OSCAR ARTURO GAUTO

ANÁLISE DA DINÂMICA E IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO SOBRE O ESTOQUE REMANESCENTE (POR ESPÉCIE E POR GRUPOS DE ESPÉCIES SIMILARES) DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM MISSIONES, ARGENTINA

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

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

CURITIBA
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 argüição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **OSCAR ARTURO GAUTO**, sob o título " **ANÁLISE DA DINÂMICA E IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO SOBRE O ESTOQUE REMANESCENTE POR ESPÉCIES E POR GRUPOS DE ESPÉCIE SIMILARES DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM MISSIONES, ARGENTINA"**, 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 **MANEJO FLORESTAL**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com média final:(9,7), correspondente ao conceito:(A).

Curitiba, 07 DE JULHO DE 1997

Profª. M.Sc. Norma Esther Vera de Lopez
Primeira Examinadora
Univ. Missiones - Argentina

Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado
Segundo Examinador
UFLA

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho
Orientador e Presidente da Banca
UFPR

Á minha esposa e

meus filhos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

De modo especial ao meu orientador, Professor Afonso Figueiredo Filho pelo incentivo, amizade, dedicação e interesse na orientação de meu trabalho;

Também de modo especial ao professor Sebastião do Amaral Machado pelos ensinamentos durante o curso, valiosas sugestões, apoio e amizade;

Ao Professor Roberto Tuyoshi Hosokawa, pelo ensinamento durante o curso e valiosas sugestões.

Á Professora Norma Esther Vera, pela revisão do trabalho e valiosas sugestões;

Ao Professor Carlos Sanqueta, pela revisão do trabalho e valiosas sugestões;

Á Universidad Nacional de Misiones (UNaM), pela oportunidade de realização do curso;

Ao programa CAPES pelo apoio económico para á realização do curso.

Aos amigos, estudantes, funcionários e professores do curso de Pós graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, pelo constante apoio e amizade;

Á Bibliotecaria Liliana Luisa Pizzolato, pela dedicação na fase de revisão bibliográfica e sugestões na apresentação do trabalho;

Em modo muito especial a minha esposa Berta Desideria e filhos Paula Araceli e Gabriel Arturo, pelo privilegio da companhia e costante lição de vida.

BIOGRAFIA

OSCAR ARTURO GAUTO, filho de Donato Gauto e de Ramona Acosta Silva, nasceu em Eldorado, Província de Missiones, Argentina, no dia 26 de abril de 1957.

Em 1983 graduou-se com o título de Engenheiro Florestal na Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales.

Em 1986, ingressou em caráter de assessor técnico no Ministério de Ecologia y Recursos Naturales Renovables, governo da Província de Missiones, Argentina, e no ano 1987 foi promovido a Diretor de Ordenamento e Desenvovimento Florestal, onde trabalhou até 1989.

No ano 1989, ingressou por concurso público na Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales onde atualmente tem o cargo de Chefe de Trabalhos Práticos na disciplina de Ordenamento Florestal. No ano 1990 foi eleito para ocupar o cargo de Secretário Acadêmico da Facultad de Ciencias Forestales, o qual exerceu até o ano 1994.

Finalmente no ano 1994 ingressou no curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, nível Mestrado, na área de concentração de Manejo Florestal, da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS viii

LISTA DE FIGURAS x

RESUMO xiii

ABSTRACT xiv

1 **INTRODUÇÃO** 1

2 **REVISÃO DA LITERATURA** 5

2.1 CRESCIMENTO DA ÁRVORE 5

2.2 INCREMENTO EM DIÂMETRO 8

2.2.1 ANÁLISE DO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO EM FLORESTAS EQUIÂNEAS 9

2.2.2 ANÁLISE DO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO EM FLORESTAS. MULTIÂNEAS 10

2.3 INCREMENTO EM ÁREA TRANSVERSAL 11

2.4 CRESCIMENTO DA FLORESTA 13

2.4.1 COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA 13

2.5 AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES 15

2.5.1 FATORES A CONSIDERAR PARA AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES 20

2.6 RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA DAS FLORESTAS NATURAIS 22

2.7 IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO NA VEGETAÇÃO REMANESCENTE 25

3 **MATERIAL E MÉTODOS** 27

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 27

3.1.1 LOCALIZAÇÃO E OCUPAÇÃO 27

3.1.2 CLIMA 29

3.1.3 RELEVO 29

3.1.4 SOLO 29

3.1.5 LOCALIZAÇÃO FITOGEOGRÁFICA 30

3.1.6 VEGETAÇÃO 31

3.2 ÁREA DE ESTUDO PROPRIAMENTE DITA 31

3.3 PARCELA PERMANENTE 32

3.4 CÁLCULO DAS ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIE 35

3.4.1 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA 35

3.4.2 INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO (I_d) 35

3.4.3 INCREMENTO EM ÁREA TRANSVERSAL (*Ig*) 36

3.4.4 INCREMENTO EM VOLUME (*Iv*) 37

3.5 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES 38

3.5.1 TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO 39

3.5.1.1 Análise de agrupamento 40

3.5.1.1.1 Critério de agrupamento 40

3.5.1.1.2 Distância Euclidiana 40

3.5.1.1.3 Métodos de análise de agrupamento 43

3.5.1.1.4 Matriz de espécies 43

3.5.1.2 Análise discriminante 44

3.6 COMPARAÇÃO DA RIQUEZA E DIVERSID0ADE FLORÍSTICA NAS DUAS OCASIÕES DAS ÁRVORES COM DAP ≥ 10 CM 47

3.7 ANÁLISE DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDAS NA FLORESTA 49

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 52

4.1 FREQÜÊNCIAS E CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA POR ESPÉCIE 52

4.2 ESTATÍSTICAS DO INCREMENTO POR ESPÉCIE 59

4.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO 70

4.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE 75

4.5 COMPARAÇÃO DA RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA NAS DUAS OCASIÕES 83

4.6 COMPONENTES DO CRESCIMENTO E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDAS NA FLORESTA 91

4.6.1 ANÁLISE PARA A FLORESTA NO SEU CONJUNTO 91

4.6.2 ANÁLISE POR CLASSES DE DIÂMETRO 95

4.6.2 ANÁLISE POR GRUPOS DE ESPÉCIES 102

5 CONCLUSÕES 109

6 RECOMENDAÇÕES 111

ANEXOS 112

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 130

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS E BIOLÓGICAS DAS ESPÉCIES SEGUNDO O GRUPO ECOLÓGICO A QUE PERTENCEM... 20

TABELA 2 - IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA, ABUNDÂNCIA E DOMINÂNCIA RELATIVA, E CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NOS 4 HAS NAS DUAS OCASIÕES.....56

TABELA 3 - ESTATÍSTICAS DO INCREMENTO DIAMÉTRICO PERIÓDICO ANUAL (2 ANOS) POR ESPÉCIE... 60

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL DURANTE 1993-1995.....67

TABELA 5 - NÚMERO DE ESPÉCIES E ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS PARA OS SEIS GRUPOS DE ESPÉCIES.....73

TABELA 6 - CONSTITUIÇÃO DOS GRUPOS DE ESPÉCIES FORMADOS PELA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO..... 74

TABELA 7 - ESTATÍSTICAS DE WILKS LAMBDA E F PARA O MODELO DISCRIMINANTE GLOBAL E PARA CADA VARIÁVEL EM PARTICULAR..... 75

TABELA 8 - DISTÂNCIAS DE MAHALANOBIS ENTRE OS CENTRÓIDES DOS SEIS GRUPOS.....77

TABELA 9 - COEFICIENTES PADRONIZADOS PARA AS DISTINTAS VARIÁVEIS CANÔNICAS..... 78

TABELA 10 - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS (FUNÇÕES)..... 78

TABELA 11 - ESCORES NÃO PADRONIZADOS PARA AS DISTINTAS ESPÉCIES..... 80

TABELA 12 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES NOS DIFERENTES GRUPOS... 81

TABELA 13 - DISTÂNCIAS DE MAHALANOBIS AO CENTRÓIDE DOS DISTINTOS GRUPOS..... 82

TABELA 14 - FUNÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS DISTINTOS GRUPOS.....83

TABELA 15 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS, ESPÉCIES E FAMÍLIAS, ÁREA BASAL E ABUNDÂNCIA E DOMINÂNCIA RELATIVAS MEDIAS NAS DUAS OCASIÕES (1993 E 1995), POR GRUPOS DE ESPÉCIES E PARA O TOTAL DAS ESPÉCIES (4HA).....84

TABELA 16 - NÚMERO DE ESPÉCIES E NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS DUAS OCASIÕES (1993 E 1995) POR FAMÍLIAS BOTÂNICAS.....86

TABELA 17 - VALORES DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE FLORÍSTICA PARA AS DUAS OCASIÕES, POR GRUPOS DE ESPÉCIES E PARA O TOTAL.....88

TABELA 18 - DIFERENÇAS OBSERVADAS NOS ÍNDICES DE SHANNON E SIMPSON NAS DUAS OCASIÕES EM PERCENTAGEM 89

TABELA 19 - COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA OBSERVADOS NO ANO 1993.....91

TABELA 20 - VALORES DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E CRESCIMENTO DA FLORESTA NAS DUAS OCASIÕES.....92

TABELA 21 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSES DE DAP DE 10 CM DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E DOS CRESCIMENTOS BRUTO, LÍQUIDO, E MUDANÇAS OCORRIDAS NOS ESTOQUES MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME POR 4 HA.....96

TABELA 22 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DOS CRESCIMENTOS POR GRUPOS DE ESPÉCIES.....99

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DE FREQÜÊNCIAS DOS INCREMENTOS DIAMÉTRICOS EM FLORESTAS MULTIÂNEAS.....9

FIGURA 2 - POSIÇÃO GEOGRÁFICA DA RESERVA DE USO MULTIPLE GUARANI.....28

FIGURA 3 - DIVISÕES DA PARCELA 4 (4 HA) EM SUBPARCELAS E BLOCOS.....33

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES COM ALTA PROCURA DE LUZ, EM CLASSES DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE.(EM4HA).....53

FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES TOLERANTES À SOMBRA EM CLASSES DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE. (EM4HA).....54

FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO ESTRATO INFERIOR E TOLERANTES A SOMBRA EM CLASSE DE DAP DE 10 CM (EM4HA).....54

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE TODAS AS ESPÉCIES EM CLASSES DE DAP DE 10 CMDEAMPLITUDE.....55

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES POR CLASSES DE INCREMENTO.....65

FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS POR CLASSES DE INCREMENTO DE ESPÉCIES COM ASSIMETRIA POSITIVA (EM 4 HA).....66

FIGURA 10 - DISTRIBUIÇAO POR CLASSE DE INCREMENTO DE ESPECIE COM ASSIMETRIA NEGATIVA (EM 4 HA).....69

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES POR CLASSE DE INCREMENTO COM TENDÊNCIA PARA A CURVA NORMAL.(EM 4 HA).....70

FIGURA 12 - DENDROGRAMA PRODUZIDO PELA MATRIZ PRIMÁRIA DE DADOS COM 43 ESPÉCIES E AS VARIÁVEIS INCREMENTO EM DAP EM ÁREA BASAL E DISTRIBUIÇÃO (TAMANHO POTENCIALMENTE ATINGÍVEL).....71

FIGURA 13 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS ESCORES CALCULADOS PELAS FUNÇÕES 1 E 2.....79

FIGURA 14 - ABUNDÂNCIA RELATIVA NAS DUAS OCASIÕES (A:1993 E B:1995), PARA AS FAMÍLIAS MAIS IMPORTANTES SEGUNDO ESSA VARIÁVEL.....87

FIGURA 15 - COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA OBSERVADOS NO ANO 1993, EM PERCENTAGEM DE NÚMERO DE INDIVÍDUOS (N), ÁREA BASAL (G), E VOLUME (V).....93

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME DA PRIMEIRA E SEGUNDA MEDIÇÃO POR CLASSE DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE.....97

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES EXPLORADAS (E), DANIFICADAS (D), MORTAS NATURALMENTE (M) E RECRUTADAS (I).....100

FIGURA 18 - CRESCIMENTOS BRUTO (CB), CRESCIMENTO LÍQUIDO (CL), E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDOS NO ESTOQUE (MLE) MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL, E VOLUME POR 4 HA.....101

FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMO DE NÚMERO DE ÁRVORES POR 4HA.....103

FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMOS DE ÁREA BASAL POR 4 HA.....104

FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMO DE VOLUME POR 4HA.....105

FIGURA 22 - MUDANÇAS LÍQUIDAS POR GRUPOS DE ESPÉCIES EM PERCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL DE MUDANÇAS OCORRIDAS NO ESTOQUE MEDIDAS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES POR 4 HA.....106

FIGURA 23 - MUDANÇAS LÍQUIDAS POR GRUPOS DE ESPÉCIES EM PERCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL DE MUDANÇAS OCORRIDOS NO ESTOQUE MEDIDAS EM TERMOS DE ÁREA BASAL E VOLUME.....107

FIGURA 24 - CRESCIMENTO BRUTO E LÍQUIDO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDAS EM TERMOS DE ÁREA BASAL E VOLUME POR 4HA.....108

RESUMO

A dinâmica de crescimento em diâmetro, área basal e volume de uma Floresta Natural Estacional Semidecidual, localizada no Departamento Guaraní, Provincia de Misiones, Argentina foi estudada com dados de uma parcela permanente de 4 ha, estabelecida e medida em 1993 e remedida em 1995. Espécies com similares comportamentos ecológicos foram agrupadas com a técnica de análise multivariada. Após as medições de 1993, uma exploração comercial foi aplicada sobre a parcela e seus impactos, decorridos 2 anos (em 1995), foram também analisados. Nas duas ocasiões, as espécies com DAP $\geq$ 10 cm foram botanicamente identificadas, e também foram medidos os DAPs e alturas comerciais das árvores. A análise florística revelou que a exploração afetou moderadamente a composição e a diversidade florística das espécies com DAP $\geq$10 cm. O incremento diamétrico anual da floresta teve a média de 5,79 mm e mediana de 4,5 mm apresentando acentuada assimetriaa para a esquerda quando plotadas as frequências vs. classes de incremento. Confirmou-se que a maior causa da variabilidade nos incrementos deve-se ao fato que algumas espécies apresentaram incrementos anuaos médios muito baixos ($\pm$ 1,8 mm) enquanto outras tiveram altas taxas de crescimento (23,6 mm). A análise de agrupamento, determinou a existência de seis grupos diferentes com respeito às variáveis distribuição, incremento em área transversal e incremento em diâmetro. A análise discriminante determinou que a variável distribuição é a que melhor explica as diferenças entre os grupos. Observou-se alto crescimento bruto e baixo crescimento líquido da floresta, devido à alta mortalidade registrada no período de crescimento, o que estaria indicando bom comportamento quanto ao crescimento das árvores da floresta remanescente.

