

ROBERTO ROCHADELLI

**CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DA BRACATINGA
(*Mimosa scabrella Bentham*) NA REGIÃO METROPOLITANA
DE CURITIBA-NORTE (RMC-N)**

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora como requisito parcial na obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais-MSc. no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anadalvo J. dos Santos

CURITIBA — PARANÁ

1997



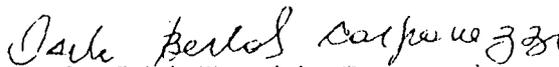
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

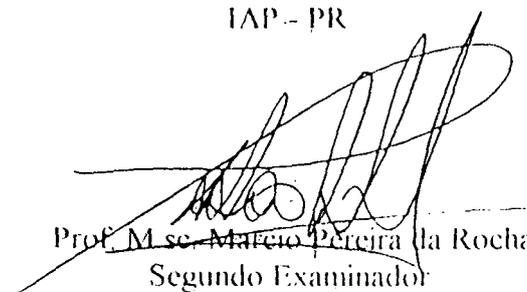
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **ROBERTO ROCHADELLI**, sob o título "**CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DA BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Bentham) NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA - NORTE (RMC-N)**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com média final: ($7,0$), correspondente ao conceito: (**A**).

Curitiba, 27 DE FEVEREIRO DE 1997


Pesq. M.Sc. Odete Terezinha Carpanezzi
Primeira Examinadora
IAP - PR


Prof. M.sc. Marcelo Pereira da Rocha
Segundo Examinador
UFPR


Prof. Dr. Anadário Juazeiro dos Santos
Orientador e Presidente da Banca
UFPR

A meus pais, Manoel Rochadelli e Iva Nazário
pelo exemplo de vida que muito contribuiu para
minha formação.

Meu reconhecimento.

A minha esposa, Lucimar, pelo incentivo
e compreensão durante as diversas fases
de elaboração deste trabalho.

Dedico.

A meus filhos, Rafael, Henrique e Douglas,
pela alegria da vida.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Anadalvo Juazeiro dos Santos, meu orientador, que com seu incentivo e sugestões realizou uma orientação eficaz.

Ao Professor Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa, pela co-orientação e experiência, que com suas sugestões incentivou e dirigiu a realização deste trabalho.

Ao Professor M.Sc. Umberto Klock, pela co-orientação, amizade e credibilidade.

À Coordenação de Capacitação de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de demanda social.

À empresa Cal Cem Indústria de Minério Ltda, na pessoa do Sr. Antonio Cavalli, que gentilmente permitiu a coleta de dados em suas propriedades.

À Arsulina B. da Rosa, Dorval Ribeiro, Luis Carlos da Rosa, Manoel E. da Rosa, José I. da Rosa, Pedro R. de Paula, Antonio Vicente, Antonio R. da Silva, Aldolino Pavanello, Davi da Silva, João E. Nodari, Ildo Rodrigues, Benjamim Scremim, Joel S. da Silva, Manoel Scremim, Valdemar Ribeiro, Vitorino Rosa, Antonio S. Scremim, José Scremim, Davi Scremim, Luis Scremim, Anuncio A. Gusso, Antonio P. da Rosa, Valentim P. da Rosa, Ana A. N. Scremim, Pedro M. de Brito e Brasílio Gusso, pela receptividade e simpatia, durante a fase de coleta dos dados sócio-econômicos da região de estudo.

À voluntariosa colaboração de: Anderson de Souza, Robson S. Selner, Ricardo Mores, Roberto M. de Souza, Gilson de Souza, Renato Teixeira, Márcio T. Interaminense, Cristian Majczack, Jairo A. V. Reinhardt, Guilherme Rubini, Roberto Montes Neto, Suzana Zimmermann, Luciano B. Schaaf, Calsbad Pereira, André V. Gimouski, Sávio Sensi, Ricardo J. Klitzke, Keyla Trefflich, Fábio Sölter, Carlos A. Gottschild, Marcelo A. G. de Sant'Ana, Josiane de O. Haag e Joema Carvalho, além dos

moradores do local de coleta: Sr. Fernando Adir Gusso, Antonio Adir Gusso, Nilson Adir Gusso, Tereza Adir Gusso e Alceu Ribeiro de Paula, amigos que participaram de fases importantes do projeto, as quais demandaram maior volume de mão de obra, como coleta de dados de campo.

BIOGRAFIA

Roberto Rochadelli, filho de Manoel Rochadelli e Iva Nazário, nasceu em Ivaiporã, Estado do Paraná, em 12 de Setembro de 1961.

Concluiu o Curso Primário no Seminário Nossa Senhora de Salete, no Município de Salete, Estado de Santa Catarina. Iniciou o Curso Ginásial no Seminário Santa Maria, no Município de Iratí, Estado do Paraná, que foi concluído no Colégio Santa Maria, em Curitiba, neste mesmo Estado. Coursou o Segundo Grau no Colégio Estadual do Paraná, onde formou-se com habilitação em Técnicas de Análises Clínicas.

Exerceu no período 1983-86, a nível de contratado pela Prefeitura do Município de Mundo Novo, Estado do Mato Grosso do Sul, a função de responsável técnico pela implantação do Horto Municipal e execução de obras de paisagismo e arborização urbana.

Trabalhou de forma autônoma na prestação de serviços de paisagismo e ajardinamento em Curitiba, no período de 1987-89, quando foi aprovado no Exame Vestibular da Universidade Federal do Paraná, para ingressar no Curso de Engenharia Florestal, onde além das obrigações curriculares, desenvolveu atividades iniciando-se desde então no ramo da pesquisa junto ao grupo “Qualidade e produtividade na atividade florestal primária”.

Formou-se Engenheiro Florestal em Março de 1995, quando foi então admitido no Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	ix
LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 <u>OBJETIVOS</u>	4
3 <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	5
3.1 ESPÉCIE ESTUDADA.....	5
3.2 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS.....	7
3.2.1 Modelos Hipsométricos.....	7
3.2.2 Modelos Volumétricos.....	9
3.2.3 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas.....	10
3.2.4 Modelos Afilamétricos.....	10
3.2.5 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto (DAP).....	13
3.2.6 Traçamento ótimo simulado do fuste.....	13
3.2.7 Critério de rotação de Renda Bruta.....	13
3.3 PRODUTIVIDADE DA BRACATINGA.....	15
3.4 DEMANDA POR MÃO DE OBRA E RENDA GERADA NA ATIVIDADE.....	16
3.5 REGULAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA E O CONCEITO DE MODELO FLORESTAL NORMAL.....	18
3.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E SUA INFLUÊNCIA NOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MATÉRIA PRIMA MADEIRA.....	19

4 <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	24
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS.....	24
4.3 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS.....	26
4.3.1 Critérios de seleção dos melhores modelos estimadores.....	26
4.3.2 Modelos Hipsométricos.....	27
4.3.3 Modelos Volumétricos.....	27
4.3.4 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas.....	28
4.3.5 Modelos Afilamétricos.....	29
4.3.6 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto DAP....	29
4.3.7 Traçamento ótimo simulado do fuste.....	30
4.3.8 Critério de rotação de Renda Bruta.....	31
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL.....	32
4.5 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA “IDEAL”.....	33
4.6 OBTENÇÃO DO MATERIAL PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS.....	34
4.7 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS.....	35
4.8 MODELAGEM DOS COMPONENTES QUÍMICOS DA MADEIRA.....	36
5 <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	39
5.1 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS.....	39
5.1.1 Modelos Hipsométricos.....	39
5.1.2 Modelos Volumétricos.....	40
5.1.3 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas.....	40
5.1.4 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto (DAP)..	41
5.1.5 Modelos Afilamétricos.....	41

5.1.6 Traçamento ótimo simulado do fuste.....	42
5.1.7 Critério de rotação de Renda Bruta.....	43
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA SEGUNDO SUA SITUAÇÃO FUNDIÁRIA.....	45
5.3 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL SEGUNDO SUA CONTRIBUIÇÃO SÓCIOECONÔMICA.....	47
5.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA “IDEAL” E SUA CONTRIBUIÇÃO SÓCIOECONÔMICA.....	49
5.5 MODELAGEM DOS COMPONENTES QUÍMICOS DA MADEIRA.....	52
6 <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	56
7 <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	58
ANEXO 1 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO GAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DIÂMETRO.....	62
ANEXO 2 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO QUE ESTIMA O DIÂMETRO RELATIVO ($d_{0,1}$) EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ABSOLUTO (DAP).....	70
ANEXO 3 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO AFILAMÉTRICO.....	74
ANEXO 4 - COMPONENTES QUÍMICOS (DADOS OBSERVADOS) E RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIAS (ANOVA).....	78

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 01 - ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA BRACATINGA NOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA.....	6
TABELA 01 - ATIVIDADES E MÃO DE OBRA UTILIZADA NA PRODUÇÃO DE BRACATINGA.....	17
FIGURA 02 - ESQUEMA DE COLETA DO MATERIAL PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS.....	34
TABELA 02 - VOLUME E RENDA GERADA PELO TRAÇAMENTO ÓTIMO SIMULADO DO FUSTE.....	42
TABELA 03 - ÁREA DAS PROPRIEDADES, PERCENTUAL DE BRACATINGAIS E GRUPOS HOMOGÊNEOS DE PROPRIEDADES.....	46
TABELA 04 - CONTRIBUIÇÃO SÓCIOECONÔMICA DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL.....	48
TABELA 05 - CONTRIBUIÇÃO SÓCIOECONÔMICA DA ESTRUTURA PRODUTIVA IDEAL.....	50

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

QUADRO 01 - MODELOS DE RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS.....	27
QUADRO 02 - MODELOS DE RELAÇÕES VOLUMÉTRICAS.....	27
QUADRO 03 - MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA.....	28
QUADRO 04 - ANÁLISES QUÍMICAS E RESPECTIVAS NORMAS UTILIZADAS.....	36
QUADRO 05 - MODELOS HIPSOMÉTRICOS DE MELHOR AJUSTE.....	39
QUADRO 06 - MODELOS VOLUMÉTRICOS DE MELHOR AJUSTE.....	40
QUADRO 07 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO MODELO RENDA BRUTA = F (IDADE).....	44
QUADRO 08 - ESTIMATIVA DA RENDA BRUTA E INCREMENTOS MÉDIO E CORRENTE ANUAL.....	44
QUADRO 09 - EVOLUÇÃO DO ESTOQUE EM RENDA BRUTA, PARA AS DIVERSAS ESTRUTURAS PRODUTIVAS.....	51
QUADRO 10 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE AJUSTE DO MODELO HOL = F (LIG).....	53
QUADRO 11 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE AJUSTE DO MODELO LIG = F (IDADE).....	54
QUADRO 12 - ESTIMATIVAS DA BIOMASSA TOTAL, LIGNINA E HOLOCELULOSE PARA O POVOAMENTO.....	55
GRÁFICO 01 - ESTIMATIVA DA RENDA BRUTA AO LONGO DO TERMO IDADE.....	44

GRÁFICO 02 - CURVAS DE INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL.....	44
GRÁFICO 03 - EVOLUÇÃO DO ESTOQUE EM RENDA BRUTA, PARA AS DIVERSAS ESTRUTURAS PRODUTIVAS.....	51
GRÁFICO 04 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE EXTRATIVOS EM ÁGUA FRIA AO LONGO DAS IDADES.....	52
GRÁFICO 05 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE EXTRATIVOS EM ÁGUA FRIA AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS.....	52
GRÁFICO 06 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE HOLOCELULOSE AO LONGO DAS IDADES.....	53
GRÁFICO 07 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE HOLOC. AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS.....	53
GRÁFICO 08 - ESTIMATIVA DOS TEORES DE HOLOCELULOSE EM FUNÇÃO DOS TEORES DE LIGNINA.....	53
GRÁFICO 09 - ESTIMATIVA DOS TEORES DE LIGNINA EM FUNÇÃO DAS IDADES.....	54
GRÁFICO 10 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE LIGNINA AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS.....	54
GRÁFICO 11 - ESTIMATIVAS DA BIOMASSA TOTAL, LIGNINA E HOLOCELULOSE PARA O POVOAMENTO.....	55

RESUMO

A *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga) caracteriza-se por ser espécie florestal de extrema importância sócio-econômica na Região Metropolitana de Curitiba (PR), viabilizando o aproveitamento dos terrenos declivosos que predominam na sua porção Norte. Sua biomassa vem sendo utilizada na forma de lenha, pelos ramos de mineração (produção de cal e/ou calcário), cerâmica e alimentício. Nos últimos anos, o setor de mineração, responsável pelo consumo de $\pm 60\%$, vem adotando, devido a aspectos técnicos e legais, a utilização de serragem em substituição à matéria prima lenha para o aquecimento dos seus fornos. Em função disto, os produtores de bracatinga defrontam-se com um drástico decréscimo na demanda pelo produto lenha. Desenvolvida de forma conjunta e utilizando-se de dados da linha de pesquisa “Identificação e quantificação dos principais componentes químicos da madeira da *Mimosa scabrella* (bracatinga) relacionados com parâmetros de Manejo Florestal”, formalizada oficialmente junto ao CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil sob o título “Qualidade e produtividade na atividade florestal primária” (Processo 300167/77-6 RN), esta dissertação visa analisar e otimizar a estrutura produtiva da espécie no tocante a sua contribuição social (demanda por mão de obra) e econômica (geração de renda), utilizando-se do conceito de Modelo Florestal Normal. Visando otimizar e oferecer opções de novos usos à sua biomassa, foi também analisada sua composição química em termos de idade e classe social. Através de entrevista direta em uma amostra da região, caracterizou-se a estrutura produtiva atual, segundo sua estrutura fundiária e contribuição sócio-econômica. A estrutura produtiva ideal foi caracterizada utilizando-se do modelo de produção em Renda Bruta, obtido através do sortimento do fuste da espécie em bitolas para serraria, peças de escora para a construção civil e lenha. A máxima produtividade, segundo o modelo citado, ocorreu aos 5 anos, idade definida então como ideal para o corte final. Utilizando-se desta idade de rotação e estimando a renda gerada através do modelo de produção em Renda Bruta, caracterizou-se a estrutura produtiva ideal, que mostrou acréscimo de 40,01% na contribuição social e de 18,01% na contribuição econômica, em relação a estrutura produtiva atual, que toma como idade ideal de corte a idade de 7 anos. A composição química da madeira da espécie, mostrou diversas tendências significativas de variação ao longo das idades e classes sociais, sendo considerada como informação útil à utilização otimizada de sua biomassa para outros fins industriais. De forma geral, conclui-se que a regulação da estrutura produtiva e a otimização de sua biomassa vêm a ser de extrema importância para a manutenção de sua viabilidade.

ABSTRACT

Mimosa scabrella Bentham (bracatinga) characterize as a social economic forest specie of extreme importance in the Metropolitan Region of Curitiba, Paraná State, looking for the utilization of the slopes that are predominants in the North portion. Its biomass have been used as firewood, by the mining sector, responsible for the consumption of about 60%, is adopting, due technical and legal aspects, the use of sawdust substituing the raw material firewood to warm up its ovens. Then, the bracatinga producers confront the drastic decrease of the demand for firewood. Developed in conjunct form and using data from the research "Identification and quantification of the main chemical components of *Mimosa scabrella* wood (bracatinga) related with parameters of Forest Management" (Process 300167/77-6 RN), this dissertation seek to analyse and optimize the productive structure of the specie in its social contribution (demand for manual work) and economical (income generation), using the concept of Norma Forest Model. To optimize and to offer options of new uses for its biomass, it was also analysed its chemical composition in terms of age and social class. Through the direct interviews in a sample of the area, characterized the present production structure, according its landed structure and social and economic contribution. The ideal productive structure was characterized using the production function of Gross Income, obtained through the assortment of the stem of this specie in gauge of sawmill, building and firewood. The maximum average productivity, according the cited model occurred in the age of 5 years, age defined as ideal for clear cut. Using this rotation age and estimating the income generated through the production model of Gross Income, characterized the ideal productive structure, that showed increase of 28,58% in the social contribution and 15,26% in the economical contribution, in relation to the present productive structure, that takes the age of 7 year as ideal for clear cut. The chemical composition of the wood of this specie showed many significatives tendencies of variation from ages and social classes, being considered as useful information the optimize use of its biomass for other industrial ends. In general, it is possible to conclude that the regulation of the productive structure and optimization of its biomass can be very important for the maintenance of its feasibility.

1 INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC), notadamente a porção Norte, representa um caso peculiar no contexto das regiões metropolitanas brasileiras, por abranger uma ampla área rural, pouco integrada à rede urbana. Esta característica tem fortes consequências em termos de desenvolvimento rural, pois impõe pressões e restrições alheias à realidade do campo.

A região conta com uma população rural de aproximadamente 120.000 habitantes (IBGE, 1987), que diminuiu drasticamente entre os anos 70 e 80, em decorrência das fortes migrações campo-cidade, provocadas pela desestruturação da pequena e média propriedade familiar.

Em particular, a RMC apresenta, no lado norte, restrições em termos de relevo e solos, o que restringe a viabilidade de modelos de desenvolvimento baseados na intensificação dos cultivos agrícolas. Somente em pequenas áreas é possível fomentar cultivos tecnicamente desenvolvidos e rendosos.

A agrossilvicultura da bracatinga vem a assegurar uma renda monetária regular aos produtores, desde que estes disponham de terras suficientes para manter uma superfície mínima cultivada de maneira a permitir uma produção anual constante, ocupando uma importância crescente nas propriedades rurais do norte da RMC. O sistema viabiliza uma intensificação em relação às rotações tradicionais de agricultura migratória, sem implicar num incremento dos níveis de insumos e capital empregado. Além disto, a produção de bracatinga, apesar de exigir tarefas pesadas e trabalho concentrado em períodos específicos do ano, caracteriza-se por ser um sistema produtivo pouco complexo e que prescinde de baixos níveis de tecnologia, pois sua manutenção não depende de nenhum tipo de insumo industrial. Esta situação vem de encontro à realidade do produtor rural vinculado a este sistema de produção. A questão da mão de obra

vem a ser relativamente limitante, sendo na sua maioria suprida pela mão de obra familiar e através da contratação de terceiros, cujo pagamento pode ser feito tanto em moeda quanto na forma de produto *in natura*.

O que caracteriza o sistema de cultivo da bracatinga, é a associação da cultura do milho e do feijão com a espécie florestal. A área de cultivo disponível é subdividida pelo produtor em parcelas ou talhões de tamanhos aproximadamente semelhantes, geralmente em número igual ao número de anos correspondente ao período de rotação da espécie florestal.

Por ser uma espécie pioneira e de ciclo curto que permite o corte entre os 5 e 8 anos de idade, a bracatinga viabiliza a manutenção dos níveis de renda nas propriedades rurais, onde, paulatinamente as produções agropecuárias passaram a ter um simples papel de subsistência. A lenha de bracatinga chega a constituir, em muitas propriedades, o produto comercial de maior importância, respondendo por até 70% da renda familiar.

A biomassa da espécie vem sendo utilizada na forma de escoras para olericultura e para a construção civil e principalmente para usos com finalidades energéticas, na forma de lenha, que supre as necessidades das indústrias processadoras de cal, olarias e cerâmicas, além das indústrias de panificação e processamento de produtos alimentícios.

O ramo caieiras¹, que consome cerca de 60% da matéria prima total produzida pelo sistema, vem a partir dos últimos anos, incorporando à sua linha de produção um novo tipo de matéria prima que substitui a lenha como fonte de energia para o processamento da cal. Esta matéria prima vem a ser a serragem e resíduos de serrarias de pequenas dimensões, os quais são altamente eficientes no processo, mantendo constante a temperatura dos fornos, o que favorece a obtenção de um produto final de ótima qualidade. Esta mudança tecnológica vem sendo cada vez mais incorporada, sendo que, em um curto espaço de tempo, mais da metade

¹ ramo caieiras: refere-se ao ramo que agrega as indústrias processadoras de cal e/ou calcário.

das empresas do ramo já a utiliza, em um crescente que logo atingirá os níveis de totalidade.

Para as empresas do ramo, a nova matéria prima vem a se constituir em ótima opção, devido ao decréscimo nos custos, melhoria na qualidade do produto e minimização nos problemas relativos a obtenção de terras para o cultivo de bracatinga.

Em função disto, esta dissertação procura otimizar tanto a estrutura produtiva, no que diz respeito a sua contribuição sócio-econômica, quanto as perspectivas de utilização do produto, não somente como lenha, mas como matéria prima diferenciada e selecionada, de acordo com os padrões de mercado, facilidades durante o processamento ou até da qualidade do produto final.

