do diâmetro sem casca (lenho), conseqüentemente aumentará a casca (floema), então, para estimativa do diâmetro com casca em função do acréscimo do DAP sem casca, foi ajustada a seguinte equação:

$$d = -0,456083 + 0,856104 * D$$

onde:

d = diâmetro à altura do peito sem casca (DAPsc)

D = diâmetro à altura do peito com casca (DAPcc)

b0, b1 = coeficientes de regressão

As análises estatísticas da equação ajustada, apresentaram os seguintes resultados:

$$R^2 \% = 99,24$$

$$S_{yx} = 1,37$$

$$S_{yx} \% = 3,74$$

$$F^* = 18374,00$$

Na mesma equação, isolando-se o diâmetro com casca (D), tem-se:

$$D = [d - (-0,456083)] / 0,856104$$

A análise gráfica dos resíduos é apresentada na FIG. 11.

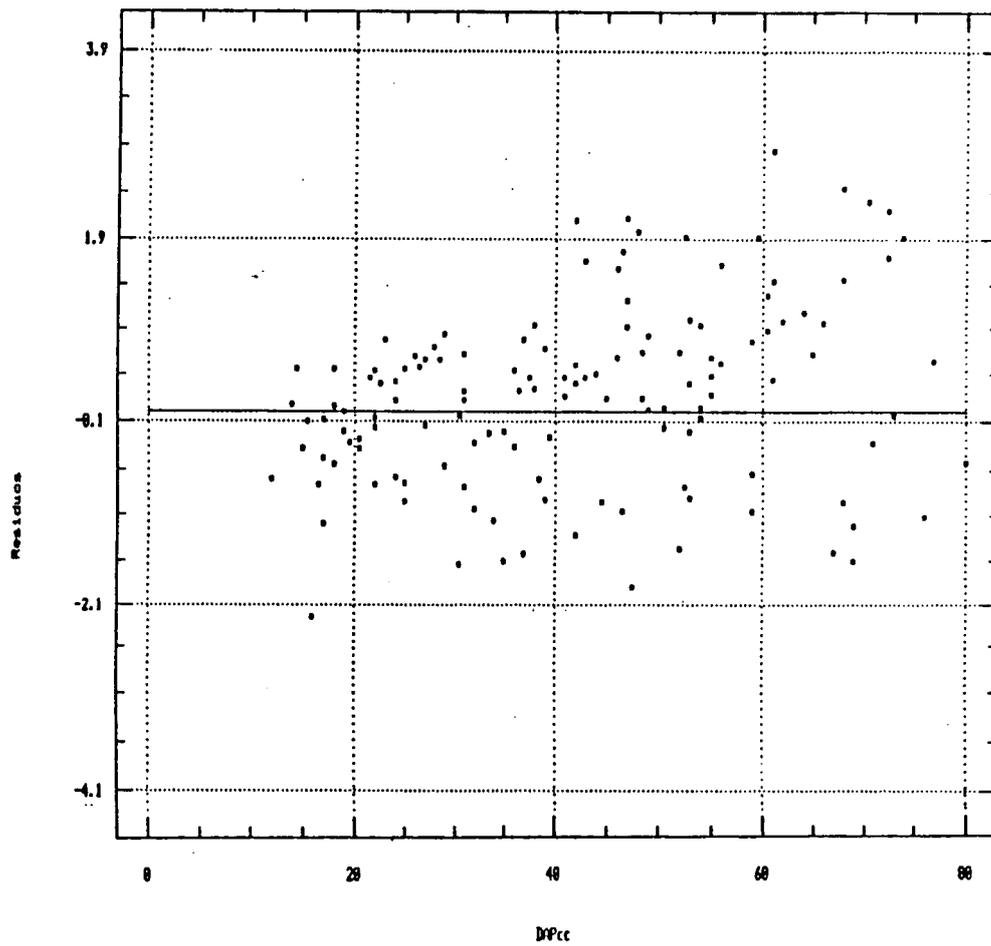


FIGURA 6 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO COM E SEM CASCA

De posse dessas equações, pode-se calcular o DAP sem casca da árvore de diâmetro médio atual (INVENTÁRIO, 1990), acrescentar o ICAdsc estimado para os anos subsequentes e, após estimar os novos diâmetros com casca. Isto foi necessário devido a equação do volume sem casca (INVENTÁRIO, 1990), utilizar a variável DAP com casca.

4.3 RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA

Para a estimativa da altura comercial vários modelos de equações foram testadas (conforme relacionadas no item 3.2.4), dos quais os três seguintes modelos apresentaram os melhores ajustes (TABELA 14).

TABELA 14 - COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA A ALTURA COMERCIAL

Eq.	$H_c = b_1 * \ln D$	$H_c - 1,3 = b_1 * D + b_2 * D^2 + b_3 / D$	$H_c - 1,3 = \frac{D^2}{(b_0 + b_1 D + b_2 D^2)}$
b0	-	-	-14,297399
b1	3,767912	0,352037	1,649147
b2	-	-0,002315	0,050058
b3	-	82,577491	-
R ² %	98,19	97,74	91,18
Syx	1,877840	1,907414	3,441722
Syx %	13,24	13,47	25,12
F*	7057,45	1872,13	672,64

Dentre as 3 (três) equações, foi eleita para a estimativa da altura comercial (Hc), aquela que apresentou o maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão da estimativa e a distribuição dos resíduos mais homogênea.

A equação utilizada foi:

$$H_c = 3,767912 * \ln D$$

onde:

H_c = altura comercial (m)

D = diâmetro com casca à altura do peito (cm)

Ln = logaritmo neperiano

As FIGURAS 7 e 8 apresentam a distribuição dos resíduos e tendência da altura comercial estimada pela equação utilizada.

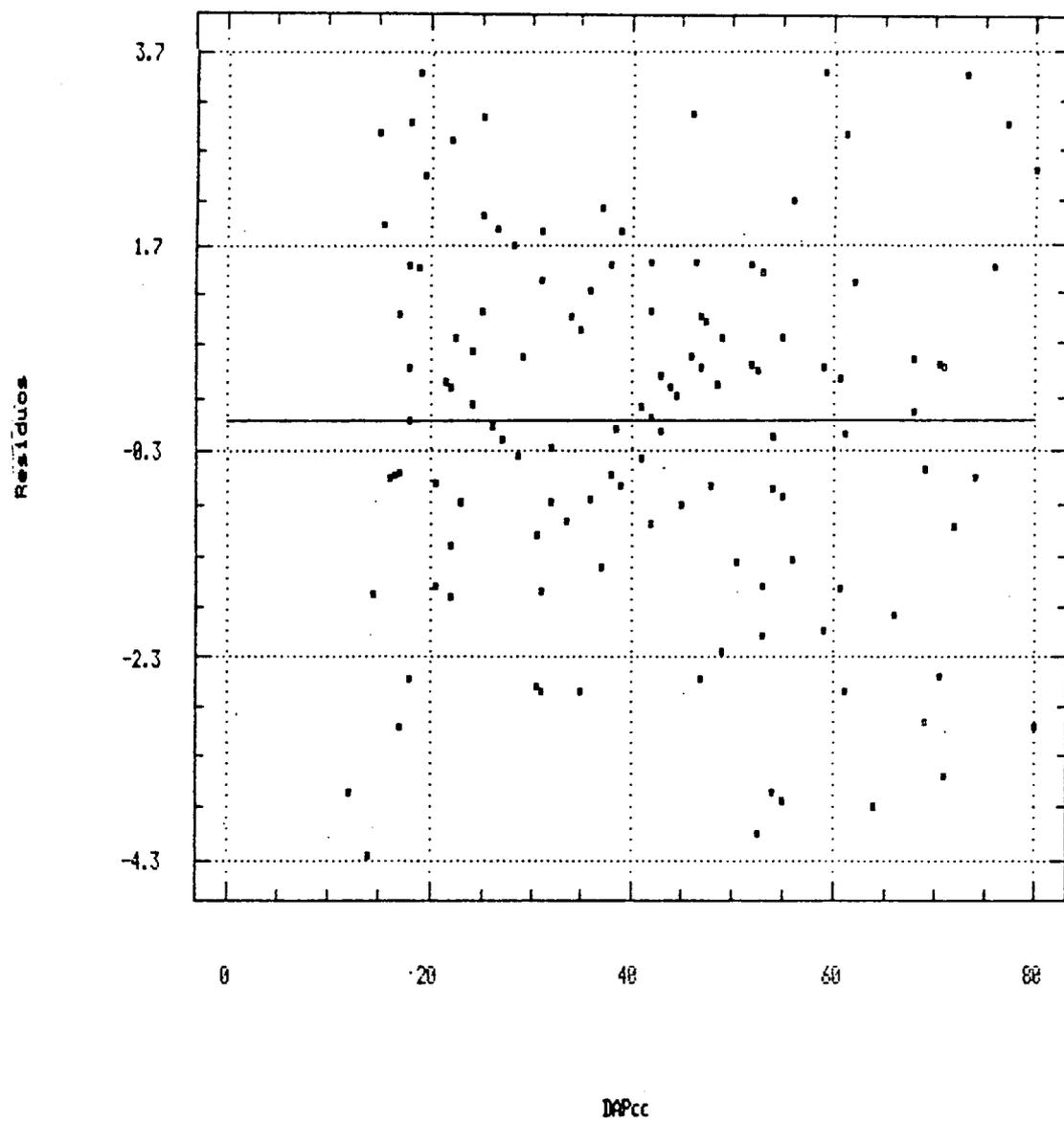


FIGURA 7 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA ALTURA COMERCIAL

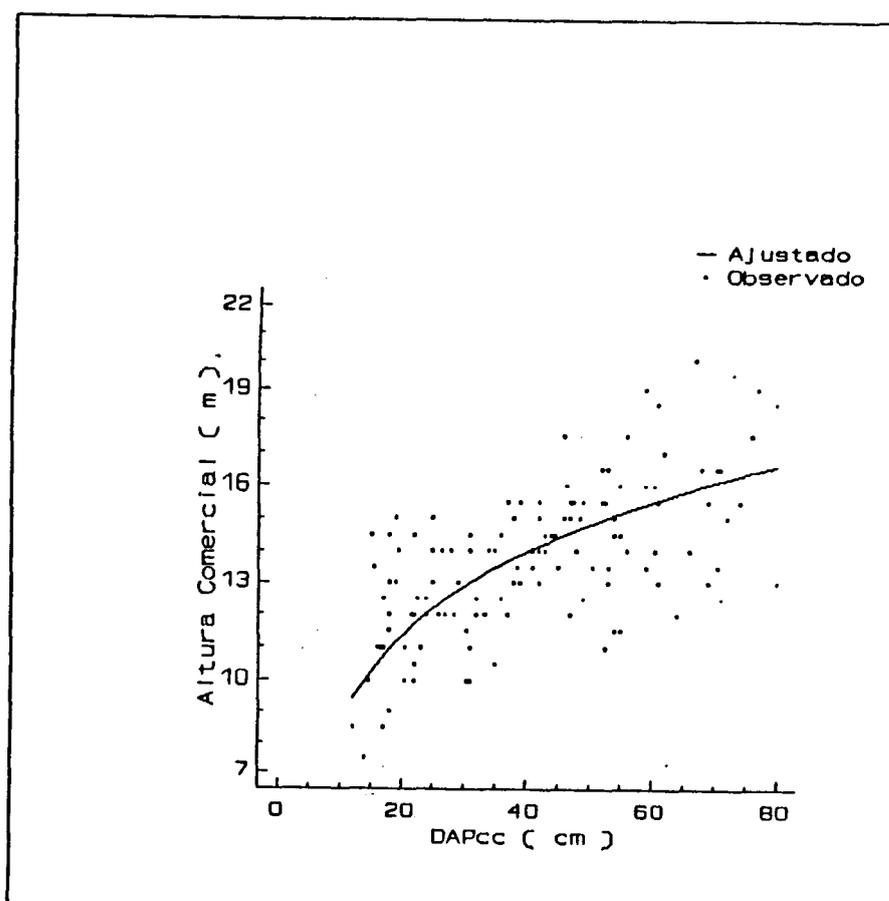


FIGURA 8 - TENDÊNCIA DA ALTURA COMERCIAL ESTIMADA PELA EQUAÇÃO HIPSOMÉTRICA AJUSTADA

4.4 ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM VOLUME

Cabe observar que apesar do relatório do INVENTÁRIO Florestal da Flona de Três Barras - Florestas Nativas, ter sido publicado no ano de 1990, as amostras do inventário foram coletadas em 1988.

Isto significa que, durante o tempo em que a floresta permanecer sem intervenção, haverá de se acrescentar o incremento em volume desse período ao volume estimado no INVENTÁRIO da época, por se tratar de uma floresta alterada, ainda em crescimento.

A estimativa do incremento anual em volume sem casca (Vsc), foi projetado para um horizonte de 15 anos, isto é, do ano de 1989 a 2003, através de dois métodos.

4.4.1 Primeiro Método

Para estimativa do incremento anual em volume sem casca através deste método, foram utilizadas as equações relacionadas no item 3.2.6, após o ajuste.

A estimativa do diâmetro médio com casca de todas as classes diamétricas englobadas (geral) foi realizada conforme apresentada na TABELA 15.