ABSTRACT

The dynamic of diameter growth, basal area and volume of a Natural Forest Seasonal Semidecidual, located in the Departamento Guarani, Provincia of Missiones, Argentina, was studied with data of a 4 ha permanent plot, established and measured in 1993 and re-measured in 1995. Species with similar ecologic behaviour were grouped by using Multivariate Analysis. After the measurements of 1993 a commercial logging operation was applied to the plot, and its impact after two years (in 1995) was analyzed. In the two opportunities the species with DBH ≥ 10 cm were identified, measured in DBH and commercial height. The floristic analysis showed that commercial logging slightly affected the composition and floristic diversity of the species with DBH ≥ 10 cm. The annual diameter increment had mean of 5.79 mm, median of 4.5 mm and was skewed to the left when plotted frequency vs. increment classes. The major source of variability in increment the species differences, sone showing low increment (1,8 mm) and other high increment (23,6 mm). The Cluster Analysis gave as a result six different groups as a function of the distribution variable (size in DBH potentially attained by the species), basal area increment and diameter increment. The discriminant analysis showed that the distribution was the variable best explained de group differences. The forest had high gross growth and low net growth, due the high mortality registered during the growth period. That indicated a good behaviour of diameter increment of tree remaining trees in the forest.

1 INTRODUÇÃO

A Província de Missiones, localiza-se no extremo nordeste da Argentina, limitando o Brasil e o Paraguai. Tem 3 milhão de hectares de superfície, dos quais aproximadamente 1,9 milhões encontram-se cobertos com florestas naturais. O mapa florestal da Província, indica a existência de uma superfície de 1,5 milhão de hectares de florestas naturais. As estimativas são baseadas em fotografias aéreas do ano 1985 (THROWER, DI LUCCA e SALAZAR, 1993, p. 3).

Os solos de Missiones são de aptidão nitidamente florestal, originalmente quase em sua totalidade se encontravam cobertos de florestas naturais (ARGENTINA, Ministério de Ecologia y Recursos Naturales Renovables, 1993, p. 1).

As florestas naturais de Missiones no ano 1987 forneciam ao país, 37% do total da madeira consumida, estando em primeiro lugar como provedora de matéria prima (O'LERY, 1993).

Na Província de Missiones, a participação total do setor florestal representa mais do que 50% do Produto Bruto Interno (ARGENTINA, Ministério de Ecologia y Recursos Naturales Renovables, 1993, p. 2).

A exploração madeireira vem sendo executada na Província praticamente desde o início do século, em forma seletiva e com um critério "mineiro", ou seja sem objetivar o rendimento sustentado. Desde 1979, quando se implantou a lei número 854 de florestas, procurou-se dar a essa atividade um caráter de sustentabilidade por meio do planejamento das explorações, através de um plano de Ordenamento Florestal. Assim, no ano 1987 registravam-se na província mais de 500.000 ha sob regime de ordenamento florestal.

Contudo, a aplicação destas exigências não tem resultado o sucesso devido, principalmente pela falta de conhecimentos técnicos da dinâmica e estática das florestas, o que não permitiu efetuar o planejamento com adequada acuracidade.

Dentre as informações necessárias para manejar com sucesso as florestas naturais pode-se citar:

a) Incremento da floresta e a sua produção. Essas informações possibilitam o cálculo do volume da produção periódica das florestas, o estoque em crescimento que se precisa ter permanentemente para sustentar a produção no tempo, e os ciclos em que uma mesma área florestal pode sofrer intervenção. Segundo ALDER (1980, p. 1), as predições do crescimento e produção são importantes para planificação da produção, pesquisas silviculturais e planejamento e a pesquisa ecológica e manejo ambiental.

b) Diversidades de espécies e grupos ecológicos. As florestas naturais tropicais e neotropicais são os ecossistemas de maior diversidade do planeta. Assim quando considera-se somente as árvores, amostras de 1 ha pode ter até 300 espécies diferentes na Floresta Amazônica (GENTRY[1] citado por DELGADO, 1995, p.3), 227 na Malásia e 223 em Borneo (WHITMORE; PROCTOR et al; citados por GENTRY e DODSON, e citados por DELGADO, 1995, p. 3). Outras florestas tropicais em diferentes continentes têm menores quantidades de espécies de árvores (entre 50 e 100 espécies/ha) (GENTRY e DODSON[2], 1987, citados por DELGADO, 1995, p. 3). Essa grande diversidade torna necessário classificar as espécies de acordo com comportamentos ecológicos similares, os quais são ferramentas muito importantes para a Silvicultura (DIAZ, 1995, p. 1). Segundo o mesmo autor, a luz é o principal recurso limitante para as florestas tropicais úmidas. As estimações do emprego deste fator pelas árvores da floresta, geralmente têm sido indiretas, como as interpretações das curvas de distribuições diamétricas, ou as formas e velocidades de crescimento. A integração de muitas variáveis numa análise multivariada permite realizar agrupamentos

---

[1] GENTRY, A.H. Species richness and floristic composition of Chocó Region Plant communities. Caldasia, 15(71 - 75): 71-91.

[2] GENTRY, A.H.; DODSON, C. 1987. Contribution of nontres to species richness of a tropical rain forest. Biotropica 19(2): 149 -156.

de uma forma mais objetiva e também permite verificar quais variáveis explicam melhor a formação de grupos.

c) Impacto da exploração comercial sobre a floresta remanescente. A exploração tem um efeito direto sobre a floresta remanescente, reduzindo o estoque pela própria retirada das árvores comerciais, e pelos danos causados, principalmente àquelas árvores de diâmetros inferiores, as quais são danificadas pela queda de outras árvores maiores ou pelo arraste dos troncos desde a floresta até as estradas. De acordo com FINEGAN, citado por DELGADO (1995, p. 6), uma exploração seletiva em termos de abertura de clareiras na floresta, causa uma perturbação entre 10 a 20 vezes superior às produzidas naturalmente em um determinado ano.

Segundo JONKERS[3] (1987), citado por DELGADO (1995, p. 6), o impacto da exploração seletiva em florestas tropicais recebe pouca atenção, principalmente na América do Sul apesar do risco que envolve esta atividade para a sustentabilidade do recurso florestal, já que esses impactos afetam futuras colheitas madeireiras.

Na verdade, é que dado o critério "mineiro" com que foi abordada a exploração, estes estudos ficaram de lado e as mesmas instituições de pesquisa, têm dedicado os maiores esforços para as plantações com essências exóticas (pinus, eucalipto, etc.), ficando relegados, os estudos sobre florestas naturais.

Hoje já existem tendências para reverter essa situação, dada a crescente escassez de produtos provenientes de florestas naturais, a aptidão de uso puramente florestal do solo, e a tomada de consciência da populacão em geral a respeito dos benefícios indiretos deste tipo de floresta. Por este motivo começou funcionar uma estação experimental dependente da UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES, dedicada a estudar os problemas do aproveitamento racional e sustentado de florestas naturais, e a iniciativa do governo provincial de incentivar o manejo das florestas naturais, ainda que em pequenas escala.

---

[3] JONKERS, W.B. 1987. Vegetation structure logging damage and sillviculture in a tropical rain forest in Suriname. Agricultural University Wageningen, The Netherlands, 172 p.

No ano de 1993 foi instalado um experimento com parcelas permanentes na estação experimental Guarani, da UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES com o objetivo de estudar a dinâmica da floresta (incremento, mortalidade, ingresso).

Baseado nesse experimento, esta pesquisa objetivou:

1.-Analisar o incremento periódico anual em diâmetro das espécies encontradas no experimento.

2.-Agrupar espécies de comportamento ecológico similar, por meio da utilização da análise multivariada.

3.-Avaliar as mudanças acontecidas na composição florística e no estoque florestal durante o período de crescimento e o impacto da exploração comercial sobre a floresta remanescente e sobre a diversidade de espécies arbóreas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CRESCIMENTO DA ÁRVORE

Segundo AVERY e BURKHART (1994, p. 303) o crescimento das árvores é um processo intermitente caracterizado pelas mudanças na forma e dimensões do fuste num período de tempo. No processo de crescimento, camadas de tecidos lenhosos são adicionadas anualmente sob a casca, e desde o nível do solo até o topo, em volta do fuste. Em um corte transversal essas camadas de tecidos são visualizadas como anéis.

Crescimento é o aumento de tamanho que apresentam os organismos conforme passa o tempo. A quantidade de crescimento, determinada por duas medições sucessivas, uma no início do período de crescimento e outra ao final desse período denomina-se incremento. O incremento determina o rendimento e pode ser visto como a taxa de acumulação de um produto, e num sentido mais específico das ciências florestais é simplesmente a taxa de acumulação do rendimento (ALDER, 1980).

O processo de crescimento tem lugar em todas as partes das árvores: raízes, copa e tronco. O crescimento de maior interesse para o manejador é o crescimento do tronco ou fuste, o qual envolve o crescimento em diâmetro e em altura (HANN, 1980, p. 4).

Segundo LOETSCH, ZOHRER e HALLER (1973, p. 230), o incremento da árvore pode ser pesquisado por meio de várias estatísticas, tais como incremento em diâmetro, incremento em altura, mudanças no fator de forma, incrementos em área basal, incrementos na casca, incrementos em volume, incrementos em peso e incrementos em valor econômico.

FINEGAN (1993, p. 3), afirmou que os estudos de crescimentos e rendimentos florestais fundamentam-se na medição de dimensões da árvore tais como diâmetro do fuste e altura, e cálculo de outras variáveis derivadas destas, tais como área basal e volume. Os incrementos e rendimentos derivados de tais estudos podem relacionar-se a fatores tais como estrutura e densidade da floresta, e a qualidade do sítio para se conseguir um entendimento adequado em relação a muitos objetivos de manejo.

Segundo LOETSCH, ZOHRER e HALLER (1973, p. 229-231), o crescimento é categorizado segundo o intervalo de medição em a) incremento corrente anual (ICA), quando o período de crescimento refere-se a um ano, b) incremento periódico anual (IPA), quando as medições sucessivas são feitas num período maior de um ano, dividindo-se pelo número de anos do período, e c) incremento médio anual (IMA).

A curva sigmóide que faz o relacionamento entre alguma medida do tamanho da árvore com sua idade, onde cada ponto da curva representa o tamanho num momento determinado é chamada de crescimento acumulado ou de produção. Segundo HUSCH, MILLER e BEERS (1982, p. 293), quando partes de um indivíduo ou tamanho de um organismo é dividido pela idade da árvore tais como volume, altura, diâmetro, são plotadas sobre sua idade, a curva resultante denomina-se curva de crescimento ou incremento.

Segundo PRODAN (1968, p. 345), a curva de crescimento acumulado ou de produção é similar a uma curva de freqüência acumulada; tem seu início num valor zero da variável de interesse, depois cresce suavemente, e depois mais rapidamente, atingindo um ponto de inflexão, e então, a inclinação da curva diminui e assintoticamente movimenta-se para um valor final.

A curva de incremento é derivada da curva de crescimento acumulado. Primeiro tem uma suave inclinação a partir do valor zero, logo a inclinação é mais acentuada até atingir um ponto de inflexão, atingindo um máximo, depois da qual desce rapidamente até atingir um

outro ponto de inflexão, e a partir dai cai mais suavemente. A curva lembra uma distribuição de freqüências unimodal e assimétrica.

Seja Y o valor do tamanho da variável em qualquer momento e y o valor do incremento dessa variável, então o relacionamento existente entre elas é:

$$y = \frac{\Delta Y}{\Delta t},$$

y nesta relação é o incremento num período de tempo compreendido entre t_1 e t_2 , Δt; com os valores do tamanho da variável Y_1 e Y_2 , ΔY. Quando o tempo torna-se infinitamente pequeno a expressão anterior toma a seguinte forma:

$$y = Y' = \frac{dy}{dt},$$

esta é a taxa de crescimento instantânea, ou gradiente de crescimento num momento determinado.

Em forma inversa e por integração obtem-se o valor do tamanho da variável num momento determinado:

$$Y = \int y.dt .$$

MARGALEF[4] citado por FERNANDES (1985, p. 10), disse que o crescimento pode ser representado por uma curva, que corresponde as dimensões medidas em um tempo sucessivo sobre um indivíduo, ou mais freqüentemente sobre a média de uma população obtida de amostras. O crescimento se expressa fundamentalmente como a variação da uma dimensão qualquer do indivíduo em função da idade.

Uma variável que necessariamente deve ser conhecida para aplicar este modelo é a idade da árvore, ou da população. Em florestas multiâneas, a idade não está identificada em seus

[4] MARGALEF, R. 1974. Ecologia. Ed. Omega Rosário-Barcelona.

componentes, devido à dinâmica sucessional deste tipo de florestas, o que complica ou anula a aplicação destes modelos.

2.2 INCREMENTO EM DIÂMETRO

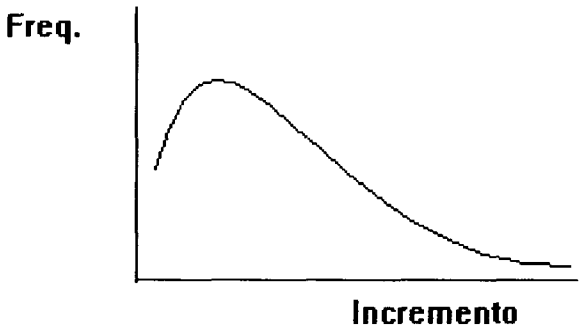
O termo incremento em diâmetro quase sempre refere-se ao incremento em diâmetro à altura do peito, DAP, (isto é a 1,30 metros do solo). Em razão do diâmetro ser a mais essencial variável para o cômputo do volume da árvore, o incremento diamétrico é o mais importante componente para a determinação do incremento em volume. Ainda tem a vantagem de ser a variável de mais fácil mensuração de todos os componentes do crescimento. (LOETSCH, ZOHRER e HALLER, 1973, p. 231).

Segundo FINEGAN (1993, p. 6), para fazer um resumo dos dados de incremento diamétrico derivados da medição de qualquer grupo de árvores, uma etapa lógica é calcular o incremento diamétrico médio de todos as árvores individuais, adicionando uma estimação da precisão da média com o desvio padrão. Este procedimento é válido e as médias são válidas se os incrementos exibem uma distribuição normal e sua variância seja pequena. Lamentavelmente, as distribuições dos incrementos, não são normais, e tampouco as variâncias são pequenas. Freqüentemente, segundo esse autor, as distribuições dos crescimentos das árvores de uma floresta têm uma distribuição positivamente assimétrica com a mediana e a moda menores que a média, com grande amplitude e coeficiente de variação alto (figura 1). Ainda ignora-se as causas disto acontecer em tantas situações, mas uma hipótese que tenta explicá-la é pelos padrões de disponibilidade dos recursos (luz, água, minerais, etc.) em que a maioria das árvores não conseguem esses recursos suficientemente, (KOHYAMA e HARA, citados por FINEGAN, 1993, p. 8)

Uma conseqüência deste tipo de distribuição dos incrementos diamétricos é que a média não representa o incremento da população estudada. A média superestima o incremento da

maioria das árvores, e subestima o incremento das melhores árvores da floresta, aquelas poucas que vão crescendo rapidamente. Nestes casos recomenda-se trabalhar com outras

FIGURA 1 - MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DE FREQÜÊNCIAS DOS INCREMENTOS DIAMÉTRICOS EM FLORESTAS MULTIÂNEAS



FONTE: FINEGAN (1993)

estatísticas que em conjunto descrevam melhor o crescimento. Essas estatísticas, são: mediana, moda e amplitude.

Quando os dados de incremento apresentam o tipo de distribuição com assimetria positiva, é conveniente agrupar as espécies de incrementos similares (ex. crescimento rápido, regular e lento) e tentar identificar as caraterísticas em comum que tem cada grupo, para tentar reduzir a variabilidade dos incrementos.