Deve-se também ressaltar que, esta dissertação foi desenvolvida de forma conjunta e portanto utiliza-se de dados do projeto de pesquisa “Identificação e quantificação dos principais componentes químicos da madeira da *Mimosa scabrella* (bracatinga), relacionados com parâmetros de Manejo Florestal”. Esta linha de pesquisa, estando em andamento desde 1993 sob a coordenação do Professor *Doctor Rerum Naturalium* Roberto Tuyoshi Hosokawa, foi formalizada oficialmente junto ao CNPq em 1995 no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, sob o título de “QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA ATIVIDADE FLORESTAL PRIMÁRIA” (Processo 300167/77-6 (RN)). Desta forma, foram resgatados do referido projeto desde dados puros até referências de trabalhos publicados e que foram de extrema importância para a conclusão das análises aqui efetuadas, sendo portanto válida a sua utilização devido a fazerem parte, juntamente com os dados sócio econômicos levantados pelo autor, de um mesmo conjunto original e uma mesma realidade de campo.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi analisar e otimizar a contribuição sócio-econômica da *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga) no que se refere aos níveis de renda bruta e ao número de empregos gerados pela atividade. Foram também analisados os teores dos diferentes componentes químicos da sua madeira, aos níveis de idade e classes sociais dos povoamentos, afim de fornecer subsídios para a otimização da utilização da biomassa da espécie. Estes objetivos foram cumpridos nas seguintes etapas:

- otimização do fuste da bracatinga, através do seu traçamento simulado em peças para serraria, escoras para a construção civil e lenha;
- estimativa da rotação da espécie, de acordo com os critérios de renda bruta advinda da valoração do traçamento simulado do fuste;
- análise da atual estrutura produtiva de bracatinga observada na região de estudo e sob regime de manejo sustentado, segundo sua situação fundiária, áreas plantadas e suas respectivas idades;
- definição da estrutura ideal, de acordo com a idade de rotação estimada pelo modelo de renda bruta;
- análise da estrutura atual e da ideal, no que se refere à demanda por mão de obra e geração de renda.
- determinação e análise ponderada dos teores dos componentes químicos da madeira da espécie estudada;
- modelagem dos dados referentes às análises químicas, utilizando como básico o modelo de produção de biomassa seca testado por HOSOKAWA *et al* (1996), e que permite a obtenção do peso da biomassa seca em toneladas por hectare, a partir da variável idade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESPÉCIE ESTUDADA

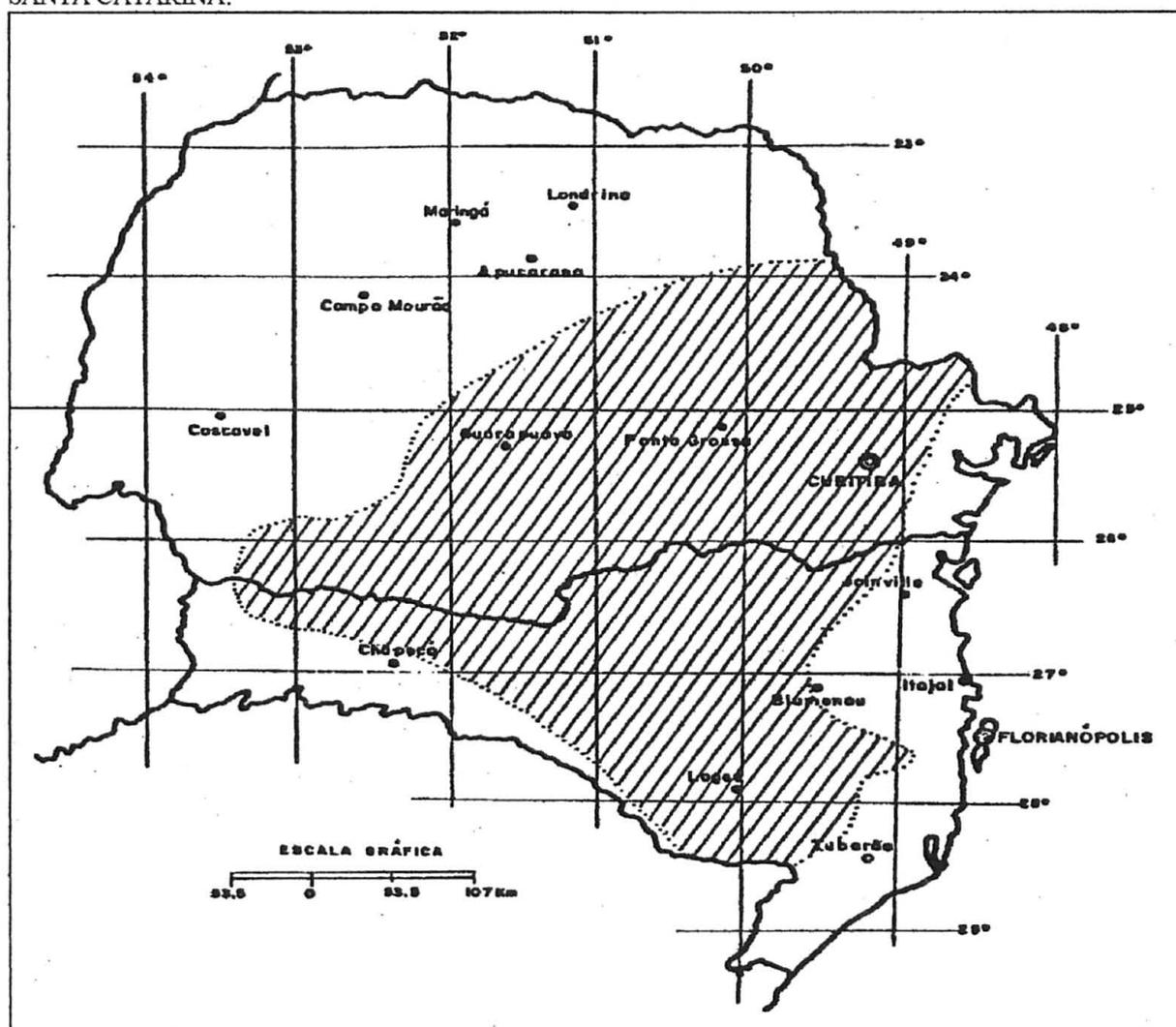
A bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) pertence à família Mimosaceae e segundo CARPANEZZI *et al* (1988), trata-se de árvore perenifolia, que pode atingir mais de 20 m de altura com diâmetros a altura do peito (DAP) que raramente ultrapassam 40 cm. Possui tronco alto e esbelto quando em maciços, ou curto e ramificado quando em árvores isoladas. Com ramificação simpodial e densa e copa umbeliforme de tonalidade clara até acinzentada, seus ramos são pilosos e ligeiramente avermelhados quando jovens. Suas folhas são compostas, bipinadas, paripinadas, com 5-7 pares de folíolos, e alternas espiraladas. As inflorescências apresentam-se em capítulos pedunculados (Abril-Setembro) e os frutos tipo legume deiscente. Os agricultores nos municípios próximos a Curitiba apontam três variedades de bracatinga, a saber: branca, vermelha e argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*).

A *Mimosa scabrella* Bentham é de ocorrência natural nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FIGURA 01), com ocorrências esporádicas nos estados de Minas Gerais e Goiás. Esta área estende-se desde a Latitude de 23°50'S até 29°40'S e Longitude de 48°30'W até 53°50'W, com variações altitudinais entre 500 e 1500 m e predominância, segundo Köppen, do tipo climático Cfb (ROTTA e OLIVEIRA, 1981).

O mais importante uso atual da madeira é para energia, como lenha e secundariamente, como carvão. Fornece também escoras para a construção civil e peças finas para estaleiros de olericultura. Serrada ou torneada, tem sido utilizada em móveis, inclusive de exportação, após tratamento adequado de secagem e usinagem. É também utilizada na fabricação de aglomerados e compensados de uso geral. As lâminas as vezes são vendidas sob a designação

de “imbuia-branca”, em função dos desenhos atraentes. Tem sido usada também, em pequena escala, na fabricação de papel higiênico, pelo processo de pasta mecânica, em mistura com madeira de Pinus (20% de bracatinga e 80% de Pinus). Cogita-se, ainda, a possibilidade de sua utilização na fabricação de papéis para imprensa e escrita. Somados a esses usos, é citada a potencialidade da espécie como planta apícola, forrageira e na recuperação de áreas degradadas (CARPANEZZI, 1988).

FIGURA 01 - ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA BRACATINGA NOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA.



FONTE: SOARES & HOSOKAWA, 1982.

3.2 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS

Para definição da evolução das bitolas comerciais, é necessário dispor de dois instrumentos: uma função de distribuição do número de árvores por classe diamétrica, e uma função de afilamento que permite a simulação de traçamento do fuste, nas bitolas desejáveis ou exigidas pelo mercado consumidor. A utilização de uma função afilamétrica relativa prescinde ainda de uma função hipsométrica e uma função volumétrica, as quais são utilizadas para estimar o volume absoluto das peças obtidas pelo traçamento simulado do fuste.

3.2.1 Modelos Hipsométricos

Relações hipsométricas são a expressão da relação funcional entre as alturas das árvores individuais de um povoamento florestal e seus respectivos diâmetros (HOSOKAWA E SOUZA, 1990), e são preparadas por espécie, sítio, idade e tratamento silvicultural, a partir de uma amostra de pares de dados representativa do povoamento. Segundo os mesmos autores, a altura de uma árvore, numa determinada idade, é o produto dos fatores sítio, idade e densidade. O diâmetro, na mesma idade e sítio, é produto da densidade. Entretanto, se as alturas médias por classe de diâmetro são representadas graficamente, uma tendência curvilínea e côncava é geralmente obtida. Do ponto de vista silvicultural, a relação altura-diâmetro é um indicador da estrutura do povoamento, sendo de interesse prático, pois entra na fórmula de cálculo do volume, além de ser de fácil obtenção no campo.

Segundo BURGER (1980) diferenciam-se rigorosamente duas correlações: uma descreve o desenvolvimento do povoamento (curva sigmóide de crescimento) e a outra o estado do mesmo num determinado momento. Afirma ainda o autor que: a) em povoamentos

jovens e em sítios bons a curva é íngreme, enquanto em povoamentos velhos e em sítios ruins a curva é mais plana; b) em dois levantamentos de um mesmo povoamento em duas idades diferentes, a curva do segundo levantamento não descreve a continuidade da curva do primeiro levantamento, mas sim, a segunda curva fica mais alta que a primeira.

SCHMIDT (1978) estudando métodos de determinação indireta de relações hipsométricas, obteve como melhor modelo preliminar o modelo de Stoffels ($h = b_0 + b_1 d^{b1}$).

BEMERGUI (1980) estudando as relações hipsométricas para uma floresta tropical do Centro Florestal Herrera em Iquitos no Peru, comparou 21 modelos e escolheu como melhor o hiperbólico de Prodan, com um Coeficiente de Determinação (R^2) de 0,89.

Já NUNES (1986) estudando as relações hipsométricas para a floresta da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, concluiu que nem sempre as maiores alturas correspondem aos maiores diâmetros, ocorrendo uma leve tendência da curva se inclinar para baixo, devido a presença de espécies heliófilas que se caracterizam por um crescimento acentuado em altura para um respectivo diâmetro reduzido.

De acordo com CARPANEZZI *et al* (1988), técnicos da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) utilizando 1983 árvores de seis povoamentos de regeneração natural, com idades entre 4,5 e 9,5 anos, de diferentes densidades e sítios, obtiveram a seguinte equação para estimar a altura de árvores de bracatinga:

$$H = 5,0687 + 0,2930 * DAP - 0,0408 * DAP^2 + 0,0617 * DAP * Hdom$$

onde: H = altura estimada;

DAP = diâmetro a altura do peito;

Hdom = altura dominante.

Segundo os autores, esta equação apresenta erros inferiores a 10% em estimativas da altura média, sendo que os valores mais precisos são obtidos em sítios de qualidade boa e média.

3.2.2 Modelos Volumétricos

Uma equação de volume é uma equação matemática que expressa quantitativamente o volume de árvores individuais, variável dependente, em função do diâmetro (DAP) ou da altura (Ht) ou de ambos (HOSOKAWA e SOUZA, 1990).

BURGER (1980) definiu volume como sendo o elemento que caracteriza de forma mais direta a capacidade produtiva do sítio. Porém, ressalta o autor, o volume em pé é relativamente difícil de ser medido e com a introdução do desbaste perde sua significância para a determinação da capacidade do sítio.

Segundo HOSOKAWA e SOUZA (1990) o volume de árvores individuais de um povoamento florestal pode ser obtido mediante o emprego de uma equação de volume ou lido diretamente em uma tabela, onde a variável volume é uma função de outras variáveis da árvore como o diâmetro a altura do peito (DAP), a altura comercial (Hc) ou altura total (Ht) e a forma. No entanto, afirmam os mesmos autores, a inclusão da forma como uma terceira variável independente, dificulta e aumenta os custos operacionais. Além do mais, sua exclusão justifica-se pela inclusão das variáveis diâmetro e altura, que se correlacionam estreitamente com a forma.

AHRENS (1981) estudando a volumetria da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), testou 5 modelos, obtendo como melhor o do Fator de Forma Constante (SPURR), apresentado na sua forma analítica: $V = 0,3879DAP^2H$, onde o diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura (H) são dados em metros, e o volume comercial (V) em metros cúbicos por árvore individual.

PATON (1984) estudando estimativas de volumes individuais expressos em metros cúbicos sólidos e estéreos para bracatinga, testou treze modelos, concluindo que o da variável combinada de Spurr ($V = b_0 (d^2h)^{b_1}$) foi o que melhor se ajustou aos dados.

3.2.3 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas

O estudo das funções de distribuição do número de árvores por classe diamétrica é amplamente difundido.

FINGER (1982) estudando a distribuição de diâmetros em acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild), em diferentes povoamentos e idades, testou os modelos Normal, Log-normal, Gama, Weibull, S_b e Beta, concluindo que o modelo S_b foi o que ofereceu os melhores ajustes.

GLADE (1986) estudando prognoses de volume por classes diamétricas para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, testou os mesmos modelos utilizados por FINGER (1982), obtendo como melhor estimador o modelo Weibull.

BARROS (1980) estudando as distribuições diamétricas da floresta do planalto Tapajós-Pará, testou os modelos Exponencial tipo 1, Exponencial tipo 2, Potencial de Mervart, Hipérbole de Pierlot, Polinomial de Goff e West, Weibull e Beta, concluindo que o modelo que melhor estimou os dados originais foi o de Weibull.

3.2.4 Modelos Afilamétricos

Segundo AHRENS (1981) uma função de afilamento é uma descrição matemática do perfil longitudinal do tronco. O autor afirma que, assumindo-se que a secção transversal seja circular em qualquer ponto ao longo do tronco, o seu volume pode ser obtido por integração daquela função.

A função de afilamento permite a simulação de traçamento do fuste nas bitolas desejáveis ou exigidas pelo mercado consumidor, sendo determinada para árvores médias de

cada classe diamétrica. Para se obter o número de toras e o volume por bitolas é preciso extrapolar os resultados de simulação de traçamento das árvores médias, para todas as árvores em cada classe diamétrica. A soma dos resultados de cada classe diamétrica fornecerá as estimativas para o povoamento.

De acordo com PELLICO NETTO (1981) se o volume é estimado através do ajuste de uma função que descreva a forma da árvore, equacionada para uma série relativa de diâmetros como função de uma série relativa de alturas, de tal forma que:

$$A_x = f(B_x)$$

sendo: $A_x = d_i / d_{0,1}$

$$B_x = h_i / h$$

onde: A_x = série relativa contínua de quocientes de forma;

B_x = série relativa contínua de quocientes de altura;

d_i = diâmetro a uma determinada altura;

$d_{0,1}$ = diâmetro a 10% da altura total;

h_i = determinada altura da árvore;

h = altura total;

O volume relativo é obtido pela fórmula:

$$V = (\pi / 4) h \int_0^1 [f(x)]^2 dx$$

onde: V = volume relativo;

$f(x)$ = função de afilamento.

Fazendo-se $h_i / h = 1$, obtém-se o volume relativo total da árvore, que por regra de três simples fornece o volume relativo de cada peça. Este volume torna-se absoluto quando comparado ao valor obtido pela equação que estima o volume do fuste de árvores individuais.

O mesmo autor conclui em seu trabalho que a série relativa contínua de forma tem a

vantagem adicional de todas as árvores serem compatíveis independentemente do seu tamanho e idade. Desta forma, a série pode ser comutativa e permite que novos indivíduos amostrados sejam incorporados ao conjunto de árvores já anteriormente incluído na série, sem que seja necessário pesquisar uma outra função matemática. A função anterior será sempre mantida.

MOURA (1994) estudando a forma do fuste até a altura comercial e métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia Brasileira, testou vários modelos citados na literatura e obteve como melhores os seguintes:

$$d_i = b_0 d^{b_1} (h / (h + h_i)^{b_2}) h^{b_3}$$

$$d_i = b_0 d^{b_1} (1 / h_i + 1,3)^{b_2} h^{b_3}$$

onde: d_i = diâmetro a uma determinada altura;

d = diâmetro à altura do peito;

h_i = uma determinada altura;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

HOSOKAWA e GLADE (1986) estudando uma floresta de *Araucaria angustifolia*, na região de Açungui, concluíram que o polinômio de quinto grau foi o melhor estimador, e o recomendam por apresentar a vantagem de descrever a forma da árvore com uma única função, facilitando sua integração e oferecendo uma boa precisão. A função utilizada pelos autores é definida por:

$$d_i / d_{0,1} = b_0 + b_1 (h_i / h) + b_2 (h_i / h)^2 + b_3 (h_i / h)^3 + b_4 (h_i / h)^4 + b_5 (h_i / h)^5$$

onde: d_i = diâmetro a uma determinada altura;

$d_{0,1}$ = diâmetro a 10% da altura;

h_i = uma determinada altura;

h = altura;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

3.2.5 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto (DAP)

Segundo BORGES (1981) a função de afilamento expressa a forma relativa das árvores; para se obter a função de afilamento absoluta de um determinada árvore, deve-se conhecer o seu diâmetro a um décimo da altura e sua altura total. Com o intuito de facilitar a obtenção do valor de $d_{0,1}$, cuja medição é pouco prática, optou-se pela sua estimativa através da regressão linear simples, onde a variável independente é o diâmetro à altura do peito e a dependente o diâmetro a um décimo da altura total.

3.2.6 Traçamento ótimo simulado do fuste

Como citado por BORGES (1981) o seccionamento do fuste é feito com base na definição prévia das dimensões da madeira desejada ou exigida pelo mercado, ou seja, dos comprimentos padrões e das bitolas. Entre os vários comprimentos e bitolas possíveis, a preferência será sempre pelas peças de maior valor comercial.

3.2.7 Critério de rotação de Renda Bruta

Para os casos de prognose da produção existe a necessidade de predizer o nível máximo e a forma de crescimento. De acordo com HOSOKAWA (1986) uma função contínua de crescimento, que atenda as leis biológicas, deve ter ao menos quatro pontos característicos: origem igual a zero, um ponto de inflexão, um ponto de tangência de máxima e uma assíntota.

Segundo HOSOKAWA (1980) a determinação de rotação, além de ser um instrumento

de planejamento para se definir quando e de quanto será o retorno do capital investido, serve também como uma norma instrumental de manejo persistente, principalmente quando se trata de classes de manejo. A mesma descreve, além do crescimento biofísico da floresta, a evolução das rendas com o decorrer do tempo. O desenvolvimento dos cálculos físicos e econômicos de uma classe de manejo, para uma espécie e um determinado sítio, pode ser utilizado como elemento de comparação entre uma floresta desejada e uma real. Esta comparação permite um manejo adequado para dirigi-la a um objetivo pretendido, o qual se alcança geralmente quando o desenvolvimento calculatório atinge o máximo. O autor cita como exemplos diversas formas de definição de rotação: rotação fisiológica, máxima produção em volume, máxima rentabilidade, máxima produtividade e máxima renda bruta, entre outras.

Segundo OEDEKOVEN (1968) os modelos de crescimento permitem a obtenção da idade ideal de corte, segundo o critério de rotação baseado na evolução dos incrementos em volume obtidos por processo empírico. HOSOKAWA (1976) desenvolveu a formulação matemática para processos analógicos de modelagem de uma função objetivo genérica, para obtenção de seus máximos absolutos e relativos a partir do conceito de modelagem das equações diferenciais, para cálculos dos diversos tipos de rotação e de retorno de investimentos florestais, provando a sua aplicação em povoamentos implantados de *Araucaria angustifolia* Bert. O. Kuntze, no Brasil.

PATON (1984), estudando a volumetria de bracatinga, determinou um fator de empilhamento para a bracatinga igual a 1,62. Como os volumes são estimados em metros cúbicos, este valor será utilizado neste trabalho, permitindo a obtenção do volume em estéreos.

3.3 PRODUTIVIDADE DA BRACATINGA

De acordo com CARPANEZZI *et al* (1988) a produtividade de bracatingais do sistema tradicional de cultivo, na Região Metropolitana de Curitiba, varia de 7 a 15 m³/ha ano, com valor médio de 12,5 m³, equivalente a 22 st/ha ano.

Produtividades muito superiores têm sido constatadas, associadas a condições ambientais mais favoráveis (CARPANEZZI, 1994). De acordo com a autora, BAGGIO *et al* (1992)² obtiveram em plantações agrícolas tecnificadas, com bracatinga em linhas intercaladas, uma produtividade de 37 st/ha ano, aos 3 anos de idade, em povoamentos com 1500 árvores por hectare.

CARPANEZZI *et al* (1988) mencionaram produtividades anuais de 30 a 36 m³ /ha, com uma média de 33 m³/ha, o que equivale a 58,08 st/ha ano, em talhão não consorciado de 4 anos em Concórdia, no Estado de Santa Catarina, um sítio favorecido pelas condições edafoclimáticas. CLAVISSO *et al* (1983) citam produção de 290 estéreos em povoamentos com 7 anos de idade nos municípios de Campina Grande do Sul e Quatro Barras (Pr), o que equivale a uma produtividade média de 41,43 st/ha ano.

Além da obtenção de grãos através do consórcio da espécie florestal com culturas agrícolas durante os primeiros meses de implantação do bracatingal, seu potencial apícola é bastante relevante. Segundo PEGORARO *et al* (1995) e PEGORARO *et al* (1996) em estudo desenvolvido no Município de Colombo-PR, a *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga) apresentou uma produção de 120 kg/ha de mel, sendo considerada a mais importante espécie melífera de inverno da região.