TABELA 15 - DAP COM CASCA MÉDIO DE TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS
ENGLBADAS (GERAL)

Centros de classes de DAPcc (X) (cm)	Núm. de árvores observada (N) (árvores/ha)	X * N
25	47,12	1178,00
35	41,95	1468,25
45	20,91	940,95
55	8,85	486,75
65	3,44	223,60
75	1,26	94,50
Soma	123,53	4392,05

DAPcc médio da floresta= $4392,05 / 123,53 = 35,55$ cm

Sendo o diâmetro médio com casca de todas as classes
diamétricas:

- DAPcc= 35,55 cm

então, substituindo-se esse DAPcc médio na seguinte equação da
estimativa do diâmetro sem casca, obtém-se:

$$d = -0,456083 + 0,856104 * D$$

- DAPsc= 29,98 cm (DAPsc médio da época do INVENTÁRIO).

De posse da árvore de DAPsc média de todas as classes
diamétricas adicionou-se o incremento em DAPsc estimado para
os anos subsequentes, conforme apresentado na TABELA 12,
obtendo o seguinte novo DAPsc:

- ICAdsc estimado para o ano de 1989= 0,4306 cm (obtido da TABELA 12).
- DAPsc média de todas as classes diamétricas (geral)=29,98 cm
- Novo DAPsc após passado um ano (1989)= 30,41 cm (29,98 + 0,4306).

Após obtido o novo DAPsc (para o ano de 1989), estimou-se o diâmetro com casca dessa mesma árvore média, através da seguinte equação:

$$D = [d - (-0,456083)] / 0,856104$$

obtendo-se assim o seguinte novo diâmetro médio com casca:

- Novo DAPcc após passado um ano (1989)= 36,05 cm

Assim foram calculados os diâmetros para os demais subseqüentes anos, acumulando o ICAdsc dos respectivos anos ao DAPsc da árvore média de todas as classes diamétricas (geral).

Com o incremento do diâmetro houve a necessidade de estimar a nova altura. Para isso foi utilizada a seguinte equação estimativa da altura comercial (Hc):

$$Hc = 3,767912 * \ln D$$

Sendo o novo DAPcc= 36,05 cm (ano de 1989), então a nova altura comercial será:

- Hc= 13,51 m

Para a estimativa do volume sem casca da árvore média utilizou-se da seguinte equação de volume sem casca para árvore individual (INVENTÁRIO, 1990):

$$V_{sc} = 0,01765474 + 0,000038663 * D^2 * H_c$$

Sendo:

$$DAP_{cc} = 36,05 \text{ cm (ano de 1989)}$$

$$H_c = 13,51 \text{ m (estimado para a árvore de } DAP_{cc} = 36,05 \text{ cm)}$$

tem-se o seguinte volume:

$$- V_{sc} \text{ da araucária de DAP médio} = 0,696641 \text{ m}^3$$

Para-se obter o incremento anual em volume sem casca subtraiu o volume da araucária média do ano posterior da anterior.

$$- \text{Incremento anual em } V_{sc} = 0,696641 - 0,674854 = 0,021787 \text{ m}^3$$

No cálculo do incremento anual em volume sem casca por hectare (V_{sc}/ha), multiplicou-se a diferença do volume da araucária média pelo número de árvores por hectare, obtido no INVENTÁRIO (123,53 árvores/ha).

- Incremento anual em Vsc/ha= $0,021787 * 123,53 = 2,691333 \text{ m}^3$

As estimativas dos incrementos em volume sem casca (Vsc), para os 15 (quinze) seguintes anos se encontram na TABELA 16.

TABELA 16 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM Vsc/HA COM BASE EM TODAS CLASSES DIAMÉTRICAS (GLOBAL-10 a 80 CM)

Ano	ICAdsc (cm)	DAPsc (cm)	DAPcc (cm)	Hc (m)	Vsc (m ³)	Inc.anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	29,98	35,55	13,45	0,6749	0,0000
1989	0,4306	30,41	36,05	13,51	0,6966	2,6913
1990	0,4247	30,83	36,55	13,56	0,7180	2,6430
1991	0,4189	31,25	37,04	13,61	0,7396	2,6596
1992	0,4133	31,67	37,52	13,66	0,7612	2,6760
1993	0,4077	32,07	38,00	13,71	0,7830	2,6912
1994	0,4023	32,48	38,47	13,75	0,8044	2,6356
1995	0,3969	32,87	38,93	13,79	0,8258	2,6461
1996	0,3917	33,27	39,39	13,84	0,8479	2,7307
1997	0,3866	33,65	39,84	13,88	0,8695	2,6683
1998	0,3816	34,03	40,29	13,93	0,8918	2,7553
1999	0,3767	34,41	40,73	13,97	0,9135	2,6885
2000	0,3718	34,78	41,16	14,01	0,9354	2,6965
2001	0,3671	35,15	41,59	14,05	0,9573	2,7048
2002	0,3625	35,51	42,01	14,08	0,9785	2,6284
2003	0,3579	35,87	42,43	14,12	1,0005	2,7180
Soma						40,2332
Média						2,6822

O incremento médio anual em volume sem casca (Vsc), num período de 15 anos (1989 a 2003), caso a floresta permaneça sem intervenção, é de $2,6822 \text{ m}^3/\text{ha}$.

4.4.2 Segundo Método

Neste caso, considerou-se o incremento anual em volume sem casca em função do incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc), da árvore média de cada classe diamétrica.

As equações utilizadas são as mesmas do primeiro método e relacionadas no item 3.2.6. O procedimento de cálculo foi idêntico ao primeiro método, apenas no lugar da árvore média de todas as classes diamétricas, usou-se a árvore média de cada classe diamétrica.

TABELA 17 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V_{sc}/HA PARA
CLASSE DAP_{cc} 20 - 30 CM

Ano	ICAdsc (cm)	DAPsc (cm)	DAPcc (cm)	Hc (m)	Vsc (m ³)	Inc.anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	21,07	25,14	12,15	0,3145	0,0000
1989	0,4247	21,49	25,64	12,22	0,3283	0,6462
1990	0,4205	21,92	26,13	12,30	0,3424	0,6656
1991	0,4164	22,33	26,62	12,37	0,3565	0,6653
1992	0,4123	22,74	27,10	12,43	0,3706	0,6633
1993	0,4083	23,15	27,58	12,50	0,3852	0,6875
1994	0,4043	23,56	28,05	12,56	0,3997	0,6842
1995	0,4005	23,96	28,52	12,62	0,4144	0,6944
1996	0,3966	24,35	28,98	12,69	0,4297	0,7195
1997	0,3928	24,75	29,44	12,74	0,4445	0,6986
1998	0,3891	25,14	29,89	12,80	0,4599	0,7236
1999	0,3854	25,52	30,34	12,86	0,4754	0,7330
2000	0,3818	25,90	30,79	12,91	0,4908	0,7251
2001	0,3783	26,28	31,23	12,97	0,5068	0,7512
2002	0,3747	26,66	31,67	13,02	0,5225	0,7419
2003	0,3713	27,03	32,10	13,07	0,5384	0,7499
Soma						10,5492
Média						0,7033

Para os cálculos dos valores contidos nas TABELAS 17 a 22, os dados de incremento corrente anual em diâmetro sem casca (ICAdsc) foram obtidos das tabelas estimativa do incremento em DAP sem casca através da derivada primeira da equação de crescimento das respectivas classes de diâmetro (TABELAS 6 a 11).

Os dados de diâmetro à altura do peito com casca (DAPcc) média de cada classe, foram obtidos da TABELA 2.

Para obtenção do diâmetro à altura do peito sem casca (DAPsc) dessas árvores, substituiu-se o DAPcc médio (TABELA 2), na equação:

$$d = -0,456083 + 0,856104 * D$$

e após adicionado o ICAdsc, substituiu-se esta na equação:

$$D = [d - (-0,456083)] / 0,856104$$

onde:

D = DAPcc = diâmetro à altura do peito com casca

A estimativa da altura comercial (Hc) foi realizada substituindo-se os DAPcc na equação:

$$Hc = 3,767912 * \ln D$$

O volume sem casca foi obtido substituindo-se as variáveis DAPcc e Hc na equação:

$$Vsc = 0,01765474 + 0,000038663 * D^2 * Hc$$

O incremento anual em volume sem casca (Inc.Vsc), por hectare e por classe de diâmetro, foi obtido subtraindo-se o volume sem casca da árvore média do ano posterior pela árvore média do ano anterior, e após, essa diferença foi multiplicada pelo número de árvores por hectare, observada nas respectivas classes de diâmetro (TABELA 2).

TABELA 18 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM Vsc/HA PARA
CLASSE DAPcc 30 - 40 CM

Ano	ICAdsc (cm)	DAFsc (cm)	DAPcc (cm)	Hc (m)	Vsc (m ³)	Inc. anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	29,46	34,95	13,39	0,6500	0,0000
1989	0,3937	29,85	35,40	13,44	0,6690	0,7958
1990	0,3866	30,24	35,86	13,49	0,6882	0,8057
1991	0,3796	30,62	36,30	13,53	0,7069	0,7855
1992	0,3728	30,99	36,73	13,58	0,7262	0,8073
1993	0,3662	31,36	37,16	13,62	0,7449	0,7858
1994	0,3597	31,72	37,58	13,66	0,7636	0,7854
1995	0,3535	32,07	38,00	13,71	0,7829	0,8085
1996	0,3474	32,42	38,40	13,75	0,8016	0,7850
1997	0,3414	32,76	38,80	13,78	0,8197	0,7598
1998	0,3356	33,10	39,19	13,82	0,8384	0,7830
1999	0,3299	33,43	39,58	13,86	0,8570	0,7820
2000	0,3244	33,75	39,96	13,90	0,8756	0,7811
2001	0,3191	34,07	40,33	13,93	0,8936	0,7538
2002	0,3138	34,38	40,70	13,96	0,9115	0,7516
2003	0,3087	34,69	41,06	14,00	0,9301	0,7768
Soma						11,7472
Média						0,7831

TABELA 19 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V_{sc}/HA PARA
CLASSE DAP_{cc} 40 - 50 CM

Ano	ICAd _{sc} (cm)	DAP _{sc} (cm)	DAP _{cc} (cm)	H _c (m)	V _{sc} (m ³)	Inc. anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	37,90	44,80	14,33	1,1296	0,0000
1989	0,4116	38,31	45,28	14,37	1,1570	0,5713
1990	0,4058	38,72	45,76	14,41	1,1842	0,5690
1991	0,4001	39,12	46,23	14,44	1,2106	0,5526
1992	0,3946	39,51	46,69	14,48	1,2379	0,5704
1993	0,3892	39,90	47,14	14,52	1,2652	0,5712
1994	0,3838	40,29	47,59	14,55	1,2917	0,5534
1995	0,3786	40,66	48,03	14,59	1,3190	0,5720
1996	0,3735	41,04	48,47	14,62	1,3455	0,5536
1997	0,3685	41,41	48,90	14,66	1,3729	0,5727
1998	0,3636	41,77	49,32	14,69	1,3993	0,5534
1999	0,3588	42,13	49,74	14,72	1,4258	0,5531
2000	0,3541	42,48	50,16	14,75	1,4522	0,5527
2001	0,3495	42,83	50,56	14,78	1,4786	0,5523
2002	0,3450	43,18	50,97	14,81	1,5050	0,5519
2003	0,3405	43,52	51,36	14,84	1,5314	0,5513
Soma						8,4010
Média						0,5601

TABELA 20 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM Vsc/HA PARA
CLASSE DAPcc 50 - 60 CM

Ano	ICAdsc (cm)	DAPsc (cm)	DAPcc (cm)	Hc (m)	Vsc (m3)	Inc. anual (m3/ha)
1988	0,0000	45,87	54,11	15,04	1,7202	0,0000
1989	0,4444	46,31	54,63	15,07	1,7567	0,3226
1990	0,4372	46,75	55,14	15,11	1,7940	0,3307
1991	0,4302	47,18	55,64	15,14	1,8301	0,3196
1992	0,4234	47,61	56,14	15,18	1,8674	0,3295
1993	0,4167	48,02	56,63	15,21	1,9033	0,3180
1994	0,4102	48,43	57,11	15,24	1,9391	0,3171
1995	0,4038	48,84	57,58	15,27	1,9748	0,3161
1996	0,3976	49,23	58,04	15,30	2,0105	0,3151
1997	0,3915	49,63	58,50	15,33	2,0460	0,3141
1998	0,3856	50,01	58,95	15,36	2,0813	0,3132
1999	0,3798	50,39	59,39	15,39	2,1166	0,3121
2000	0,3741	50,76	59,83	15,42	2,1518	0,3111
2001	0,3685	51,13	60,26	15,44	2,1854	0,2976
2002	0,3631	51,50	60,68	15,47	2,2203	0,3088
2003	0,3578	51,85	61,10	15,50	2,2551	0,3078
Soma						4,7335
Média						0,3156

TABELA 21 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM Vsc/HA PARA
CLASSE DAPcc 60 - 70 CM

Ano	ICAdsc (cm)	DAPsc (cm)	DAPcc (cm)	Hc (m)	Vsc (m ³)	Inc. anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	53,70	63,26	15,63	2,4360	0,0000
1989	0,5267	54,23	63,87	15,66	2,4879	0,1785
1990	0,5206	54,75	64,48	15,70	2,5416	0,1847
1991	0,5146	55,26	65,08	15,73	2,5938	0,1795
1992	0,5087	55,77	65,68	15,77	2,6477	0,1855
1993	0,5029	56,27	66,26	15,80	2,7000	0,1801
1994	0,4973	56,77	66,85	15,83	2,7524	0,1803
1995	0,4917	57,26	67,42	15,87	2,8067	0,1865
1996	0,4862	57,75	67,99	15,90	2,8592	0,1808
1997	0,4808	58,23	68,55	15,93	2,9118	0,1809
1998	0,4755	58,71	69,11	15,96	2,9644	0,1810
1999	0,4702	59,18	69,65	15,99	3,0171	0,1811
2000	0,4651	59,64	70,20	16,02	3,0698	0,1812
2001	0,4600	60,10	70,73	16,05	3,1225	0,1813
2002	0,4551	60,56	71,27	16,08	3,1752	0,1814
2003	0,4502	61,01	71,79	16,10	3,2260	0,1746
Soma						2,7176
Média						0,1812