2.2.1 ANÁLISE DO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO EM FLORESTAS EQUIÂNEAS

Segundo FINEGAN (1993, p. 11, 12 e 13), tratando-se de florestas da mesma idade, densas, como o caso das florestas plantadas, ou florestas naturais nos seus primeiros estágios sucessionais, o melhor critério para agrupamento de árvores com incrementos parecidos é por classe de tamanho da árvore no início do período do crescimento. Tem-se um relacionamento positivo, freqüentemente linear, entre as duas variáveis (incremento e classe de diâmetro).

Este relacionamento pode entender-se em termos das hierarquias competitivas, na fase de competição e desbastes da floresta. Todas as árvores têm a mesma idade; seu tamanho a uma idade determinada é uma conseqüência do seu potencial de crescimento. A floresta é densa e fechada, as árvores grandes são as dominantes e as codominantes, elas conseguem a maior proporção dos recursos e crescem rápido. As árvores de tamanho médio são as subdominantes e suprimidas, conseguem poucos recursos e então crescem mais devagar ou morrem.

MILLER citado por FINEGAN (1993, p. 11), afirmou que a procura de nutrientes do solo é maior na fase de estabelecimento da floresta e na primeira fase de competição e desbaste. Na segunda parte da fase de competição e desbaste, e na fase madura, as árvores já acumularam grande quantidade de nutrientes que reciclam-se dentro delas. Então o consumo líquido de nutrientes, limita-se àqueles poucos investidos nos tecidos lenhosos permanentes. Desse modo o recurso de maior interesse nas últimas fases é a luz.

2.2.2 ANÁLISE DO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO EM FLORESTAS MULTIÂNEAS

As florestas multiâneas são aquelas florestas naturais primárias e as secundárias em desenvolvimento avançado. De acordo com SILVA e LOPES (1984) uma floresta multiânea é aquela onde existe um fluxo mais ou menos contínuo de regeneração e na qual o estrato superior é continuamente e gradualmente substituído pelo estrato inferior com a ocorrência de clareiras.

FINEGAN (1993, p. 16) afirmou que as florestas multiâneas têm um ciclo de regeneração que pode ser descrito em três fases: uma fase de clareira, uma de reconstrução e a fase madura. As espécies que são heliófilas regeneram-se na fase de clareira, as esciófilas podem regenerar-se em qualquer fase do ciclo. Uma conseqüência disto é que como sempre tem-se clareiras, ocorrem espécies heliófilas de todas as idades e também espécies esciófilas de todas as idades.

Nas florestas multiâneas o crescimento independe das classes de tamanho, diferentemente do que acontece nas florestas equiâneas. Este fato complica o análise do crescimento nas florestas multiâneas. A diversidade nas idades (duas árvores de igual tamanho podem ter idades muito diferentes e histórias de vida também diferentes) e nas espécies também complicam essa análise.

Tem-se em todas as classes diamétricas árvores de crescimento rápido e lento, por isso deve-se procurar outros critérios que ajudem a agrupar árvores de incrementos parecidos.

FINEGAN (1993, p. 18, 19) afirmou que esses critérios poderiam ser as espécies como uma das mais importantes, porém muito poucas espécies apresentam suficiente quantidade de indivíduos para um análise consistente; a quantidade de luz que recebe a árvore, e que de alguma maneira é uma expressão da competição desse indivíduo com as outras árvores vizinhas; a forma da copa, já que ela é uma expressão do potencial da árvore para utilizar a totalidade da luz que chega; a idade e história das árvores.

LOETSCH, ZOHRER e HALLER (1973, p. 229) mencionaram que o incremento está sujeito a muitas diferentes influências. O genótipo da árvore ou espécie contém o potencial de incremento em forma latente. Ela é ativada para dar o fenótipo por meio da influência do clima, solo, posição sociológica da árvore dentro da floresta e a idade.

2.3 INCREMENTO EM ÁREA TRANSVERSAL

Segundo AVERY et al. (1994, p. 103) a área transversal é a área seccional que tem o fuste da árvore na altura do peito. Para o cálculo da área transversal, assume-se que a seção é

circular à altura do peito. Assim para o cálculo da área transversal pode ser aplicado a seguinte fórmula:

$$g = \frac{\pi . d^2}{4}$$

onde:

g = área transversal;

d = diâmetro à altura do peito (DAP).

Segundo LOETSCH, ZOHRER e HALLER (1973, p. 239, 240), o incremento em área transversal é obtido a partir do incremento radial ou em diâmetro. Ele também demostrou que o incremento em área basal depende não só do incremento radial ou em diâmetro, mas também do diâmetro inicial da árvore. Isto é demostrado por meio da seguinte expressão:

$$i_g = g_b - g_a = \frac{\pi}{4}.(d_a + i_d)^2 - \frac{\pi}{4}.d_a^2 = \frac{\pi}{4}.(2d_a i_d + i_d^2)$$

onde:

i_g =incremento em área transversal;

g_a *e* g_b = áreas basais no início e no final do período de crescimento;

d_a =diâmetro da árvore no início do período de crescimento;

i_d = incremento em diâmetro.

Afirmaram ainda esses autores que o incremento em área basal é o componente com maior influência sobre o incremento em volume. Daí a grande importância de sua determinação.

2.4 CRESCIMENTO DA FLORESTA

DAVIS e JOHNSON (1987, p. 40) definiram crescimento da floresta no seu conjunto, as mudanças ocorridas nos atributos da floresta em um determinado período do tempo. Segundo os mesmos autores a produção tem um significado dual, definido como a quantidade de qualquer atributo selecionado da floresta e que pode ser explorado ou removido em algum momento do tempo. Assim, o crescimento é um conceito de taxa de produção biológica e a produção é um conceito de colheita ou exploração medido como taxa ou quantidade em um período de tempo determinado.

2.4.1 COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA

Segundo FINEGAN (1993, p. 33), a melhor forma de enfocar o dinamismo de uma floresta é estudando o crescimento, mortalidade e recrutamento das árvores componentes dessa floresta, através do monitoramento pela utilização de parcelas permanentes.

Numa floresta, o crescimento é dado pela atividade das árvores vivas, mas sua somatória não reflete o crescimento da floresta, devido ao fato que existem árvores mortas, árvores cortadas e árvores recrutadas no período de crescimento.

Quando a floresta é analisada por classes diamétricas, as árvores componentes de uma floresta, após transcorrido um período de tempo, podem passar de uma classe para outra maior, podem morrer ou podem ser cortadas, ou podem ainda ocorrer indivíduos nas classes inferiores que foram recrutados.

Segundo GILBERT[5] citado por AVERY et al. (1994, p. 311), os componentes básicos do crescimento da floresta são acréscimo, mortalidade, e recrutamento. Acréscimo é o crescimento de todas aquelas árvores que foram mensuradas ao início do período de

---

[5] GILBERT, A.M. 1954. What is this thing called growth? U.S. Forest Service, Northeast Forest Expt. Sta.Paper 71.5 pp.

crescimento. Inclui o crescimento de todos aqueles indivíduos que foram cortados durante o período de crescimento, mais os indivíduos mortos durante o período de crescimento e que foram utilizados. Mortalidade é o volume das árvores mensuradas inicialmente, que morreram durante o período de crescimento e que não foram utilizadas. O volume daquelas árvores que durante o período de crescimento alcançam ou superam o mínimo tamanho mensurável é chamado de recrutamento ou ingresso.

Ainda, o mesmo autor definiu crescimento bruto da floresta como a mudança em volume total para uma determinada floresta. É denominado de crescimento bruto porque para seu cálculo se inclui a mortalidade ocorrida durante o período de crescimento; o incremento líquido por outro lado é o incremento em volume da floresta baseado nas árvores presentes inicialmente menos a mortalidade ocorrida durante o período de crescimento. Quando o volume das árvores recrutadas é adicionado ao crescimento líquido, o resultado é a produção.

DAVIS e JOHNSON (1987, p. 43, 44, 45) definiram cinco tipos diferentes de incrementos da floresta:

1.Incremento bruto incluindo recrutamento, como sendo o crescimento das árvores sobreviventes, adicionando-se o volume das árvores mortas no período de crescimento e das árvores recrutadas;

2.Incremento bruto do volume inicial como o crescimento das árvores sobreviventes adicionando-se o volume das árvores mortas no período de crescimento.

3.Incremento líquido incluindo recrutamento como o crescimento das árvores sobreviventes, adicionando-se o volume das árvores recrutadas, no período de crescimento.

4.Crescimento do volume inicial, como o crescimento das árvores sobreviventes.

5.Mudanças líquidas ocorridas na floresta consistem na diferença entre o volume existente no final do período de crescimento e o volume existente no início do período de crescimento.

Nos primeiros quatro tipos, anteriores tendo-se cortados árvores durante o período de crescimento, seu volume deve ser adicionado para ser obtido cada um dos tipos de crescimentos citados.

Ainda segundo DAVIS e JOHNSON, o uso de um determinado tipo de crescimento, depende dos propósitos do usuário. Assim, um proprietário de florestas que simplesmente deseja conhecer quanta madeira sua floresta produziu em um certo período utilizaria a definição 3; um ecologista interessado na biomassa total poderia incluir árvores menores e utilizar a definição 1; um pesquisador de manejo florestal, interessado em reduzir a mortalidade poderia interessar-se pela definição 2; enquanto que um sistema de monitoramento a nível de um país ou grande região poderia interessar-se pela definição 5.

2.5 AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES

Uma das características mais importantes das florestas naturais heterogêneas e multiâneas é a sua diversidade de espécies. A heterogeneidade de classes de tamanho, aliada à composição florística torna a compreensão do processo de dinâmica sucessional destas florestas muito difícil.

Muitas de suas espécies arbóreas são ecologicamente adaptadas para permanecer durante seus ciclos de vida, no estrato inferior, outras persistem temporariamente neste estrato e logo que ocorre um estímulo, natural ou artificial, elas retomam o seu ritmo de crescimento e passam a ocupar o dossel superior (SOUZA, 1989, p. 115).

DIAZ (1995, p. 1), citou que "a classificação das espécies florestais com similares comportamentos ecológicos é uma das principais ferramentas silviculturais. Existem muitas tentativas de classificação baseados em distintos conceitos ecológicos, tornando-se dificil encontrar consenso a respeito de quais devem ser os fatores mais importantes a serem considerados nos agrupamentos, devendo deixar-se de lado aqueles aspectos subjetivos, ainda que alguns autores questionaram se somente os fatores mensuráveis devem ser considerados nos agrupamentos. No entanto, o emprego de fatores quantitativos parece seguir sendo o único caminho, já que não é possível outra forma de comparação entre espécies e ecossistemas separados".

Segundo o mesmo autor, as classificações das espécies em grupos estão baseadas em quatro conceitos que resultam similares numa primeira impressão, porém têm diferentes pontos de partida na sua análise. Estes conceitos são: **Estratégia adaptativa, temperamentos ecológicos, histórias de vida e os grupos ecológicos**.

Segundo citou DIAZ (1995, p. 3 e 4) quanto ao conceito de *estratégia adaptativa*, tem-se dois casos extremos: Estratégia de seleção **r** e estratégia de seleção **k**. As letras são usadas para indicar que os indivíduos foram favorecidos por sua habilidade para reproduzir-se rapidamente no caso daqueles de seleção **r**; enquanto que os indivíduos de seleção **k** foram favorecidos por sua habilidade para fazer uma grande contribuição proporcional na população com a permanência de sua capacidade de carga (**k**).

O conceito também baseia-se em dois tipos contrastantes de habitats. Assim se pensa de um modo de vida com uma seleção do tipo **k** num organismo desenvolvendo-se num habitat que é constante e predizivelmente estacional no tempo. Então, é estabelecida uma população de alta densidade e de tamanho constante. Há uma intensa competição entre os adultos, e os resultados desta competição em grande parte determinam as taxas de sobrevivência e fecundidade em adultos. Os jovens também têm que competir para sobreviver neste ambiente de alta densidade, e há poucas oportunidades para que os jovens comecem seu

estabelecimento, com a melhora dos adultos por eles mesmos (BEGON[6] et al. citados por DIAZ, 1996, p. 4)).

As características predizíveis destes indivíduos seletos **k** são, além do tamanho grande, reprodução retardada, baixa alocação reprodutiva, descendentes grandes e pouco numerosos. Os indivíduos geralmente investiram em incrementar a sobrevivência e não a reprodução, se bem que na prática muitos deles vão ter vida curta devido à grande competição.

Em contraste, uma população de seleção **r** é imaginada vivendo num habitat o qual é não predizível no tempo ou efêmero. A população intermitentemente experimenta períodos benignos de rápido crescimento populacional, livre de competição. Porém esses períodos benignos são intercalados com períodos malignos de inevitável mortalidade. As taxas de mortalidade juvenis e adultas são altamente variávis e imprevisíveis, e elas são freqüentemente independentes da densidade da população e do tamanho e condição dos indivíduos envolvidos.

As características predizíveis dos indivíduos de seleção **r** são de tamanho pequeno, de amadurecimento precoce (e assim mais filhos), os indivíduos investiram menos em sobrevivência. O conceito **r/k**, então aborda dois tipos contrastantes de indivíduos (ou populações ou espécies), e prediz a associação de indivíduos de tipo **r** com médio ambientes **r**-seletivos, e indivíduos de tipo **k** com ambientes **k**-seletivos.

Temperamento das árvores: O temperamento de uma árvore pode ser definido como uma série de reações do crescimento e desenvolvimento mostradas por uma árvore para com seu ambiente durante seu ciclo de vida (OLDEMAN e VAN DIJK[7], citado por DIAZ, 1995, p. 5). Isto requer uma definição fechada das reações e dos fatores ambientais mais usados com os quais a árvore reage. A luz é um dos fatores mais usados e o incremento diamétrico é um dos principais critérios de resposta. Exemplos clássicos de temperamentos da árvore são

---

[6] BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. 1986. Ecology: Individuals, Populations and communities. Oxford, G.B. Blackwell.876 p.

[7] OLDEMAN, R.A.A.; DIJK, J.VAN. 1991. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. Man and the biophere series. Volume 6. UNESCO. PP 21-66.

"dependentes de luz" e "tolerantes à sombra"; "pioneiros" e "espécies climax" (DONOSO[8]; HOOK; OLDEMAN e VAN DIJK; citados por DIAZ 1995, p. 6).

Histórias de vida: DIAZ, (1995, p. 12), citando a BEGON et al., (1986) e CASWELL, (1989); mencionou que cada organismo pode ser representado verdadeiramente só pela sua história de vida. A história de vida de um organismo é o modelo do transcurso da vida, ou etapas do fenótipo; a respeito do seu crescimento, desenvolvimento, diferenciação, comportamento e reprodução. Diferentes organismos gastam diferentes proporções de suas vidas numa fase de crescimento e diferenciação, priorizando a reprodução; a reprodução por si mesma pode acontecer uma ou repetidas vezes; e esta pode coincidir com o final do crescimento, ou um indivíduo pode continuar crescendo durante sua vida reprodutiva. Ante tais dificuldades o entendimento das similitudes e diferenças nas suas histórias de vida converte-se num aspecto fundamental na ecologia moderna.

A história de vida de uma espécie é algo único. As histórias de vida podem ser agrupadas, classificadas e comparadas. Esta procura de modelos entre histórias de vida, implica primeiro decidir quais são as vias mais efetivas para descrevê-las. Só então pode-se pesquisar sobre correlações entre características de histórias de vida e facções dos habitats nos quais as histórias de vida são encontradas.