² BAGGIO, A. J. *et ali*: Plantio intercalar de bracatinga em áreas de cultivo agrícola. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2, Curitiba, 1991. *Anais*. Colombo, EMBRAPA-CNPQ, 1992. p. 297-316.

3.4 DEMANDA POR MÃO DE OBRA E RENDA GERADA NA ATIVIDADE

Estudos desenvolvidos por RIEGELHAUP (1989), considerando o pessoal ocupado, concluiu que as atividades agrícolas (incluindo nelas a pecuária e de extrativos vegetais) são as de maior importância na Região Metropolitana de Curitiba-Norte, concentrando 65% da força de trabalho em 1980. O setor industrial detém o peso decisivo do produto bruto e da arrecadação fiscal.

A mão de obra utilizada nas propriedades rurais para o estabelecimento de um bracatingal, envolvendo as atividades desde sua implantação, manutenção e colheita dos produtos agrícolas, e corte da espécie florestal é de 85,08 homens.dia (LAURENT, 1990 a). As atividades de natureza unicamente florestal implicam na utilização de 48,5 homens dia.

Estudos de LAURENT (1990) desenvolvidos na mesma região, revelaram que nas grandes propriedades, verifica-se uma sistemática incorporação de mão de obra contratada, enquanto nas médias propriedades, a busca por serviços externos e a procura de trabalho fora da propriedade equilibram-se, dependendo das atividades no campo, da época e da situação financeira familiar. As pequenas propriedades constituem o principal reservatório de mão de obra não fixa, utilizada temporariamente. A TABELA 01 apresenta de forma sumarizada as diversas atividades envolvidas na produção da bracatinga e a respectiva mão de obra utilizada.

Nas pequenas propriedades, a área trabalhada é superior à área total da propriedade, pelo fato dos pequenos agricultores cultivarem terrenos de terceiros com lavouras de subsistência. Segundo LAURENT (1990) esse fenômeno é comum na região, sendo baseado na troca de serviços pela inviabilidade do acesso à terra. Nas médias propriedades, o aproveitamento da área é quase total, não havendo a necessidade de se recorrer às terras de terceiros, caracterizando-se por apresentar a maior diversidade de explorações. No que se refere às grandes propriedades, predominam o cultivo da bracatinga e de pastos, mas a área

inaproveitada é considerável, o que evidencia a dificuldade de se contratar mão de obra. Nessas propriedades, a mão de obra é contratada para a derrubada e replantação dos bracatingais, sendo que, o contratado dispõe da colheita do milho e do feijão consorciados. De acordo com o mesmo estudo, a região de “Antinhas” tem potencialidade para a expansão do sistema bracatinga.

Segundo os estudos de LAURENT *et al* (1990 b) a bracatinga chega a constituir, em muitas propriedades médias da região, o produto comercial quase que exclusivo, respondendo por mais de 70% da renda líquida. Afirmam os autores que, no município de Bocaiúva do Sul, a exploração de bracatingais com finalidades energéticas faz com que a lenha represente o principal produto comercial.

TABELA 01 - ATIVIDADES E MÃO DE OBRA UTILIZADA NA PRODUÇÃO DA BRACATINGA.

Atividade	Mão De Obra Utilizada (homem.dia/ha)
Aceiros e queima	1,6
Roçada do bracatingal	6,3
Corte e empilhamento	27,7
Estaleiramento da madeira	12,9
Total	48,5

FONTE: ADAPTADO DE LAURENT *et al* 1990.

Em estudo desenvolvido no município de Campina Grande do Sul (PR), visando a estimativa dos custos de extração da bracatinga, CLAVISSO *et al* (1983) obteve valores que indicavam que pelo menos 33,20% da renda bruta gerada pela atividade era consumida pelas atividades de exploração da espécie. MENDONÇA (1988) em levantamento realizado na região de Bocaiúva do Sul (PR) estimou em 39% a área correspondente ao cultivo da bracatinga relativo a área total das propriedades analisadas. Segundo o mesmo autor, a produção de lenha proveniente de 1 hectare bem cultivado de bracatinga permite ao produtor obter, para si e para sua família, uma renda monetária aproximadamente equivalente ao valor de 12 salários pagos pelo setor industrial, vindo o sistema a se constituir uma opção bastante

interessante, o que justifica a relativa especialização agrossilvícola verificada na região.

3.5 REGULAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA E O CONCEITO DE MODELO FLORESTAL NORMAL

Segundo SPEIDEL (1986), o Modelo Florestal Normal implica uma floresta que:

- a) consiste de uma só espécie ou mostre em toda a área a mesma mistura uniforme;
- b) tem uma distribuição uniforme de todas as idades, ou seja, cada classe de idade é representada por um lote do mesmo tamanho;
- c) apresenta crescimento e densidade iguais em toda a área, ou seja, mesma classe de produção;
- d) caso necessite de desbastes, os mesmos são feitos sempre em intervalos iguais, regulares e de mesma intensidade;
- e) a cada derrubada segue imediatamente a regeneração natural ou artificial;
- f) cujos preços do mercado por unidade de madeira e respectivos custos (corte, implantação etc.) são considerados invariáveis.

Conclui o mesmo autor que disto resulta um modelo que fornece anualmente os mesmos rendimentos e causa anualmente os mesmos custos. Supondo invariáveis o crescimento e a densidade, o corte final dará anualmente o mesmo volume de madeira. Da mesma forma, aplicando o mesmo método de regeneração, sendo invariáveis os custos, obtém-se anualmente os mesmos custos de replantio do povoamento. O conceito equivale ao regime de manejo em rendimento sustentado, quando aplicado a florestas homogêneas.

3.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E SUA INFLUÊNCIA NOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MATÉRIA PRIMA MADEIRA

A maior parte dos aspectos tecnológicos da matéria prima madeira, estão altamente correlacionados com a sua composição química e massa específica. No que se refere a sua composição química, dentre suas principais características encontram-se sua complexidade e o fato de ser um sistema de alto-polímeros entrelaçados. Os componentes que estão geralmente presentes na madeira podem ser classificados quimicamente como a seguir: a) carboidratos, que incluem a celulose, hemiceluloses, amido, substâncias pécticas, e polissacarídeos solúveis em água; b) substâncias fenólicas, que incluem a lignina, taninos, materiais corantes, etc; c) terpenos, que ocorrem sobretudo na resina das árvores, notadamente nas coníferas; d) ácidos alifáticos, que ocorrem na forma de éster; e) álcoois e proteínas; f) constituintes inorgânicos, representados pelas cinzas formada por elementos minerais; g) outros componentes, que aparecem em pequena quantidade, tais como álcoois cíclicos, aldeídos, hidrocarbonetos, etc (KLOCK, 1995).

A substância responsável pela ligação dos elementos celulares e pelo enrijecimento da madeira, a lignina, é um componente característico da parede celular das plantas (KOLMANN, 1959). Em 1857 recebeu este nome por F. Schulze, que a isolou pela primeira vez da madeira por dissolução com uma mistura de ácido nítrico e cloreto de sódio. A partir daí, vários métodos foram desenvolvidos para sua determinação.

O conteúdo de lignina em plantas lenhosas varia consideravelmente dependendo não somente da espécie, mas também do tecido de uma mesma planta. Geralmente a madeira de espécies de coníferas e folhosas de zonas temperadas contêm cerca de 25-33% e 17-25% respectivamente, de lignina em relação ao peso seco da madeira, por determinações pelo método de Klason, a lignina insolúvel em ácido (CHEN, 1991).

De acordo com HARKIN (1969) a lignina é o material que torna as plantas com características lenhosas e constitui o material cimentante que preenche os espaços entre as longas cadeias de polissacarídeos das paredes celulares, unindo-as, sendo que, a maioria, mas não todas, contém este composto. Sua constituição, assim como a celulose e as hemiceluloses, é feita de Carbono, Hidrogênio, e Oxigênio, porém em diferentes proporções e modos de combinação. As fibras contém em torno de 45% de Carbono, 6% de Hidrogênio e 49% de Oxigênio, enquanto que a lignina contém cerca de 65%, 6% e 29%, respectivamente. Um dos vários aspectos refere-se a necessidade de sua remoção da madeira para a obtenção de papel de boa qualidade, devido a sua influência negativa nas propriedades do mesmo. Isolada, a lignina natural é plástica quando quente e úmida, o que explica porque a madeira pode ser moldada quando submetida à vaporização.

Segundo KOLMANN (1959) a quantidade de cinzas resultante da combustão da madeira é pequena, em média de 0,2 a 0,6% e varia com a espécie e até nas distintas partes do mesmo tronco.

MCMILLIN (1968) estudando a composição química da madeira de *Pinus taeda*, L. obtida de toras com mais de 40 anéis anuais, relacionada com a massa específica, taxa de crescimento e distância da medula, concluiu que, altos teores de alfacelulose são características de madeira madura e densa, enquanto baixos teores estão associados com madeira jovem e menos densa; os teores de holocelulose não diferiram segundo as variáveis estudadas; os altos teores de hemiceluloses são características de madeira jovem e menos densa, enquanto baixos teores estão relacionados com madeiras duras e densas; nas madeiras de crescimento lento o teor de lignina é maior na região próxima à medula que nas madeiras de rápido crescimento, ocorrendo o contrário na região próximo à casca; o teor de extrativos decresce com o acréscimo do número de anéis até a medula para madeiras de baixa e alta densidade, sendo que, para um dado número de anéis até a medula, o teor de extrativos cresce com o acréscimo

da massa específica e decresce com o acréscimo do número de anéis até a medula. A determinação destes constituintes permitiu ao autor desenvolver informações através das quais operações industriais poderiam isolar ou selecionar madeira de características desejadas. No caso da espécie estudada, porções de madeira da região mais próxima à casca são de mais fácil colagem que porções de madeira da região mais próxima à medula, notadamente devido a seu maior teor de extrativos.

TIMELL (1973) estudando a composição química de madeiras de compressão do tronco de *Abies balsamea*, *Larix laricina*, *Picea mariana*, *Pinus resinosa* e *Tsuga canadensis*, concluiu que, comparada à madeira normal, a madeira de compressão contém 30 - 40% mais lignina.

Os teores de extrativos são responsáveis pela durabilidade natural da madeira e segundo DADSWELL e HILLIS (1962), em uma mesma espécie podem variar de uma árvore para outra, variação esta devida a inúmeros fatores, em certos casos inerentes.

A importância dos teores de celulose e hemiceluloses na madeira, estão relacionadas a qualidade do produto final papel. Os teores de lignina influenciam nas características de produtos tais como o carvão vegetal, etc. Quanto aos teores de extrativos, os mesmos podem causar problemas quando de alguns usos da madeira, principalmente no que se refere a aspectos de colagem. De acordo com KLOCK (1995) as propriedades termoplásticas da lignina desempenham uma função importante, tanto na fabricação de papel e papelão não branqueados, como na de chapas de fibras de madeira.

GARDNER e HILLIS (1962) estudando os efeitos de extrativos na polpação da madeira de *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, e *Sequoia sempervirens* concluiu que altos teores são responsáveis por um decréscimo no rendimento em relação ao peso. Afirmam os autores que a quantidade de álcali requerida para produzir polpa com um desejado conteúdo de lignina é determinada pelo conteúdo de lignina e extrativos contidos na madeira, devido as

suas reações com o hidróxido de sódio e inibição por parte dos extrativos na reação de deslignificação.

De acordo com BRITO *et al* (1977) a escolha de madeiras para obtenção de carvão com melhores propriedades químicas (maiores teores de carbono fixo e menores teores de substâncias voláteis e cinzas), deve priorizar aquelas que possuam altos teores de lignina. No que se refere ao rendimento volumétrico em carvão, as madeiras devem possuir além de um alto teor de lignina uma alta densidade básica, o que vem a otimizar a relação volume/massa do material a ser carbonizado.

A existência de uma alta correlação entre a densidade básica da madeira e a densidade aparente do carvão, torna-se importante quando da escolha de espécies de madeira para a produção de carvão, permitindo antever o comportamento do mesmo mediante a avaliação da densidade de sua madeira (BRITO *et al*, 1980).

No que se refere à fabricação de chapas de madeira-cimento, vários estudos têm mostrado que a capacidade de cura é determinada pela composição química da madeira. Segundo SIMATUPANG *et al* (1978) os extrativos da madeira são os principais responsáveis pela inibição do processo, devido a seus princípios ativos, basicamente os compostos fenólicos e os carboidratos livres.

Segundo PETROFF & DOAT (1978)³, citado por NUMAZAWA (1986), os constituintes químicos da madeira, sobretudo a celulose e hemiceluloses (holocelulose), a lignina e os extrativos, influenciam no rendimento do carvão. Quanto maior a porcentagem de holocelulose, menor é o rendimento do carvão. Por outro lado, quanto maior a porcentagem de lignina e extrativos, maior é o rendimento.

³ PETROFF, G. & DOAT, J.: Pirolyse des bois tropicaux - Influence de la composition chimique de bois sur: les produits de distillation. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*. Nojent sur Marne / France. Centre Technique Forestier Tropical - CTFT. 177: 51 - 64. Jan. / Fev., 1978.

IWAKIRI *et al* (1996) estudando as propriedades de chapas de partículas “waferboards” confeccionadas a partir de proporções de *Mimosa scabrella*, Bentham (bracatinga) misturadas ao *Pinus sp*, obteve ótimos resultados, concluindo que a utilização da espécie vem a enriquecer as qualidades do produto. Em uma avaliação conjunta dos resultados médios de todas as propriedades (físicas e mecânicas), as chapas com mistura de 75% de partículas pinus e 25% de partículas de bracatinga, e 50% de partículas de pinus e 50% de partículas de bracatinga, foram as melhores combinações, superando inclusive as chapas com 100% de partículas de pinus.

FONSECA *et al* (1995) estudando a questão referente à seleção da “árvore industrial”, visando o setor de produção de polpa (pasta mecânica e celulose), cita como exemplo dos seus benefícios o decréscimo na demanda por área para o abastecimento da indústria, sem penalizar a capacidade e o custo da produção industrial. Concluem os autores que, as características tecnológicas da madeira e da polpa variam com a idade das árvores, fator importante que pode afetar tanto o rendimento e o custo do processo de produção quanto a qualidade da polpa produzida.

SAWABE *et al* (1983) estudando o crescimento e as informações referentes à qualidade da madeira de cinco (5) árvores representativas de uma floresta secundária de *Quercus serrata* Thunb., com diâmetro variando entre 21 e 24 cm (56-57 anos de idade), concluíram que a conjugação destes dois fatores é de extrema importância no que diz respeito aos ganhos na sua utilização. Os resultados obtidos pelos autores demonstraram claramente que as diversas propriedades físico-químicas da matéria prima madeira, variam com a idade dos povoamentos e até com a posição dentro e ao longo do fuste de cada árvore.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados utilizados para a obtenção dos parâmetros de produtividade foram coletados na fazenda Massaroca-Caetê, coordenadas UTM 683.000 e 7.214.500, com área de 600 hectares, na localidade chamada “Antinhas”, Município de Bocaiúva do Sul, Estado do Paraná, de propriedade da empresa Cal Cem Indústria de Minério LTDA, sediada no município de Colombo, neste mesmo Estado. A empresa possui povoamentos de bracatinga para garantir o suprimento de lenha consumida pelos seus fornos de cal. A área total com bracatinga corresponde a aproximadamente 400 hectares, distribuídos em talhões de diversas idades.

4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Foram coletados dados de 4 (quatro) parcelas de cada idade de povoamentos com idades de 3, 4, 5, 6 e 7 anos. De cada talhão foi coletado material para identificação da espécie, os quais foram herborizados e registrados no Herbário do Laboratório de Dendrologia do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (Reg. nº 4207 - 27/07/94).

Foram demarcadas 4 parcelas para cada um dos talhões com idades de 1 a 7 anos, todos provenientes de regeneração natural e com características de média produtividade. As parcelas foram demarcadas ao longo do gradiente de variação da declividade, com o objetivo de abranger a maior variação possível de sítios em um mesmo talhão. Definiu-se pela utilização de parcelas quadrangulares de 100 m² nos talhões com idades de 1 até 5 anos e de 400 m² nos

talhões com idades de 6 e 7 anos, devido ao sensível decréscimo da densidade do povoamento com o aumento da idade. Através da determinação da declividade, as parcelas tiveram corrigidas suas áreas, de tal modo que, os parâmetros de produtividade da espécie não fossem superestimados.

Foram tomadas medidas do CAP de todas as árvores de cada parcela, sendo que foram cubadas, pelo método de Hohenadl (seções relativas), as 7 (sete) árvores representativas de cada uma das parcelas, resultando um total de 28 árvores para cada idade. Procedeu-se a padronização na coleta destas amostras através de classes de desvio padrão, para a correção das variâncias intrínsecas da própria coletividade (HOSOKAWA e SOUZA, 1987).

Com o objetivo de facilitar a nomenclatura utilizada nesta dissertação, as classes de diâmetro foram codificadas, sendo que a classe denominada 3 (três) refere-se às árvores da classe média-1desvio padrão, a classe 4 (quatro) às árvores médias, a classe 5 (cinco) às árvores da classe média+1desvio padrão, a classe 6 (seis) às árvores da classe média+2desvios padrões e a classe 7 (sete) às árvores da classe média+3desvios padrões.

No que se refere ao modelo da estrutura produtiva atual, os dados foram coletados junto aos produtores de toda a região de “Antinhas” e que circundam as terras da Cal Cem Indústria de Minério LTDA, através de entrevista direta, onde foram tomados os valores de área total da propriedade e de área e idade de cada talhão de bracatinga nela contida.

4.3 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS

Foram ajustados modelos utilizados para a determinação da produtividade da espécie, visando a otimização do seu fuste através do traçamento simulado, considerando bitolas para serraria e escoras para a construção civil, além do aproveitamento do restante da biomassa do fuste para a utilização na forma de lenha.

4.3.1 Critério de seleção dos melhores modelos estimadores

A seleção dos melhores modelos, baseou-se na análise gráfica da distribuição dos resíduos e nos seguintes indicadores de ajuste:

- a) Coeficiente de Determinação (R^2);
- b) Erro Padrão da Estimativa absoluto (S_{yx});
- c) Erro Padrão da Estimativa percentual ($S_{yx}\%$);
- d) Teste “F” de significância.

Segundo os critérios apresentados, o melhor modelo foi aquele que apresentou, de forma conjunta, o menor Erro Padrão da Estimativa absoluto e percentual (S_{yx} e $S_{yx}\%$) e maior Coeficiente de Determinação (R^2).

Os volumes médios estimados corrigidos foram obtidos pela multiplicação do antilogaritmo dos volumes estimados pelo fator de correção. Para fins de comparação de modelos logarítmicos com modelos não logarítmicos, procedeu-se, ainda, o recálculo do erro padrão da estimativa considerando o fator de correção da discrepância logarítmica.

4.3.2 Modelos Hipsométricos

Com o objetivo de estimar a relação altura/diâmetro, foram testados os modelos apresentados no QUADRO 01, bastante consagrados na literatura florestal.

QUADRO 01 - MODELOS DE RELAÇÕES HIPSONÉTICAS.

Autores	Modelos
Prodan	$h = d^2 / b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
Curtis	$\text{Ln}(h) = b_0 + b_1 / d$
Henriksen	$h = b_0 + b_1 \text{Ln}(d)$
Stoffells	$\text{Ln}(h) = b_0 + b_1 \text{Ln}(d)$

onde: h = altura; d = diâmetro a altura do peito (DAP);

Ln = logaritmo natural;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

4.3.3 Modelos Volumétricos

Com o objetivo de estimar o volume das árvores individuais, de cada idade, em função da variáveis diâmetro e altura, foram testados os modelos apresentados no QUADRO 02.

QUADRO 02 - MODELOS DE RELAÇÕES VOLUMÉTRICAS.

Autores	Modelos
Stoate	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$
Mayer	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 h + b_4 d^2 h$
Shumacher - Hall	$\text{Ln}(v) = b_0 + b_1 \text{Ln}(d) + b_2 \text{Ln}(h)$
Spurr	$\text{Ln}(v) = b_0 + b_1 \text{Ln}(d^2 h)$

onde: h = altura; d = diâmetro a altura do peito (DAP);

v = volume; Ln = logaritmo natural;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

4.3.4 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas

No que se refere a estimativa da distribuição diamétrica das árvores das parcelas, foram testadas as funções de distribuição Weibull e Gama, apresentadas no QUADRO 03.

Para avaliação dos ajustes obtidos, foram utilizados os estimadores de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (d), assim como o valor do Qui-Quadrado (Q^2).

QUADRO 03 - MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA.

Weibull	$f(x) = (c/b) (x/b)^{c-1} \exp \{- (x/b)^c \}$
	para, $x \geq 0, b > 0, c > 0$.
Gama	$f(x) = \alpha / (r-1)! (\alpha x)^{r-1} e^{-\alpha x}$
	para, $x > 0$

onde: $f(x)$ = função de densidade probabilística;

c, b, r, α = parâmetros dos modelos;

e = base do logaritmo natural;

x = variável aleatória.