TABELA 22 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM V_{sc}/HA PARA
CLASSE DAP_{cc} 70 - 80 CM

Ano	ICA d_{sc} (cm)	DAP sc (cm)	DAP cc (cm)	Hc (m)	V_{sc} (m ³)	Inc. anual (m ³ /ha)
1988	0,0000	62,40	73,42	16,19	3,3919	0,0000
1989	0,4861	62,89	73,99	16,22	3,4507	0,0741
1990	0,4841	63,37	74,55	16,25	3,5098	0,0745
1991	0,4821	63,85	75,12	16,27	3,5671	0,0722
1992	0,4802	64,33	75,68	16,30	3,6270	0,0754
1993	0,4782	64,81	76,24	16,33	3,6872	0,0759
1994	0,4763	65,29	76,79	16,36	3,7478	0,0763
1995	0,4743	65,76	77,35	16,38	3,8064	0,0739
1996	0,4724	66,23	77,90	16,41	3,8677	0,0772
1997	0,4705	66,70	78,45	16,44	3,9294	0,0777
1998	0,4686	67,17	79,00	16,46	3,9890	0,0751
1999	0,4667	67,64	79,54	16,49	4,0513	0,0785
2000	0,4648	68,10	80,08	16,51	4,1115	0,0759
2001	0,4629	68,57	80,62	16,54	4,1746	0,0794
2002	0,4611	69,03	81,16	16,57	4,2379	0,0798
2003	0,4592	69,49	81,70	16,59	4,2990	0,0770
Soma						1,1431
Média						0,0762

TABELA 23 - ESTIMATIVA DO INCREMENTO ANUAL EM Vsc/HA POR
CLASSE DE DAPcc (RESUMO)

Ano	Classes de DAPcc (cm)						Inc.Vsc (m ³ /ha)
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	
1989	0,6462	0,7958	0,5713	0,3226	0,1785	0,0741	2,5886
1990	0,6656	0,8057	0,5690	0,3307	0,1847	0,0745	2,6302
1991	0,6653	0,7855	0,5526	0,3196	0,1795	0,0722	2,5748
1992	0,6633	0,8073	0,5704	0,3295	0,1855	0,0754	2,6315
1993	0,6875	0,7858	0,5712	0,3180	0,1801	0,0759	2,6185
1994	0,6842	0,7854	0,5534	0,3171	0,1803	0,0763	2,5968
1995	0,6944	0,8085	0,5720	0,3161	0,1865	0,0739	2,6514
1996	0,7195	0,7850	0,5536	0,3151	0,1808	0,0772	2,6312
1997	0,6986	0,7598	0,5727	0,3141	0,1809	0,0777	2,6038
1998	0,7236	0,7830	0,5534	0,3132	0,1810	0,0751	2,6292
1999	0,7330	0,7820	0,5531	0,3121	0,1811	0,0785	2,6399
2000	0,7251	0,7811	0,5527	0,3111	0,1812	0,0759	2,6271
2001	0,7512	0,7538	0,5523	0,2976	0,1813	0,0794	2,6156
2002	0,7419	0,7516	0,5519	0,3088	0,1814	0,0798	2,6154
2003	0,7499	0,7768	0,5513	0,3078	0,1746	0,0770	2,6374
Soma							39,2915
Média							2,6194

As TABELAS 16 e 23 demonstram que os incrementos médios de volume sem casca de araucária, considerando um período de 15 anos, foram de 2,68 m³/ha/ano (primeiro método), e para o segundo método de 2,62 m³/ha/ano.

CERENA (1966) relata um incremento médio de 2,13 m³/ha/ano num período de observação de 18,5 anos para a floresta primária com araucária sem alteração.

4.5 SISTEMA DE MANEJO E ESTIMATIVA DO VOLUME DE EXPLORAÇÃO

O manejo foi simulado com base no Sistema Indonésio de Corte Seletivo. Este sistema prescreve que o limite de diâmetro com casca (DAPcc) para corte deve ser igual ou superior a 50 cm, podendo ser reduzido, desde que acompanhado de um ciclo de corte mais longo.

A simulação do manejo foi realizada para 3 (três) níveis de exploração com estimativas dos respectivos volumes sem casca (Vsc).

As TABELAS 24, 25 e 26 apresentam os volumes sem casca para os três níveis de exploração.

TABELA 24 - VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE
(NÍVEL 1 : CORTE DAPcc \geq 40 CM)

Classes DAPcc	Vol.atual (m ³ /ha)	Incremento (m ³ /ha)	Vol.corte (m ³ /ha)	Remanescente (m ³ /ha) (n ^o arv.)	
20-30	16,42	3,33	0,00	19,75	47,12
30-40	29,18	3,98	0,00	33,16	41,95
40-50	25,07	2,83	27,90	0,00	(20,91)
50-60	16,97	1,62	18,59	0,00	(8,85)
60-70	8,89	0,91	9,80	0,00	(3,44)
70-80	4,24	0,37	4,61	0,00	(1,26)
Soma	100,77	13,04	60,90	52,91	89,07

TABELA 25 - VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE

(NÍVEL 2 : CORTE DAPcc \geq 50 CM)

Classes DAPcc	Vol.atual (m ³ /ha)	Incremento (m ³ /ha)	Vol.corte (m ³ /ha)	Remanescente	
				(m ³ /ha)	(n ^o arv.)
20-30	16,42	3,33	0,00	19,75	47,12
30-40	29,18	3,98	0,00	33,16	41,95
40-50	25,07	2,83	0,00	27,90	20,91
50-60	16,97	1,62	18,59	0,00	(8,85)
60-70	8,89	0,91	9,80	0,00	(3,44)
70-80	4,24	0,37	4,61	0,00	(1,26)
Soma	100,77	13,04	33,00	80,81	109,98

TABELA 26 - VOLUME ATUAL, INCREMENTO, CORTE E REMANESCENTE

(NÍVEL 3 : CORTE DAPcc \geq 60 CM)

Classes DAPcc	Vol.atual (m ³ /ha)	Incremento (m ³ /ha)	Vol.corte (m ³ /ha)	Remanescente	
				(m ³ /ha)	(n ^o arv.)
20-30	16,42	3,33	0,00	19,75	47,12
30-40	29,18	3,98	0,00	33,16	41,95
40-50	25,07	2,83	0,00	27,90	20,91
50-60	16,97	1,62	0,00	18,59	8,85
60-70	8,89	0,91	9,80	0,00	(3,44)
70-80	4,24	0,37	4,61	0,00	(1,26)
Soma	100,77	13,04	14,41	99,40	118,83

O volume atual (Vol.atual) da araucária refere-se aos resultados do inventário (TABELA 2).

O incremento refere-se aos volumes acumulados no período de 1989 a 1993 (TABELA 23).

O número de árvores que se encontram entre parenteses, referem às quantidades de araucárias retiradas na exploração, obtidos da TABELA 2.

O volume remanescente refere-se ao estoque de crescimento.

Na hipótese do nível 1 de exploração tem-se:

- Vtsc (até o ano de 1993) = $100,77 + 13,04 = 113,81$ m³/ha (100 %)
- NE = 60,90 m³/ha (53,51 %)
- N_Q árvores cortadas = 34,46 árvores/ha (27,90 %)
- EC = 52,91 m³/ha (46,49 %)
- N_Q árvores remanescentes = 89,07 árvores/ha (72,10 %)

Na hipótese do nível 2 de exploração tem-se:

- Vtsc (até o ano de 1993) = $100,77 + 13,04 = 113,81$ m³/ha (100 %)
- NE = 33,00 m³/ha (29,00 %)
- N_Q árvores cortadas = 13,55 árvores/ha (10,97 %)
- EC = 80,81 m³/ha (71,00 %)
- N_Q árvores remanescentes = 109,98 árvores/ha (89,03 %)

Na hipótese do nível 3 de exploração tem-se:

- Vtsc (até o ano de 1993) = $100,77 + 13,04 = 113,81$ m³/ha (100 %)
- NE = 14,41 m³/ha (12,66 %)
- N_Q árvores cortadas = 4,70 árvores/ha (3,80 %)
- EC = 99,40 m³/ha (87,34 %)
- N_Q árvores remanescentes = 118,83 árvores/ha (96,20 %)

4.6 ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO DO ESTOQUE E CICLO DE CORTE

Na estimativa do ciclo de corte para os três níveis de exploração, foi ajustada a equação de crescimento (Prodan), somente com os dados das classes diamétricas remanescentes (anéis anuais). De posse da equação de crescimento ajustada, fez-se a derivada primeira dessa equação, obtendo-se assim a equação estimativa do incremento em diâmetro sem casca.

Os coeficientes e estatísticas da equação de crescimento ajustadas para os três estoques remanescentes, após os três níveis de exploração, encontram-se na TABELA 27.

TABELA 27 - COEFICIENTES E ESTATÍSTICAS DOS AJUSTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO EM DAP_{sc} PARA O ESTOQUE REMANESCENTE

Coefs. e Estat.	EC ≤ 40 cm	EC ≤ 50 cm	EC ≤ 60 cm
b0	-0,066833	-0,115397	-0,053090
b1	1,858075	1,854399	1,811165
b2	0,015986	0,015730	0,015725
R ² %	82,72	83,61	81,88
Syx	1,327097	1,342342	1,500167
Syx %	23,75	23,93	26,06
F*	2764,07	4016,77	4459,76

De posse da derivada primeira da equação de crescimento (equação citada no item 3.2.2), para o estoque remanescente, foram estimados os incrementos correntes anuais em diâmetro sem casca, conforme apresentadas nas TABELAS 28, 29 e 30.

TABELA 28 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 1

(EC < 40 CM)

Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.
1988	0	0,4094	29,46	2028	40	0,2422	41,97
1989	1	0,4033	29,86	2029	41	0,2394	42,21
1990	2	0,3974	30,26	2030	42	0,2367	42,45
1991	3	0,3916	30,65	2031	43	0,2340	42,68
1992	4	0,3859	31,04	2032	44	0,2314	42,91
1993	5	0,3803	31,42	2033	45	0,2288	43,14
1994	6	0,3749	31,79	2034	46	0,2262	43,37
1995	7	0,3695	32,16	2035	47	0,2237	43,59
1996	8	0,3643	32,53	2036	48	0,2213	43,81
1997	9	0,3592	32,89	2037	49	0,2189	44,03
1998	10	0,3542	33,24	2038	50	0,2165	44,25
1999	11	0,3493	33,59	2039	51	0,2141	44,46
2000	12	0,3445	33,93	2040	52	0,2118	44,67
2001	13	0,3399	34,27	2041	53	0,2096	44,88
2002	14	0,3353	34,61	2042	54	0,2073	45,09
2003	15	0,3307	34,94	2043	55	0,2051	45,30
2004	16	0,3263	35,27	2044	56	0,2030	45,50
2005	17	0,3220	35,59	2045	57	0,2008	45,70
2006	18	0,3178	35,91	2046	58	0,1987	45,90
2007	19	0,3136	36,22	2047	59	0,1967	46,10
2008	20	0,3095	36,53	2048	60	0,1947	46,29
2009	21	0,3055	36,84	2049	61	0,1927	46,48
2010	22	0,3016	37,14	2050	62	0,1907	46,67
2011	23	0,2977	37,43	2051	63	0,1888	46,86
2012	24	0,2940	37,73	2052	64	0,1868	47,05
2013	25	0,2903	38,02	2053	65	0,1850	47,23
2014	26	0,2866	38,31	2054	66	0,1831	47,42
2015	27	0,2831	38,59	2055	67	0,1813	47,60
2016	28	0,2796	38,87	2056	68	0,1795	47,78
2017	29	0,2761	39,14	2057	69	0,1777	47,96
2018	30	0,2728	39,42	2058	70	0,1760	48,13
2019	31	0,2695	39,69	2059	71	0,1743	48,31
2020	32	0,2662	39,95	2060	72	0,1726	48,48
2021	33	0,2630	40,22	2061	73	0,1709	48,65
2022	34	0,2599	40,48	2062	74	0,1692	48,82
2023	35	0,2568	40,73	2063	75	0,1676	48,99
2024	36	0,2538	40,99	2064	76	0,1660	49,15
2025	37	0,2508	41,24	2065	77	0,1645	49,32
2026	38	0,2479	41,48	2066	78	0,1629	49,48
2027	39	0,2450	41,73	2067	79	0,1614	49,64

continua ...