Conceito de Grupo: Segundo ROOT[9] citado por VERA (1994. p. 7), grupo é definido como um conjunto de espécies que exploram a mesma classe de recursos do ambiente de maneira similar e que se sobrepõem significativamente nas suas exigências de nicho.

Dado que a luz tem sido reconhecida como o fator ambiental que apresenta a maior variação, as espécies florestais são classificadas com referência à sua resposta na variação desse recurso, e independe de sua classificação taxonômica.

---

[8] DONOSO, C. 1981. Ecologia forestal del bosque y su mediambiente. Ed. Universitaria S.A. Santiago, Chile. 369 p.

[9] ROOT, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological Monographs (EE.UU.) 37(4): 317 - 350.

FINEGAN (1993, p. 5 e 6), classificou as espécies florestais tropicais em quatro grupos: **heliófilas efêmeras, heliófilas duráveis, esciófilas parciais e esciófilas totais.**

As espécies do grupo heliófilas efêmeras podem regenerar-se e completar seus ciclos de vida somente em sítios abertos, relativamente extensos, como as clareiras que ficam na floresta depois da queda de várias árvores.As espécies deste grupo se estabelecem rapidamente nas clareiras assim formadas.

As heliófilas duráveis, entretanto, não chegam tão rapidamente aos sítios abertos como as heliófilas efêmeras, porém apoderam-se desses sítios depois que as heliófilas efêmeras desaparecem, e permanecem neles por muito mais tempo. A amplitude de sítios que as heliófilas duráveis podem colonizar é muito mas ampla que das efêmeras, dado que podem estabelecer-se em clareiras muito menores. Mas sua intolerância faz com que não possam reproduzirse na sombra. Estas espécies têm alta taxa de crescimento em diâmetro, entre 2-3 cm por ano e têm madeira de moderadamente leve a moderadamente pesada. Dentro deste grupo estão algumas das espécies de maior interesse comercial, e outras com grande potencialidade.

A respeito do grupo das esciófilas, elas têm menores capacidades fotossintéticas, ainda que as esciófilas parciais tenham a capacidade de reagir moderadamente a aumentos de iluminação. O padrão geral de alocação de recursos é de crescimento mais lento e maior investimento na produção de estruturas permanentes mais duráveis que as heliófilas.

Na tabela 1 pode-se apreciar as características ecológicas e biológicas dos grupos de espécies florestais.

TABELA 1 - CARATERÍSTICAS ECOLÓGICAS E BIOLÓGICAS DAS ESPÉCIES SEGUNDO O GRUPO ECOLÓGICO A QUE PERTENCEM.

GRUPO ECOLÓGICO	HELIÓFILAS EFÊMERAS	HELIÓFILAS DURÁVEIS	ESCIÓFILAS PARCIAIS TOTAIS
Capacidade fotossintética	Muito alta	alta	baixa
Alocação proporcional de recursos	Mais folhas, flores e frutos	médio	Mais a madeiras(Estruturas permanentes)
Taxa anual de crescimento diamétrico (máximo)	Até 6 cm	2-3 cm	0,5-2 cm
Idade de amadurecimento reprodutivo	2-4 anos	5-15 anos	25 anos
Duração de vida	10-15 anos	50-150 anos	150-450 anos
Altura máxima	20-25 m	30-40 m	30-45 m
Estrutura de população	Equiâneo	Equiâneo	Multiâneo
Tamanho da semente	Relativamente pequena	Pequena a média	Média a grande
Densidade da madeira	Muito leve (0,2-0,3)	Leve a moderada (0,3-0,5)	Moderada a pesada (0,45-0,9)

FONTE: Finegan (1993)

2.5.1 FATORES A CONSIDERAR PARA AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES

DIAZ (1995, p. 14-22), declarou que as exigências de iluminação, características das sementes e da biologia reprodutiva, taxas de crescimento e arquitetura e ambiente de regeneração, são os fatores mais importantes a considerar na classificação das espécies florestais.

FINEGAN, (1993, p. 3), afirmou que os agrupamentos e denominações, devem ser feitos na base de suas respostas aos gradientes ambientais mais importantes existentes dentro dos ecossistemas.

Segundo DIAZ (1995, p. 1), existe consenso geral a respeito de que a luz é o fator limitante mais importante em florestas tropicais. Mas, ante a falta de conhecimentos das condições de iluminação da floresta, diferentes critérios têm-se aplicado para alocar espécies a grupos. Algumas classificações foram baseadas em observações qualitativas, outras basearam-se em métodos indiretos para estimar as exigências ambientais.

Uma das maneiras mais tradicionais de análise é por meio das **formas das curvas de distribuição diamétrica** por espécie, o qual é atribuível a diferentes comportamentos silviculturais com base nas suas exigências de luminosidade. Assim as espécies intolerantes à sombra apresentam uma baixa abundância na regeneração, porque as clareiras grandes são menos freqüentes que as clareiras pequenas, razão porque as curvas devem ser mais ou menos retas e de pouca inclinação ou homogêneas.

Em contraste, espera-se que as espécies tolerantes tenham distribuições numa forma mais ou menos exponencial; a forma da curva é semelhante a um "J" invertido, isto é uma distribuição com uma mais alta proporção de árvores pequenas que adultas. Isto ocorre, porque as espécies tolerantes à sombra, que têm a capacidade de regenerar-se em clareiras pequenas e sobreviver por muito tempo como jovens no sub-bosque, conseqüentemente devem mostrar uma regeneração ampla no espaço e contínua no tempo (DIAZ, 1995, p.15).

Um outro método utilizado são as características da semente e biologia reprodutiva: Segundo DIAZ (1995, p.18 e 19), "espécies secundárias", "dependentes de luz", "heliófilas", "intolerantes à sombra", ou "pioneiras", são aquelas com sementes que podem germinar somente nas clareiras da floresta, onde a luz solar chega ao nível do solo, ao menos por uma parte do dia. Entre as espécies de vida curta tem-se duas classes reconhecidas: as de vida curta ou efêmeras, e as de vida mais longa ou duráveis. As de vida curta são as mais rápidas em invadir áreas de grandes clareiras ou áreas abertas. Têm comportamento contrário às espécies esciófilas. As espécies heliófilas duráveis são menos diferentes que as esciófilas. As espécies

heliófilas têm floração e frutificam continuamente; a fertilidade nestas espécies é alcançada muito cedo e estas produzem abundantes sementes pequenas.

As espécies "climax", "persistentes", "tolerantes à sombra" ou "espécies de florestas primárias" são aquelas que têm sementes que podem germinar embaixo da sombra da floresta. As árvores juvenis são capazes de estabelecer-se na sombra da floresta e sobreviver ali, ainda que em poucas espécies e não por muito tempo; plantas jovens podem ser encontradas embaixo do dossel, porém também ocorrem em ambientes abertos.

As taxas de crescimento e arquitetura, também são utilizadas para estimar o grau de exigências ambientais. Assim, BROKAW[10], (1985), citado por DIAZ (1995, p 20), afirmou que o crescimento de heliófilas é rápido devido às altas taxas fotossintéticas e ao investimento em internós e expansão das folhas. Crescem continuamente e conformam um simples modelo estrutural. As heliófilas efêmeras podem alcançar o dossel, enquanto que as heliófilas duráveis compõem parte do estrato emergente. As espécies esciófilas se caracteriza por possuir taxas baixas de crescimento e geralmente formam parte do dossel superior.

2.6 RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA DAS FLORESTAS NATURAIS

As florestas úmidas tropicais são ecossistemas dos mais complexos na Terra, caracterizando-se por um ciclo quase fechado de nutrientes, que envolvem uma série complexa de mecanismos de retroalimentação diretos e indiretos entre o solo e a vegetação, nos quais, as perdas do sistema equivalem às entradas, quando se fala de florestas maduras não perturbadas. (BRUJINZEEL[11], 1990, citado por DELGADO, 1995, p. 1)

---

[10] BROKAW, N.V.L. 1982. The definition of tree fall gap and its effect on measurements of forest dynamics. Biotropica 14: 158-160.

[11] BRUJINZEEL, L.A. 1990. Hidrology of moist tropical forest and effect of conversion: a state of knowledge review. UNESCO/NETHERLANDS, IHP Committee/IIC/IAHS/VUA. Amsterdam. The Netherlands, 224p.

Dentro de uma floresta a ocorrência de indivíduos de uma espécie está determinada pela presença de árvores, mecanismos de dispersão, comportamento da floração e frutificação, e pela existência de clareiras ou fenômenos que criam um sítio adequado para a sobrevivência e desenvolvimento dos vegetais. (KARTAWINATA[12], 1978, citado por DELGADO, 1995, p. 1).

Segundo DELGADO (1995, p. 1), as florestas úmidas tropicais representam as comunidades de plantas mais ricas do mundo. Quando somente árvores são consideradas, amostras de 1 ha de floresta podem ter até umas 300 espécies com DAP maior ou igual a 10 cm na Amazônia (GENTRY, 1988 citado por DELGADO 1995, p. 3), 227 na Malásia e 223 no Borneo (WHITMORE, 1975; PROCTOR et al., 1983; citados por GENTRY e DODSON, 1987, e citados por DELGADO, 1995, p. 3). Outras florestas tropicais em diferentes continentes têm menores quantidades de espécies arbóreas, variando entre 50-100/ha (GENTRY e DODSON, 1987, citados por DELGADO, 1995, p. 3).

LÓPEZ et al. (1996), num estudo sobre composição florística da RESERVA FLORESTAL DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ, em Misiones, Argentina, numa superficie de 10 ha, encontrou 89 espécies com DAP $\geq$ 10 cm, pertencentes a 30 famílias botânicas diferentes, sendo as mais representadas as Leguminosas (56,7%), seguidas das Lauráceas (20%), Euforbiáceas, Rutáceas, e Mirtáceas (16,7%), Sapindáceas, Borragináceas e Meliáceas (13,3%).

Conforme o INVENTÁRIO FLORESTAL DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA REPRESA DE ITAIPÚ, desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ-BRASIL, CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS (1978), foram encontradas 133 espécies de árvores com DAP $\geq$ 10 cm numa área de 100 ha.

---

[12] KARTAWINATA, K. 1978. Biological canges after logging in lowland ipterocarp forest. In symposium on the long-term effect of logging in southest of Asia. Biotrop special publication n.3 1975, Darmaga, Indonesia, pp 27-34.

Segundo GREIG-SMITH[13] (1983) citado por DELGADO, (1995, p. 23), não existe acordo para dar uma definição precisa de **diversidade**, no entanto considera-se que dois elementos devem ser considerados: **riqueza de espécies** ou número de espécies na comunidade; e **equitabilidade**, ou contribuição das diferentes espécies na comunidade. De tal maneira se estabelece que se 5 espécies estão presentes em igual número numa população, um par de indivíduos escolhidos ao acaso, têm maior possibilidade de pertencer a espécies diferentes, do que se a população contenha indivíduos únicos de 4 das espécies e o remanescentes pertencerem todos a espécie 5; desta maneira se estabelece que a primeira população é mais heterogênea, ou diversa que a segunda.

Segundo o mesmo autor, tem-se alguma controvérsia sobre como medir a diversidade. Alguns autores afirmam que a melhor medida de diversidade é simplesmente fornecer dados do número de espécies, ou riqueza de espécies, em comunidades ou amostras de comunidades. LAMPRECHT[14] (1964) citado por DELGADO (1995, p. 24) propôs por outra parte, utilizar como indicador da diversidade o chamado ***quociente de mistura***, que resulta da divisão do número de indivíduos e o número de espécies que ocorrem numa área determinada.

Existem hoje um grande número de índices de diversidade, os quais consideram não somente o número de espécies, mas também a abundância das mesmas, utilizando quantidades relativas ou proporcionais para relacionar a contribuição de cada espécie na comunidade (MATEUCCI e COLMA, 1982).

Um dos índices mais utilizados é o **índice de Simpson**, que varia de 0 a 1. Este índice dá a probabilidade de que dois indivíduos escolhidos ao acaso em uma população, sejam de uma mesma espécie. Assim um valor de 0,07 significa que de 100 vezes que se escolha ao acaso um par de indivíduos, em 7 oportunidades serão de uma mesma espécie; e nas restantes 93 ocasiões corresponderiam a espécies diferentes. A diversidade de uma população será maior

---

[13] GREIG-SMITH, P. 1983. Quantitative plant Ecology.University of California press. Series: Studies in Ecology. V. 9, 35 p.193-194.

[14] LAMPRECHT, H., 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte suroriental del Bosque Universitario El Caimital. Revista Forestal Venezolana, 7(10): 77-119.

conforme seja menor o índice de Simpson. Um outro índice amplamente usado é o **índice de Shannon**, o qual constitui uma medida do grau de incerteza em predizer a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso de um conjunto de espécies. Esta incerteza aumenta conforme aumenta o número de espécies, e com a distribuição regular dos indivíduos dentro das espécies. Assim, Shannon apresenta as seguintes propriedades: é igual a zero, quando tem-se apenas 1 espécie na amostra; e é maximo se todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos (SIMPSON 1949, citado por LUDWIG E REYNOLDS[15] 1988, citado por DELGADO 1995, p. 24); e MATEUCCI e COLMA (1982).

2.7 IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO NA VEGETAÇÃO REMANESCENTE

Um dos efeitos da exploração seletiva é a redução das árvores existentes e a provocação de danos na floresta remanescente. Um considerável número de árvores pequenas e danificado quando se derruba ou arrasta-se árvores, as quais são mais vulneráveis que as árvores maiores. Observam-se até 100% de mortalidade de árvores em estaleiros e em estradas de arraste e múltiplos danos às árvores vizinhas a estes locais (JONKERS, 1987, citado por DELGADO, 1995, p. 6)

FINEGAN, (1992), estimou que uma exploração seletiva representa em termos de abertura de clareiras na floresta, uma perturbação 10 a 20 vezes mais intensa que uma perturbação natural, num ano determinado.

Segundo BERTAULT (1995), pela magnitude do seu impacto o processo de exploração define uma nova estrutura da floresta para ser manejada em futuros ciclos de produção. Estes autores num estudo desenvolvido na região este do Kalimatan - Indonésia, trabalharam com 12 parcelas permanentes de 4 hectares cada, dentro de uma floresta virgem mista de

[15] LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. 1988. Statistical ecology: a prime on methods and computing. Willey and Sons, New York (EE.UU.), 339 p.

dipterocarpáceas. Logo na exploração foram quantificadas as árvores afetadas, resultando uma maior mortalidade e danos quando a exploração foi determinada com diâmetro mínimo de corte de 50 cm. Teve-se 27,1% de mortalidade na floresta remanescente, e 29% de árvores danificados, e um área com distúrbio de 41,5 hectares As menores perturbações foram obtidas quando foi utilizado o sistema de dano controlado com o mesmo diâmetro mínimo de corte, resultando a mortalidade de 12,2% e 15,4% de árvores danificados e uma área total perturbada de 28,4%.