4.3.5 Modelos Afilamétricos

Para o presente estudo, optou-se por utilizar como função afilamétrica o polinômio de terceiro grau, assim definido:

$$d_i / d_{0,1} = b_0 + b_1 (h_i / h) + b_2 (h_i / h)^2 + b_3 (h_i / h)^3$$

onde: d_i = diâmetro a uma determinada altura;

$d_{0,1}$ = diâmetro a 10% da altura;

h_i = uma determinada altura;

h = altura;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

4.3.6 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto (DAP)

A exemplo da solução apresentada por vários autores citados por BORGES (1981), para casos similares, foi utilizado um modelo linear simples para a estimativa do diâmetro relativo ($d_{0,1}$) em função do diâmetro absoluto (DAP), assim definido:

$$d_{0,1} = b_0 + b_1 \text{ DAP}$$

onde: $d_{0,1}$ = diâmetro a 10% da altura;

DAP = diâmetro à altura do peito;

b_0, b_1 = coeficientes do modelo.

4.3.7 Traçamento ótimo simulado do fuste

O traçamento simulado do fuste foi efetuado de acordo com as seguintes bitolas e respectivos preços de mercado:

- peças para serraria com diâmetro mínimo na ponta fina igual a 15 cm, comprimento igual a 3 m e R\$⁴ 7,00 o estéreo;
- peças para escora de construção civil com diâmetro mínimo na ponta fina igual a 7 cm, comprimento igual a 4 m e R\$ 0,40 a unidade;
- peças para energia com diâmetro mínimo na ponta fina igual a 4 cm, comprimento igual a 1 m e R\$ 5,00 o estéreo.

O traçamento ótimo simulado das árvores utiliza-se de uma função relativa que prescinde de uma equação volumétrica para a obtenção do volume absoluto das peças. Foi então ajustada uma equação, para cada idade, que estimasse o volume do tronco de árvores individuais.

Com auxílio da equação que estima o volume total das árvores individuais (tronco e galhos), foi obtido o volume dos galhos por diferença, o qual foi adicionado ao volume de lenha obtido através do sortimento das árvores representativas de cada classe diamétrica. Como a cubagem dos galhos, em campo, foi feita até um perímetro mínimo de 12 cm, justificase a sua destinação para energia, como é usual no mercado.

O traçamento simulado utilizou-se de um fator de empilhamento, para que os resultados fossem adequados aos padrões de medida relativos à espécie, utilizados tanto no mercado quanto no campo, sendo seu valor igual a 1,62 como citado na literatura consultada.

⁴ Valor do Real (R\$) em Novembro de 1996: R\$ 1,00 = US\$ 1,00

4.3.8 Critério de rotação de Renda Bruta

O critério utilizado para se determinar a idade ideal de corte, baseado no traçamento ótimo simulado do fuste foi o de máxima produtividade em renda bruta, que se baseia em indicadores silviculturais (produção de biomassa) e econômicos (bitolas comerciais), os quais se completam mutuamente para definir a sucessão de corte, e respectivamente, o processo de otimização, além de considerar os salários como renda e não custo, englobando assim os aspectos sociais no processo.

O modelo utilizado para a estimativa da renda bruta em função da idade foi o de Prodan, assim definido:

$$Rb = I^2 / b_0 + b_1 * I + b_2 * I^2.$$

onde: Rb = Renda bruta;

I = idade;

$b_0, b_1 \dots$ = coeficientes do modelo.

Para a determinação do ponto de máximo da função de renda bruta, foram utilizados os conceitos de Derivadas, após obtenção da função de produtividade (IMA), através da divisão da função de produção pelo termo idade (HOSOKAWA, 1980).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL

Foram efetuadas análises no que se refere ao perfil da estrutura produtiva atual no seu estado observado e de acordo com os critério de manejo sustentado do sistema, ou seja, mantendo os níveis de produção constantes ao longo do tempo.

A estrutura produtiva atual da região estudada foi definida de acordo com a distribuição das áreas pertencentes a cada idade, resultado do somatório de cada propriedade e suas respectivas idades. A aplicação do modelo de crescimento em Renda Bruta aos valores das áreas de cada idade observada nas unidades produtivas, supondo o corte final aos 7 anos de idade do povoamento, forneceu a contribuição econômica do sistema agroflorestal atual à região. Através do índice de mão de obra utilizada no sistema de produção, foram obtidos os níveis de mão de obra demandada para cada área de cada idade por ano, supondo também o corte aos 7 anos de idade, vindo a se constituir na contribuição social do sistema agroflorestal à região.

Foram definidos os grupos de propriedades com características comuns no que se refere ao tamanho das mesmas, com o objetivo de analisar a estrutura fundiária da região de estudo e classificar as unidades produtivas segundo os níveis de demanda por mão de obra.

Foram consideradas como pequenas propriedades aquelas que apresentaram área inferior a 40 ha, como médias aquelas que apresentaram área entre 40 e 80 ha, e como grandes aquelas que apresentaram área acima de 80 ha.

A nível dos grupos homogêneos de unidades produtivas, foi analisada a necessidade de mão de obra contratada para exploração da matéria prima disponível. Já nas pequenas propriedades é utilizada quase que exclusivamente a mão de obra familiar, nas médias e grandes propriedades caracteriza-se a utilização de mão de obra contratada junto a terceiros.

Ao nível do conjunto de unidades produtivas, foi analisada, além da regulação da

produção de matéria prima, a regulação da demanda por mão de obra na região de estudo.

4.5 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA “IDEAL”

A estrutura produtiva ideal, foi considerada o resultado da aplicação do critério de rotação em Renda Bruta, onde a idade ideal de corte foi redefinida, sendo utilizada na estimativa da renda gerada na região de estudo, supondo-se a otimização da matéria prima através do traçamento simulado do fuste e manutenção dos níveis de renda e demanda por mão de obra.

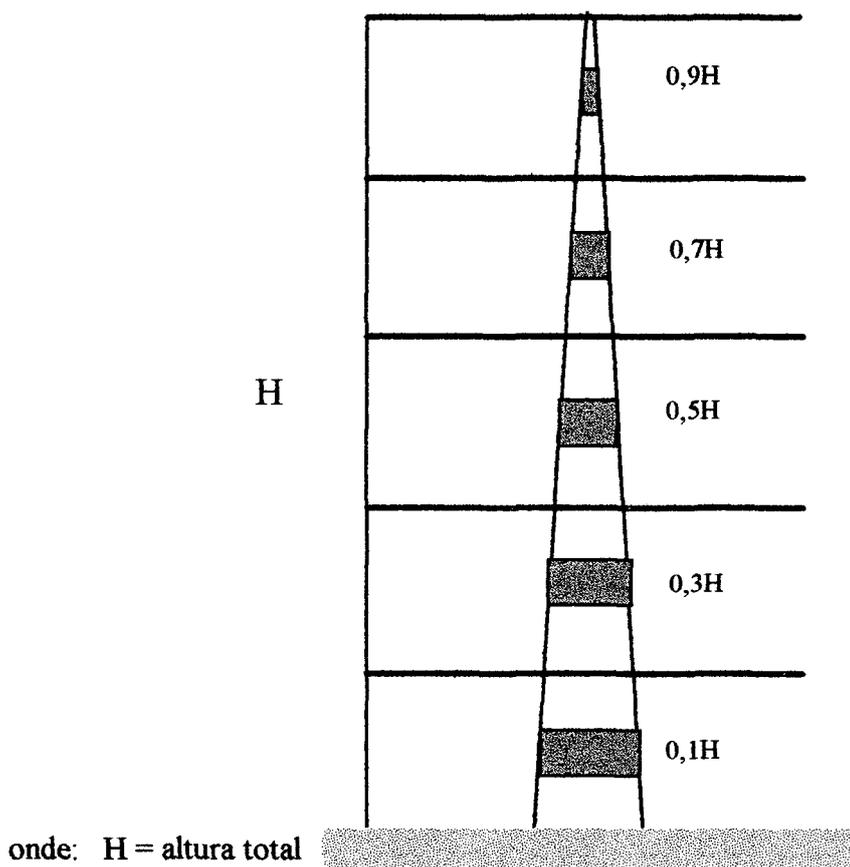
A estrutura produtiva “ideal” foi definida segundo a idade estimada para a rotação dos povoamentos de acordo com o critério de Renda Bruta, e de acordo com a área dos bracatingais disponíveis na região estudada. A regulação da estrutura produtiva foi também utilizada para a definição dos níveis otimizados de utilização da mão de obra.

Tanto no que se refere à estrutura produtiva atual quanto na “ideal”, os custos de implantação não foram considerados, além da renda gerada pelo cultivo das espécies agrícolas que é utilizado pelos produtores da região mais como uma forma de manejo do bracatingal na forma de raleio durante as capinas efetuadas. Geralmente, a opção do cultivo agrícola é cedida pelo grande proprietário à mão de obra contratada para a exploração do bracatingal, vindo a se constituir numa opção de obtenção de grãos aos produtores que possuem pequenas áreas (pequenas propriedades), utilizando-se de terras de terceiros sem pagar pelo arrendamento das mesmas.

4.6 OBTENÇÃO DO MATERIAL PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS

Para obtenção do material utilizado nas análises químicas, foram tomadas amostras de todas as árvores representativas cubadas, na forma de toretes com comprimento variando entre 30 e 50 cm, localizados no meio de cada seção relativa (FIGURA 02). Para conservar a umidade original dos toretes, os mesmos receberam nos topos uma camada de cola de isopor, além de serem acondicionados em sacos plásticos, vedados com fita crepe. Os toretes coletados foram identificados um a um com quatro caracteres, da seguinte forma: O primeiro número referia-se à idade, o segundo número à parcela, o terceiro à classe diamétrica e o quarto à seção relativa. O material foi encaminhado ao laboratório de Química da Madeira, do Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais da Universidade Federal do Paraná (UFPR), para posterior preparo e análises químicas.

FIGURA 02 - ESQUEMA DE COLETA DO MATERIAL PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS.



4.7 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES QUÍMICAS

A serragem foi preparada através dos toretes obtidos das seções relativas das árvores cubadas, como já descrito. Os toretes foram seccionados em discos através da serra fita, sendo que, dos discos se obteve blocos que foram transformados em cavacos por meio de formões. Os cavacos foram quebrados em moinho, obtendo-se uma serragem com granulometria diversificada, posteriormente classificada por peneiramento. Essa classificação visava separar o material que atravessasse a peneira de malha Nº 16 internacional (40 mesh ASTM) e ficasse retido na peneira de malha Nº 24 internacional (60 mesh ASTM) (TAPPI T 264 om - 88). Este material foi então aclimatado por 48 horas em ambiente com Umidade Relativa igual a $65 \% \pm 3$ e Temperatura igual a $20^{\circ} \text{C} \pm 2$.

As amostras utilizadas para as análises químicas foram compostas para cada árvore, utilizando-se das amostras das seções relativas, que tiveram determinadas suas proporções na composição através do peso de cada seção em relação ao peso total do tronco.

Utilizou-se o método de amostras compostas proporcionais devido a variação nas propriedades e composição química da madeira ao longo do fuste de uma mesma árvore, como determinado por HOSOKAWA *et al* (1996). Este método permitiu uma avaliação mais significativa, porque desta forma cada amostra representava ao mesmo tempo toda a porção do fuste de uma determinada árvore.

De cada amostra assim obtida, eram efetuadas 2 (duas) determinações (repetições), salvo em alguns casos em que havia a necessidade, para confirmação da média, de se proceder a um número maior devido a variação nos primeiros valores.

No QUADRO 04 são apresentadas as determinações químicas e as respectivas normas adotadas. Os teores de holocelulose foram obtidos por diferença, a partir da somatória dos

demais componentes subtraída de 100 %.

QUADRO 04 - ANÁLISES QUÍMICAS E RESPECTIVAS NORMAS UTILIZADAS.

Análises Químicas	Normas
Solubilidade em	
Água Quente	TAPPI - T 207 om - 93
Água Fria	TAPPI - T 207 om - 93
Álcool Benzeno	TAPPI - T 204 om - 88
Teores de:	
Lignina	TAPPI - T 222 om - 88
Cinzas	TAPPI - T 211 om - 93
Holocelulose	Obtido por diferença

De acordo com a norma TAPPI - T 222 om - 88 (TAPPI, 1994), referente às determinações dos teores de lignina da madeira insolúveis em ácido (Método Klason), as folhosas apresentam entre 3 a 5% de lignina solúvel, e portanto, são eliminadas juntamente com os açúcares durante o processo.

4.8 MODELAGEM DOS COMPONENTES QUÍMICOS DA MADEIRA

A modelagem dos componentes químicos, foi efetuada visando otimizar sua obtenção através das diversas idades e classes sociais, parâmetros que permitem o manejo de cada povoamento de acordo com seus objetivos.

Reunindo as variáveis teores de extrativos, teores de cinzas e teores de lignina e holocelulose, foi primeiramente efetuada Análise de Variância (ANOVA), com o objetivo de se

conhecer as que apresentassem valores estatisticamente diferentes em função das variáveis idade e classe social. Os valores estatísticos de “F” foram considerados significativos ao nível de 95% de probabilidade. Foram efetuadas ainda, análises gráficas de dispersão dos dados observados, o que permitiu que se definisse de forma mais clara a tendência de cada variável em função das variáveis idade e classe social.

Aquelas variáveis que apresentaram-se mais significativas na ANOVA e com tendências mais claramente definidas, foram analisadas e modeladas, utilizando-se de modelos lineares, os quais apresentavam como variável dependente um determinado componente químico de interesse e como variável independente ou o termo idade, ou a classe social, ou até outro componente químico cujos teores fossem de mais fácil obtenção.

Utilizando-se do modelo ($P_s = b_0 + b_1 * I + b_2 * I^2$)⁵ citado por HOSOKAWA *et al* (1996), que estima o peso seco do povoamento, em toneladas por hectare, em função da variável idade, foi analisada a evolução dos teores de lignina e holocelulose a nível de povoamento. Os teores dos referidos componentes químicos, determinados na sua forma original na forma de percentagem em relação ao peso seco, foram transformados para a referida unidade (ton/ha), através da ponderação em relação ao peso seco do povoamento naquela idade, utilizando-se da seguinte formulação:

$$Ps(Lig) = Ps(tot) * \%Lig (est) / 100 \text{ e}$$

$$Ps(Hol) = Ps(tot) * \%Hol (est) / 100;$$

onde: $Ps(tot)$ = Peso da biomassa total seca (ton/ha).

$Ps(Lig)$ = Peso da biomassa seca referente à Lignina;

$Ps(Hol)$ = Peso da biomassa seca referente à Holocelulose;

$\%Lig (est)$ = percentuais estimados de lignina;

⁵ Coeficientes do modelo: $b_0 = 0,09499128$; $b_1 = -0,01393649$; $b_2 = 0,01302957$.

%Hol (est) = percentuais estimados de holocelulose.

Os teores dos componentes químicos que não apresentaram tendências estatisticamente significativas, foram discutidos de forma direta, devido a sua importância no que diz respeito às características da matéria prima, tais como os teores de extrativos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 MODELOS DE PRODUÇÃO DE BITOLAS COMERCIAIS

As bitolas comerciais e seus respectivos valores de mercado, foram utilizados para a determinação de uma função de produção, definida de acordo com os parâmetros das funções auxiliares.

5.1.1 Modelos Hipsométricos

Os modelos que melhor estimaram a relação altura/diâmetro, para cada idade, são apresentados no QUADRO 05.

QUADRO 05 - MODELOS HIPSONÉTICOS DE MELHOR AJUSTE.

Idade	Modelos	R ²	S _{yx} %
3	$d^2/h=b_0+b_1d+b_2d^2$	0.9889	7.80%
4	$d^2/h=b_0+b_1d+b_2d^2$	0.9963	7.14%
5	$\ln h=b_0+b_1 \ln d$	0.9259	11.33%
6	$\ln h=b_0+b_1 /d$	0.6257	8.86%
7	$h=b_0+b_1 \ln d$	0.8145	8.99%

Verificou-se que todos os modelos apresentaram elevados coeficientes de determinação (R²), com exceção das idades seis e sete anos, onde os valores variaram de 0,6257 a 0,8145. No que diz respeito ao erro padrão da estimativa em percentual (S_{yx}%), os modelos apresentaram valores dentro do limite considerado como aceitável, ou seja, em torno de 10%.

5.1.2 Modelos Volumétricos

Os modelos que melhor estimaram a relação volume/altura-diâmetro, para cada idade, são apresentados no QUADRO 06.

QUADRO 06 - MODELOS VOLUMÉTRICOS DE MELHOR AJUSTE.

Idade	Modelos	R ²	Syx%
3	$v=b_0+b_1d+b_2d^2+b_3h+b_4d^2h$	0.99	9.43%
4	$v=b_0+b_1d+b_2d^2+b_3h+b_4d^2h$	0.97	19.62%
5	$v=b_0+b_1d^2+b_2h+b_3d^2h$	0.98	16.15%
6	$\ln v=b_0+b_1\ln d+b_2\ln h$	0.99	9.33%
7	$v=b_0+b_1d^2+b_2h+b_3d^2h$	0.99	10.49%

Verificou-se que todos os modelos apresentaram elevados valores do coeficiente de determinação (R²), variando entre 0,9667 e 0,9984. O erro padrão da estimativa em percentual (S_{yx}%), apresentou-se acima dos limites recomendados (10%) nas idade de quatro e cinco anos, variando entre 19,62 e 16,15, respectivamente.

5.1.3 Modelos de Distribuição das Classes Diamétricas

Observou-se que nas menores idades a assimetria à direita é mais significativa que nas maiores idades, onde algumas parcelas apresentaram um certo achatamento na sua curva de frequência. Da mesma forma, as maiores classes diamétricas apresentaram um desvio menor, no que se refere à diferença entre os dados observados e esperados, enquanto que as classes médias e inferiores apresentaram, via de regra, um desvio maior. Dos modelos testados optou-se por utilizar o modelo de distribuição Gama (ANEXO 1), pois o mesmo apresentou um bom

ajuste, sendo também de fácil manuseio.

5.1.4 Estimativa do Diâmetro Relativo ($d_{0,1}$) em função do Diâmetro Absoluto (DAP)

A representação gráfica das tendências (ANEXO 2) apresentou-se na forma de uma reta, indicando que um modelo linear pode perfeitamente expressar a relação entre um diâmetro relativo (0,1 da altura total) e um diâmetro absoluto (DAP). No que se refere aos indicadores de ajuste, os Coeficientes de Determinação (R^2) e Erros Padrões de Estimativas absolutos (S_{yx}), apresentaram-se adequados, assim como os valores de estatística “F”.

5.1.5 Modelos Afilamétricos

A função afilamétrica relativa de terceiro grau apresentou um bom ajuste para todas as idades (ANEXO 3), apresentando coeficientes de determinação (R^2) que variaram de 0,96 a 0,98. Da mesma forma, os valores do “F” estatístico apresentaram-se altamente significativos para todas as idades. Quanto ao erro padrão de estimativa (S_{yx}), o modelo apresentou-se regular para todas as idades, não ocorrendo variações significativas. O modelo cumpriu o requisito básico das funções afilamétricas, estimando o diâmetro igual a 0 (zero) quando h_i / H fosse igual a 1 (um), e o valor do DAP quando h_i fosse igual a 1,30 metros.

5.1.6 Traçamento ótimo simulado do fuste

O traçamento simulado do fuste (TABELA 02), apresenta o volume de peças para serraria e lenha e o número de escoras por parcela e idade, com as respectivas rendas de acordo com as bitolas e preços praticados no mercado.

TABELA 02 - VOLUME E RENDA GERADA PELO TRAÇAMENTO ÓTIMO SIMULADO DO FUSTE.

Idade	L(st/ha)	E(peças/ha)	S(st/ha)	L(R\$/ha)	E(R\$/ha)	S(R\$/ha)	Rb(R\$/ha)
3	85,85	754		429,28	301,90		731,18
3	56,74	106		283,72	42,57		326,29
3	111,23	753		556,16	301,34		857,50
3	78,38	189		391,91	75,88		467,80
4	82,15	1159		410,78	463,94		874,73
4	95,18	388		475,91	155,32		631,23
4	133,77	273		668,85	109,28		778,13
4	144,52	531		722,65	212,55		935,19
5	170,24	1556		851,23	622,66		1473,89
5	169,50	1203	1,59	847,53	481,31	11,19	1340,03
5	64,60	708		323,03	283,45		606,49
5	103,42	1143		517,14	457,30		974,44
6	115,59	955		578,00	382,22		960,22
6	84,54	1589	8,51	422,72	635,70	59,62	1118,05
6	122,29	1054		611,46	421,75		1033,21
6	125,19	2172		625,97	869,11		1495,09
7	90,16	1704	25,26	450,82	681,66	176,84	1309,32
7	59,89	2198	33,46	299,49	879,20	234,27	1412,96
7	66,36	1708	16,03	331,85	683,22	112,26	1127,33
7	61,08	1789	81,61	305,43	715,72	571,30	1592,46

onde: L = peças para lenha (st);

E = peças para escora (unidade);

S = peças para serraria (st);

Rb = Renda bruta (R\$/ha).

O traçamento simulado do fuste, realizado de acordo com as bitolas e preços praticados no mercado, forneceu uma renda de R\$ 1.312,51 por hectare cultivado com bracatinga no sistema tradicional (idade de corte aos 7 anos). Este resultado vem a corroborar os resultados encontrados por MENDONÇA *et al* (1988), que citam valores próximos a 12 salários mínimos como sendo a remuneração pelo cultivo de 1 hectare de bracatinga.

Observou-se que a participação das peças destinadas a lenha na composição da Renda Bruta é mais significativa nas idades de três e quatro anos (70 a 80%), vindo a decrescer nas idades posteriores (20 a 30%), onde as peças de escora passam a predominar. Nos povoamentos com cinco a sete anos, sua participação chega a constituir em média 50 % da Renda Bruta gerada pela biomassa da espécie. No que se refere às peças destinadas a serraria, sua participação na composição da Renda Bruta ocorre nos povoamentos com idade de sete anos, sendo de certa forma incipiente.