TABELA 28 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 1

(EC < 40 CM) continuação

Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.
2068	80	0,1599	49,80	2108	120	0,1134	55,16
2069	81	0,1584	49,96	2109	121	0,1125	55,27
2070	82	0,1569	50,12	2110	122	0,1116	55,39
2071	83	0,1555	50,27	2111	123	0,1107	55,50
2072	84	0,1540	50,43	2112	124	0,1099	55,61
2073	85	0,1526	50,58	2113	125	0,1090	55,72
2074	86	0,1512	50,73	2114	126	0,1082	55,82
2075	87	0,1499	50,88	2115	127	0,1073	55,93
2076	88	0,1485	51,03	2116	128	0,1065	56,04
2077	89	0,1472	51,18	2117	129	0,1057	56,14
2078	90	0,1459	51,32	2118	130	0,1049	56,25
2079	91	0,1446	51,47	2119	131	0,1041	56,35
2080	92	0,1433	51,61	2120	132	0,1033	56,46
2081	93	0,1420	51,75	2121	133	0,1026	56,56
2082	94	0,1408	51,89	2122	134	0,1018	56,66
2083	95	0,1395	52,03	2123	135	0,1010	56,76
2084	96	0,1383	52,17	2124	136	0,1003	56,86
2085	97	0,1371	52,31	2125	137	0,0995	56,96
2086	98	0,1359	52,44	2126	138	0,0988	57,06
2087	99	0,1348	52,58	2127	139	0,0981	57,16
2088	100	0,1336	52,71	2128	140	0,0974	57,26
2089	101	0,1325	52,84	2129	141	0,0967	57,35
2090	102	0,1314	52,98	2130	142	0,0960	57,45
2091	103	0,1302	53,11	2131	143	0,0953	57,54
2092	104	0,1292	53,23	2132	144	0,0946	57,64
2093	105	0,1281	53,36	2133	145	0,0939	57,73
2094	106	0,1270	53,49	2134	146	0,0932	57,83
2095	107	0,1259	53,62	2135	147	0,0926	57,92
2096	108	0,1249	53,74	2136	148	0,0919	58,01
2097	109	0,1239	53,86	2137	149	0,0913	58,10
2098	110	0,1229	53,99	2138	150	0,0906	58,19
2099	111	0,1219	54,11	2139	151	0,0900	58,28
2100	112	0,1209	54,23	2140	152	0,0893	58,37
2101	113	0,1199	54,35	2141	153	0,0887	58,46
2102	114	0,1189	54,47	2142	154	0,0881	58,55
2103	115	0,1180	54,59	2143	155	0,0875	58,64
2104	116	0,1170	54,70	2144	156	0,0869	58,72
2105	117	0,1161	54,82	2145	157	0,0863	58,81
2106	118	0,1152	54,93	2146	158	0,0857	58,89
2107	119	0,1143	55,05	2147	159	0,0851	58,98

continua...

TABELA 28 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 1

(EC < 40 CM) continuação

Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.
2148	160	0,0845	59,06	2175	187	0,0709	61,15
2149	161	0,0840	59,15	2176	188	0,0704	61,22
2150	162	0,0834	59,23	2177	189	0,0700	61,29
2151	163	0,0828	59,31	2178	190	0,0696	61,36
2152	164	0,0823	59,40	2179	191	0,0691	61,43
2153	165	0,0817	59,48	2180	192	0,0687	61,49
2154	166	0,0812	59,56	2181	193	0,0683	61,56
2155	167	0,0806	59,64	2182	194	0,0679	61,63
2156	168	0,0801	59,72	2183	195	0,0675	61,70
2157	169	0,0796	59,80	2184	196	0,0671	61,77
2158	170	0,0791	59,88	2185	197	0,0667	61,83
2159	171	0,0785	59,96	2186	198	0,0663	61,90
2160	172	0,0780	60,04	2187	199	0,0659	61,96
2161	173	0,0775	60,11	2188	200	0,0655	62,03
2162	174	0,0770	60,19	2189	201	0,0651	62,09
2163	175	0,0765	60,27	2190	202	0,0647	62,16
2164	176	0,0760	60,34	2191	203	0,0643	62,22
2165	177	0,0755	60,42	2192	204	0,0639	62,29
2166	178	0,0750	60,49	2193	205	0,0635	62,35
2167	179	0,0746	60,57	*2194	*206	0,0632	*62,41
2168	180	0,0741	60,64	2195	207	0,0628	62,48
2169	181	0,0736	60,71	2196	208	0,0624	62,54
2170	182	0,0732	60,79	2197	209	0,0621	62,60
2171	183	0,0727	60,86	2198	210	0,0617	62,66
2172	184	0,0722	60,93	2199	211	0,0613	62,72
2173	185	0,0718	61,00	2200	212	0,0610	62,79
2174	186	0,0713	61,08	-	-	-	-

* = época em que o DAPsc. da última classe diamétrica do estoque remanescente, atingirá o DAPsc da última classe diamétrica antes da exploração.

TABELA 29 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 2
(EC < 50 CM)

Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.
1988	0	0,4115	37,90	2028	40	0,2449	50,51
1989	1	0,4055	38,31	2029	41	0,2421	50,76
1990	2	0,3996	38,71	2030	42	0,2394	51,00
1991	3	0,3938	39,10	2031	43	0,2367	51,23
1992	4	0,3882	39,49	2032	44	0,2340	51,47
1993	5	0,3826	39,87	2033	45	0,2314	51,70
1994	6	0,3772	40,25	2034	46	0,2289	51,93
1995	7	0,3719	40,62	2035	47	0,2264	52,15
1996	8	0,3667	40,99	2036	48	0,2239	52,38
1997	9	0,3617	41,35	2037	49	0,2215	52,60
1998	10	0,3567	41,70	2038	50	0,2191	52,82
1999	11	0,3518	42,06	2039	51	0,2167	53,03
2000	12	0,3471	42,40	2040	52	0,2144	53,25
2001	13	0,3424	42,75	2041	53	0,2122	53,46
2002	14	0,3378	43,08	2042	54	0,2099	53,67
2003	15	0,3333	43,42	2043	55	0,2077	53,88
2004	16	0,3289	43,75	2044	56	0,2055	54,08
2005	17	0,3246	44,07	2045	57	0,2034	54,29
2006	18	0,3204	44,39	2046	58	0,2013	54,49
2007	19	0,3162	44,71	2047	59	0,1992	54,69
2008	20	0,3121	45,02	2048	60	0,1972	54,89
2009	21	0,3082	45,33	2049	61	0,1952	55,08
2010	22	0,3042	45,63	2050	62	0,1932	55,27
2011	23	0,3004	45,93	2051	63	0,1913	55,46
2012	24	0,2966	46,23	2052	64	0,1893	55,65
2013	25	0,2929	46,52	2053	65	0,1875	55,84
2014	26	0,2893	46,81	2054	66	0,1856	56,03
2015	27	0,2857	47,10	2055	67	0,1838	56,21
2016	28	0,2822	47,38	2056	68	0,1820	56,39
2017	29	0,2788	47,66	2057	69	0,1802	56,57
2018	30	0,2754	47,93	2058	70	0,1784	56,75
2019	31	0,2721	48,20	2059	71	0,1767	56,93
2020	32	0,2689	48,47	2060	72	0,1750	57,10
2021	33	0,2657	48,74	2061	73	0,1733	57,28
2022	34	0,2626	49,00	2062	74	0,1717	57,45
2023	35	0,2595	49,26	2063	75	0,1700	57,62
2024	36	0,2564	49,52	2064	76	0,1684	57,79
2025	37	0,2535	49,77	2065	77	0,1668	57,95
2026	38	0,2506	50,02	2066	78	0,1653	58,12
2027	39	0,2477	50,27	2067	79	0,1637	58,28

continua ...

TABELA 29 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 2
(EC < 50 CM) continuação

Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAPsc acum.
2068	80	0,1622	58,44	2095	107	0,1280	62,32
2069	81	0,1607	58,61	*2096	*108	0,1270	*62,45
2070	82	0,1592	58,76	2097	109	0,1259	62,57
2071	83	0,1578	58,92	2098	110	0,1249	62,70
2072	84	0,1563	59,08	2099	111	0,1239	62,82
2073	85	0,1549	59,23	2100	112	0,1229	62,94
2074	86	0,1535	59,39	2101	113	0,1219	63,06
2075	87	0,1521	59,54	2102	114	0,1209	63,19
2076	88	0,1508	59,69	2103	115	0,1200	63,31
2077	89	0,1494	59,84	2104	116	0,1190	63,42
2078	90	0,1481	59,99	2105	117	0,1181	63,54
2079	91	0,1468	60,13	2106	118	0,1171	63,66
2080	92	0,1455	60,28	2107	119	0,1162	63,78
2081	93	0,1442	60,42	2108	120	0,1153	63,89
2082	94	0,1430	60,57	2109	121	0,1144	64,01
2083	95	0,1417	60,71	2110	122	0,1135	64,12
2084	96	0,1405	60,85	2111	123	0,1126	64,23
2085	97	0,1393	60,99	2112	124	0,1118	64,34
2086	98	0,1381	61,13	2113	125	0,1109	64,45
2087	99	0,1369	61,26	2114	126	0,1101	64,56
2088	100	0,1358	61,40	2115	127	0,1092	64,67
2089	101	0,1346	61,53	2116	128	0,1084	64,78
2090	102	0,1335	61,67	2117	129	0,1076	64,89
2091	103	0,1324	61,80	2118	130	0,1068	65,00
2092	104	0,1313	61,93	2119	131	0,1060	65,10
2093	105	0,1302	62,06	2120	132	0,1052	65,21
2094	106	0,1291	62,19	2121	133	0,1044	65,31

* = época em que o DAPsc da última classe diamétrica do estoque remanescente, atingirá o DAPsc da última classe diamétrica antes da exploração.

TABELA 30 - ESTIMATIVA DO CICLO DE CORTE - NÍVEL 3
(EC < 60 CM)

Ano	A	Increment. (cm)	DAP _{sc} acum.	Ano	A	Increment. (cm)	DAP _{sc} acum.
1988	0	0,4191	45,87	2030	42	0,2414	59,14
1989	1	0,4128	46,28	2031	43	0,2386	59,38
1990	2	0,4067	46,69	2032	44	0,2359	59,61
1991	3	0,4007	47,09	2033	45	0,2333	59,85
1992	4	0,3948	47,48	2034	46	0,2306	60,08
1993	5	0,3891	47,87	2035	47	0,2281	60,31
1994	6	0,3835	48,26	2036	48	0,2256	60,53
1995	7	0,3780	48,64	2037	49	0,2231	60,75
1996	8	0,3726	49,01	2038	50	0,2206	60,97
1997	9	0,3674	49,38	2039	51	0,2182	61,19
1998	10	0,3622	49,74	2040	52	0,2159	61,41
1999	11	0,3572	50,09	2041	53	0,2135	61,62
2000	12	0,3522	50,45	2042	54	0,2113	61,83
2001	13	0,3474	50,79	2043	55	0,2090	62,04
2002	14	0,3427	51,14	2044	56	0,2068	62,25
2003	15	0,3380	51,48	*2045	*57	0,2046	*62,45
2004	16	0,3335	51,81	2046	58	0,2025	62,66
2005	17	0,3290	52,14	2047	59	0,2003	62,86
2006	18	0,3246	52,46	2048	60	0,1983	63,06
2007	19	0,3204	52,78	2049	61	0,1962	63,25
2008	20	0,3162	53,10	2050	62	0,1942	63,45
2009	21	0,3121	53,41	2051	63	0,1922	63,64
2010	22	0,3080	53,72	2052	64	0,1903	63,83
2011	23	0,3041	54,02	2053	65	0,1883	64,02
2012	24	0,3002	54,32	2054	66	0,1864	64,20
2013	25	0,2964	54,62	2055	67	0,1846	64,39
2014	26	0,2926	54,91	2056	68	0,1827	64,57
2015	27	0,2890	55,20	2057	69	0,1809	64,75
2016	28	0,2854	55,49	2058	70	0,1791	64,93
2017	29	0,2819	55,77	2059	71	0,1774	65,11
2018	30	0,2784	56,05	2060	72	0,1757	65,28
2019	31	0,2750	56,32	2061	73	0,1739	65,46
2020	32	0,2717	56,59	2062	74	0,1723	65,63
2021	33	0,2684	56,86	2063	75	0,1706	65,80
2022	34	0,2652	57,13	2064	76	0,1690	65,97
2023	35	0,2620	57,39	2065	77	0,1674	66,14
2024	36	0,2589	57,65	2066	78	0,1658	66,30
2025	37	0,2558	57,90	2067	79	0,1642	66,47
2026	38	0,2528	58,16	2068	80	0,1627	66,63
2027	39	0,2499	58,41	2069	81	0,1611	66,79
2028	40	0,2470	58,65	2070	82	0,1596	66,95
2029	41	0,2442	58,90	2071	83	0,1582	67,11

* = época em que o DAPsc da última classe diamétrica do estoque remanescente, atingirá o DAPsc da última classe diamétrica antes da exploração.

Para a estimativa do ciclo de corte considerou-se o nível de exploração (NE), e o tempo que o estoque remanescente ou estoque de crescimento (EC), levaria para repor as classes diamétricas exploradas, isto é, estimou-se o tempo que a araucária de DAPsc médio da última classe remanescente, levaria para atingir o DAPsc da árvore média da última classe diamétrica antes da exploração. Para isso, foram adicionados ao DAPsc da árvore média da última classe diamétrica remanescente os incrementos corrente anuais em diâmetro sem casca (ICAdsc), sendo que cada ICAdsc adicionado, correspondia a um ano.

Para simplificação do cálculo do ciclo de corte, partiu-se da premissa de que o tempo para a recuperação das araucárias após a exploração será, até a última classe diamétrica remanescente atingir o diâmetro da árvore média da última classe diamétrica antes da exploração, isto é, o diâmetro de 62,40 cm sem casca (fixado).

Então, para as hipóteses dos três níveis de exploração tem-se:

a) Nível 1 : corte dos DAPcc \geq 40 cm

. DAPcc médio da última classe remanescente (depois da exploração) é, 34,95 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, DAPsc médio é 29,46 cm.