A exploração tem impacto sobre o processo de regeneração da floresta pelo aumento dos recursos disponíveis (luz, água e nutrientes). Nas primeiras fases são favorecidas as ervas e arvoretos da primeira etapa da sucessão secundária, seguidas pelas heliófilas efêmeras, que encontram nos espaços abertos as condições ideais para germinar dominando rapidamente o sítio. Aquelas espécies que não requerem (ou somente em muito pouca quantidade) incrementos na radiação solar, para germinar, estabelecer-se e crescer, podem ser afetadas pela abertura do dossel e desaparecer dos sítios com distúrbios. Outras, ainda que germinem e sobrevivam em condições de sombra, podem aumentar rapidamente seu crescimento e sobrevivência se quantidades adequadas de luz lhes são proporcionadas (SWAINE e WITHMORE, 1988 citados por DELGADO 1995, p. 12 e 13).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 LOCALIZAÇÃO E OCUPAÇÃO

O estudo foi desenvolvido com base nos dados obtidos na RESERVA FORESTAL DE USO MULTIPLE GUARANÍ, que pertence a UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES-ARGENTINA, sob administração técnica da FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES e localiza-se na Província de Misiones, Departamento Guarani, Município El Soberbio, Colonia Aristóbulo del Valle, Fracción B, a 43 km da localidade de San Pedro, pelas estradas nacional 14 e provincial 15; e a 143 km de Eldorado, onde localiza-se a Facultad de Ciencias Forestales, pelas estradas provincial 20, nacional 14 e provincial 15. A reserva encontra-se entre os rios Paraíso e Soberbio, a leste e oeste, respectivamente e limita com propriedades provinciais, ao norte e sul, respectivamente, também cobertas com florestas naturais. Sua posição geográfica é de 26° 56' de latitude sul e 54° 15' de longitude oeste de Greenwich (figura 2).

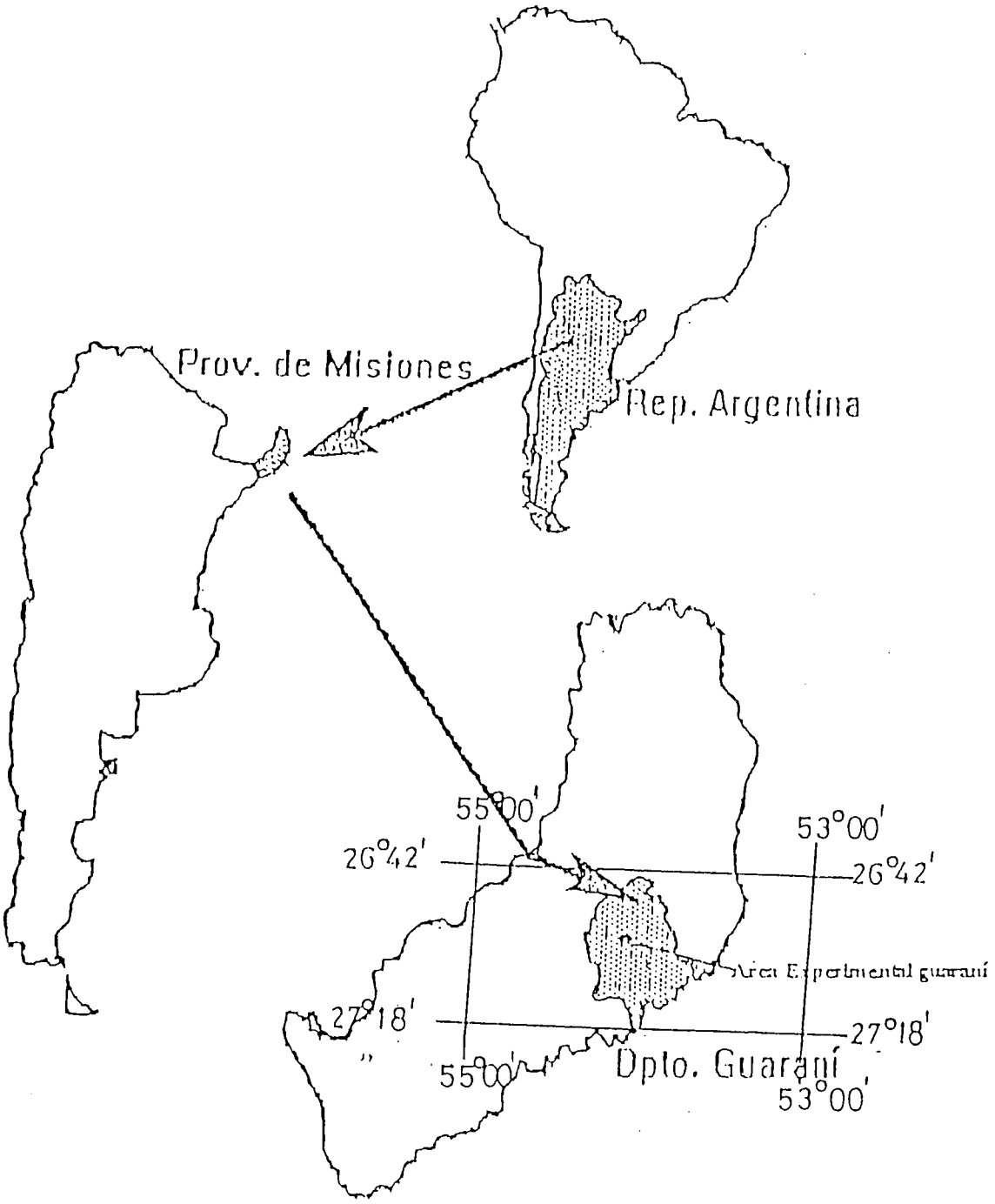
A Reserva possui uma superfície total de 5.343 hectares ocupada por:

*Florestas naturais num total de 90%, aproximadamente;

*Infra-estruturas (residências para técnicos e trabalhadores) e estradas, 2%;

*Comunidade aborígene dos Guaranis, com 17 famílias assentadas, 8%.

FIGURA 2 - POSIÇÃO GEOGRÁFICA DA RESERVA DE USO MULTIPLE GUARANI



3.1.2 CLIMA

Na Reserva Florestal as características gerais do clima são tipo **Cfa,** segundo a classificação de Köeppen, macrotérmico, constantemente úmido e subtropical, com pluviosidade que varia de 1700 mm anual a 2400 mm em média, distribuído proporcionalmente em todos os meses do ano. A temperatura do ar no mês mais quente (janeiro) é de 25 °C em média com máximas absolutas de 39 °C; e no mês mais frio (julho) a temperatura média é de 14 °C, com mínima absoluta de -6°C (EIBL et al., 1995).A presença de geadas confere um caráter de clima subtropical, já que restringe a possibilidade de cultivos com espécies tropicais.

3.1.3 RELEVO

As inclinações da reserva florestal, apresentam-se da seguinte maneira:

*63% da superfície têm inclinações suaves a moderadas (menores a 15%).

*32 % da superfície têm inclinações moderadas a pronunciadas (entre 15 e 45%)

*5% da superfície apresenta inclinações muito pronunciadas (maiores a 45%)

A altimetria apresenta as cotas extremas de 267 m.s.n.m. e 574 m.s.n.m., estabelecendo-se que a metade da superfície encontra-se compreendida entre os 400 e 500 m s.n.m. Trinta e sete por cento da superfície corresponde a altitude entre 300 e 400 m s.n.m. e apenas 14 % distribui-se entre as porções mais altas e mais baixas. (PALAVECINO et al., 1995).

3.1.4 SOLO

Segundo PAHR et al. (1997), os solos da área da Reserva Guarani, pertencem a seis ordens segundo a taxonomia americana: Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles, e Oxisoles. Os Inceptisoles são os mais abundantes, seguidos pelos Entisoles e Molisoles.

3.1.5 LOCALIZAÇÃO FITOGEOGRÁFICA

Segundo HUECK (1978), a área de estudo encontra-se localizada na região denominada de "Florestas subtropicais do Brasil Oriental e Meridional", a que abrange uma extensão territorial alocada ao oeste da cordilheira costeira do Brasil, cobrindo ambas margens do Rio Paraná até atingir a Província de Missiones na Argentina e uma grande parte do território paraguaio.

De acordo com a classificação feita por CABRERA e WILLINK[16] (1980), citados por PAHR et al. (1997), a área de estudo situa-se na região fitogeográfica denominada de "Província Paranaense", distrito das selvas, o que conjuntamente com o distrito dos Pinares conformam a Selva Paranaense. O setor da selva Paranaense que encontra-se na Província de Missiones é reconhecida como "Selva Misionera".

A área de estudo é classificada como Floresta Estacional Semidecidual a qual é uma unidade fitogeográfica muito significativa que ocorre no Brasil, Argentina e Paraguai, caraterizando-se pela grande riqueza de espécies que apresentam e abundância de vegetação lenhosa. O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática, uma tropical, com épocas de intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas, e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno (MUÑIZ, 1993, p.2)

3.1.6 VEGETAÇÃO

Segundo um estudo de estrutura e composição florística da Reserva conduzido por LOPEZ et al. (1996) foram listadas 89 espécies, pertencentes a 30 famílias botânicas diferentes, sendo as mais representadas as Leguminosas (56,7%), Lauráceas (20%),

---

[16] CABRERA, A.L.; WILLINK, A. 1980.Biogeografía de América Latina. Monografía n. 13. OEA. Washington D.C. 117 p.

Euforbiáceas, Rutáceas, e Mirtáceas (16,7%), Sapindáceas, Borragináceas, e Meliáceas (13,3%).

As espécies com maior Indice de Valor de importância são *Ocotea puberula* (Laurel guaicá); *Ocotea dyospirifolia* (Laurel ayuí); *Prunus subcoriacea* (Persiguero); *Lonchocarpus leucanthus* (Rabo itá); *Nectandra saligna* (Laurel negro); *Artrosamanea polyantha* (Timbó blanco); *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado); todas elas apresentam-se com altos valores de abundância e dominância e distribuídas homogeneamente.

O valor médio de dominância absoluta é de 23,7 m^2 por hectare, variando entre 18 e 32 m^2. A densidade média é de 315 árvores por hectare, com valores extremos de 186 e 417 árvores por hectare, maiores ou igual a 10 cm de DAP.

As espécies com alto índice de valor de importância e que por sua vez possui alto valor comercial são: *Cedrela fissilis* (Cedro), *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú); *Ocotea puberula* (Laurel guaicá); *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado); *Apuleia leiocarpa* (Grapia); *Ocotea dyospirifolia* (Laurel ayuí); *Luhea divaricata* (Sota caballo).

3.2 ÁREA DE ESTUDO PROPRIAMENTE DITA

O trabalho foi desenvolvido com base nos dados obtidos em uma parcela permanente de 4 ha localizada no extremo nordeste da Reserva, caracterizado por possuir uma topografia com inclinações normais, com predomínio de terras fortemente onduladas (3- 10% de inclinação), solos muito evoluídos, de profundidade média a muito profundos, com drenagem muito boa.

Possui um predomínio de solos das ordens dos Oxisoles, Ultisoles e Alfisoles (PAHR et al., 1997).

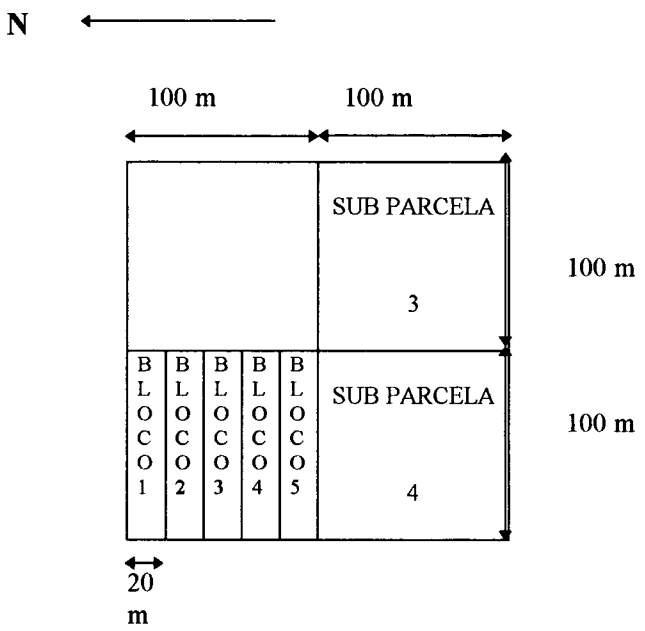
A parcela permanente foi instalada em agosto de 1993 na floresta natural da Reserva Forestal de Uso Múltiple Guarani. Nessa parcela, foram identificadas as espécies, medidos os DAPs e as alturas do fustes. Os indivíduos existentes foram mapeados através da medição de coordenadas X-Y. Posteriormente (setembro a novembro de 1993), a floresta foi submetida a exploração seguindo as normas usuais na região, com a finalidade de avaliar o impacto da exploração, sobre a floresta remanescente e também a produção da floresta. Decorrido dois anos, em agosto de 1995, foi realizada a segunda medição da parcela.

3.3 PARCELA PERMANENTE

Na Figura 3 representa-se a parcela permanente, que tem uma forma quadrada de 200 m de lado, a qual foi subdividida em 4 sub-parcelas denominadas sub-parcelas 1, 2, 3 e 4, com forma também quadrada de 100 m de lado, e com superficies iguais a um hectare cada. Cada sub-parcela foi constituída por 5 blocos, de forma retangular, com 20x100 m de dimensões (0,2 ha). Os lados direito e esquerdo de cada bloco, constituíram-se nas unidades de registro com a finalidade de facilitar a localização e controle posterior dos indivíduos. Desta maneira a identificação de um determinado local dentro da sub-parcela é dado por um número que identifica a parcela (número 4), um número para a subparcela (de 1 a 4), um número para identificar o bloco (de 1 a 5), e uma letra para identificar o lado (I: esquerdo, D: direito). Assim por exemplo: 421-I, quer dizer que é o lado esquerdo do bloco um, da sub-parcela dois da parcela permanente denominada com o número 4.

Para a instalação da parcela, foi feita uma escolha procurando uma área representativa da floresta existente em uma grande área e depois foi alocada no mapa.

FIGURA 3 - DIVISÕES DA PARCELA 4 (4 HA) EM SUB-PARCELAS E BLOCOS



Posteriormente, foi alocada na floresta, colocando uma baliza num primeiro vértice e com a ajuda de uma bússola, foram levantados os quatro lados da parcela, balizando-se todos os vértices. Completada essa tarefa, prosseguiu-se com a demarcação das sub-parcelas e dos blocos, nessa ordem.

Os trabalhos realizados na primeira ocasião (1993) na parcela foram os seguintes:

a) Começando pelo lado esquerdo do bloco 1, sub-parcela 1, da parcela 4, identificou-se as árvores com DAP igual ou maior a 10 cm;

b) Foi identificada cada espécie, registrando-a por meio de um código, medida a sua circunferência à altura do peito (CAP) com ajuda de uma fita métrica;

c) Foi marcada a altura de medição com tinta óleo, e também o número da árvore em forma correlativa;

d) Estimou-se a altura de fuste e altura da copa de cada árvore, comprovando periodicamente essas medições com hipsômetro, e cujos valores foram registrados;

e) Qualidade do fuste: foi avaliado de forma subjetiva com as seguintes alternativas: reto, tortuoso, inclinado, reto inclinado, tortuoso inclinado, reto sem copa, tortuoso sem copa, reto inclinado sem copa, e tortuoso inclinado sem copa. Registrado para cada indivíduo mediante código.

f) Estado sanitário foi dividido em três categorias: bom, regular e ruim. Foi registrado para cada indivíduo mediante códigos.

g) Localização dos indivíduos: mediu-se e registrou-se as coordenadas ortogonais para cada indivíduo. A coordenada perpendicular é aquela que corta perpendicularmente o eixo axial do bloco e a coordenada longitudinal é aquela paralela ao eixo axial do bloco. Esses valores foram registrados.