5.1.7 Critério de rotação de Renda Bruta

O modelo de Prodan apresentou um bom ajuste (QUADRO 07, GRÁFICO 01) ao estimar a Renda Bruta em função da idade, com um Coeficiente de Determinação (R^2) igual a 0,57 e Erro Padrão da Estimativa em percentual igual a 24,70%, além de atender os requisitos básicos de uma função que expresse o crescimento biológico, ou seja, possui início no ponto zero, dois pontos de inflexão e uma assíntota no final. A divisão do modelo pelo termo idade, forneceu a curva de incremento médio anual (IMA) e a derivação do modelo então obtido, forneceu o ponto de incremento médio máximo (QUADRO 08, GRÁFICO 02), ponto este que coincide com a interceptação das curvas de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA). O resultado da derivação forneceu: idade $IMA_{m\acute{a}x.} = (b_0 / b_2)^{0,5}$.

O critério de rotação baseado na Renda Bruta, forneceu como idade ideal de corte a idade de 5 anos, com uma renda estimada de R\$ 1.106,37 o que significa que a otimização da matéria prima oriunda da espécie, obtendo-se peças para serraria, escoras para a construção civil e lenha, é bastante relevante no que diz respeito a antecipação da renda gerada ao produtor. O decréscimo no período de rotação do sistema implica no decréscimo do número

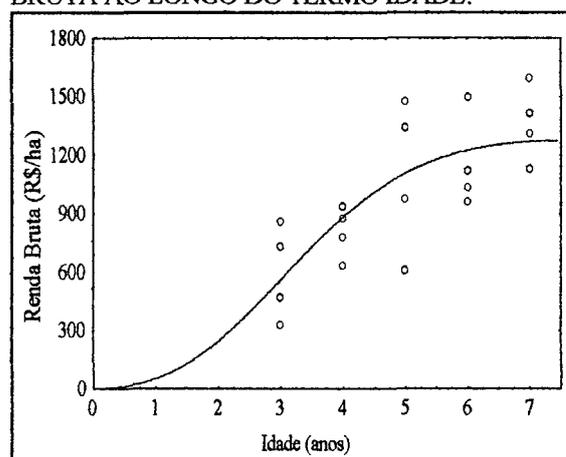
de talhões necessários para que cada produtor obtenha a cada ano um povoamento em idade de corte. Como resultado os talhões podem ter maiores dimensões para uma mesma área total.

No que se refere aos cultivos agrícolas, rotações de 5 anos implicam na possibilidade de obtenção de grãos com maior frequência ao longo de um mesmo espaço de tempo. Em se considerando rotações consecutivas, a utilização do critério de corte aos 5 anos implica no ganho de duas rotações em um período de 35 anos, o que traz consigo os ganhos nos cultivos agrícolas e na demanda por mão de obra, fatores estes de extrema importância para a região.

QUADRO 07 - PARÂMETROS ESTAT. DO MODELO RENDA BRUTA = F (IDADE).

Modelo: $Y = X^2 / b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$	
$R^2 = 0,57$	$S_{yx}\% = 24,70\%$
b_0	0,024374
b_1	-0,006340
b_2	0,001197

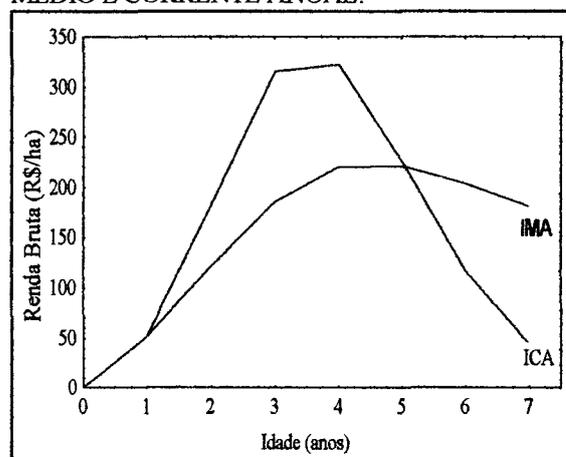
GRÁFICO 01 - ESTIMATIVA DA RENDA BRUTA AO LONGO DO TERMO IDADE.



QUADRO 08 - ESTIM. DA RENDA BRUTA E INCREMENTOS MÉDIO E CORRENTE ANUAL.

I (anos)	Rb(est) R\$/ha	IMA R\$/ha	ICA R\$/ha
1	52,00	52,00	52,00
2	242,72	121,36	190,72
3	558,21	186,07	315,49
4	881,10	220,27	322,89
5	1106,77	221,35	225,66
6	1224,04	204,01	117,27
7	1268,55	181,22	44,52

GRÁFICO 02 - CURVAS DE INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL.



Segundo HOSOKAWA *et al* (1996) “a relativa boa correlação no ajuste de dados de renda bruta para a elaboração das funções de produção e produtividade, se devem a introdução de mais três fontes de variação: as bitolas comerciais, seus preços e a densidade inicial do povoamento. As bitolas comerciais são definidas pelos consumidores, não constituindo portanto em variáveis biológicas. Por outro lado, os preços considerados também não se apresentam como variáveis contínuas. Já no que se refere a densidade inicial dos povoamentos, por não possuírem informações a respeito da densidade inicial ideal por sítio, os agricultores fazem o raleio baseados somente no sistema tradicional de cultivo, o que conduz a uma gama variada de espaçamentos iniciais, contribuindo assim com uma maior variância”.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL SEGUNDO SUA SITUAÇÃO FUNDIÁRIA

De acordo com a estrutura fundiária, as propriedades analisadas foram divididas em grupos homogêneos (TABELA 03), onde observou-se a predominância de um número maior de pequenas propriedades (23), sobre as médias (4) e grandes (3). Observou-se que as pequenas propriedades totalizaram uma área de 358,75 ha, apresentando o menor índice de utilização de suas terras para o cultivo da bracinga (44,79%), sendo que predominou a presença de maior concentração de área em povoamentos com 7 anos de idade (35,52 ha), contra apenas 15,00 ha em povoamentos com idade de 1 ano. As médias propriedades totalizaram uma área de 265,25 ha, onde 54,93% era utilizado para o cultivo da bracinga, predominando os povoamentos com idade de 4 anos com área de 32,5 ha, contra apenas 15 ha nos povoamentos com idade de 6 anos. Já as grandes propriedades, apresentaram uma área

total de 900 ha, onde 59,14% era utilizado para o cultivo da bracatinga, o que indica uma maior especialização das mesmas, predominando os povoamentos com idade de 7 anos com área de 108,50 ha, contra apenas 51,25 ha nos povoamentos com idade de 1 ano.

De forma conjunta, as propriedades analisadas apresentaram uma área total de 1525,00 ha, onde 55,03% era utilizada para o cultivo da bracatinga (839,21 ha). Os povoamentos apresentaram com idade de 1 ano área total de 82,51 ha, com 2 anos 118,76 ha, com 3 anos 127,51 ha, com 4 anos 125,64 ha, com 5 anos 112,50 ha, com 6 anos 101,26 ha e com 7 anos 171,02 ha.

TABELA 03 - ÁREA DAS PROPRIEDADES, PERCENTUAL DE BRACATINGAIS E GRUPOS HOMOGÊNEOS DE PROPRIEDADES.

Propr.	Área por idade							Área Propr. (ha)	Bracatinga %
	1	2	3	4	5	6	7		
1		2,50	2,50				2,50	15,00	50,00
2		5,63					1,88	8,75	85,83
3		1,25		0,63			0,63	7,50	33,47
4	1,25		2,50	2,50	5,00	1,88		37,50	35,01
5						5,00	1,88	12,50	55,04
6	5,00		1,25					7,50	83,33
7				2,50				7,50	33,33
8			5,00					12,50	40,00
9				1,25		1,25	1,25	17,50	21,43
10							6,25	12,50	50,00
11				5,00			2,50	10,00	75,00
12			10,00					21,25	47,06
13			1,25				0,63	12,50	15,04
14	1,25	1,88	2,50	2,50	2,50	1,88	1,25	25,00	55,04
15	1,88	2,50			2,50	1,25		20,00	40,65
16		1,25						6,25	20,00
17	3,75	5,00	1,88	1,88	2,50		3,75	25,00	75,04
18							5,00	12,50	40,00
19					2,50	2,50		7,50	66,67
20		2,50		1,88			3,75	17,50	46,46
21	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	15,00	58,33
22	0,63		0,63				1,25	30,00	8,37
23		5,00					3,75	17,50	50,00
Sub-t	15,00	28,76	28,76	19,39	16,25	15,01	37,52	358,75	44,79
24	7,50	5,00	7,50	7,50	5,00	7,50	7,50	55,00	86,36
25	5,00	5,00	7,50	5,00	7,50	2,50	10,00	93,75	45,33
26		5,00	5,00	7,50	2,50	5,00	5,00	42,50	70,59
27	3,75	2,50		12,50	5,00		2,50	75,00	35,00
Sub-t	16,25	17,50	20,00	32,50	20,00	15,00	25,00	266,25	54,93
28	6,25	16,25	15,00	3,75	6,25	11,25	15,00	150,00	49,17
29	10,00	7,50	7,50	7,50	10,00	7,50	13,50	150,00	42,33
30	35,00	48,75	56,25	62,50	60,00	52,50	80,00	600,00	65,83
Sub-t	51,25	72,50	78,75	73,75	76,25	71,25	108,50	900,00	59,14
Total	82,51	118,76	127,51	125,64	112,50	101,26	171,02	1525,00	55,03

Observou-se que a idade de 1 ano foi a que apresentou a menor quantidade de área cultivada com bracatinga, enquanto a idade de 7 anos apresentou o maior valor de área, predominando de forma significativa em relação ao restante.

De forma geral, a estrutura como um todo apresentou-se altamente especializada no cultivo da espécie, provavelmente devido a proximidade dos grandes centros consumidores (“caieiras” do município de Colombo, Rio Branco do Sul e Almirante Tamandaré). Os valores relativos referentes a cobertura com bracatinga na área total da propriedade apresentaram-se maiores (em torno de 50,00%) que os valores encontrados no estudo de MENDONÇA *et al* (1988) (39,00%), o que evidencia uma crescente especialização dos produtores da região nos últimos anos, provavelmente devido a já citada proximidade dos grandes centros consumidores e a garantia de mercado, que tem feito com que os preços praticados sejam convidativos.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL SEGUNDO SUA CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

No contexto do total das unidades produtivas analisadas, o sistema agroflorestal da bracatinga mostrou-se altamente representativo no que diz respeito a área ocupada dentro de cada propriedade, chegando a valores médios em torno de 55 %. De acordo com a TABELA 04, a estrutura produtiva atual possui 82,51 ha de bracatinga com 1 ano de idade, a menor de toda a estrutura, sendo sua contribuição econômica igual a R\$ 108.295,20 e sua contribuição social igual a manutenção de 17 homens em atividade remunerada constante durante o período de 1 ano. A idade de 2 anos possui uma área de 118,76 ha, proporcionando uma contribuição econômica igual a R\$ 155.873,69 e uma contribuição social igual a manutenção de 24 homens em atividade remunerada constante durante o período de 1 ano. A idade de 3 anos com área de

127,51 ha, contribui economicamente com R\$ 167.358,15 e socialmente com a manutenção de 26 homens em atividade remunerada constante durante o período de 1 ano.

TABELA 04 - CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DA ESTRUTURA PRODUTIVA ATUAL

Idade (anos)	Área (ha)	Contr. econômica. (R\$)	Contr. social (homem.ano)
1	82,51	108.295,20	16,84
2	118,76	155.873,69	24,24
3	127,51	167.358,15	26,03
4	125,64	164.903,76	25,65
5	112,50	147.657,37	22,96
6	101,26	132.904,76	20,67
7	171,02	224.465,46	34,91
Manejo Sustentado	119,89	157.356,82	24,47

A idade de 4 anos, com área de 125,64 ha, contribui economicamente com R\$ 164.903,76 e socialmente mantendo 26 homens em atividade remunerada constante pelo período de 1 ano. A idade de 5 anos possui área de 112,50 ha, sendo sua contribuição econômica igual a R\$ 147.657,37 e sua contribuição social igual a manutenção de 23 homens em atividade remunerada constante pelo período de 1 ano. A idade de 6 anos, com área de 101,26 ha, contribui socialmente com R\$ 132.904,76 e com a manutenção de 21 homens em atividade remunerada constante pelo período de 1 ano. No que se refere a idade de 7 anos, idade atualmente utilizada para o corte dos povoamentos, com área de 171,02 ha, a mesma contribui economicamente com R\$ 224.465,46 e socialmente com a manutenção de 35 homens em atividade remunerada constante pelo período de 1 ano.

Observou-se que, devido a estrutura não estar devidamente regulada segundo os critérios de manejo em rendimento sustentado (Modelo Florestal Normal), sua contribuição econômica e social apresentou valores inconstantes ao longo do tempo.

Quando aplicado o conceito de manejo em rendimento sustentado (Modelo Florestal Normal), a área referente a cada idade foi estimada em 119,89 ha, sendo que os volumes de

renda e demanda por mão de obra gerados pelos povoamentos, cortados aos 7 anos de idade, foram de R\$ 157.356,82 e manutenção de 24 homens em atividade remunerada pelo período de 1 ano, valores estes mantidos constantes ao longo do tempo. Ao se analisar a renda bruta gerada à unidade de mão de obra, obteve-se uma remuneração no valor de R\$ 531,41 mensais, o que implica o cultivo de 4,90 ha por ano.

A estrutura produtiva atual apresentou uma área significativamente maior de povoamentos com idade de 7 anos, em detrimento aos povoamentos com idade de 1 ano, o que se justifica por uma retração no mercado ocorrida durante os últimos 2 anos, principalmente devido as condições da conjuntura econômica vigente, o que fez com que os produtores optassem pela diminuição no volume de área cortada, na expectativa de obtenção de melhores condições de venda da matéria prima.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA “IDEAL” E SUA CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

Quando utilizada a idade de 5 anos como idade ideal de corte, de acordo com o critério adotado de rotação baseado na Renda Bruta, a área de cada povoamento de cada idade passou a ser de 167,84 ha, sendo sua contribuição econômica igual a R\$ 185.760,26 e sua contribuição social igual a manutenção de 34 homens em atividade remunerada pelo período de 1 ano (TABELA 05), contribuições estas mantidas constantes ao longo do tempo, de acordo com os conceitos de manejo em regime de rendimento sustentado (Modelo Florestal Normal).

Observou-se que, o decréscimo no período de rotação para a idade de 5 anos (estrutura produtiva ideal), implicou em um acréscimo significativo na contribuição socioeconômica do

sistema, quando relacionado a estrutura produtiva atual em regime de manejo sustentado com o período de rotação definido aos 7 anos. A contribuição econômica cresceu em 18,01%, enquanto a contribuição social cresceu em 40,01%.

TABELA 05 - CONTRIBUIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DA ESTRUTURA PRODUTIVA IDEAL.

Área (ha)	Contr. econômica (R\$)	Contr. social (homem.ano)
167,84	185.694,80	34,26

Ao se analisar a renda bruta gerada à unidade de mão de obra, obteve-se uma remuneração no valor de R\$ 451,68 mensais, o que implica o cultivo de 4,90 ha por ano.

Ao se considerar somente a utilização da mão de obra familiar, na avaliação da renda gerada a cada unidade de mão de obra considerada, a estrutura produtiva atual sob regime de manejo sustentado, apresentou maior valor (R\$ 531,41 mensais/unidade de mão de obra), enquanto a estrutura produtiva ideal, considerado o corte aos 5 anos de idade do povoamento, apresentou menor valor (R\$ 451,68 mensais/unidade de mão de obra). Isto justifica-se pela utilização de maior volume de mão de obra pelo segundo (34,26 homens/ano), já que o corte aos 5 anos, considera juntamente com as outras idades a incorporação da área remanescente das idades de 6 e 7 anos. Por outro lado, a idade de corte aos 5 anos (máxima produtividade em Renda Bruta) implicou em um decréscimo na renda gerada pelos povoamentos.

Ao se considerar a utilização de mão de obra contratada, segundo os índices encontrados por CLAVISSO *et al* (1983), a estrutura produtiva atual sob regime de manejo sustentado com idade de corte aos 7 anos, gera uma renda anual a esta mão de obra de R\$ 52.242,46 o que resulta em um valor igual a R\$ 177,91/homem mês. Já a estrutura produtiva “ideal” gera uma renda igual a R\$ 149,96/homem mês.

A interpretação da regulação da Estrutura Produtiva segundo o conceito de Modelo Florestal Normal, prevê a evolução de seus estoques de acordo com um modelo de crescimento biológico, de tal forma que, ao atingir a idade ideal de corte cada povoamento

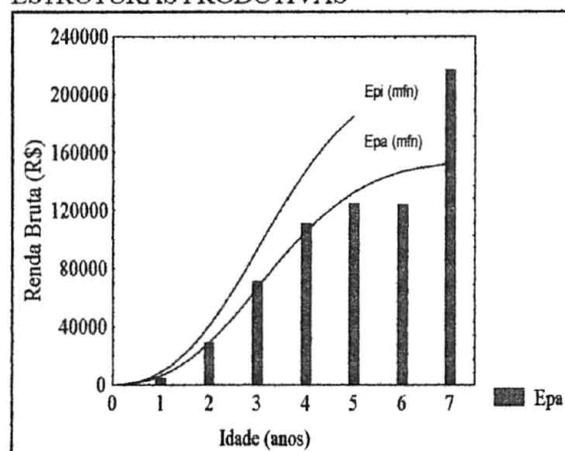
esteja em um mesmo patamar de produtividade.

No QUADRO 09 e GRÁFICO 03, é apresentada a evolução dos estoques em Renda Bruta (R\$) para as diversas Estruturas Produtivas caracterizadas.

QUADRO 09 - EVOLUÇÃO DO ESTOQUE EM RENDA BRUTA, PARA AS DIVERSAS ESTRUTURAS PRODUTIVAS

I (anos)	Epa (R\$x1000)	Epa (mfn) (R\$x1000)	Epi (mfn) (R\$x1000)
1	4,29	6,23	8,73
2	28,82	29,09	40,73
3	71,16	66,91	93,67
4	110,66	105,59	147,83
5	124,45	132,63	185,67
6	123,88	146,67	
7	216,83	152,01	

GRÁFICO 03 - EVOLUÇÃO DO ESTOQUE EM RENDA BRUTA, PARA AS DIVERSAS ESTRUTURAS PRODUTIVAS



onde: I = idade (anos);

Epa = Estrutura produtiva atual;

Epa (mfn) = Estrutura produtiva atual segundo o Modelo Florestal Normal;

Epi (mfn) = Estrutura produtiva ideal segundo o Modelo Florestal Normal;

Como pode ser observado, a Estrutura Produtiva Atual (Epa) encontra-se desregulada, principalmente no que diz respeito aos povoamentos mais velhos (6 e 7 anos), sendo que, os povoamentos mais jovens se encontram mais próximos do conceito de Modelo Florestal Normal. Pode-se observar claramente o acréscimo na geração de renda, e indiretamente na demanda por mão de obra, que a Estrutura Produtiva Ideal (Epi (mfn)) impõe em relação à Estrutura Produtiva Atual regulada de acordo com o conceito de Modelo Florestal Normal (Epa (mfn)).

5.5 MODELAGEM DOS COMPONENTES QUÍMICOS DA MADEIRA

De acordo com a Análise de Variância efetuada (ANEXO 4), os Teores Extrativos em Água Fria, Extrativos em Álcool-Benzeno, Extrativos Totais e Teores de Lignina apresentaram variação significativa em função do termo idade, o que não ocorreu com as variáveis Extrativos em Água Quente, Teores de Cinzas e Teores de Holocelulose. Em relação às classes sociais, ocorreram variações significativas nos Teores de Extrativos em Água Quente, Extrativos em Água Fria, Extrativos em Álcool-Benzeno, Extrativos Totais, Teores de Cinzas e Teores de Holocelulose.

Os Teores de Extrativos (Extrativos em Água Quente + Extrativos em Água Fria + Extrativos em Álcool-Benzeno), notadamente os Teores de Extrativos em Água Fria, mostraram uma tendência de decréscimo ao longo das idades (GRÁFICO 04), e das classes sociais (GRÁFICO 05), o que significa que as árvores de povoamentos mais velhos, e as de maior diâmetro de um povoamento equiâneo, são as que possuem estes componentes em menor quantidade.

GRÁFICO 04 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE EXTRATIVOS EM ÁGUA FRIA AO LONGO DAS IDADES.