- . DAPcc médio da última classe antes da exploração é 73,42 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, DAPsc médio é 62,40 cm.
- . Na hipótese do corte ser a partir do DAPcc \geq 40 cm, estima-se que o estoque remanescente levará 206 anos para atingir novamente a última classe diamétrica antes da exploração, conforme apresentado na TABELA 28.

Pelo fato desse nível de exploração provocar uma redução de densidade mais intensa (eliminação de 27,90 % das araucárias), é possível que esse ciclo de corte, após a exploração, venha ser reduzido com a diminuição da concorrência. Essa redução no ciclo dependerá, além de outros fatores climáticos, da capacidade de reação do estoque remanescente e dos tratamentos silviculturais.

Neste aspecto BUCH (citado por NOGUEIRA, 1989), realizou tratamentos silviculturais de redução de densidade em floresta primária com araucária que provocou alteração no incremento diamétrico de 0,4 cm/ano (antes dos tratamentos) para 0,7 cm/ano após os tratamentos.

Em relação à regeneração natural, uma intervenção adequada de redução de densidade poderia estimular a reciclagem das araucárias, haja vista que as pesquisas realizadas por SEITZ (1982) indicaram que a floresta com araucária alterada, em condições naturais, a mesma se regenera bem.

REITZ (1966) afirmou que em florestas com araucária em estágio adulto a regeneração natural é dificultada pela baixa presença de luminosidade.

b) Nível 2 : corte dos DAPcc \geq 50 cm

- . o DAPcc médio da última classe remanescente é 44,80 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, DAPsc médio é 37,90 cm.
- . o DAPcc médio da última classe antes da exploração é 73,42 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, o DAPsc médio é 62,40 cm.
- . Na hipótese do corte ser a partir do DAPcc \geq 50 cm, estima-se que o estoque remanescente levará 108 anos para atingir novamente a última classe diamétrica antes da exploração, conforme apresentado na TABELA 29. A redução de densidade será 10,97 %.

c) Nível 3 : corte dos DAPcc \geq 60 cm

- . o DAPcc médio da última classe remanescente é 54,11 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, DAPsc médio é 45,87 cm.
- . o DAPcc da última classe antes da exploração é 73,42 cm (INVENTÁRIO, 1990), então, DAPsc médio é 62,40 cm.
- . Na hipótese do corte ser a partir do DAPcc \geq 60 cm, estima-se que o estoque remanescente levará 57 anos para atingir novamente a última classe diamétrica antes da exploração, conforme apresentado na TABELA 30. A redução de densidade será de 3,80 % .

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de araucária nativa, com diferentes idades e posições sociológicas, os ajustes da equação de crescimento de Prodan para estimar o crescimento por classe de diâmetro, para todas as classes diamétricas (geral) e para o estoque remanescente, apresentaram resultados satisfatórios. O menor erro padrão da estimativa foi para a classe de DAP de 10 a 20 cm (22,26 %) e o maior para a classe de 70 a 80 cm (31,29 %), para uma probabilidade de 95 %.

O número de unidades amostrais coletadas por classe de diâmetro, em relação à variação dos anéis anuais de crescimento, foi suficiente ao nível de 80 % de probabilidade e 10 % de erro, exceto para a classe de 70 a 80 cm. Já, o número de unidades amostrais coletadas englobando todas as classes diamétricas foi suficiente ao nível de 95 % de probabilidade e 7 % de erro.

A melhor equação para a estimativa da altura comercial foi em função do logarítmo neperiano do diâmetro ($H_c = b_1 * \ln D$).

A estimativa do incremento anual em volume sem casca pelo primeiro método, foi de 2,68 m³/ha e, no segundo método de 2,62 m³/ha. A diferença entre o primeiro e o segundo método foi de 2,24 % a maior para o primeiro, sendo a estimativa pelo segundo método a mais recomendada.

Nos 3 níveis de exploração simulados, obteve-se os seguintes volumes:

nível 1 (corte DAPcc \geq 40 cm):

volume sem casca= 60,90 m³/ha (ano de 1993), que corresponde a 53,51 % do volume e 27,90 % das araucárias.

nível 2 (corte DAPcc \geq 50 cm):

volume sem casca= 33,00 m³/ha (ano de 1993), que corresponde a 29,00 % do volume e 10,97 % das araucárias.

nível 3 (corte DAPcc \geq 60 cm):

volume sem casca= 14,41 m³/ha (ano de 1993), que corresponde a 12,66 % do volume e 3,80 % das araucárias.

O ciclo de corte estimado para os três níveis de exploração foi:

nível 1 (corte DAPcc \geq 40 cm): ciclo de corte de 206 anos

nível 2 (corte DAPcc \geq 50 cm): ciclo de corte de 108 anos

nível 3 (corte DAPcc \geq 60 cm): ciclo de corte de 57 anos

Uma intervenção adequada na floresta poderia estimular a reciclagem das araucárias e ao mesmo tempo perpetuar a espécie. Porisso, entre os três níveis de exploração simuladas, caso venha a ser executada na prática, recomenda-se o 3º nível, visto que causaria um menor dano ao ecossistema (corte de 4,7 árvores/ha), e o ciclo de corte comparativamente às outras 2

opções é mais curto. No caso da Flona, a exploração de volume sem casca de 14,41 m³/ha pode ser viabilizada devido a grande infra-estrutura já existente. É certo que na exploração outras árvores serão danificadas, o que deve ser minimizado com um plano racional de exploração e monitorado esses danos.

Não é recomendado a exploração nível 1 devido a redução de densidade ser mais intensa e, como este sistema de manejo visa somente as árvores de grande porte, como as dominantes e codominantes, pode ocasionar a eliminação de árvores de qualidade superior e uma conseqüente redução da qualidade genética das araucárias.

Recomenda-se após a exploração o monitoramento da regeneração natural e, nas áreas onde a regeneração for insuficiente, faz-se necessário o adensamento com mudas de araucária de qualidade superior.

Apesar das recomendações específicas acima citadas, pelo fato de que o manejo de floresta nativa com araucária ser um processo muito complexo e pouco estudado, registra-se como recomendação final, a intensificação de pesquisas para elucidar os inúmeros aspectos ainda desconhecidos, antes de implementar efetivamente o manejo em regime de rendimento sustentado na Flona.

ANEXO

DADOS DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO

classe DAP 10-20

larv:	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
16	0.25	0.20	0.20	0.20	0.25	0.20	0.15	0.15	0.30	0.20	0.20	0.30	0.35	0.35	0.35	0.30	0.40	0.45	0.40	0.45	0.25
48	0.15	0.15	0.20	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.10	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.25	0.15
86	0.20	0.15	0.10	0.20	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.20	0.25	0.15	0.15	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.30	0.40
95	0.10	0.15	0.25	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.10	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.25
100	0.35	0.20	0.35	0.25	0.20	0.25	0.30	0.30	0.25	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.40	0.25	0.30	0.35	0.25
102	0.10	0.30	0.15	0.25	0.35	0.25	0.20	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.25	0.40	0.40	0.40	0.35	0.35	0.45	0.25	0.25
103	0.35	0.30	0.25	0.35	0.20	0.40	0.30	0.25	0.35	0.35	0.20	0.25	0.20	0.35	0.30	0.30	0.20	0.15	0.15	0.15	0.30
110	0.25	0.30	0.30	0.15	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.15	0.25	0.20	0.15	0.20	0.25	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30
114	0.30	0.20	0.25	0.25	0.30	0.15	0.25	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.25	0.35	0.40	0.40
117	0.25	0.30	0.25	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.35	0.40	0.30	0.35	0.55	0.65	0.40	0.35
118	0.25	0.20	0.25	0.20	0.20	0.20	0.15	0.30	0.30	0.20	0.25	0.30	0.35	0.35	0.40	0.55	0.35	0.20	0.20	0.25	0.30
119	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20	0.25	0.15	0.20	0.25	0.25	0.30	0.20	0.30	0.40	0.25	0.20	0.30	0.40	0.25
120	0.20	0.25	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15	0.10	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.30
124	0.25	0.15	0.20	0.30	0.20	0.25	0.25	0.30	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20	0.30	0.35	0.35	0.35
127	0.20	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15	0.15	0.35	0.20	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.50
132	0.15	0.15	0.15	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.15	0.10	0.20	0.25	0.25	0.35	0.35	0.30	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20

classe DAP 20-30

larv:	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.15	0.10	0.20	0.25	0.10	0.15	0.35	0.30	0.35	0.35	0.30	0.15	0.35	0.40	0.25	0.50	0.30
42	0.20	0.20	0.25	0.15	0.10	0.25	0.15	0.10	0.10	0.15	0.20	0.20	0.10	0.25	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20
44	0.10	0.10	0.25	0.25	0.25	0.30	0.25	0.35	0.20	0.20	0.40	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.30	0.35	0.40	0.35	0.15
46	0.10	0.25	0.25	0.30	0.15	0.25	0.30	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.35	0.25	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30
53	0.40	0.25	0.25	0.20	0.20	0.25	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.20	0.15	0.20	0.20	0.40	0.30	0.20	0.15	0.20
70	0.20	0.15	0.20	0.15	0.25	0.20	0.25	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.35	0.20	0.20	0.45	0.55
85	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.30	0.25	0.25	0.30	0.20	0.30	0.25	0.30	0.25	0.40	0.40	0.30	0.35
88	0.10	0.20	0.20	0.15	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.15	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10
92	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.10	0.15	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.30	0.20	0.35	0.45	0.25	0.15	0.15	0.25
93	0.20	0.25	0.20	0.25	0.25	0.20	0.25	0.35	0.20	0.15	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.15	0.15	0.20	0.10	0.20	0.25
98	0.40	0.20	0.30	0.25	0.40	0.20	0.35	0.20	0.30	0.45	0.25	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.40	0.30
101	0.15	0.15	0.25	0.20	0.15	0.20	0.15	0.25	0.30	0.20	0.15	0.20	0.25	0.30	0.20	0.45	0.40	0.30	0.35	0.30	0.30
105	0.30	0.30	0.15	0.15	0.20	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20	0.35	0.25	0.20	0.20	0.20
109	0.15	0.10	0.10	0.15	0.20	0.25	0.15	0.20	0.20	0.25	0.20	0.10	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.20
115	0.30	0.20	0.20	0.15	0.25	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.25	0.15	0.30	0.35	0.40	0.70	0.60	0.50	0.30	0.30	0.30
116	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.30	0.50	0.30	0.35	0.60	0.30	0.40
121	0.15	0.25	0.30	0.25	0.30	0.25	0.25	0.20	0.15	0.20	0.30	0.25	0.25	0.35	0.30	0.30	0.35	0.35	0.40	0.35	0.45
122	0.20	0.30	0.15	0.15	0.20	0.50	0.25	0.30	0.45	0.30	0.35	0.20	0.20	0.15	0.35	0.20	0.20	0.20	0.25	0.35	0.20
123	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.35	0.30	0.30	0.35	0.35	0.30	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.25	0.30
128	0.45	0.20	0.15	0.25	0.25	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.30	0.25	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15

continua...

DADOS DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO (continuação)

classe DAP 30-40

Arvi	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
6	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15
7	0.10	0.10	0.10	0.20	0.25	0.20	0.30	0.20	0.15	0.10	0.10	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.35	0.35	0.25	0.40	0.50
22	0.25	0.25	0.20	0.15	0.25	0.25	0.15	0.10	0.15	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.25	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.60
25	0.35	0.30	0.30	0.30	0.25	0.30	0.20	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25
26	0.35	0.35	0.30	0.30	0.30	0.40	0.20	0.20	0.25	0.15	0.20	0.20	0.30	0.35	0.30	0.40	0.35	0.50	0.45	0.50	0.60
38	0.10	0.10	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.35	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.30	0.35
39	0.10	0.20	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	0.40	0.45	0.45	0.50	0.40	0.35	0.35	0.30	0.40	0.35
40	0.15	0.10	0.10	0.10	0.20	0.15	0.10	0.20	0.20	0.25	0.20	0.25	0.30	0.25	0.20	0.30	0.35	0.35	0.30	0.35	0.30
49	0.10	0.10	0.10	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.20	0.20	0.15	0.25	0.20	0.35	0.40
54	0.20	0.20	0.15	0.20	0.25	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15
55	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.30	0.20	0.25	0.30	0.40	0.25	0.20	0.30	0.20	0.35	0.30
57	0.20	0.25	0.25	0.35	0.25	0.20	0.20	0.25	0.25	0.30	0.20	0.20	0.30	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.25	0.20
58	0.30	0.20	0.20	0.15	0.35	0.30	0.20	0.10	0.15	0.25	0.25	0.20	0.15	0.25	0.30	0.20	0.35	0.25	0.30	0.20	0.25
59	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.30	0.25	0.30	0.30
65	0.15	0.15	0.20	0.30	0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.25	0.15	0.30	0.35	0.30	0.20	0.15	0.35	0.40	0.30	0.40	0.35
66	0.20	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.25	0.15	0.15	0.20	0.15	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.20	0.25	0.40
67	0.30	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.30	0.25	0.30	0.30	0.35	0.30	0.35	0.40	0.40	0.25	0.25	0.35	0.35	0.35	0.50
69	0.15	0.15	0.15	0.20	0.30	0.40	0.35	0.30	0.35	0.35	0.30	0.25	0.20	0.25	0.25	0.30	0.30	0.70	0.25	0.15	0.15
78	0.30	0.25	0.30	0.30	0.35	0.20	0.20	0.15	0.25	0.20	0.30	0.30	0.20	0.25	0.15	0.30	0.20	0.20	0.30	0.25	0.35