Na segunda ocasião foram feitas as seguintes tarefas:

a) Identificação dos indivíduos marcados na primeira ocasião, medição da circunferência à altura do peito, mais exatamente no local marcado com tinta e posteriormente, registrou-se esse valor, juntamente com o estado sanitário da árvore. Quando a árvore estava morta foi registrada como tal.

b) Tornou-se a aplicar tinta às árvores.

c) Identificou-se todos aqueles indivíduos que no período alcançaram o tamanho mínimo mensurável, incluindo-os como árvores recrutadas medindo-se o CAP (circunferência à altura do peito), altura de fuste e de copa, qualidade do fuste, estado sanitário, coordenadas, e registrando-se todos esses dados.

3.4 CÁLCULO DAS ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIE

3.4.1 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Para cada uma das espécies encontradas foi calculada e grafada a freqüência do número de árvores no momento do primeiro inventário, por classe diamétrica com 10 cm de amplitude, para os indivíduos maiores do que 10 cm de DAP, totalizando-se assim 11 classes de diâmetro, as quais foram chamadas de classe um (10-20 cm), dois (20-30), e assim sucessivamente.

Adicionalmente foram calculadas as características dendrométricas, abundância e dominância para cada espécie.

3.4.2 INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO (I_d)

Para o cálculo do incremento periódico anual em diâmetro, agrupou-se os indivíduos por espécie. Foi feita a diferença dos diâmetros registrados na primeira e na segunda medição e referenciado ao ano com a seguinte fórmula:

$I_d = \frac{1}{2}.(d_2 - d_1)$, onde

I_d= Incremento periódico anual em diâmetro à altura do peito

d_2= Diâmetro à altura do peito registrado na segunda ocasião

d_1 = Diâmetro à altura do peito registrado na primeira ocasião

Dado que dificilmente nas florestas multiâneas os crescimento diamétricos apresentam distribuição normal (FINEGAN 1993, p. 6), foram calculadas as seguintes estatísticas para o crescimento em diâmetro para aquelas espécies que apresentaram mais de um indivíduo: média, número de indivíduos, mediana, moda, valor mínimo, valor máximo, amplitude, desvio padrão,

variância, assimetria, curtose e foi construído um gráfico para cada espécie contendo as freqüências por classe de incremento.

3.4.3 INCREMENTO EM ÁREA TRANSVERSAL (Ig)

Com base nos diâmetros à altura do peito (DAP) medidos na primeira e na segunda ocasiões, foi calculado o incremento em área transversal por espécie e para cada indivíduo, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$g_j = \frac{\pi d_j^2}{4}$$

onde:

g_j = área basal em cm^2

d = DAP em cm

j =1,2

Depois com esses valores de área basal, foi calculado o incremento periódico anual em área transversal com a seguinte fórmula:

$$I_g = \frac{1}{2}.(g_2 - g_1),$$

onde:

I_g = Incremento em área transversal em cm^2

g_2 , g_1 = Área transversal registrada na segunda e primeira ocasião, respectivamente, medidos em cm^2

3.4.4 INCREMENTO EM VOLUME (Iv)

Dado que na região de estudo não se dispõe de uma adequada equação de volume para floresta natural, utilizou-se para o cálculo do volume uma equação gerada para a região do estabelecimento da represa de Itaipu, executado pela equipe de trabalho do CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, BRASIL, em 1978. A área para a qual foi construída a equação de volume situa-se a 180 km aproximadamente da região de estudo e possui uma vegetação lenhosa muito semelhante.

Segundo esse estudo que incluiu várias equações nos testes, a mais eficiente foi:

$$v = a + b.(d^2 * h)$$

onde:

v= volume com casca em m^3

a=0,0731;

b = 0,5771;

d = DAP em cm;

h = altura comercial em m;

R^2 =0,9843;

s_{yx} = 14,38%

Essa equação foi testada com um grupo de 9 árvores cortadas e cubadas no local de estudo, com diâmetros variando de 45 cm até 72 cm de DAP, obtendo-se variância de 0,1250 m^3 e coeficiente de variação de 11,52%.

Não foi possível aumentar a amplitude de diâmetros testados, razão pela qual os resultados que provêm da aplicação do modelo devem ser interpretados com precaução.

3.5 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

Segundo FINEGAN (1993, p. 11), o agrupamento aplicado comumente às florestas equiâneas por classe de diâmetro com a finalidade de reduzir a variabilidade dos incrementos, não pode ser aplicado com sucesso em florestas multiâneas dado à grande variabilidade de idades que se apresentam em qualquer classe de diâmetro (uma classe de diâmetro contém indivíduos de idades muito diferentes).

Este fato faz com que seja necessário procurar outros critérios para agrupamentos. Um critério lógico é agrupar as espécies com similares características biológicas e ecológicas. Assim tem-se que os grupos de espécies florestais são constituídos por aquelas espécies que exploram a mesma classe de recursos do ambiente de maneira similar e que se sobrepõem significativamente nas suas exigências de habitat.

Tem-se reconhecido que o fator luz é o recurso com maior influência no agrupamento das espécies porque apresenta maior variação. Então as espécies florestais se classificam com referência à sua resposta à variação desse recurso (ROOT, 1967 citado por VERA 1994, p. 7).

O critério mais clássico de interpretar as respostas das espécies em relação a luz é o incremento diamétrico (DIAZ, 1995, p. 1).

A forma das distribuições diamétricas apresentadas para as espécies também é utilizada para interpretar a resposta das espécies à variação potencial de luz (FINEGAN, 1993, p. 10-12).

Na tabela 1, a longevidade das espécies foi apresentada como uma característica biológica das espécies constitutivas dos distintos grupos florestais.

Para o agrupamento das espécies utilizou-se três variáveis:

a)Incremento em DAP, representado pelo valor mediano;

b)Incremento em área transversal também representado pelo valor mediano. Esta variável foi incluída na análise, uma vez que envolve o tamanho da árvore em consideração e o incremento em DAP;

c) O máximo tamanho atingível pelas espécies (distribuição), como uma maneira de interpretar sua longevidade. Estes dados foram tirados da mesma parcela permanente e de florestas vizinhas, por meio de um trabalho elaborado por GARTLAND e PARUSSINI (1990 e 1991).

3.5.1 TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO

SOUZA (1989, p. 28) citou que as técnicas estatísticas de classificação consistem em dividir um sistema multidimensional em agrupamentos ou células, nos quais se reunem os pontos que apresentam maior similaridade entre si.

As técnicas de classificação são de dois tipos distintos:

a) Aquelas que alocam indivíduos às classes previamente estabelecidas, denominadas de Análise Discriminante;

b) Aquelas que constroem os agrupamentos a partir das informações contidas nos dados, denominadas de Análise de Agrupamento.

Segundo JOHNSON e WICHERN (1988, p. 543), análise de agrupamento é uma técnica mais primitiva onde não existe suposições a respeito do número de grupos ou das estruturas

dos grupos. Já a análise discriminante é uma técnica utilizada quando já se conhecem os grupos e se dispõe de regras para alocar uma nova observação nos grupos previamente estabelecidos.

3.5.1.1 Análise de agrupamento

Com a finalidade de agrupar espécies de características semelhantes, em função das variáveis **crescimento em diâmetro (DAP), crescimento em área transversal (g) e distribuição**, utilizou-se a técnica de **Análise de Agrupamento**.

3.5.1.1.1 Critério de agrupamento

A resposta à questão relativa à obtenção dos agrupamentos ou subconjuntos do conjunto de dados, representados por uma matriz primária é obtida mediante a aplicação de um determinado critério de agrupamento (SOUZA, 1989, p. 30 e 31)

JOHNSON e WICHERN (1988, p. 545) mencionaram que quando itens, unidades, ou casos são agrupados, são realizados na base de algum tipo de distância ou similaridade. Quando as variáveis são agrupadas usualmente são feitas em função do coeficiente de correlação ou algum tipo de associação entre variáveis.

SOUZA (1989, p. 31) referenciou que o termo semelhança, sinônimo de similaridade, é uma propriedade mensurável dos objetos ou grupo destes que é usado como uma função das características que os objetos possuem. Os objetos podem representar espécies individuais de um povoamento ou alguma outra entidade.

Dado que neste trabalho pretende-se agrupar espécies, que poderiam ser considerados itens, ou casos, é utilizado como critério de agrupamento uma medida de distância.

3.5.1.1.2 Distância Euclidiana

Segundo JOHNSON e WICHERN (1988, p. 17) a distância euclidiana entre duas observações **p**-dimensionais (itens) é:

$x = [x_1, x_2, \ldots x_p]$ e $y = [y_1, y_2 \ldots y_p]$

e tem-se a seguinte expressão:

$$d(\mathbf{x},\mathbf{y}) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \ldots + (x_p - y_p)^2}$$

onde:

x = vetor contendo a observação das **p** variáveis do indivíduo x

y = vetor contendo a observação das **p** variáveis do indivíduo y

d (**x**, **y**)= distância euclidiana entre os indivíduos **x** e **y**

ou em termos matriciais:

$$\mathbf{d(x,y)} = \sqrt{\mathbf{(x-y)'(x-y)}}$$

Um outro tipo de distância mais amplamente utilizada é a distância estatística. Esta distância tem aplicação quando se trabalha com variáveis que têm diferentes magnitudes e variabilidade também diferentes. Dessa maneira, cada variável contribui igualmente para o cálculo da distância. A distância estatística tem a seguinte expressão:

$$\mathbf{d(x,y)} = \sqrt{\mathbf{(x-y)'S^{-1}(x-y)}},$$

onde:

$\mathbf{S}^{-1}$ = matriz inversa das variâncias e covariâncias da amostra.

Uma outra maneira de cálculo das distâncias estatísticas consistem em padronizar previamente as variáveis com suas respectivas variabilidades, calculando posteriormente as distâncias euclidianas dessas variáveis padronizadas.

Uma outra distância muito útil nos cálculos de análise de agrupamento e discriminante e nos testes de significâncias estatísticas é a distância de Mahalanobis, que tem a seguinte expressão:

$$\mathbf{d}^2(\mathbf{x},\mathbf{y}) = (\mathbf{x}-\mathbf{y})'\mathbf{S}^{-1}(\mathbf{x}-\mathbf{y})$$

Outro critério que pode ser empregado é o coeficiente de similaridade. De acordo com JOHNSON e WICHERN (1988, p. 551) o coeficiente de similaridade pode ser obtido a partir das respectivas distâncias com o emprego da seguinte fórmula:

$$S_{jk} = \frac{1}{1+d_{jk}}$$

onde:

S_{ik} é o coeficiente de similaridade entre os objetos ou itens j e k, com $0 < S_{jk} \leq 1$

d_{jk} é a distância entre os objetos j e k

Estas medidas de distâncias euclidiana, como os coeficientes de similaridade, são arranjadas na forma de uma matriz triangular superior e empregadas diretamente em qualquer um dos algoritmos de agrupamento, sem alterar os resultados.

Segundo SNEATH e SOKAL (1973), citados por SOUZA (1989, p. 37 e 38), os taxonomistas têm maior simpatia pelas medidas de distância pelo fato das mesmas serem mais simples de calcular e mais fáceis de visualizar. Mas, há uma diferença fundamental entre os dois tipos: os coeficientes de similaridade assumem valores entre 0 e 1, enquanto as distâncias euclidianas podem assumir quaisquer valores positivos.Neste trabalho foi utilizado a distancia euclidiâna..

3.5.1.1.3 Métodos de análise de agrupamento

No presente estudo optou-se por trabalhar com a técnica de agrupamento aglomerativa hierárquica e com o método de ligação de mínima variância.

A técnica é chamada de aglomerativa hierárquica porque no início existem tantos grupos quanto objetos. Diversos objetos semelhantes são agrupados primeiro, e estes grupos iniciais são fundidos de acordo com suas similaridades. Eventualmente relaxando os critérios de similaridades, todos os subgrupos são reunidos num grupo único.

O método de ligação é chamado da mínima variância porque o algoritmo opera exclusivamente com uma função de distância euclidiana e usa a soma de quadrados dentro dos agrupamentos como um critério de agrupamento aglomerativo hierárquico.

3.5.1.1.4 Matriz de espécies

Com base nos valores da mediana de incremento em diâmetro por espécie, incremento em área transversal por espécie e diâmetro máximo potencialmente atingível para cada espécie (**distribuição**), tomada da própria base de dados e complementada com valores publicados por GARTLAND e PARUSSINI (1990-1991), foi construída a matriz primária de dados com as espécies nas filas e as respectivas variáveis nas colunas.

Então em símbolos tem-se que cada elemento da matriz é representado por X_{jk}, para j variando desde 1 a 49 espécies, e k variando desde 1 a 3 variáveis, assim

$\mathbf{X_{j1}}$ representa a variável mediana do incremento anual em diâmetro;

$\mathbf{X_{j2}}$ representa a variável mediana do incremento anual em área basal.;

$\mathbf{X_{j3}}$ representa a variável distribuição (máximo tamanho atingível para cada espécie);

Com base nesta matriz e utilizando o pacote estatístico STATÍSTICA foram padronizadas as variáveis, dando como saída uma outra matriz com variáveis padronizadas.

A matriz de variáveis padronizadas foi utilizada finalmente para cálculo das distâncias euclidianas, ou distâncias estatísticas tal como foi definido anteriormente.

Com o mesmo pacote estatístico aplicou-se o algoritmo de ligação da mínima variância, selecionando a opção regra de ligação, dando como saída um diagrama em árvore com as distâncias de ligação entre as espécies.

3.5.1.2 Análise discriminante

Segundo JOHNSON e WICHERN (1988, p. 470), análise discriminante e classificação é uma técnica multivariada que trata dos problemas relacionados em separar conjuntos distintos de objetos (observações), e fixar (alocar) novos objetos (observações) em conjuntos previamente definidos.

Os objetivos imediatos da técnica são os seguintes:

a) Descrever graficamente, em três ou menos dimensões, ou algebricamente, as características diferenciais dos objetos (observações) de várias populações conhecidas no sentido de encontrar discriminantes cujos valores numéricos sejam tais que as populações possam ser separadas tanto quanto seja possível.

b) Classificar os objetos dentro de duas ou mais classes determinadas. Tenta-se encontrar uma regra que possa ser usada na alocação ótima de um novo objeto nas classes consideradas.

Segundo MARRIOT[17] (1974) citado por SOUZA (1989, p. 46), a Análise Discriminante consiste em investigar como e quanto é possível fazer distinções entre os membros de **g** agrupamentos, com base nas observações feitas sobre eles. As observações consistem de **p** variáveis aleatórias, X_j, medidas em **n** indivíduos que foram reunidos em **g** agrupamentos. Segundo esse autor, os objetivos da análise discriminante são: testar diferenças estatísticas significantes a um dado nível de probabilidade, entre **g** agrupamentos; determinar o número de

[17] MARRIOT, F.H.C. Practical problems in a method of cluster analysis. Biometrics, 27: 501-514. 1982.

funções discriminantes; *construir regras de alocação para* identificar um indivíduo como membro de um dos **g** agrupamentos e estimar as probabilidades de classificações corretas. Ainda, através desta metodologia pode-se testar a suficiência de uma série de variáveis discriminantes.