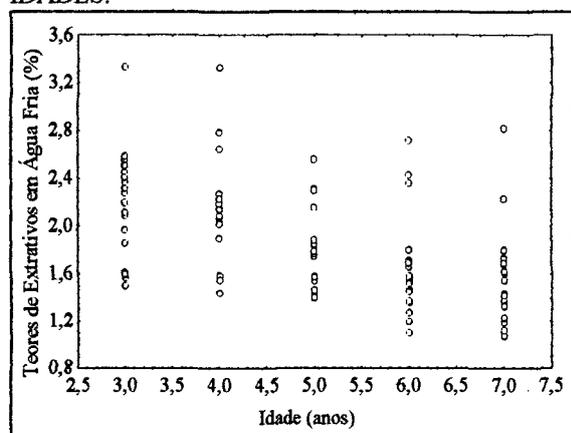
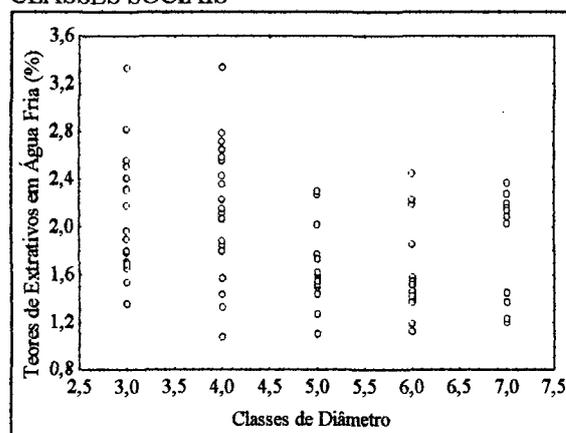


GRÁFICO 05 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE EXT. EM ÁGUA FRIA AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS



Os teores de Holocelulose apresentaram uma tendência de decréscimo ao longo das idades (não significativo a 95% de probabilidade) (GRÁFICO 06) e de acréscimo ao longo das classes sociais (GRÁFICO 07), o que significa que as árvores de maior diâmetro de um povoamento equiâneo, são as que possuem este componente em maior quantidade. Obteve-se também um modelo linear simples ($Y = b_0 + b_1 * X$) que estimasse os Teores de Holocelulose em função dos Teores de Lignina (QUADRO 10 e GRÁFICO 08), devido a facilidade de obtenção da variável independente.

GRÁFICO 06 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE HOLOCELULOSE AO LONGO DAS IDADES.

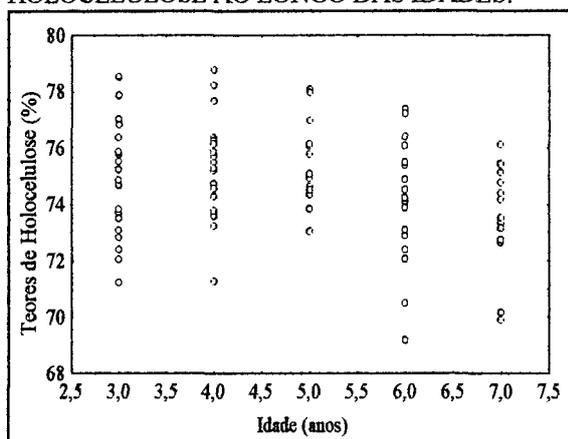
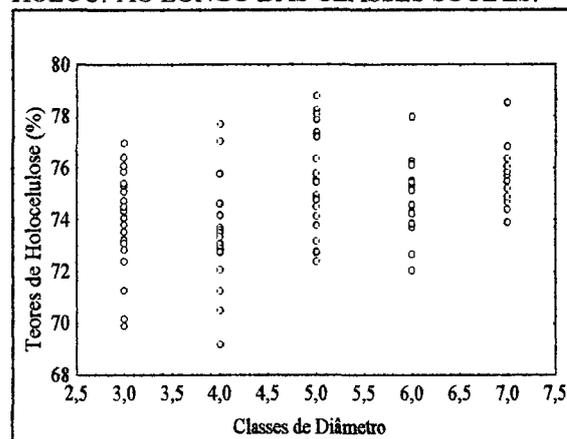


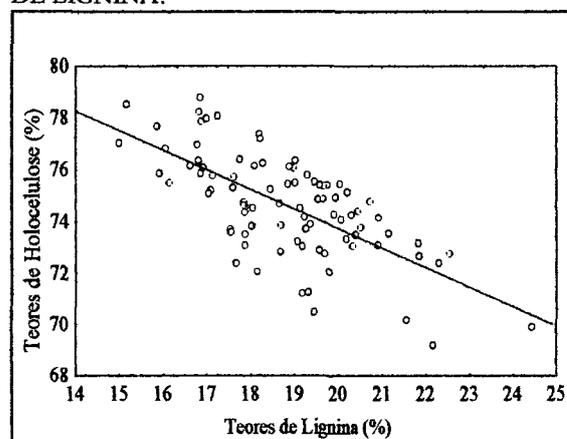
GRÁFICO 07 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE HOLOC. AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS.



QUADRO 10 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE AJUSTE DO MODELO HOL = F(LIG).

Modelo: Hol = $b_0 + b_1 * Lig$	
$R^2 = 0,46$	$S_{yx} \% = 1,97\%$
b_0	88,86484
b_1	-0,75643

GRÁFICO 08 - ESTIMATIVA DOS TEORES DE HOLOCELULOSE EM FUNÇÃO DOS TEORES DE LIGNINA.



No que se refere aos teores de Lignina, os mesmos apresentaram uma tendência significativa de acréscimo ao longo das idades e decréscimo ao longo das classes sociais (GRÁFICO 10). O modelo obtido, que estima os teores de Lignina em função das idades (GRÁFICO 09, QUADRO 11), apresentou um Coeficiente de Determinação (R^2) igual a 0,37 e um Erro Padrão da Estimativa Percentual ($S_{yx}\%$) igual a 7,44%.

GRÁFICO 09 - ESTIMATIVA DOS TEORES DE LIGNINA EM FUNÇÃO DAS IDADES.

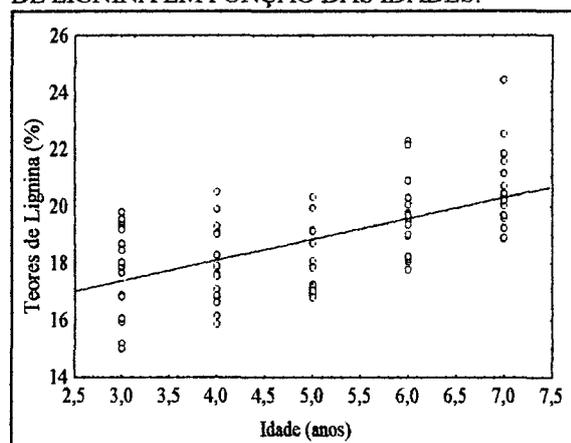
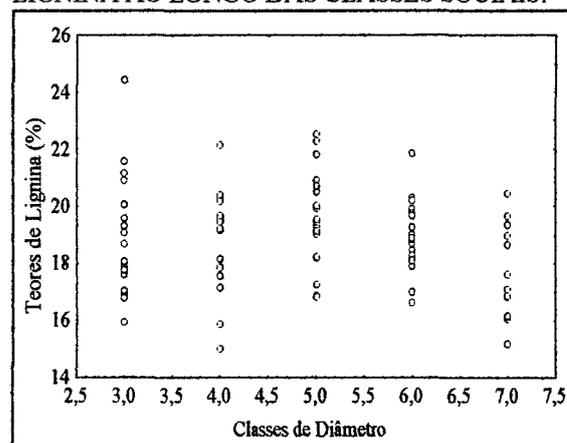


GRÁFICO 10 - EVOLUÇÃO DOS TEORES DE LIGNINA AO LONGO DAS CLASSES SOCIAIS.



QUADRO 11 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE AJUSTE DO MODELO $Lig = F(IDADE)$.

Modelo: $Lig = b_0 + b_1 * I$	
$R^2 = 0,37$	$S_{yx}\% = 7,44\%$
b_0	15,17645
b_1	0,73269

Os altos Teores de Extrativos podem se apresentar como condição limitante em relação a alguns usos, desde o processo até o produto final, como por exemplo a inibição da cura de adesivos em painéis de madeira (MARRA, 1992), inibição da cura do cimento em chapas de madeira-cimento (SIMATUPANG, 1978) e decréscimo no rendimento de pastas celulósicas (KLOCK, 1995) (GARDNER e HILLIS, 1962), indicando que as árvores dominantes dos povoamentos mais velhos são mais apropriadas para estes fins.

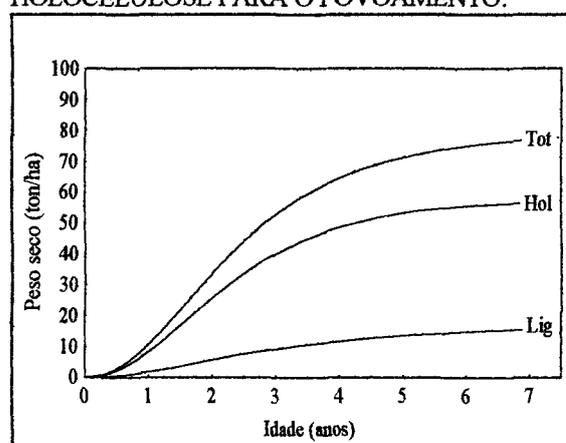
Teores mais elevados de Holocelulose foram observados em árvores de povoamentos mais jovens, indicando que a matéria prima daí oriunda seria mais apropriada para a obtenção de polpas celulósicas (NUMAZAWA, 1986), enquanto os teores mais elevados de Lignina foram observados em árvores de povoamentos mais velhos, indicando que a matéria prima daí oriunda seria mais apropriada para a confecção de carvão (BRITO, 1977).

A estimativa dos teores de Holocelulose e Lignina para o povoamento, em toneladas de peso seco por unidade de área (hectare), é apresentada no QUADRO 12 e GRÁFICO 11, juntamente com a evolução da biomassa total estimada pelo modelo utilizado por HOSOKAWA *et al* (1996).

QUADRO 12 - ESTIMATIVAS DA BIOMASSA TOTAL, LIGNINA E HOLOCELULOSE PARA O POVOAMENTO.

I	Ps(tot) (ton/ha)	Lig (%)	Lig (ton/ha)	Hol (%)	Hol (ton/ha)
1	10,63	15,91	1,69	77,07	8,19
2	33,55	16,64	5,58	76,47	25,65
3	52,80	17,37	9,17	75,87	40,06
4	64,59	18,11	11,69	75,27	48,62
5	71,21	18,84	13,42	74,67	53,18
6	74,93	19,57	14,67	74,07	55,50
7	77,06	20,30	15,65	73,47	56,61

GRÁFICO 11 - ESTIMATIVAS DA BIOMASSA TOTAL, LIGNINA E HOLOCELULOSE PARA O POVOAMENTO.



Da mesma forma que em relação à biomassa total da espécie que, segundo HOSOKAWA *et al* (1996), tem sua máxima produtividade em peso seco (ton/ha) na idade de 3 anos, observou-se que a evolução da biomassa referente à Holocelulose e à Lignina estabiliza-se a partir desta mesma idade, onde passa a sofrer acréscimos pouco significativos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos resultados obtidos concluiu-se que:

- foi bastante significativa a participação das escoras para construção civil, na formação da renda gerada pelo povoamento;
- a participação das peças destinadas para serraria, foi significativa na renda gerada pelo povoamento, somente a partir da idade de 7 anos, sendo ainda incipiente na idade de 6 anos;
- o traçamento simulado do fuste vem a se constituir em uma opção aos produtores de bracatinga;
- a antecipação da idade de corte dos povoamentos para a idade de 5 anos, de acordo com o critério de renda bruta, é bastante significativo no que diz respeito a antecipação da renda gerada ao produtor e de aproveitamento dos recursos utilizados;
- a situação fundiária da estrutura produtiva atual apresentou, em termos de área, a predominância das grandes propriedades, as quais revelaram-se também como as que possuem maior percentual de bracatingais em relação a área total de cada grupo homogêneo;
- a estrutura produtiva atual apresenta povoamentos com idades de 1 a 7 anos, não estando devidamente regulada, pois predominam em termos de área aqueles com idade de 7 anos, em detrimento daqueles com idade de 1 ano, os menos representativos, o que faz com que ocorram oscilações anuais no volume de renda gerada e na mão de obra demandada pela atividade;

- a estrutura produtiva atual, quando analisada sob regime de manejo sustentado (Modelo Florestal Normal), mostrou que os povoamentos com idade de 2 anos, são os que se encontram mais regulados em termos de área;
- a estrutura produtiva “ideal”, quando comparada à estrutura produtiva atual, apresentou acréscimos maiores na contribuição social (40,01%) que econômica (18,01%);
- a regulação da estrutura produtiva e a otimização de sua matéria prima apresentou como resultado acréscimos na contribuição sócio-econômica da atividade de cultivo da bracatinga.
- a análise e modelagem dos componentes químicos da madeira da espécie estudada mostraram-se como informações úteis à utilização da matéria prima para outros fins industriais, que não sejam somente na forma de lenha.

Deve-se ressaltar a necessidade de se efetuar estudos de preferência do consumidor ou da própria viabilidade industrial, no que se refere à questão de mercado para produtos de origem florestal que possam utilizar-se da biomassa da *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga), como forma de incentivar e implementar a manutenção da atividade de cultivo da espécie, considerada de extrema importância sócio-econômica e ambiental.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, S.: Um modelo matemático para volumetria comercial de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). in: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais, 4: Bracatinga uma alternativa para reflorestamento. **Anais. EMBRAPA-URPFSC**. Curitiba, 1981. p. 77-89.
- AHRENS, S.: Funções de forma: sua conceituação e utilidade. in: V Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. **Anais. EMBRAPA-URPFSC**. Curitiba, 1981. p. 7-12.
- BARROS, P. L. C.: **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do planalto do Tapajós-Pará**. Curitiba, 1980. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 123 p.
- BEMERGUI, F. A. S.: **Relações hipsométricas e relação entre altura total e altura comercial, na floresta tropical do Centro Florestal de Herrera, Iquitos-Perú**. Curitiba, 1980. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 109 p.
- BORGES, J. F.: **Seccionamento do fuste de *Pinus taeda* L. para obtenção do volume de madeira serrada, através da função de forma polinomial**. Curitiba, 1981. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 81 p.
- BRITO, J.O. e BARRICHELO, L.E.G.: Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: 1. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF, Piracicaba (14)**: 1977. p. 9-20.
- BRITO, J.O. e BARRICHELO, L.E.G.: Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 2. Densidade da madeira x densidade do carvão. **IPEF, Piracicaba (20)**: 1980. p. 121-126.
- BROWNING, B. L.: **Methods of Wood Chemistry**. Vol. I e II. Interscience Publications. New York. 1967.
- BURGER, D.: **Ordenamento Florestal**. Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. FAO-NAÇÕES UNIDAS. 1980. 124 p.
- CARPANEZZI, A. A. *et al*: **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.)**. EMBRAPA. CNPF. Documentos, 20. Curitiba, 1988. 70 p.
- CARPANEZZI, O. T. B.: **Produtividades florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-Paraná**. Dissertação de Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1994. 77 p.

- CHEN, C.L.: Lignins: occurrence in woody tissues, isolation, reactions and structure. In: **Wood structure and composition**. International Fiber Science and Technology/11. Marcel Dekker. New York, 1991. p. 183-261.
- CLAVISSO, G. Z. e RODRIGUES, H. A.: Custo de Exploração da Bracatinga na Região de Campina Grande do Sul e Quatro Barras. I Seminário Regional de Administração Rural-Anais. EMATER-Paraná/ACARPA. Curitiba, 1983. p. 67-78.
- FENGEL, D. e WEGENER, G.: **Wood Chemistry. Ultrastructure. Reactions**. Walter de Gruyter - Berlin. New York, 1989. 613 p.
- FINGER, C. A. G.: **Distribuição de diâmetros em Acacia negra, *Acacia mearnsii* Wild em diferentes povoamentos e idades**. Curitiba, 1982. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 129 p.
- FONSECA, S. M., OLIVEIRA, R. C. e SILVEIRA, P. N.: Seleção da Árvore Industrial (Procedimentos, riscos, custos e benefícios). **Revista Árvore**. Viçosa, MG. V. 20, n. 1. 1996. p. 69-85.
- GLADE, J. E.: **Prognose de volume por classes diamétricas para *Eucalyptus grandis*, Hill e Maiden**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 94 p.
- HARKIN, J. M.: **Lignin and its uses**. USDA Forest Service, Research Note. FPL - 0206. July, 1969. 9 p.
- HILLIS, W. E.: **Wood Extractives and Their Significance to the Pulp and Paper Industries**. Academic Press. New York, 1962. 513 p.
- HOSOKAWA, R.T.: **Betriebswirtschaftliche Kriterien zur Wahl der Umtriebszeit von *Araucaria angustifolia* (Bert. O. Kuntze) in Brasilien**. Freiburg - República Federal da Alemanha, 1976. Tese (Doutorado em Manejo e Economia Florestal). Albert Ludwigs Universitaet. Freiburg I. Br. 255 p. (Original em alemão).
- HOSOKAWA, R.T.: Contribuição Para Definir a Sucessão de Cortes dos Povoamentos Objetivando a Persistência de Rendas nas Empresas Florestais.. **Boletim-APEF N° 1**. Curitiba, 1980. 70 p.
- HOSOKAWA, R.T.: **Manejo e economia de florestas**. Roma [FAO/ONU], 1986. 125 p.
- HOSOKAWA, R.T. e GLADE, J. E.: Prognose de rendimento de bitolas comerciais para múltiplos fins em povoamentos florestais. In: 5º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. **Anais**. Olinda, Sociedade Brasileira de Silvicultura, S.P., 1986.p. 150-163.
- HOSOKAWA, R.T. e SOUZA, A.L.: Manejo de produção florestal para fins específicos (Exercício com *Pinus*). **ABEAS. Curso de Manejo Florestal. Módulo 9**. Brasília, 1987. 23 p.
- HOSOKAWA, R.T. e SOUZA, A.L.: Aplicação de relações hipsométricas e equações de volume e manejo. **ABEAS. Curso de Manejo Florestal. Módulo 6**. Brasília, 1990. 43 p.

- HOSOKAWA, R.T., KLOCK, U., ROCHA, M. P., ROCHADELLI, R., KLITZKE, R. J., SÖLTER, F., SANT'ANA, M. A. G. e HAAG, J. O.: Determinação da rotação de uma floresta de *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga) de média produtividade em sistema agroflorestal tradicional baseado nos critérios de biomassa e renda bruta. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**. V.15 (2). Ed. da UFPR. Curitiba, 1996.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro, 1987.
- IWAKIRI, S.; KLOCK, U.; ROCHA, M.P.; SEVERO, E.T.D.; RINCOSKI, C.R.; BORTOLETTO Jr., G. e PIO, N.S.: Mistura de espécies na produção de chapas de partículas estruturais "Waferboard". **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, V.14 (1-2). Ed. da UFPR. Curitiba, 1995. p. 107-114.
- KLOCK, U.: **Química da Madeira**. FUPEF - Fundação de Estudos Florestais do Paraná. Série Didática nº 4. Curitiba, 1995. 65 p.
- KOLLMANN, F.: **Tecnología de la Madera y sus aplicaciones**. Tomo I. Madrid, 1959. 675 p.
- LAURENT, J. M.: **Sistema Agroflorestal da Bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba-Contexto Sócio-econômico**. PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO. Curitiba, 1990. Field document nº 6. 50 p.
- LAURENT, J. M., CAMPOS, J. B. e BITTENCOURT, S. M.: **Análise Técnico-Econômica do Sistema Agroflorestal da Bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba**. PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO. Curitiba 1990. Field document nº 7. 86 p. (a).
- LAURENT, J. M., PEDREIRA, M. R. R., CARPANEZZI, O. T. B. e BITTENCOURT, S. M.: **Melhoramento do Sistema Agroflorestal da Bracatinga**. PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO. Curitiba 1990. Field document nº 8. 128 p. (b).
- MCMILLIN, CH. W.: Chemical Composition of Loblolly Pine Wood as Related to Specific Gravity, Growth Rate and Distance from Pith. **Wood Science and Technology**. Vol. II, 1968. p. 233-240.
- MENDONÇA, W. R. e TARQUINIO, T. T.: **Bracatinga-Estudo de Mercado**. PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO. Curitiba 1988. 87 p.
- MOURA, J. B.: **Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da amazônia brasileira**. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná. 113 p.
- NUMAZAWA, S.: **Aproveitamento de resíduos da exploração florestal em Curuá - Una / Pa., para produção de carvão vegetal**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná. 126 p.
- NUNES, M. N.: **Relações hipsométricas e relações altura total e altura comercial, para a floresta da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA**. Manaus, 1986.

- Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas. 120 p.
- PATON, P. S.: **Estimativa de volumes individuais expressos em metros cúbicos sólidos e estéreos, para bracatinga *Mimosa scabrella*, Benth. em povoamentos naturais maduros.** Curitiba, 1984. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 107 p.
- PELLICO NETO, S.: Estimativa volumétrica de árvores individuais: síntese teórica. In: V Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. **Anais. EMBRAPA-URPFSC.** Curitiba, 1981. p. 15-27.
- PEGORARO, A. e CARPANEZZI, A. A.: Avaliação do potencial melífero da bracatinga. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, V.14 (1-2). Ed. da UFPR. Curitiba, 1995. p. 167-172.
- PEGORARO, A. e DA SILVA, F. C.: Espécies vegetais preferidas pela *Apis mellifera scutellata* (Himenoptera: Apidae) em Colombo-Pr. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, V.15 (1). Ed. da UFPR. Curitiba, 1996. p. 25-31.
- RIEGELHAUP, E., LAURENT, J. M. e MENDONÇA, W. R.: **Abastecimento de Lenha às Indústrias da Região Metropolitana de Curitiba-Norte.** PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO. Curitiba, 1989. Field document nº 2. 40 p.
- ROTTA, E. e OLIVEIRA, Y. M. M. de: Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In : 4º SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: bracatinga, uma alternativa para reflorestamento. **Anais. EMBRAPA. URPFCS.** Curitiba, 1981. p. 1-23.
- SAWABE, O. e SUZUKI, Y.: Quality and Utilization of Small Hardwood Trees. I - Growth and Basic Wood Qualities of KONARA (*Quercus serrata* Thunb.). **Bulletin of the Iwate University Forests.** nº 14, March, 1983. The Iwate University Forests. Morioka, Japan. 1983. p. 1-22. (Original em japonês).
- SCHMIDT, P. B.: **Determinação indireta da relação hipsométrica para povoamentos de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 1978. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 102 p.
- SIMATUPANG, M.H.; SCHWARZ, G.H. e BRÖKER, F.W.: Small scale plants for the manufacture of mineral-bonded wood composites. In: EIGHTH WORLD FORESTRY CONGRESS. (1978: Jakarta). **Special paper.** Indonésia, 1978. 21 p.
- SPEIDEL, G.: **Forstliche Betriebswirtschaftslehre.** Hamburg, Berlin. Verlag Paul Parey, 1984. 226 p. (Original em alemão).
- TAPPI: **TAPPI TESTING METHODS 1994 - 1995.** TAPPI PRESS. Atlanta, 1994.
- TIMELL, T. E.: Studies on Opposite Wood in Conifers. Part 1: Chemical Composition. **Wood Science and Technology.** Vol. 7, 1973. p. 1-5.