classe DAP 40-50

Arvi	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
2	0.15	0.15	0.15	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20	0.15	0.30	0.31	0.20	0.15	0.15	0.25	0.30	0.20	0.15	0.15
4	0.15	0.20	0.15	0.25	0.25	0.20	0.35	0.40	0.45	0.30	0.30	0.35	0.35	0.30	0.35	0.20	0.55	0.50	0.65	0.40	0.20
23	0.20	0.35	0.30	0.10	0.20	0.45	0.30	0.25	0.20	0.30	0.15	0.15	0.15	0.20	0.25	0.35	0.30	0.30	0.35	0.35	0.50
24	0.20	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.25	0.20	0.25	0.20	0.25	0.10	0.10	0.30	0.25	0.40
31	0.10	0.20	0.35	0.20	0.15	0.30	0.25	0.10	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.35
32	0.25	0.20	0.25	0.20	0.15	0.10	0.20	0.25	0.35	0.35	0.25	0.30	0.20	0.25	0.40	0.35	0.20	0.30	0.35	0.40	0.30
34	0.25	0.20	0.10	0.10	0.15	0.25	0.35	0.10	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.20
52	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.25	0.15	0.20	0.15	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.20	0.25	0.20	0.20	0.15	0.15	0.30
56	0.35	0.25	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.25	0.20	0.20	0.15	0.20
62	0.20	0.15	0.15	0.15	0.35	0.20	0.15	0.20	0.25	0.40	0.15	0.30	0.45	0.30	0.30	0.40	0.50	0.30	0.30	0.25	0.30
68	0.10	0.15	0.30	0.30	0.30	0.35	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	0.15	0.20	0.25	0.30	0.25	0.20	0.35	0.30	0.25	0.25
71	0.20	0.15	0.20	0.20	0.30	0.25	0.25	0.40	0.40	0.30	0.40	0.15	0.20	0.35	0.30	0.35	0.40	0.40	0.30	0.30	0.25
72	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.35	0.30	0.75
82	0.25	0.20	0.15	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.25
84	0.15	0.25	0.35	0.20	0.20	0.20	0.30	0.25	0.20	0.25	0.40	0.45	0.35	0.40	0.25	0.40	0.25	0.25	0.50	0.35	0.35
87	0.20	0.50	0.25	0.20	0.25	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25	0.25	0.25	0.20	0.15	0.15
89	0.20	0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.25	0.30	0.25	0.25	0.30	0.20	0.15	0.20	0.20	0.15	0.25	0.20	0.25	0.20	0.35
91	0.15	0.20	0.30	0.20	0.15	0.10	0.15	0.20	0.25	0.10	0.25	0.25	0.25	0.20	0.15	0.20	0.45	0.30	0.40	0.40	0.30
96	0.15	0.10	0.10	0.20	0.15	0.20	0.25	0.15	0.30	0.25	0.30	0.10	0.20	0.45	0.25	0.15	0.35	0.50	0.35	0.35	0.35
99	0.10	0.20	0.20	0.40	0.40	0.35	0.40	0.25	0.30	0.45	0.45	0.30	0.35	0.30	0.60	0.50	0.45	0.50	0.30	0.20	0.35

continua...

DADOS DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO (continuação)

classe DAP 50-60

larv!	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
1	0.20	0.25	0.30	0.25	0.15	0.15	0.15	0.40	0.20	0.25	0.30	0.25	0.30	0.25	0.45	0.40	0.55	0.55	0.60	0.60	0.50
8	0.40	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15	0.10	0.20	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.30	0.35	0.50
10	0.15	0.10	0.10	0.20	0.15	0.15	0.20	0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.40	0.45	0.50	0.55	0.40	0.55	0.45
29	0.25	0.25	0.30	0.35	0.25	0.25	0.35	0.35	0.35	0.30	0.40	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	0.40	0.45	0.40	0.40	0.30
30	0.25	0.25	0.25	0.30	0.20	0.10	0.10	0.25	0.20	0.60	0.60	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.35	0.60
33	0.30	0.30	0.15	0.40	0.60	0.40	0.20	0.25	0.25	0.20	0.30	0.20	0.25	0.25	0.20	0.30	0.50	0.60	0.55	0.50	0.60
41	0.20	0.30	0.20	0.30	0.25	0.25	0.15	0.15	0.20	0.20	0.30	0.25	0.30	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
43	0.10	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30	0.25	0.20	0.20	0.10	0.30	0.50	0.65	0.55	0.50	0.20	0.20	0.15
45	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	0.10	0.15	0.10	0.15	0.20	0.20	0.15	0.10	0.15	0.10	0.10	0.15
47	0.10	0.25	0.40	0.25	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25	0.30	0.25	0.15	0.20	0.15	0.10	0.30	0.25	0.25	0.20	0.20
60	0.35	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.15
63	0.30	0.35	0.30	0.35	0.30	0.35	0.20	0.30	0.20	0.20	0.15	0.30	0.20	0.25	0.25	0.15	0.20	0.15	0.40	0.50	0.45
64	0.15	0.15	0.20	0.20	0.25	0.15	0.20	0.25	0.15	0.10	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.30	0.20
75	0.50	0.20	0.30	0.35	0.45	0.45	0.40	0.45	0.40	0.50	0.50	0.50	0.25	0.50	0.30	0.30	0.25	0.25	0.45	0.30	0.25
90	0.15	0.30	0.25	0.25	0.20	0.25	0.25	0.15	0.10	0.20	0.15	0.25	0.30	0.20	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.25	0.25
104	0.40	0.20	0.25	0.20	0.25	0.30	0.35	0.35	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35	0.50	0.35	0.35	0.40	0.40	0.45	0.35	0.35
106	0.30	0.20	0.30	0.25	0.15	0.15	0.20	0.30	0.35	0.35	0.30	0.30	0.25	0.25	0.20	0.30	0.30	0.15	0.25	0.25	0.15
107	0.10	0.10	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.30	0.35	0.35	0.30	0.20	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.30	0.35	0.30	0.30
108	0.25	0.20	0.15	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20	0.10	0.20	0.25	0.30	0.25	0.25	0.25	0.30	0.20	0.25	0.50	0.40	0.40

classe DAP 60-70

larv!	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
3	0.30	0.30	0.35	0.20	0.35	0.25	0.30	0.40	0.35	0.10	0.20	0.25	0.35	0.45	0.50	0.35	0.40	0.25	0.40	0.50	0.30
51	0.30	0.40	0.35	0.10	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.25	0.25	0.20	0.20	0.15	0.20	0.30	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40
73	0.35	0.40	0.40	0.20	0.35	0.20	0.35	0.30	0.30	0.35	0.30	0.40	0.50	0.40	0.30	0.25	0.20	0.30	0.20	0.35	0.30
76	0.60	0.40	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.30	0.20	0.15	0.15	0.25	0.30	0.20	0.30	0.55	0.50	0.55
81	0.20	0.25	0.20	0.25	0.25	0.35	0.30	0.20	0.20	0.30	0.20	0.20	0.30	0.25	0.30	0.40	0.35	0.20	0.30	0.25	0.20
83	0.20	0.15	0.15	0.10	0.25	0.25	0.15	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.25	0.20	0.30	0.30	0.25	0.30	0.30	0.25	0.20
111	0.20	0.30	0.25	0.35	0.35	0.30	0.25	0.25	0.25	0.45	0.55	0.45	0.40	0.25	0.30	0.50	0.75	0.50	0.55	0.55	0.45
112	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.50	0.55	0.40	0.40	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30	0.25	0.35	0.30	0.40	0.40
125	0.30	0.35	0.30	0.30	0.30	0.35	0.30	0.20	0.15	0.15	0.25	0.25	0.15	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.15	0.20	0.30
131	0.25	0.15	0.20	0.20	0.20	0.35	0.40	0.20	0.25	0.20	0.20	0.25	0.15	0.30	0.35	0.35	0.25	0.30	0.25	0.25	0.30
133	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.35	0.30	0.35	0.25	0.20	0.35	0.40	0.40	0.30	0.40	0.35	0.40	0.30	0.25	0.25	0.25
135	0.25	0.30	0.20	0.25	0.20	0.25	0.35	0.40	0.55	0.35	0.25	0.35	0.20	0.45	0.50	0.45	0.50	0.25	0.40	0.35	0.40
138	0.20	0.25	0.25	0.35	0.25	0.35	0.30	0.20	0.30	0.40	0.20	0.35	0.35	0.30	0.25	0.35	0.50	0.50	0.70	0.80	0.70
139	0.15	0.20	0.30	0.25	0.30	0.25	0.20	0.30	0.40	0.45	0.35	0.30	0.25	0.30	0.20	0.40	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
140	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35
141	0.20	0.30	0.30	0.20	0.25	0.20	0.25	0.40	0.25	0.25	0.35	0.60	0.55	0.45	0.30	0.20	0.20	0.30	0.20	0.45	0.30

continua...

DADOS DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO (continuação)

classe DAP 70-80

larv:	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
11	0.20	0.30	0.20	0.30	0.45	0.40	0.20	0.35	0.20	0.50	0.55	0.50	0.40	0.35	0.30	0.30	0.35	0.50	0.70	0.60	0.35
17	0.15	0.20	0.30	0.20	0.15	0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.25	0.25	0.30	0.40	0.20	0.30	0.35	0.40	0.30	0.35	0.35
20	0.30	0.25	0.25	0.30	0.35	0.40	0.35	0.25	0.35	0.35	0.30	0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.50	0.50	0.45	0.35
79	0.25	0.30	0.30	0.20	0.30	0.25	0.20	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20
97	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.20	0.25	0.25	0.20	0.25	0.20	0.15	0.25	0.25	0.10	0.15	0.15	0.40
126	0.20	0.20	0.15	0.20	0.15	0.25	0.35	0.35	0.20	0.15	0.20	0.35	0.30	0.35	0.25	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20
129	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.20	0.45	0.65	0.55	0.40	0.40	0.30	0.35	0.15
130	0.15	0.15	0.15	0.35	0.55	0.35	0.35	0.40	0.25	0.15	0.35	0.20	0.20	0.30	0.25	0.30	0.25	0.35	0.30	0.35	0.50
136	0.10	0.10	0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.25	0.20	0.15	0.15	0.20	0.25	0.30	0.55	0.20	0.15	0.20	0.20	0.15

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA

Classe DAPcc 10 - 20

Nº	DAPcc(cm)	Ht(m)	Hc(m)	Casca(cm)
1	12,0	9,5	8,5	2,9
2	14,0	8,5	7,5	2,4
3	17,0	12,0	8,5	4,1
4	16,0	13,0	11,0	2,5
5	14,5	11,5	10,0	2,1
6	16,5	12,0	11,0	3,6
7	17,0	14,5	12,5	3,4
8	15,5	15,0	13,5	2,8
9	19,0	14,0	13,0	3,4
10	17,0	12,5	11,0	3,0
11	18,0	12,0	9,0	3,6
12	19,5	15,0	14,0	3,6
13	15,0	16,0	14,5	3,0
14	19,0	16,5	15,0	3,2
15	18,0	16,0	14,5	2,6
16	18,0	15,0	13,0	3,0
17	18,0	12,5	11,5	3,0
18	18,0	13,5	12,0	3,0

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 20 - 30

Nº	DAPcc(cm)	Ht(m)	Hc(m)	Casca(cm)
1	25,0	14,5	13,0	3,6
2	22,0	11,5	10,5	3,2
3	26,0	13,0	12,0	3,6
4	20,5	12,0	11,0	3,8
5	22,0	13,5	12,0	3,7
6	22,5	15,5	12,5	3,4
7	27,0	13,0	12,0	4,5
8	22,0	14,5	10,0	4,4
9	20,5	11,0	10,0	3,7
10	24,0	14,5	12,0	3,8
11	21,5	13,5	12,0	3,2
12	28,5	14,0	12,0	4,0
13	29,0	14,0	13,0	3,8
14	26,5	16,0	14,0	3,8
15	29,0	15,0	13,0	5,2
16	23,0	12,5	11,0	3,0
17	27,0	13,5	12,0	3,8
18	25,0	16,0	14,0	4,8
19	24,0	14,0	12,5	4,6
20	24,0	14,5	12,0	3,6
21	25,0	16,0	15,0	5,0
22	28,0	16,0	14,0	3,8
23	22,0	16,5	14,5	3,8

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 30 - 40

Nº	DAPcc(cm)	Ht(m)	Hc(m)	Casca(cm)
1	39,5	22,0	19,5	6,4
2	36,5	23,0	20,5	5,5
3	37,5	23,0	20,5	5,5
4	30,5	14,0	11,5	6,5
5	39,0	17,0	15,5	5,4
6	37,0	18,5	15,5	5,0
7	38,0	18,0	15,0	5,0
8	36,0	16,5	14,5	5,2
9	31,0	16,5	14,5	4,7
10	35,0	15,5	14,0	7,1
11	31,0	16,5	14,0	4,3
12	38,5	16,0	13,5	6,7
13	39,0	16,0	13,0	7,0
14	35,0	13,0	10,5	5,7
15	36,0	16,0	12,5	6,0
16	32,0	16,0	12,0	6,1
17	38,0	17,0	13,0	5,7
18	37,0	15,0	12,0	7,3
19	30,5	15,0	10,0	4,9
20	33,5	16,0	12,0	5,5
21	32,0	15,5	12,5	5,4
22	31,0	15,5	11,0	4,8
23	31,0	15,0	10,0	5,7
24	34,0	16,5	14,0	6,5