ANEXO 01

**PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO GAMA DE
DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DIÂMETRO**

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 1.....	65
QUADRO 02 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 2.....	65
QUADRO 03 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 3.....	65
QUADRO 04 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 4.....	65
QUADRO 05 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 1.....	66
QUADRO 06 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 2.....	66
QUADRO 07 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 3.....	66
QUADRO 08 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 4.....	66
QUADRO 09 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 1.....	67
QUADRO 10 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 2.....	67
QUADRO 11 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 3.....	67
QUADRO 12 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 4.....	67
QUADRO 13 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 1.....	68
QUADRO 14 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 2.....	68
QUADRO 15 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 3.....	68
QUADRO 16 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 4.....	68
QUADRO 17 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 1.....	69
QUADRO 18 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 2.....	69
QUADRO 19 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 3.....	69
QUADRO 20 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 4.....	69

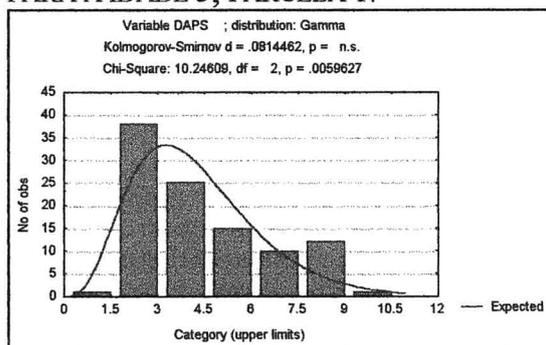
LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 1.....	65
GRÁFICO 02 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 2.....	65
GRÁFICO 03 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 3.....	65
GRÁFICO 04 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 4.....	65
GRÁFICO 05 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 1.....	66
GRÁFICO 06 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 2.....	66
GRÁFICO 07 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 3.....	66
GRÁFICO 08 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 4.....	66
GRÁFICO 09 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 1.....	67
GRÁFICO 10 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 2.....	67
GRÁFICO 11 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 3.....	67
GRÁFICO 12 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 4.....	67
GRÁFICO 13 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 1.....	68
GRÁFICO 14 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 2.....	68
GRÁFICO 15 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 3.....	68
GRÁFICO 16 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 4.....	68
GRÁFICO 17 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 1.....	69
GRÁFICO 18 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 2.....	69
GRÁFICO 19 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 3.....	69
GRÁFICO 20 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 4.....	69

QUADRO 01 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 1.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
0,75	1	4,69
2,25	38	26,00
3,75	25	31,67
5,25	15	21,50
6,75	10	10,88
8,25	12	4,62
9,75	1	2,64

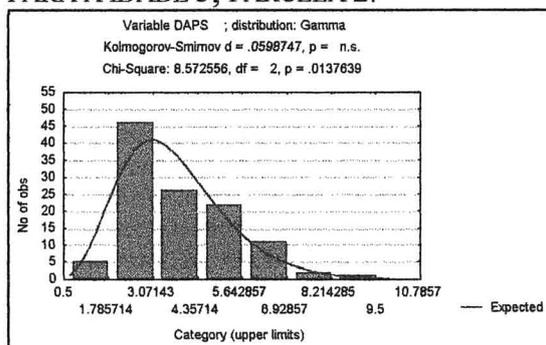
GRÁFICO 01 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 1.



QUADRO 02 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 2.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,14	5	9,14
2,43	46	35,09
3,71	26	36,23
4,99	22	20,48
6,29	11	8,30
7,57	2	2,73
8,86	1	1,02

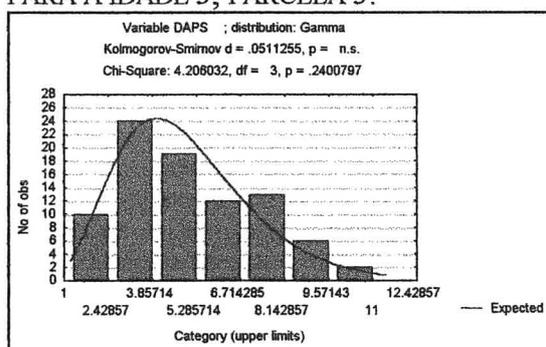
GRÁFICO 02 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 2.



QUADRO 03 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 3.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,71	10	8,45
3,14	24	21,30
4,57	19	23,15
6,00	12	16,50
7,43	13	9,20
8,86	6	4,38
10,29	2	3,01

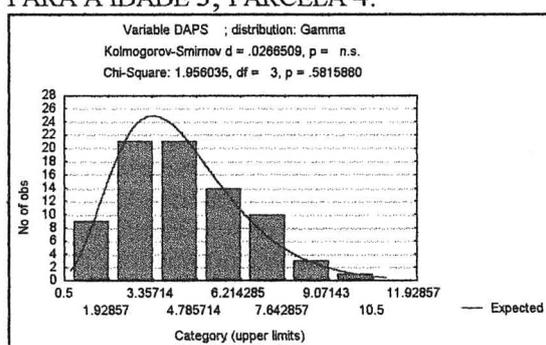
GRÁFICO 03 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 3.



QUADRO 04 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 4.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,21	9	6,89
2,64	21	21,82
4,07	21	22,91
5,50	14	14,89
6,93	10	7,46
8,36	3	3,18
9,79	1	1,84

GRÁFICO 04 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 3, PARCELA 4.



QUADRO 05 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 1.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,00	6	4,28
3,00	12	13,64
5,00	11	13,60
7,00	11	9,10
9,00	6	5,01
11,00	2	2,45
13,00	2	1,91

QUADRO 06 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 2.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
0,86	6	6,28
2,57	30	26,33
4,29	21	26,26
6,00	15	15,34
7,71	9	6,86
9,43	3	2,62
11,14	1	1,31

QUADRO 07 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 3.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,21	7	6,33
2,64	36	29,35
4,07	28	36,67
5,50	25	25,31
6,93	16	12,61
8,36	5	5,12
9,79	1	2,62

QUADRO 08 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 4.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
0,93	3	8,09
2,79	56	40,94
4,64	31	41,78
6,50	20	22,84
8,36	12	9,12
10,21	5	3,02
12,07	0	1,20

GRÁFICO 05 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 1.

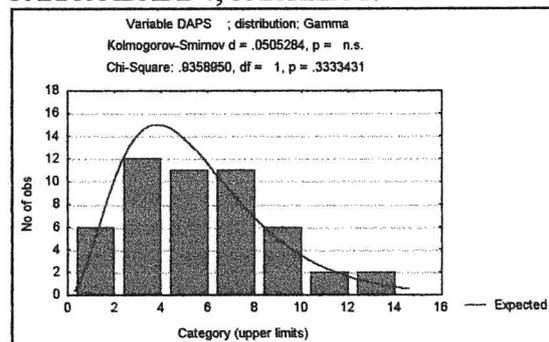


GRÁFICO 06 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 2.

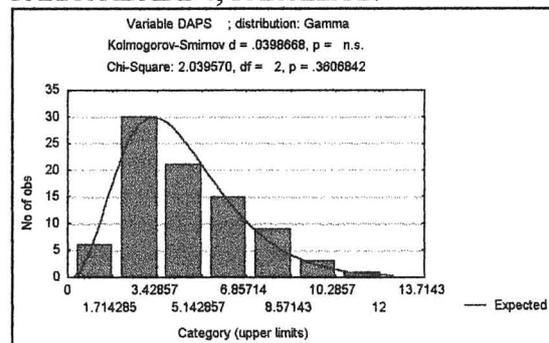


GRÁFICO 07 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 3.

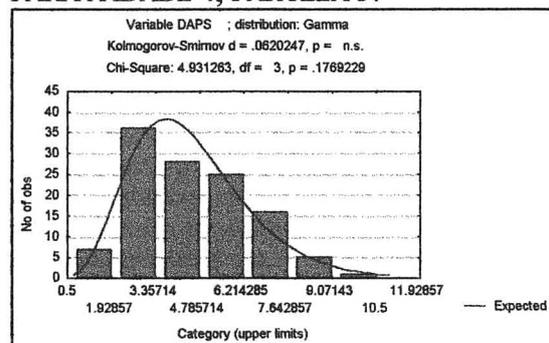
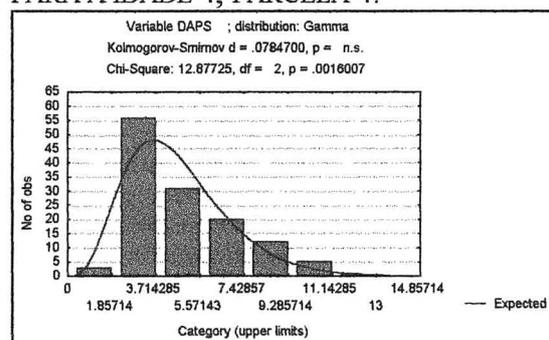


GRÁFICO 08 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 4, PARCELA 4.



QUADRO 09 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 1.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
0,93	0	1,60
2,79	20	12,88
4,64	19	21,09
6,50	8	18,33
8,36	13	11,55
10,21	14	5,99
12,07	2	4,56

QUADRO 10 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 2.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,71	7	7,93
5,14	35	33,72
8,57	21	18,95
12,00	2	4,58
15,43	0	0,72
18,86	0	0,09
22,29	1	0,01

QUADRO 11 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 3.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,86	2	2,97
3,57	12	11,42
5,29	12	13,40
7,00	12	8,80
8,71	1	4,13
10,43	2	1,57
12,14	2	0,71

QUADRO 12 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 4.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
1,86	2	4,13
3,57	25	17,24
5,29	14	21,12
7,00	12	14,15
8,71	11	6,69
10,43	3	2,53
12,14	0	1,14

GRÁFICO 09 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 1.

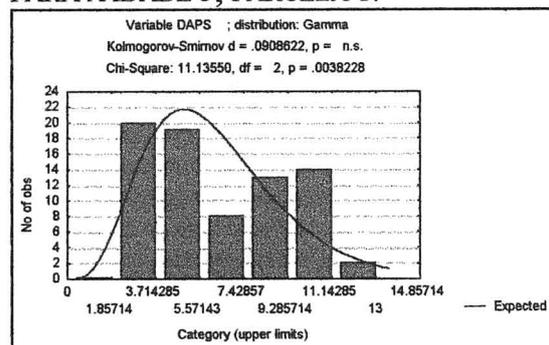


GRÁFICO 10 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 2.

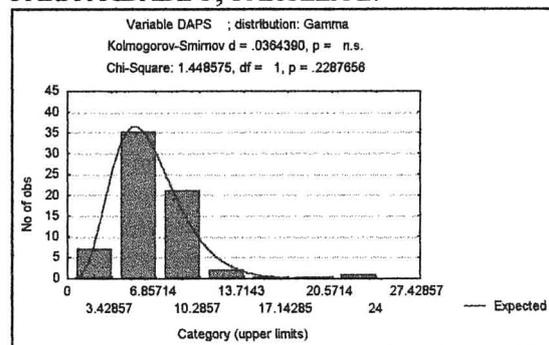


GRÁFICO 11 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 3.

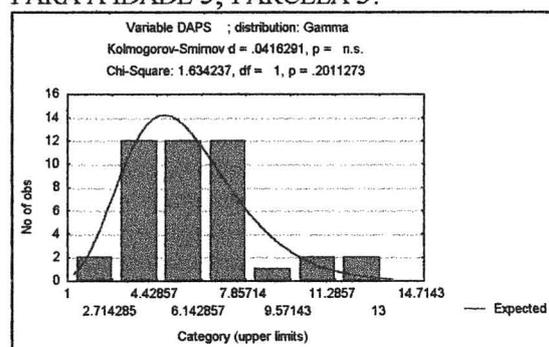
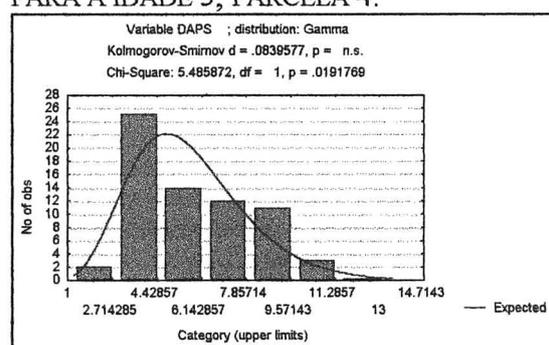


GRÁFICO 12 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 5, PARCELA 4.



QUADRO 13 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 1.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
2,07	16	16,22
4,21	67	51,20
6,36	33	54,29
8,50	34	34,85
10,64	24	16,91
12,79	10	6,87
14,93	0	3,64

QUADRO 14 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 2.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
2,29	8	6,02
4,86	27	26,36
7,43	23	33,38
9,99	29	24,03
12,57	19	12,65
15,14	4	5,47
17,71	1	3,09

QUADRO 15 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 3.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
2,14	15	14,12
4,43	62	54,47
6,71	49	62,49
9,00	38	40,89
11,28	31	19,57
13,57	5	7,68
15,86	3	3,77

QUADRO 16 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 4.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
3,14	5	5,14
5,43	32	31,31
7,71	49	48,98
10,00	32	36,38
12,29	22	17,11
14,57	6	5,93
16,86	1	2,15

GRÁFICO 13 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 1.

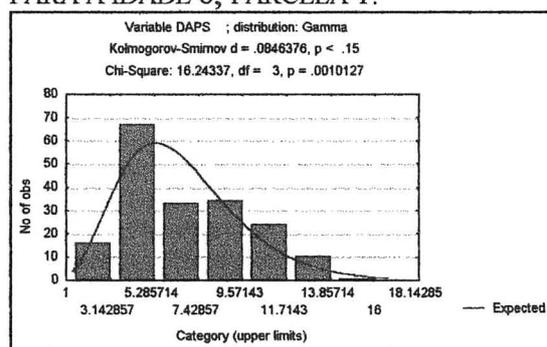


GRÁFICO 14 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 2.

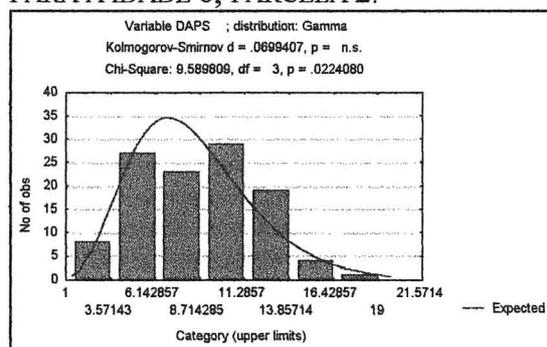


GRÁFICO 15 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 3.

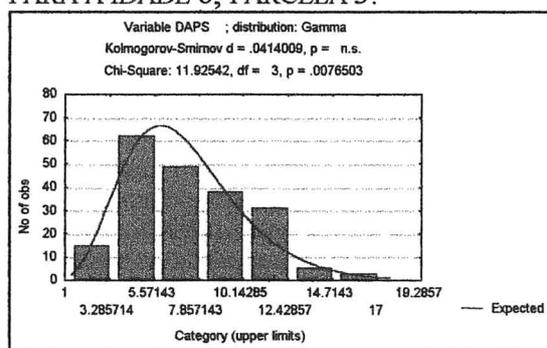
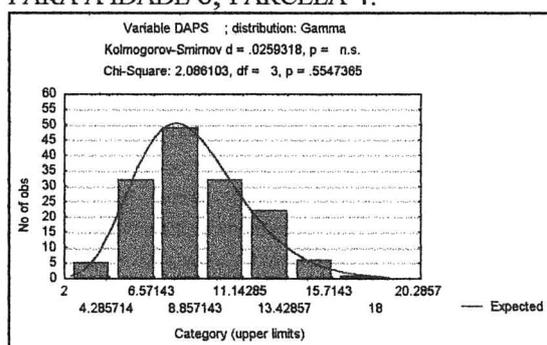


GRÁFICO 16 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 6, PARCELA 4.



QUADRO 17 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 1.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
3,71	11	9,99
7,14	35	32,37
10,57	25	28,94
14,00	13	13,71
17,43	4	4,51
20,86	2	1,17
24,29	1	0,32

QUADRO 18 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 2.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
3,36	1	1,28
6,07	12	8,27
8,79	12	15,87
11,50	11	16,24
14,21	13	11,41
16,93	12	6,25
19,64	3	4,68

QUADRO 19 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 3.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
3,71	2	0,62
7,14	8	9,93
10,57	24	21,68
14,00	15	16,30
17,43	7	6,43
20,86	1	1,66
24,29	0	0,37

QUADRO 20 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 4.

Centro de Classe	Frequência Observada	Frequência Esperada
6,36	3	1,40
9,07	4	5,88
11,79	11	10,63
14,50	8	11,01
17,21	10	7,85
19,93	6	4,27
22,64	2	2,97

GRÁFICO 17 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 1.

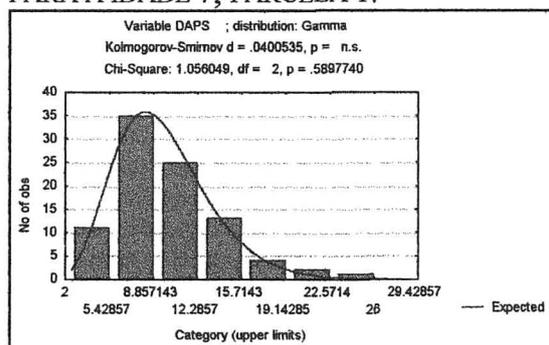


GRÁFICO 18 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 2.

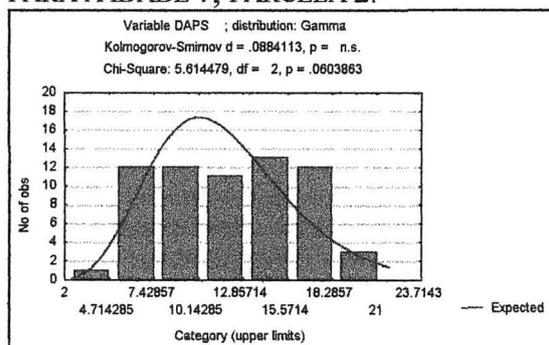


GRÁFICO 19 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 3.

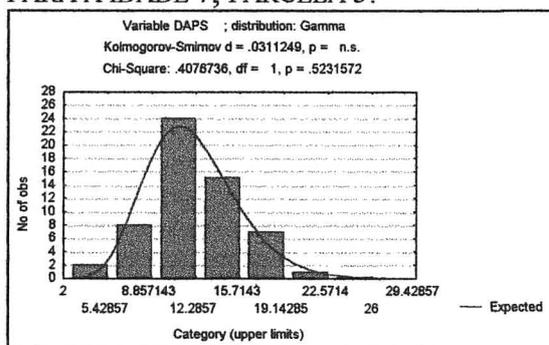
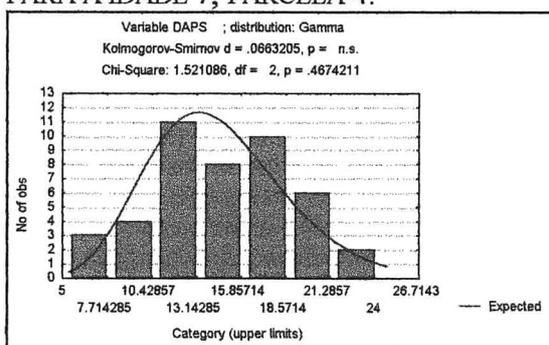


GRÁFICO 20 - DISTRIBUIÇÃO GAMA PARA A IDADE 7, PARCELA 4.