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 40 - 50

Nº	DAPcc(cm)	Ht(m)	Hc(m)	Casca(cm)
1	46,5	21,0	18,0	5,4
2	48,5	21,0	18,0	6,8
3	47,0	16,5	12,0	5,1
4	46,0	20,0	17,5	5,5
5	41,0	17,0	14,0	6,2
6	42,0	18,5	15,0	6,2
7	47,0	18,5	15,0	6,3
8	42,0	18,0	15,5	6,0
9	49,0	18,0	15,5	7,5
10	46,5	18,5	16,0	8,2
11	42,0	17,0	14,0	7,8
12	49,0	15,5	12,5	6,7
13	44,5	17,5	14,5	7,8
14	45,0	17,0	13,5	6,8
15	43,0	17,5	14,5	5,0
16	47,0	18,5	15,5	6,0
17	48,5	18,0	15,0	7,3
18	46,0	18,5	15,0	6,5
19	43,0	15,5	14,0	6,3
20	47,5	18,0	15,5	9,2
21	44,0	16,5	14,5	6,4
22	41,0	16,0	13,5	6,0
23	48,0	17,0	14,0	5,4
24	42,0	18,0	13,0	4,4

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 50 - 60				
Nº	DAPcc (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Casca (cm)
1	50,5	19,0	16,5	7,9
2	53,0	23,0	20,0	7,1
3	59,5	17,5	14,5	7,1
4	56,0	20,0	14,0	6,9
5	55,0	18,0	14,5	8,0
6	52,0	19,0	15,5	7,3
7	54,0	18,0	15,0	7,3
8	59,0	18,5	13,5	9,6
9	54,0	14,0	11,5	8,2
10	52,0	18,0	16,5	9,4
11	50,5	16,5	13,5	7,7
12	54,0	17,5	14,5	8,3
13	53,0	17,5	13,0	9,0
14	52,5	17,0	11,0	6,1
15	55,0	15,0	11,5	8,2
16	52,5	18,0	15,5	8,8
17	59,0	20,0	19,0	8,2
18	53,0	18,5	16,5	8,3
19	53,0	18,0	13,5	7,8
20	56,0	21,0	17,5	8,0
21	55,0	20,5	16,0	7,8
22	59,0	19,0	16,0	10,0

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 60 - 70				
Nº	DAPcc (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Casca (cm)
1	65,5	23,5	19,5	6,6
2	66,0	18,0	14,0	9,0
3	61,0	15,0	13,0	8,9
4	60,5	18,5	16,0	8,3
5	69,0	17,0	15,5	14,2
6	62,0	19,0	17,0	8,4
7	60,5	17,5	16,0	7,9
8	65,0	16,5	9,5	9,2
9	64,0	17,5	12,0	8,6
10	61,0	22,0	18,5	7,8
11	69,0	19,0	13,0	12,0
12	61,0	19,0	15,5	6,4
13	60,5	17,0	14,0	13,0
14	67,0	22,0	20,0	11,6
15	68,0	18,0	16,0	7,8
16	68,0	19,5	16,0	11,2
17	68,0	20,5	16,5	8,8
18	69,0	20,5	15,5	11,6

continua...

DADOS COLETADOS DE DAPcc, Ht, Hc e CASCA (continuação)

Classe DAPcc 70 - 80				
Nº	DAPcc (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Casca (cm)
1	72,5	19,5	18,0	8,7
2	70,5	20,0	16,5	8,3
3	72,5	23,5	21,0	8,7
4	74,0	17,0	15,5	9,2
5	76,0	22,0	17,5	12,5
6	80,0	20,5	18,5	7,8
7	73,0	21,0	19,5	11,0
8	77,0	21,0	19,0	11,0
9	72,0	19,5	15,0	14,0
10	80,0	16,0	13,0	8,7
11	71,0	18,0	16,5	14,0
12	71,0	15,0	12,5	11,0
13	70,5	17,0	13,5	8,4

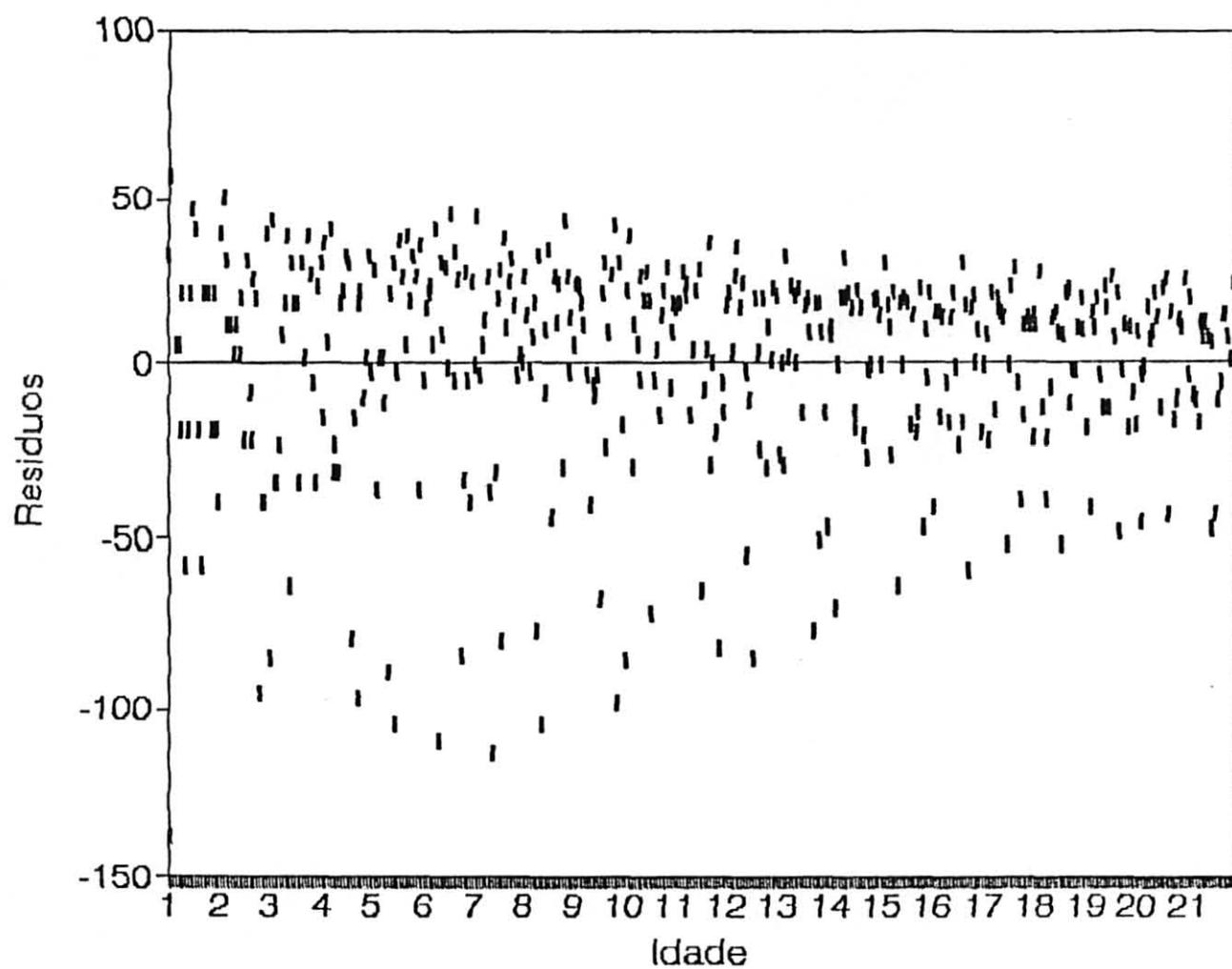


FIGURA 9 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 20 - 30 CM

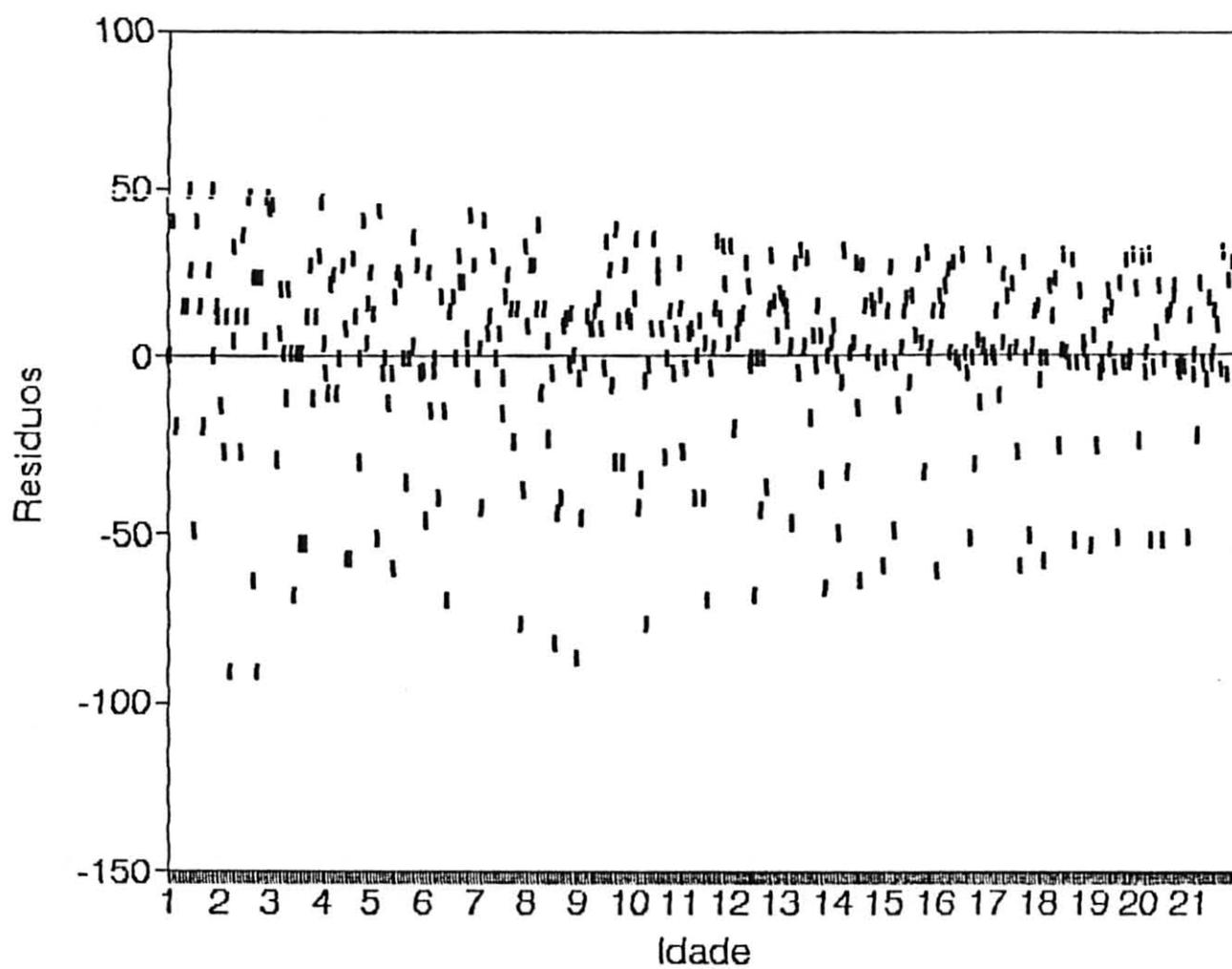


FIGURA 10 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 30 - 40 CM

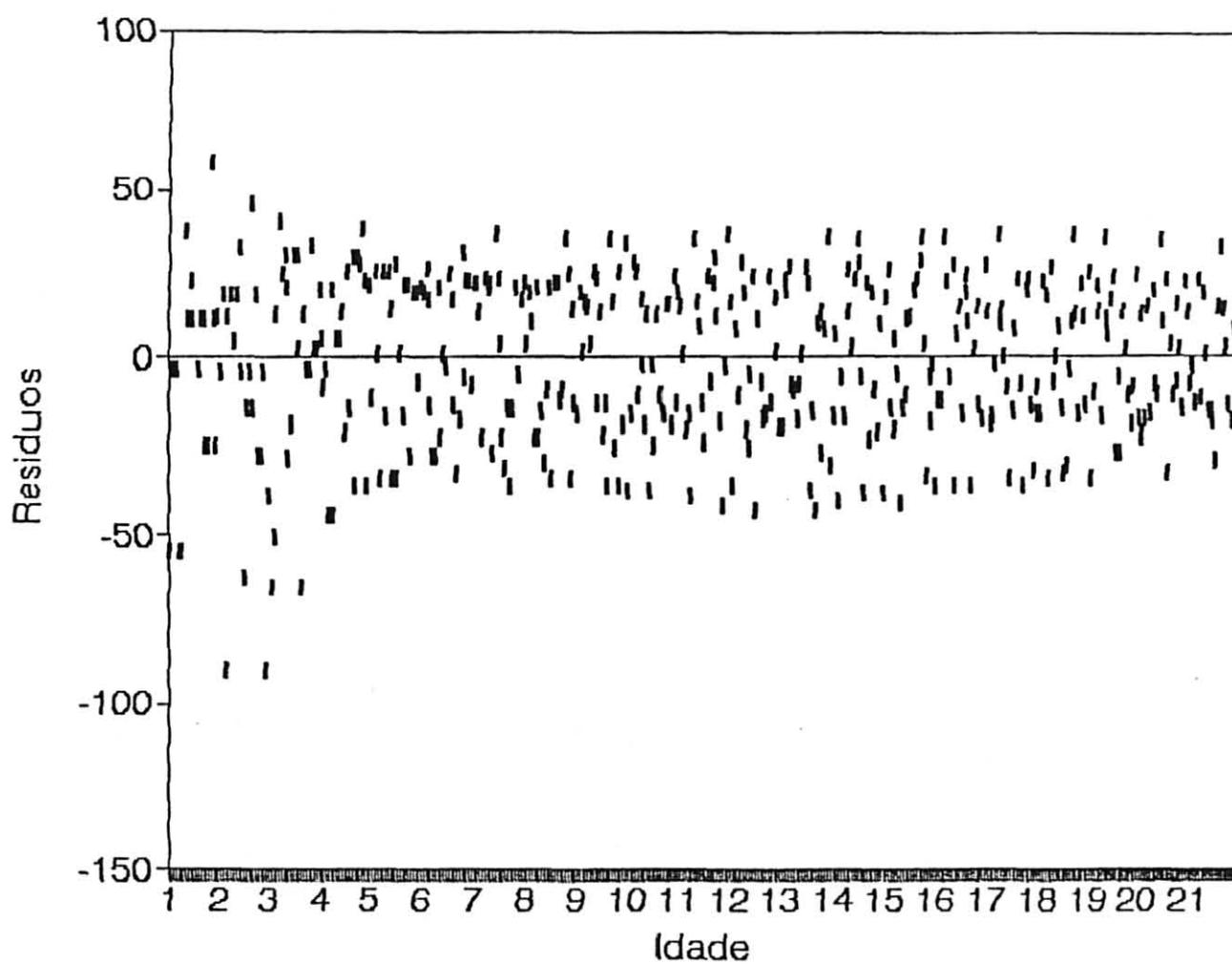


FIGURA 11 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 40 - 50 CM

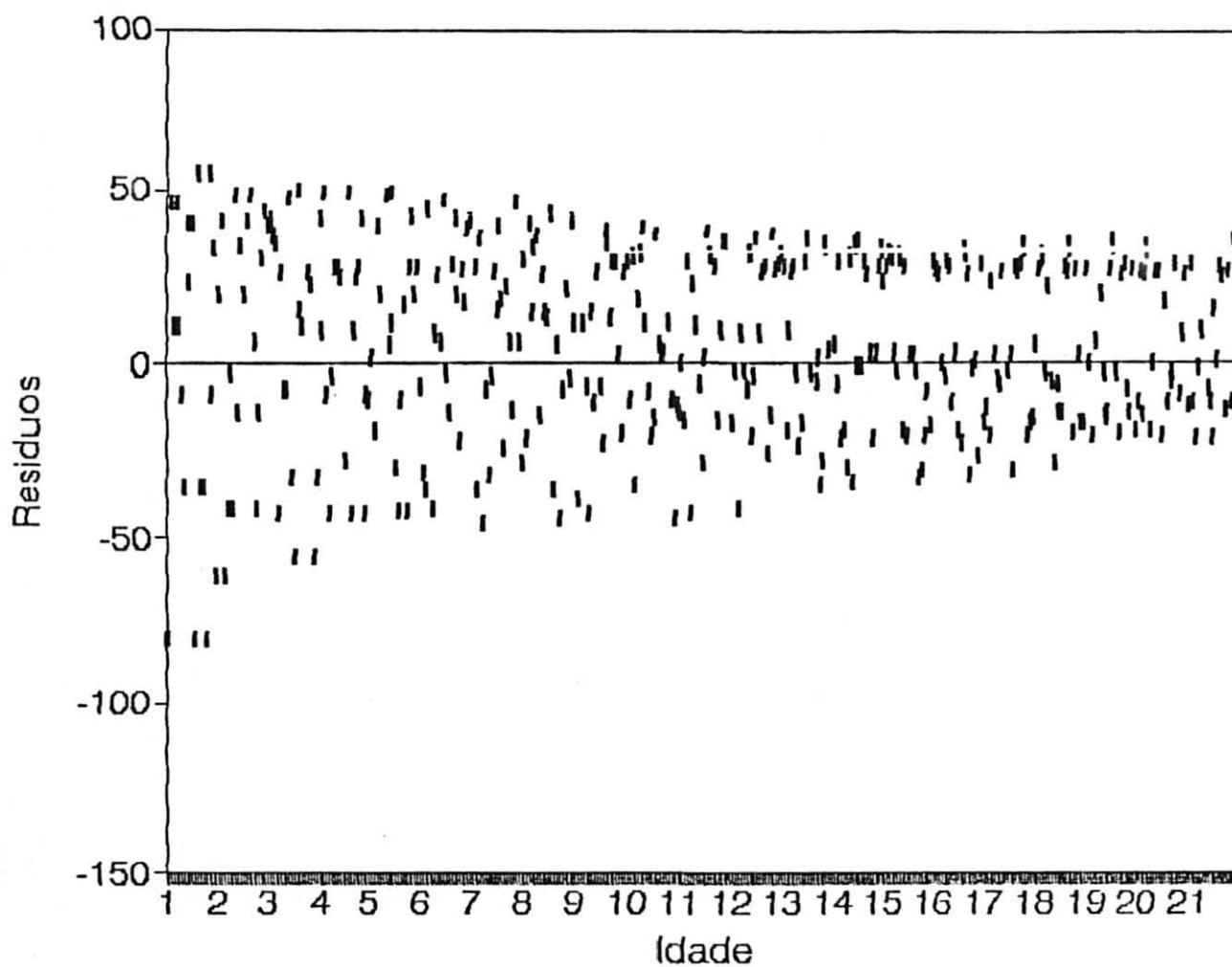


FIGURA 12 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 50 - 60 CM

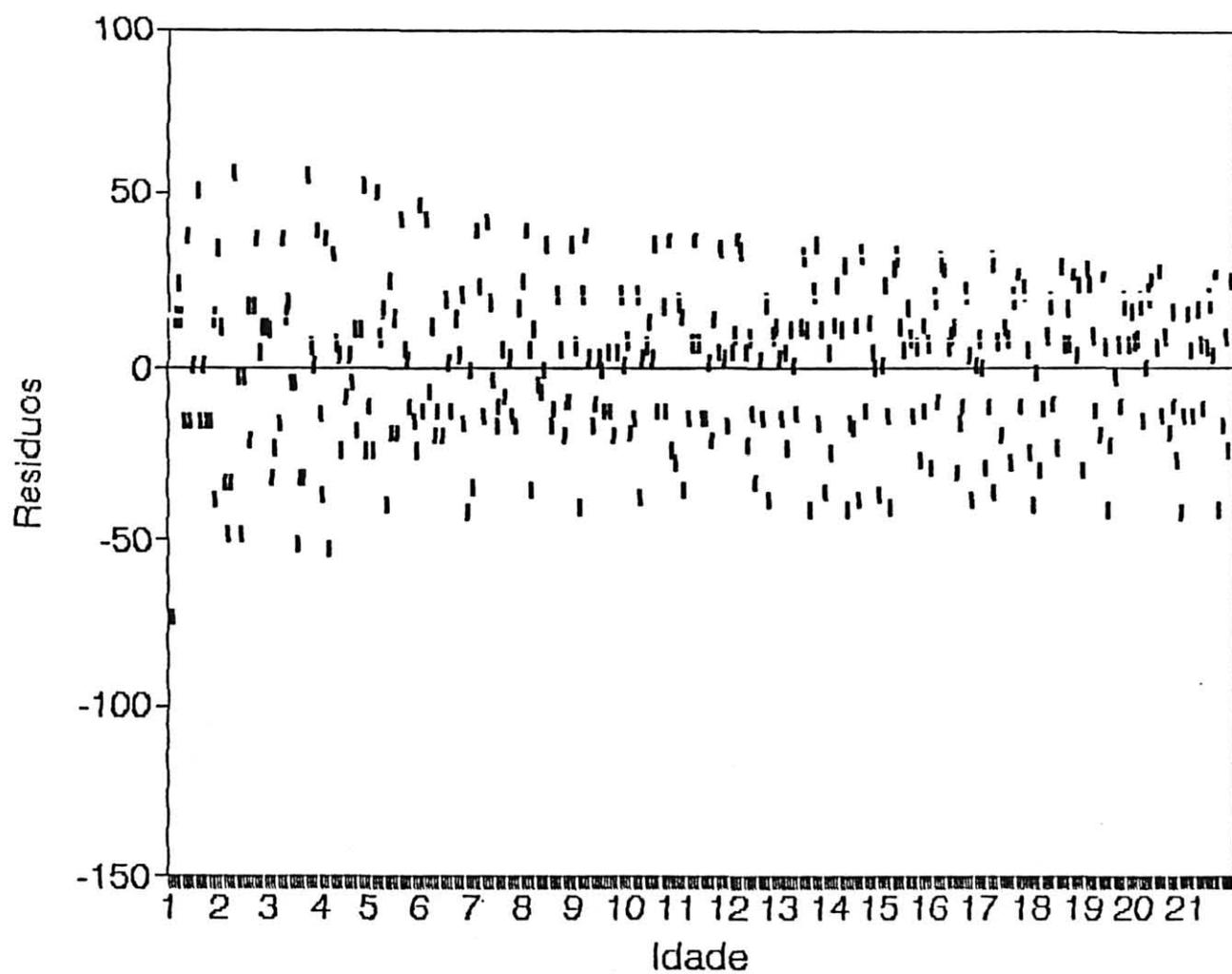


FIGURA 13 - ANÁLISE GRÁFICA DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO PARA CLASSE DE DAP 60 - 70 CM

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSMAN, E. **The principles of forest yield study.** Munique, Pergamon Press, 1961. 506 p.
- 2 BARROS, P. L. C. **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do planalto Tapajós.** Curitiba, 1980. 123 f. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 3 CERENA. **Inventário do Pinheiro do Paraná.** Curitiba: CODE-PAR, 1966. 104 f.
- 4 CHYO, M.; AOKI, H.; HAGA, N. Análise de tronco de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. nativa do parque estadual de Campos do Jordão-SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, (2.: 1982; Campos do Jordão). **Anais.** Campos do Jordão: Instituto Florestal, 1982. Edição especial de: **Silvicultura em São Paulo**; v. 16 A, p. 919-927, 1982.
- 5 DANIEL, T. W.; HELMS, J. A.; BACKER, F. S. **Principios de silvicultura.** México: McGraw-Hill, 1982. 492 p.
- 6 DAVIS, K. P. **Forest management: regulation and valuation.** New York: McGraw-Hill, 1966. 519 p.
- 7 DRAPPER, N.; SMITH, H. **Applied regression analysis.** 2 ed. New York: J. Willey, 1981.
- 8 ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes.** São Paulo: Blucher, 1974. 293 p.
- 9 FOURNIER - ORIGGI, L. A. **Fundamentos de ecologia vegetal.** Universidade de Costa Rica. Costa Rica, 1970.
- 10 FRITTS, H. C. **Tree rings and climate.** Londres: Academic Press, 1976. 567 p.
- 11 GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, S. **Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Flona de Três Barras.** Curitiba. FUPEF IBAMA, 1990. 24 f.
- 12 HOSOKAWA, R. T. **Manejo e economia de florestas.** Roma: FAO, 1986. 125 p.
- 13 HUSCH, B.; MILLER, C.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** 2 ed. New York: The Ronald, 1982. 402 p.
- 14 INVENTÁRIO florestal da Flona de Três Barras: florestas nativas. Curitiba. FUPEF, IBAMA, 1990. 341 f.

- 15 KRAMER, J. P.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
- 16 LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.
- 17 LARCHER, W. **Fisiologia vegetal**. Barcelona: Omega, 1977. 297p.
- 18 LOETSCH, F. et al. **Forest inventory**. Munique: B. L. V., 1973. 469 p.
- 19 MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (coord.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v.1, p. 330-350.
- 20 MATOSDEDIGDO, S. Utilização de florestas tropicais com ênfase em uma produção contínua na Indonésia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, (3.: 1978 Manaus). **Anais**. Manaus: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1978. Edição Especial de: **Silvicultura**, São Paulo, v.13 A, 60-64, 1978.
- 21 MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B.; BOHNING, R. H. **Introdução à fisiologia vegetal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1970. 564 p.
- 22 MEYER, H. A.; et al. **Forest management**. New York: Ronald Press, 1961. 282 p.
- 23 MOREY, P.R. **O crescimento das árvores**. São Paulo: EDUSP, 1980. 72 p.
- 24 NOGUEIRA, A. C. **Reação do crescimento radial da Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze em florestas naturais que sofreram corte seletivo**. Curitiba, 1989. 107 f. Tese. Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 25 REITZ, R.; KLEIN, L. M. **Araucariaceas**. Itajai: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62 p.
- 26 RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1971. 294 p.
- 27 SANTA CATARINA. Governo. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto cruzeiro, 1986. 173 p.
- 28 SEITZ, R. A. A regeneração natural de **Araucaria angustifolia**. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. (1.: 1982: Campos do Jordão). **Anais**. Campos do Jordão: Instituto Florestal, 1982. Edição Especial de: **Silvicultura em São Paulo**, v.16 A, p. 412-420, 1982.

- 29 SEITZ, R. A. Crown development of *Araucaria angustifolia* in its natural environment during sixty years. In: CANOPY STRUCTURE IN RELATION TO PRODUCTIVITY. Proceedings. Ibaraki: Forestry and Forest, Products Research Institute, 1986. p. 129-146.
- 30 SILVA, V. S. M. Programação simulada de produção contínua em floresta tropical úmida da amazônia. Curitiba, 1982. 90 f. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 31 VELOSO, H. P. et al. Sistema fisionômico-ecológico de classificação da vegetação brasileira. IBGE. Rio de Janeiro, 1991. 123 P.