ANEXO 02

**PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO QUE ESTIMA O
DIÂMETRO RELATIVO ($d_{0,1}$) EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO ABSOLUTO (DAP)**

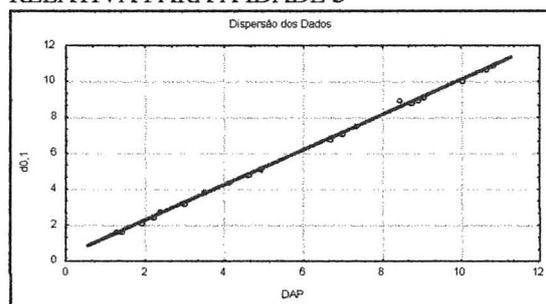
LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

QUADRO 01 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 3.....	72
QUADRO 02 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 4.....	72
QUADRO 03 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 5.....	72
QUADRO 04 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 6.....	72
QUADRO 05 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 7.....	73
GRÁFICO 01 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 3.....	72
GRÁFICO 02 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 4.....	72
GRÁFICO 03 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 5.....	72
GRÁFICO 04 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 6.....	72
GRÁFICO 05 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 7.....	73

QUADRO 01 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 3

F=14724	R2=0,99	Syx=0,11558
	coef.	t(20)
b0	0,2707661	5,1060981
b1	0,9759256	121,34103
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=1	196,68855	196,68855
Res. gl=20	0,2671737	0,0133587
Total	196,95572	

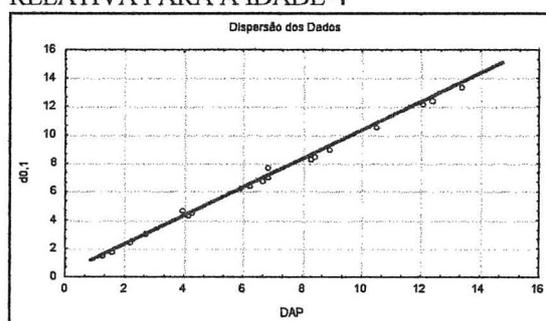
GRÁFICO 01 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 3



QUADRO 02 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 4

F=6364,6	R2=0,99	Syx=0,19702
	coef.	t(19)
b0	0,3433366	3,6110146
b1	0,9724377	79,778581
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=1	247,0605	247,0605
Res. gl=19	0,7375378	0,0388178
Total	247,79803	

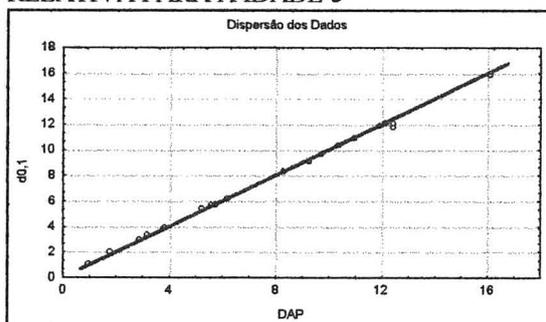
GRÁFICO 02 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 4



QUADRO 03 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 5

F=26601	R2=0,99	Syx=0,15017
	coef.	t(20)
b0	0,2706395	4,500647
b1	0,9652156	136,00754
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=1	359,9368	359,9368
Res. gl=20	0,3891618	0,0194581
Total	360,32596	

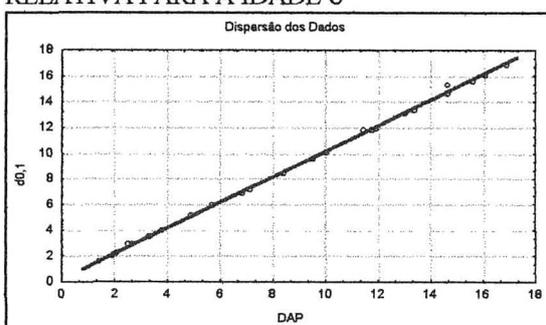
GRÁFICO 03 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 5



QUADRO 04 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 6

F=26601	R2=0,99	Syx=0,15017
	coef.	t(23)
b0	0,1659884	2,707975
b1	0,9926952	163,0977
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=1	599,91089	599,91089
Res. gl=23	0,5187032	0,0225523
Total	600,42957	

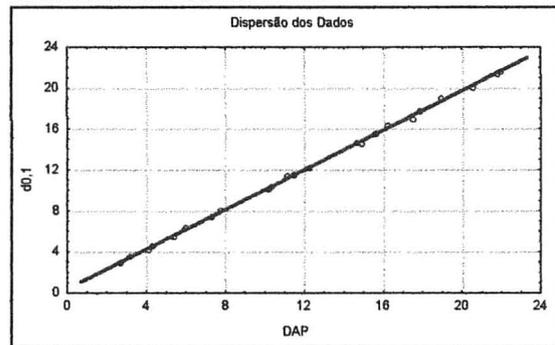
GRÁFICO 04 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 6



QUADRO 05 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 7

F=29652	R2=0,99	Syx=0,17077
coef.		t(22)
b0	0,3051777	4,1241012
b1	0,9674544	172,19884
ANOVA		QM
Reg. gl=1	864,69098	864,69098
Res. gl=22	0,6415392	0,0291609
Total	865,33252	

GRÁFICO 05 - FUNÇ. DIAMÉTRICA RELATIVA PARA A IDADE 7



ANEXO 03**PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E GRÁFICOS DO MODELO AFILAMÉTRICO**

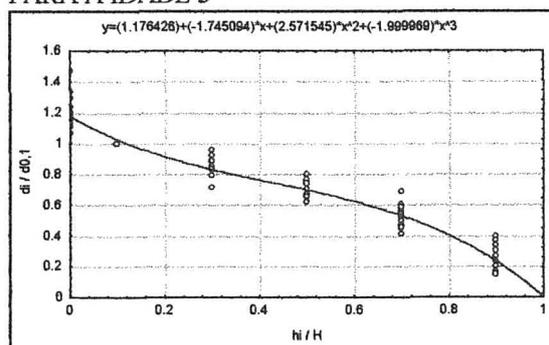
LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

QUADRO 01 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 3.....	76
QUADRO 02 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 4.....	76
QUADRO 03 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 5.....	76
QUADRO 04 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 6.....	76
QUADRO 05 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 7.....	77
GRÁFICO 01 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 3.....	76
GRÁFICO 02 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 4.....	76
GRÁFICO 03 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 5.....	76
GRÁFICO 04 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 6.....	76
GRÁFICO 05 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 7.....	77

QUADRO 01 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 3

F=2186,9	R2=0,98	Syx=0,07465
coef.		t(150)
b0	1,1764265	102,09362
b1	-1,745094	-13,97213
b2	2,5715446	8,210144
b3	-1,999969	-9,704408
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=3	23,35416	7,7847199
Res. gl=150	0,5339517	0,0035597
Total	23,888111	

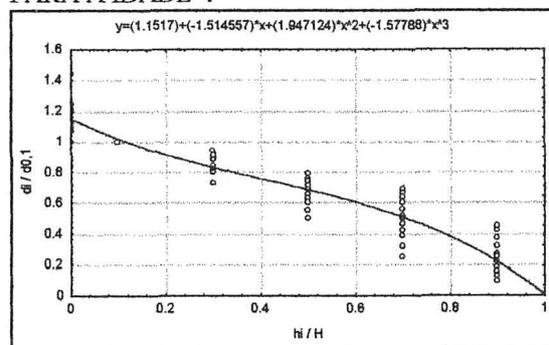
GRÁFICO 01 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 3



QUADRO 02 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 4

F=1376,6	R2=0,97	Syx=0,07280
coef.		t(143)
b0	1,1517002	80,031492
b1	-1,514557	-9,709949
b2	1,9471241	4,9778066
b3	-1,57788	-6,130661
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=3	21,886358	7,2954526
Res. gl=143	0,7578235	0,0052995
Total	22,644182	

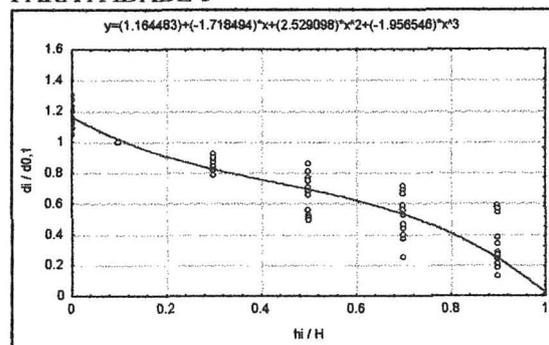
GRÁFICO 02 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 4



QUADRO 03 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 5

F=1075,0	R2=0,98	Syx=0,08306
coef.		t(150)
b0	1,1644833	72,590076
b1	-1,718494	-9,883299
b2	2,5290985	5,8000621
b3	-1,956546	-6,819397
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=3	22,248524	7,4161744
Res. gl=150	1,03486	0,0068991
Total	23,283382	

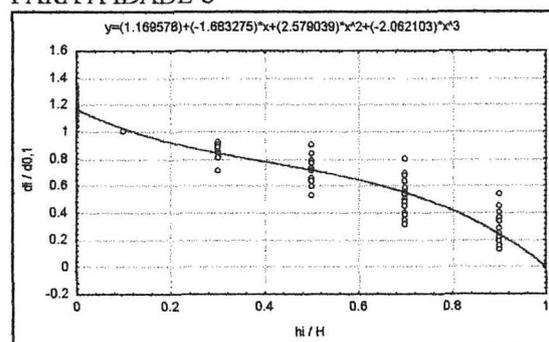
GRÁFICO 03 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 5



QUADRO 04 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 6

F=1549,5	R2=0,96	Syx=0,07507
coef.		t(171)
b0	1,1695782	85,994198
b1	-1,683275	-11,41839
b2	2,5790394	6,9762294
b3	-2,062103	-8,477389
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=3	26,195541	8,7318468
Res. gl=171	0,9636339	0,0056353
Total	27,159174	

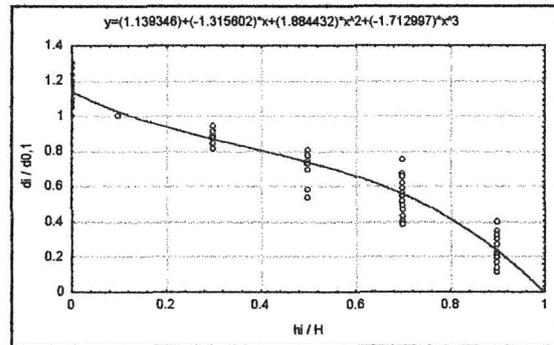
GRÁFICO 04 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA PARA A IDADE 6



QUADRO 05 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA
PARA A IDADE 7

F=2170,8	R2=0,97	Syx=0,06312
	coef.	t(164)
b0	1,1393459	99,178994
b1	-1,315602	-10,56571
b2	1,8844318	6,0348634
b3	-1,712997	-8,337439
ANOVA	SQ	QM
Reg. gl=3	25,135372	8,3784571
Res. gl=164	0,6329691	0,0038596
Total	25,768341	

GRÁFICO 05 - FUNÇ.AFILAMÉTRICA
PARA A IDADE 7



ANEXO 04

COMPONENTES QUÍMICOS (DADOS OBSERVADOS) E RESPECTIVAS
ANÁLISES DE VARIÂNCIAS (ANOVA)

LISTA DE TABELA E QUADROS

TABELA 01 - COMPONENTES QUÍMICOS AO LONGO DAS IDADES E CLASSES DE DIÂMETRO (DADOS OBSERVADOS).....	80
QUADRO 01 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA QTE. (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 02 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA FRIA (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 03 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁLC.-BENZ. (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 04 - ANOVA: TEORES DE EXTRATIVOS TOTAIS (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 05 - ANOVA: TEORES DE CINZAS (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 06 - ANOVA: TEORES DE LIGNINA (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 07 - ANOVA: TEORES DE HOLOCELULOSE (%)/IDADE (ANOS).....	82
QUADRO 08 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA QTE. (%)/CLASSES DE DIÂMETRO.....	83
QUADRO 09 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA FRIA (%)/CLASSES DE DIÂMETRO.....	83
QUADRO 10 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁLCOOL-BENZ.(%)/CLASSES DE DIÂMETRO	83
QUADRO 11 - ANOVA: TEORES DE EXTRATIVOS TOTAIS (%)/CLASSES DE DIÂMETRO....	83
QUADRO 12 - ANOVA: TEORES DE CINZAS (%)/CLASSES DE DIÂMETRO.....	83
QUADRO 13 - ANOVA: TEORES DE LIGNINA (%)/CLASSES DE DIÂMETRO.....	83
QUADRO 14 - ANOVA: TEORES DE HOLOCELULOSE (%)/CLASSES DE DIÂMETRO.....	83

TABELA 01 - COMPONENTES QUÍMICOS AO LONGO DAS IDADES E CLASSES DE DIÂMETRO (DADOS OBSERVADOS).

Idade (anos)	Clas. (diâm)	Eaq. (%)	Eaf. (%)	Eab. (%)	Ext. (%)	Cin. (%)	Lig. (%)	Hol. (%)
3	3	4,69	1,97	2,61	9,27	0,66	17,70	72,40
3	4	3,59	3,33	1,48	8,41	0,63	17,90	73,09
3	5	1,43	1,57	1,23	4,23	0,68	19,30	75,80
3	6	3,09	1,86	1,57	6,52	0,51	19,30	73,71
3	7	2,36	2,28	1,50	6,14	0,51	18,70	74,70
3	3	3,29	2,32	1,92	7,53	0,68	15,90	75,87
3	4	4,22	2,56	2,27	9,05	0,54	19,20	71,24
3	5	2,00	1,50	1,24	4,74	0,51	16,90	77,88
3	6	3,70	2,45	1,38	7,53	0,63	19,80	72,05
3	7	2,20	2,09	1,61	5,90	0,40	15,20	78,53
3	3	4,02	2,51	1,15	7,68	0,80	18,70	72,84
3	4	3,70	2,58	1,80	8,08	0,53	17,90	73,50
3	5	1,53	1,61	1,39	4,53	0,49	19,50	75,53
3	7	2,16	2,37	1,69	6,22	0,60	16,80	76,37
3	3	3,64	2,41	1,71	7,76	0,39	18,00	73,83
3	4	3,32	2,11	1,97	7,41	0,57	15,00	77,02
3	5	2,11	1,60	1,54	5,25	0,34	19,50	74,87
3	6	2,72	2,19	0,93	5,84	0,46	18,50	75,25
3	7	2,69	2,20	1,89	6,78	0,35	16,10	76,82
4	3	3,72	1,90	1,13	6,75	0,66	17,90	74,74
4	4	3,35	2,07	0,63	6,05	0,41	15,90	77,68
4	5	1,60	1,59	0,61	3,80	0,57	16,90	78,78
4	6	2,31	1,58	1,41	5,30	0,51	19,90	74,29
4	7	3,88	2,16	1,90	7,94	0,40	16,20	75,51
4	3	3,46	1,90	1,56	6,92	0,77	19,10	73,24
4	5	1,24	2,27	0,54	4,05	0,56	19,00	76,37
4	6	2,23	1,55	1,16	4,94	0,52	18,30	76,26
4	7	3,47	2,09	1,63	7,19	0,50	17,10	75,22
4	3	3,27	2,18	1,22	6,67	0,42	17,60	75,31
4	4	3,55	2,79	1,94	8,28	0,48	17,50	73,70
4	5	1,89	1,44	1,28	4,61	0,33	16,80	78,24
4	6	3,34	2,19	1,22	6,75	0,47	16,60	76,16
4	7	2,71	2,03	1,42	6,16	0,50	17,60	75,72
4	3	3,18	3,33	2,40	8,91	0,50	19,30	71,28
4	4	3,48	2,65	2,21	8,33	0,52	17,60	73,60
4	5	1,69	2,02	1,40	5,11	0,59	20,50	73,79
4	6	3,30	2,23	1,57	7,10	0,44	17,90	74,57
4	7	2,77	2,14	1,92	6,83	0,44	16,90	75,87
5	3	3,22	1,54	1,67	6,43	0,58	16,90	76,08
5	4	2,74	1,85	1,21	5,80	0,81	20,30	73,07
5	5	1,24	1,75	1,04	4,03	0,64	17,30	78,08
5	6	2,39	1,43	1,26	5,08	0,69	18,10	76,15
5	3	3,24	2,31	1,42	6,97	0,82	17,90	74,35
5	4	3,05	1,57	2,59	7,21	0,57	19,20	73,04
5	5	1,69	1,77	1,23	4,69	0,45	19,90	74,93

5	6	2,12	1,40	1,02	4,54	0,50	17,00	77,97
5	3	2,59	1,79	1,30	5,68	0,57	16,80	76,97
5	4	3,14	2,15	1,17	6,46	0,61	17,10	75,78
5	3	3,14	2,56	1,48	7,18	0,69	17,00	75,09
5	4	3,62	1,88	1,33	6,84	0,69	17,80	74,63
5	5	1,61	2,30	1,77	5,68	0,66	19,10	74,53
5	6	3,65	1,46	1,83	6,94	0,51	18,70	73,86
6	3	2,81	1,36	1,22	5,39	0,47	20,10	74,08
6	4	3,12	1,80	2,01	6,93	0,61	19,60	72,90
6	5	2,50	1,10	1,16	4,76	0,54	22,30	72,40
6	6	1,32	1,47	1,66	4,45	0,41	19,70	75,40
6	7	1,88	1,20	1,91	4,99	0,48	19,70	74,88
6	3	2,31	1,66	1,39	5,36	0,48	17,80	76,41
6	4	4,63	2,36	2,26	9,25	0,81	19,40	70,50
6	5	1,68	1,27	0,93	3,88	0,56	18,20	77,37
6	6	1,49	1,53	1,39	4,41	0,55	19,70	75,38
6	7	2,21	1,37	0,86	4,44	0,51	19,00	76,07
6	3	3,51	1,71	1,60	6,82	0,61	18,10	74,52
6	4	4,28	2,72	1,75	8,75	01,0	18,20	72,07
6	5	1,83	1,52	1,23	4,58	0,37	20,90	74,14
6	6	2,14	1,55	1,12	4,81	0,68	19,00	75,50
6	7	2,74	1,45	2,13	6,32	0,42	19,40	73,90
6	3	2,45	1,69	1,37	5,51	0,49	20,90	73,10
6	4	3,82	2,43	1,50	7,75	0,90	22,20	69,19
6	5	1,22	1,58	1,03	3,83	0,74	18,20	77,21
6	6	1,74	1,52	1,60	4,86	0,60	20,30	74,25
7	3	3,70	2,82	1,30	7,82	0,43	21,60	70,18
7	4	2,02	1,44	1,91	5,37	0,74	20,40	73,50
7	5	1,63	1,61	0,91	4,15	0,37	20,00	75,45
7	6	2,60	1,19	1,21	5,00	0,69	18,90	75,46
7	3	2,42	1,71	0,98	5,11	0,54	24,40	69,91
7	4	3,36	1,07	1,38	5,81	0,67	20,20	73,34
7	5	2,06	1,73	0,83	4,62	0,39	21,80	73,17
7	6	2,35	1,42	1,10	4,87	0,61	21,90	72,67
7	3	1,94	1,69	0,97	4,60	0,41	19,60	75,42
7	4	3,35	2,23	1,30	6,88	0,68	19,70	72,76
7	5	1,58	1,62	1,09	4,29	0,41	22,50	72,76
7	6	1,69	1,37	1,10	4,16	0,50	20,20	75,14
7	7	2,41	1,23	0,91	4,55	0,60	20,40	74,41
7	3	1,90	1,80	1,10	4,80	0,51	21,20	73,54
7	4	3,06	1,33	1,44	5,83	0,77	19,20	74,19
7	5	1,41	1,55	1,13	4,09	0,41	20,70	74,78
7	6	1,99	1,12	1,36	4,47	0,53	18,90	76,12

QUADRO 01 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA QTE. (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	5,00408	4	1,251020	1,738203 ^{ns}	0,149339
Erro	59,73680	83	0,719721		

QUADRO 02 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA FRIA (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	5,32408	4	1,331019	7,259747 ^{**}	0,000046
Erro	15,21742	83	0,183342		

QUADRO 03 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁLC.-BENZ. (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	1,85721	4	0,464302	2,790946 ^{**}	0,031469
Erro	13,80788	83	0,166360		

QUADRO 04 - ANOVA: TEORES DE EXTRATIVOS TOTAIS (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	31,5539	4	7,888464	4,245543 ^{**}	0,003554
Erro	154,2188	83	1,858058		

QUADRO 05 - ANOVA: TEORES DE CINZAS (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	0,153551	4	0,038388	2,258807 ^{ns}	0,069664
Erro	1,410556	83	0,016995		

QUADRO 06 - ANOVA: TEORES DE LIGNINA (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	114,4134	4	28,60336	15,64701 ^{**}	0,000000
Erro	151,7273	83	1,82804		

QUADRO 07 - ANOVA: TEORES DE HOLOCELULOSE (%)/IDADE (ANOS)

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	34,2464	4	8,561611	2,378893 ^{ns}	0,058278
Erro	298,7161	83	3,598990		

QUADRO 08 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA QTE. (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	34,92854	4	8,732136	24,31098**	0,000000
Erro	29,81234	83	0,359185		

QUADRO 09 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁGUA FRIA (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	4,08549	4	1,021372	5,151547**	0,000932
Erro	16,45601	83	0,198265		

QUADRO 10 - ANOVA: TEORES DE EXT. EM ÁLCOOL-BENZ. (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	3,58175	4	0,895437	6,150721**	0,000220
Erro	12,08334	83	0,145582		

QUADRO 11 - ANOVA: TEORES DE EXTRATIVOS TOTAIS (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	90,94497	4	22,73624	19,90039**	0,000000
Erro	94,82767	83	1,14250		

QUADRO 12 - ANOVA: TEORES DE CINZAS (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	0,346601	4	0,086650	5,907139**	0,000311
Erro	1,217505	83	0,014669		

QUADRO 13 - ANOVA: TEORES DE LIGNINA (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	22,8068	4	5,701688	1,944817 ^{ns}	0,110639
Erro	243,3340	83	2,931735		

QUADRO 14 - ANOVA: TEORES DE HOLOCELULOSE (%)/CLASSES DE DIÂMETRO

	Soma de	Graus de	Quadrado		
	Quadrados	Liberdade	Médio	F	nível-p
Efeito	70,0346	4	17,50865	5,527056**	0,000539
Erro	262,9280	83	3,16781		

onde: ** = significativo a 95% de probabilidade;
 ns = não significativo a 95% de probabilidade.