No presente estudo a análise discriminante foi utilizada com os seguintes objetivos:

a) Testar a integridade dos **g** agrupamentos feitos com base nas séries de variáveis originais, ao nível de significância de $\alpha = 0{,}01$;

b) Avaliar o poder real de discriminação das variáveis utilizadas;

c) Construir regras de alocação para identificar posteriores indivíduos como pertencentes a um dos **g** agrupamentos.

Segundo JOHNSON e WICHERN (1988), a análise discriminante é uma técnica robusta, portanto não precisa da suposição de que as diversas populações sejam normais multivariadas.

Segundo o mesmo autor, Fisher teve a idéia de transformar as observações multivariadas **x's** ($[x_1, x_2, ..., x_p)]$, nas observações univariadas **y's**, tal que os **y's** das populações sejam separadas tanto quanto possível. Fisher teve a idéia de formar combinações lineares de **x** para criar os **y's** dado que as combinações lineares são funções de **x** e por outro lado são de fácil cálculo matemático.

Assim, Y= c'x, é a combinação linear das variáveis x's, que têm soma de quadrados total, c'**T**c. A soma de quadrados total, **T**, pode ser repartida em soma de quadrados dentro dos grupos, c'Wc, mais a soma de quadrados entre os grupos c'B c, onde:

$$W = \sum_{j=1}^{g}\sum_{k=1}^{n_j}(x_{jk} - \tilde{x}_j)(x_{jk} - \tilde{x}_j)$$ é a matriz dos resíduos

e

$$B = \sum_{j=1}^{g}(x_j - \tilde{x})(x_{jk} - \tilde{x})$$ é a matriz dos produtos cruzados entre agrupamentos.

sendo $\underline{c}$ o vetor que maximiza a razão c'**B**c / c'**W**c, a combinação linear c'x, como sendo a função discriminante linear de Fisher ou a primeira variável canônica. O vetor $\underline{c}$ nesta função é o autovetor associado ao autovalor λ da matriz $W^{-1}.B$, sujeito a restrição c'.c=1.

Há no máximo s = min (g-1, p) autovalores positivos, os quais quer dizer que se tem g-1 ou **p** discriminantes lineares de Fisher.

Segundo SOUZA (1989), as combinações lineares c'_1x, c'_2x, ... c'_kx , são respectivamente a primeira, segunda, k-ésima discriminante, associadas aos k autovalores, para $k \leq s$. Estas funções geram os escores discriminantes e os centróides dos agrupamentos.

Para a classificação posterior foram geradas as equações de classificação com a seguinte fórmula:

$S_j = c_j + w_{j1} x_1 + w_{j2} x_2 + \ldots + w_{jm} x_m$, onde

Sj = escore resultante para o j-ésima grupo de cada espécie;

j = grupo para o qual se computa o escore;

c = constante para cada equação de alocação;

w = pesos da k-ésima variável;

x_j = valor observado da variável de cada espécie.

3.6 COMPARAÇÃO DA RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA NAS DUAS OCASIÕES DAS ÁRVORES COM DAP $\geq$10 CM

Foram determinados o número total de indivíduos, número de espécies e número de indivíduos por espécie seja para o total da população como para a análise parcial por grupos, na primeira medição, ano 1993, e na segunda medição, ano 1995.

A composição florística foi determinada nas duas ocasiões, em termos de número de famílias mais importantes segundo o número de espécies que as compõem e segundo o número de indivíduos que possuem. Esta análise foi conduzida para o total e por grupos de espécies conforme o resultado obtido na análise de agrupamento.

A abundância e dominância relativas para o total da floresta e por grupos de espécies, foram também calculadas, como segue:

Abundância relativa: $Ar = \frac{n_i}{n}.100$

Dominância relativa: $Dr = \frac{\sum g_i}{G}.100$

onde

n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie;

n = número total de indivíduos;

g_i = área transversal da árvore correspondente a i-ésima espécie;

G = Área basal total da floresta

O índice de SHANNON-WIENER (1949) conforme consta em LUDWIG e REYNOLDS (1988) citados por DELGADO (1995, p. 24) foi calculado pela expressão:

$$H = -\sum(\frac{n_i}{n}.\frac{\ln n_i}{n})$$

onde:

H = média de incerteza por espécie numa comunidade finita.(Índice de Shannon);

n_i = número de indivíduos pertencentes a i-ésima espécie na amostra;

n = número total de indivíduos na amostra.

Um outro índice utilizado para medir diversidade é o índice de Simpson (1949) (LUDWIG e REYNOLDS citado por DELGADO, 1995) e foi determinado pela expressão matemática:

$$\alpha = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{n(n-1)}$$

onde:

α = probabilidade de que dois indivíduos tomados ao acaso de determinada amostra pertençam a mesma espécie (Índice de Simpson);

n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostra;

n = número total de indivíduos na amostra;

Ainda foi calculado o quociente de mistura (LAMPRECHT 1964, citado por DELGADO, 1995, p. 24), segundo a seguinte expressão matemática:

$$CM = \frac{n}{\sum especies}$$

CM = Quociente de mistura;

n = número total de indivíduos na amostra;

Σ espécies = número total de espécies na amostra;

3.7 ANÁLISE DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDOS NA FLORESTA

Os componentes de crescimento foram analisados em termos do número de indivíduos, área basal e em volume, para cada um dos seis grupos de espécies, considerando-se classes diamétricas de 10 cm de amplitude e também para o total das espécies. No componente do crescimento, "corte", foram consideradas árvores aproveitadas comercialmente (E) e as árvores danificados ou mortas pelo efeito de corte (D). Esta discriminação permite quantificar os efeitos da exploração sobre os grupos de espécies, em primeiro lugar e sobre as classes diamétricas em segundo lugar.

A fim de apreciar comparativamente o comportamento de cada componente do crescimento entre os grupos, foram construídos gráficos com todos os grupos e para cada um dos componentes de crescimento.

Também para avaliação do comportamento dos componentes de crescimento da floresta dentro dos grupos, foram elaborados gráficos para cada grupo, contendo todos os componentes de crescimento discriminados por número de indivíduos, área basal e volume.

Uma outra análise foi conduzida com classes diamétricas de 10 cm de amplitude, sem diferenciar por grupos de espécies. Dentro de cada classe diamétrica diferenciou-se cada um dos componentes do crescimento e uma medida do crescimento da floresta.

Adicionalmente, elaborou-se gráficos do número de indivíduos, áreas basais e volumes existentes na primeira medição, discriminados em percentagem a quantidade de árvores que morreram, que foram cortadas, que foram danificados pelo impacto da exploração e ainda as árvores sobreviventes.

Foram calculados os crescimentos brutos (CB), líquidos (CL), ambos incluindo ingresso (I) e as mudanças líquidas (MLE) ocorridas no estoque existente. Os primeiros dois

crescimentos foram calculados para área basal e volume, e o terceiro crescimento foi calculado para as duas variáveis citadas e adicionalmente para o número de indivíduos, considerando cada um dos grupos (obtidos através da análise de agrupamento) e para o total da floresta, como também por classes diamétricas de 10 cm de amplitude. As fórmulas utilizadas foram as seguintes:

Crescimento bruto incluindo recrutamento:

$$CB = V_2 + M + E + D - V_1$$

Crescimento líquido incluindo recrutamento:

$$CL = V_2 + E + D - V_1$$

Mudanças líquidas no estoque existente:

$$MLE = V_2 - V_1$$

onde:

V_1 = Número de indivíduos, área basal ou volume existentes no início do período de crescimento;

V_2 = Número de indivíduos, área basal ou volume existentes ao finalizar o período de crescimento;

E = Número de indivíduos, área basal ou volume, cortados no período de crescimento;

D = Número de indivíduos, área basal ou volume, danificados pelo efeito da exploração;

M = Número de indivíduos, área basal ou volume, mortos naturalmente durante o período de crescimento.

Ainda foi calculado a taxa de cada um dos crescimento descritos, mediante a utilização da fórmula de Pressler (MACKAY, 1961, p. 88-90):

$$r = (\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}).\frac{200}{n}$$

onde:

V_1 e V_2, conforme descrição anterior;

r = Crescimento expresso em percentagem;

n = duração do período de crescimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FREQÜÊNCIAS E CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA POR ESPÉCIE

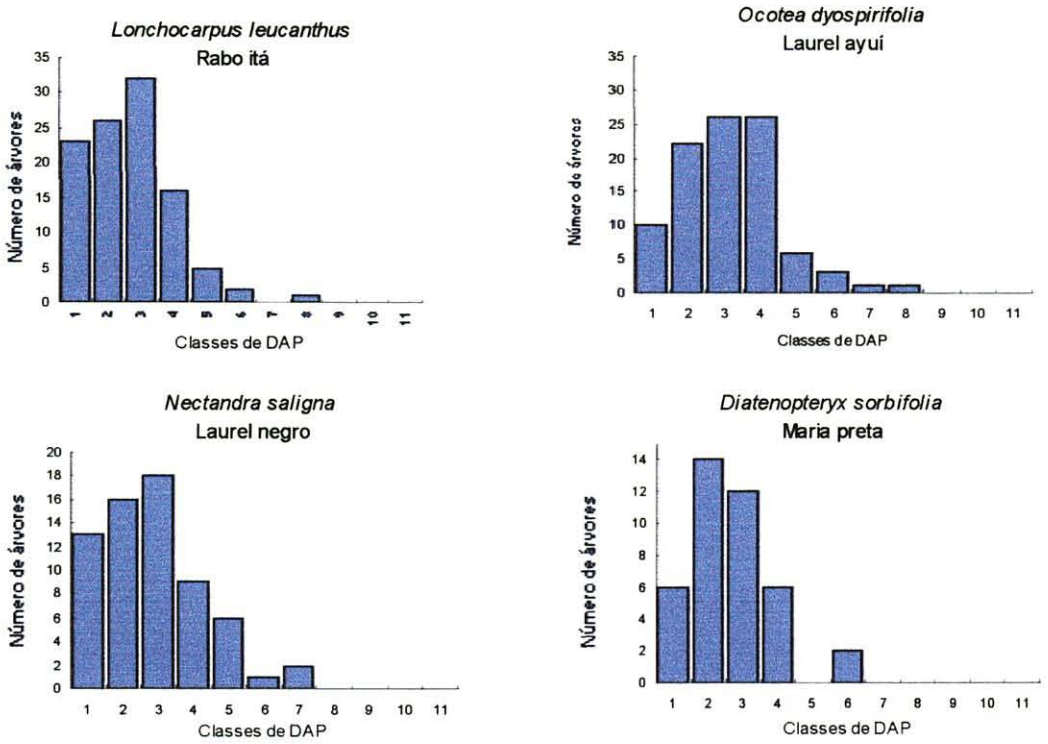
Foram grafadas as freqüências do número de indivíduos por 4 ha das espécies presentes na primeira ocasião (1993) em classes de diâmetros de 10 cm, para aquelas espécies que apresentaran suficiente número de observações. No anexo 1 do presente trabalho apresentam-se estes gráficos.

Quando analisadas essas distribuições diamétricas, observa-se três tipos diferentes:

a) Aquelas que apresentam uma distribuição com tendência à curva unimodal ou retas com pouca inclinação e que atingem valores altos de DAP. Na figura 4 pode-se observar as distribuições para as espécies *Lonchocarpus leucanthus, Ocotea dyospirifolia, Nectandra saligna e Dyatenopterix sorbifolia*. Este tipo de distribuição caracteriza espécies com alta procura de luz, e então apresentam baixa regeneração pelo fato de necessitarem de clareiras grandes para regenerarem-se. Nesse grupo, encontram-se as espécies com maior interesse comercial.

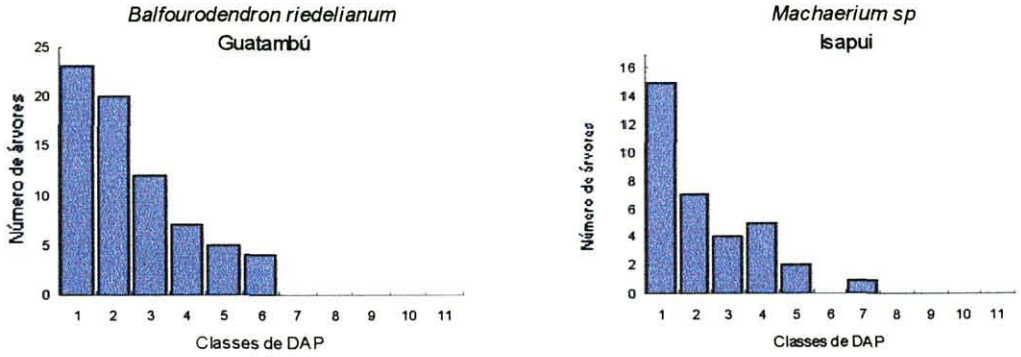
b) As que apresentam distribuições com tendência para uma forma de "J" invertido, e que atingem altos valores de DAP, tais como as espécies *Balfourodendron riedelianum* e *Machaerium* sp. que são apresentadas na figura 5. Este tipo de distribuição caracteriza espécies tolerantes à sombra, e então apresentam regeneração mais abundante. Aqui também tem-se espécies com interesse comercial.

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES COM ALTA PROCURA DE LUZ, EM CLASSES DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE (EM 4HA)



NOTA: são considerados os indivíduos com DAP ≥ 10 cm

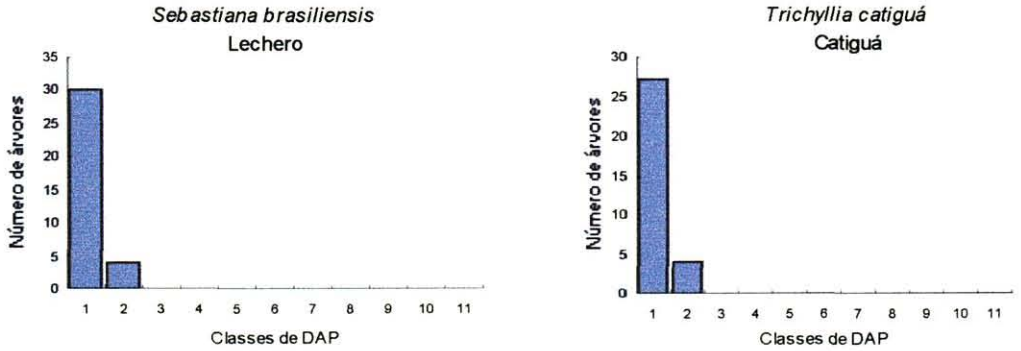
FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES TOLERANTES À SOMBRA EM CLASSE DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE. (EM 4HA)



NOTA: são considerados os indivíduos com DAP ≥ 10 cm

c) Finalmente as que apresentam uma forma de distribuição em forma de "J" invertido porém com forte inclinação e que não atingem tamanhos maiores de DAP, em alguns casos só até a classe de DAP número três (30-40 cm). Este tipo de distribuição caracteriza as espécies, em geral, sem interesse comercial e que geralmente são encontradas no estrato inferior da floresta. Na figura 6 observa-se duas espécies com este tipo de distribuição.

FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES DO ESTRATO INFERIOR E TOLERANTES A SOMBRA EM CLASSES DE DAP DE 10 CM (EM 4 HA)

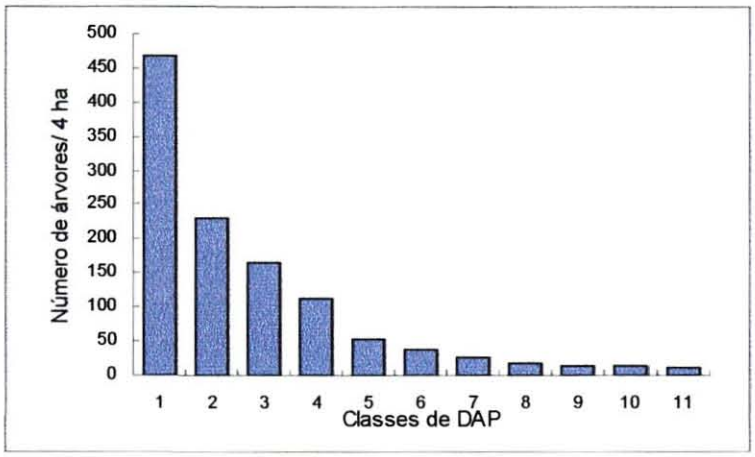


NOTA: estrato inferior refere-se às espécies que não atingem diâmetros maiores que a classe 3. são considerados os indivíduos com DAP ≥ 10 cm

Quando é grafado o conjunto de todas as espécies que ocorrem na floresta a curva resultante tem a forma de "J" invertido. Isto tem acontecido devido que em cada uma das classes de DAP, produz-se a somatória de todos os indivíduos e de todas as espécies, então as classes inferiores tem grande número de indivíduos com predominância de espécies sem interesse comercial, enquanto que as classes de DAP médias e altas têm menor número de indivíduos, com predomínio de espécies de valor comercial. Na figura 7 pode-se observar a distribuição diamétrica para todos os indivíduos que ocorrem na floresta.

Na tabela 2 apresentam-se os valores de abundância e dominância das espécies ocorridas na floresta na primeira e na segunda ocasião, estatísticas de DAP médio, DAP mediano, DAP máximo, altura de fuste médio, altura de fuste mediano e altura de fuste máximo.

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE TODAS AS ESPÉCIES EM CLASSES DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE



NOTA: São considerados os indivíduos com DAP $\geq$ 10 cm

Quando analisada a abundância relativa na primeira ocasião, observa-se que as 10 espécies das 72 ocorridas, acumulam 49% do total dos indivíduos, e possuem 60,48% de dominância relativa. Este fato estaria indicando que as espécies mais abundantes da floresta possuem diâmetros médios acima da média geral da floresta. Essas espécies são *Lonchocarpus leucanthus, Ocotea dyospirifolia, Balfaourodendron riedelianum, Nectandra*

TABELA 2 - IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA, ABUNDÂNCIA E DOMINÂNCIA RELATIVA, E CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NOS 4 HECTARES NAS DUAS OCASIÒES

Espécie	Família	Código	Nome Comum	Medição 1993									Medição 1995					
				N	Ar (%)	Dr (%)	DAP MÉDIO (cm)	DAP MEDIANO (cm)	DAP Max (cm)	Hf média (m)	Hf mediana (m)	Hf max (m)	N	Ar (%)	Dr (%)	DAP Médio (cm)	DAP Mediano (cm)	DAP Max (cm)
Lonchocarpus leucanthus	Leguminosas	RI	Rabo itá	105	9,8	9,9	30,9	30,5	83,5	8,1	8,0	15,0	83	9,8	10,3	30,0	32,0	56,0
Ocotea dyospirifolia	Lauráceas	LY	Laurel ayuí	95	8,9	12,0	36,3	35,5	86,7	7,4	7,5	12,0	72	8,5	12,6	34,5	32,6	89,3
Balfourodendron riedelianum	Rutáceas	G	Guatambú	71	6,6	6,5	29,8	26,9	62,4	9,8	10,0	15,0	59	7,0	5,1	25,5	25,7	50,8
Nectandra lanceolata	Lauráceas	LN	Laurel negro	65	6,1	7,4	33,8	31,1	79,2	7,1	7,0	13,0	64	7,6	11,2	35,4	32,3	79,4
Diatenopteryx sorbifolia	Sapindáceas	MP	Maria Preta	40	3,7	3,6	30,4	29,6	61,0	7,5	7,8	13,0	34	4,0	5,0	32,7	32,5	63,6
Dalbergia variabilis	Leguminosas	IS	Isapuy	34	3,2	2,9	27,5	23,1	72,2	7,7	8,0	12,0	25	3,0	3,6	29,5	23,5	72,3
Sebastiana brasiliensis	Euforbiáceas	LE	Lechero	34	3,2	0,7	15,1	13,9	27,6	4,2	4,0	7,5	29	3,4	0,9	15,7	14,7	28,6
Trichilia catigua	Meliáceas	CT	Catiguá	31	2,9	0,7	15,4	14,5	29,5	3,9	4,0	6,0	27	3,2	0,8	15,7	15,1	23,6
Ocotea puberula	Lauráceas	LG	Laurel guaicá	27	2,5	6,9	53,6	52,0	79,7	9,5	9,0	15,0	7	0,8	1,4	39,5	40,9	45,2
Parapiptadenia rigida	Leguminosas	AC	Anchico colorado	24	2,2	10,0	64,8	60,3	136,0	8,2	8,0	14,0	16	1,9	6,0	49,3	47,9	104,3
em estudo		ND		23	2,1	1,0	21,4	22,0	41,2	7,0	7,0	11,0	15	1,8	1,0	23,3	21,9	41,7
Erythrina falcata	Leguminosas	SB	Seibo	22	2,1	3,0	33,9	27,6	77,7	7,8	7,8	15,0	17	2,0	1,3	25,0	22,7	41,0
em estudo		KM	Quebra machado	22	2,1	0,7	19,2	19,0	33,8	3,1	3,3	4,0	12	1,4	0,2	19,2	19,8	27,5
Philocarpus pinnatifolius	Rutáceas	JB	Jaborandí	22	2,1	0,2	11,4	11,0	14,6	3,6	3,5	7,0	12	1,4	0,2	11,8	11,4	14,6
Chrysophillum marginatum	Sapotáceas	VS	Vasuriña	21	2,0	1,0	21,0	15,1	45,6	7,3	7,0	14,0	19	2,3	1,2	20,8	15,5	41,6
Cedrela fissilis	Meliáceas	C	Cedro	20	1,9	1,6	27,1	25,1	60,5	7,5	7,8	13,0	15	1,8	1,9	29,0	26,7	55,8
Holocalyx glazziovi	Leguminosas	AL	Alercin	19	1,8	2,1	31,7	27,4	60,6	6,4	6,5	12,0	19	2,3	3,5	33,8	29,5	62,9
Styrax leprosus	Styracáceas	CV	Carne de vaca	19	1,8	1,3	25,1	20,0	54,4	6,7	6,0	10,0	16	1,9	1,5	24,9	19,1	57,0
Chrysophillum gonocarpum	Sapotáceas	AY	Aguai	19	1,8	0,8	21,2	21,2	35,4	5,8	6,0	8,0	15	1,8	1,1	23,8	25,1	36,3
Luehea divaricata	Tiliáceas	SC	Azota caballo	18	1,7	4,7	44,2	34,7	107,0	6,3	5,5	11,0	15	1,8	6,9	51,2	45,4	107,0
Campomanesia guabiroba	Mirtáceas	GU	Guabirá	18	1,7	0,8	20,5	16,3	44,1	5,9	6,3	10,0	17	2,0	1,1	20,4	17,1	44,0
Casearia silvestris	Flacourtiáceas	GZ	Guazatumba	18	1,7	0,6	19,4	18,8	30,9	6,1	7,0	10,0	15	1,8	0,8	20,8	19,3	31,1
Nectandra lanceolata	Lauráceas	LA	Laurel amarillo	17	1,6	2,0	34,4	32,1	65,2	7,2	7,5	13,0	11	1,3	2,0	35,8	39,9	66,1
Cupania vernalis	Sapindáceas	CC	Camboatá colorado	17	1,6	0,8	21,9	17,6	36,9	5,2	5,5	8,0	14	1,7	1,1	23,7	20,8	37,2
Rollinia emarginata	Anonáceas	AR	Araticú	17	1,6	0,3	14,8	14,0	20,4	3,9	3,5	9,0	14	1,7	0,5	16,0	14,8	21,2
Em estudo		BV	Bola de venado	16	1,5	0,4	15,4	13,0	27,5	4,3	5,0	6,0	8	0,9	0,3	16,0	14,3	28,8
Trichilia hieronimus	Meliáceas	CG	Catiguá	15	1,4	0,2	12,7	11,5	18,6	3,8	3,5	7,0	8	0,9	0,2	12,3	11,3	15,9
Actinostemon concolor	Euforbiáceas	LR	Laranjeira	14	1,3	0,2	12,4	12,3	15,1	3,6	2,8	8,0	12	1,4	0,2	12,0	11,5	14,2
Apulela leiocarpa	Leguminosas	GR	Grápia	12	1,1	2,1	38,1	27,6	84,0	8,0	7,5	17,0	8	0,9	1,0	28,4	24,0	63,6
Allophylus edulis	Sapindáceas	K	Kokú	11	1,0	0,5	21,8	23,2	34,0	4,4	4,0	8,0	9	1,1	0,6	22,8	23,9	33,2
Picrania crenata	Simarubáceas	PA	Palo amargo	11	1,0	0,3	16,6	15,6	30,5	5,0	4,0	10,0	10	1,2	0,3	16,2	15,7	23,9
Cordia trichotoma	Borragináceas	PV	Peterivi	10	0,9	0,8	26,5	22,8	57,4	11,2	10,5	18,0	11	1,3	1,2	29,1	27,6	57,4
em estudo		NDI		10	0,9	0,2	16,6	16,8	21,4	6,6	6,8	12,0	8	0,9	0,3	17,7	19,2	20,3
Patagonula americana	Borragináceas	GB	Guayubira	9	0,8	3,3	59,6	64,9	105,0	4,6	4,0	8,0	9	1,1	4,9	60,0	67,2	100,6
Prunus subcoriacea	Rosáceas	PG	Persiguero	9	0,8	0,7	28,1	25,4	44,4	8,1	8,0	10,0	8	0,9	0,9	28,6	24,3	45,9
Rapanea ferruginea	Mirsináceas	RP	Pororoca	9	0,8	0,2	16,9	15,2	23,9	5,4	6,0	8,5	4	0,5	0,2	17,2	17,1	22,4
Bastardiopsis densiflora	Malváceas	LB	Loro blanco	8	0,8	1,7	41,1	21,6	94,0	8,8	10,0	10,0	7	0,8	0,9	31,2	26,3	62,2
Matayba eleagnoides	Sapindáceas	CB	Camboatá blanco	8	0,8	1,3	41,4	38,6	64,5	5,6	5,8	7,5	5	0,6	1,0	36,6	36,0	61,6

TABELA 2 - CONTINUAÇÃO

Especie	Familia	Codigo	Nome Comum	Medição 1993									Medição 1996					
				N	AR (%)	DR (%)	DAP MEDIO (cm)	DAP MEDIANO (cm)	DAP Max (cm)	Hf medio (m)	Hf mediano (m)	Hf max (m)	N	AR (%)	DR (%)	DAP Médio (cm)	DAP Mediano (cm)	DAP Max (cm)
Myrocarpus frondosus	Leguminosas	I	Incienso	8	0,8	1,1	31,2	17,4	76,0	8,2	8,0	15,0	6	0,7	0,2	16,9	15,0	32,2
Lonchocarpus mueibergianus	Leguminosas	RM	Rabo molle	8	0,8	0,5	26,2	22,5	45,8	10,8	10,5	16,0	9	1,1	0,8	27,7	23,4	46,1
Solanum verbasifolium	Solanáceas	FB	Fumo bravo	8	0,8	0,3	19,4	20,2	23,6	5,6	6,8	8,0	5	0,6	0,3	21,9	20,9	27,2
Dendropanax cuneata	Araliáceas	OR	Ombú-rá	7	0,7	0,2	15,9	14,0	24,7	3,8	4,0	5,0	7	0,8	0,3	16,8	13,7	26,4
Machaerium brasiliensis	Leguminosas	ISP	Isapuy-pará	6	0,6	0,8	38,2	38,3	53,0	7,4	8,0	14,0	4	0,5	0,6	33,6	30,2	51,0
Ilex paraguariensis	Aquifoliáceas	YB	Yerba mate	6	0,6	0,4	25,8	24,9	40,5	6,8	7,0	10,0	6	0,7	0,6	26,2	25,3	41,2
Cordia ecalyculata	Borragináceas	FL	Fruto bolita	6	0,6	0,2	18,4	16,8	30,8	7,3	7,0	12,0	3	0,4	0,2	22,5	19,6	32,0
Atelela glazioviana	Leguminosas	TB	Timbó blanco	5	0,5	0,3	23,7	17,1	37,8	9,2	8,0	14,0	3	0,4	0,2	23,1	15,9	38,8
Aspidosperma australe	Aposináceas	GA	Guatambú amarillo	5	0,5	0,1	16,4	15,2	23,3	9,5	9,0	13,0	4	0,5	0,2	20,3	21,3	23,2
Celtis tala	Ulmáceas	TL	Tala	5	0,5	0,1	14,9	12,5	22,3	2,8	2,5	4,0	4	0,5	0,1	15,9	15,2	22,9
Ruprectya laxiflora	Poligonáceas	M	Marmelero	4	0,4	0,6	38,0	33,9	72,0	7,9	8,0	9,0	2	0,2	0,1	22,5	0,1	32,2
Albizia hassleri	Leguminosas	AB	Anchico blanco	4	0,4	0,2	21,2	17,1	40,1	6,6	6,0	12,0	2	0,2	0,2	40,3	-	40,3
Strychnos brasiliensis	Loganáceas	EG	Espolón de gallo	4	0,4	0,2	18,7	13,7	36,0	4,9	4,8	6,0	4	0,5	0,2	19,4	14,7	35,7
Bauhinia candicans	Leguminosas	PY	Pata de Buey	4	0,4	0,1	13,9	14,0	16,9	6,5	7,0	8,0	3	0,4	0,1	13,8	13,5	14,9
Gleditsia amorphoides	Leguminosas	EC	Espina corona	3	0,3	0,4	37,4	35,5	51,6	5,0	5,0	6,5	3	0,4	0,6	39,6	38,4	52,3
Eugenia pyriformis	Mirtáceas	UB	Ubajai	3	0,3	0,1	15,9	15,7	20,6	6,0	3,0	12,0	2	0,2	0,1	14,6	14,6	16,2
Sapium haematospermum	Euforbiáceas	KU	Curupi	3	0,3	0,1	13,6	13,1	17,7	7,0	7,0	8,0	5	0,6	0,1	15,5	14,6	18,9
em estudo		PC	Palo capuera	3	0,3	0,0	10,5	10,2	11,2	3,5	3,0	5,0	4	0,5	0,1	12,4	-	12,4
Cabralea oblongifoliola	Meliáceas	CA	Cancharana	2	0,2	0,1	16,9	16,9	18,5	5,3	5,3	6,5	2	0,2	0,1	17,5	17,5	19,0
Inga uruguensis	Leguminosas	IN	Ingá	2	0,2	0,0	13,8	13,8	14,3	4,8	4,8	6,5	2	0,2	0,1	14,5	14,5	14,9
em esstudo		OM		1	0,1	0,6	83,7	-	83,7	13,0	-	13,0	1	0,1	0,9	86,0	-	86,0
Phytolaca dioica	Phitolacáceas	O	Ombú	1	0,1	0,4	64,3	-	64,3	4,0	-	4,0	1	0,1	0,0	0,0	-	0,0
Chorisia speciosa	Bombacáceas	SH	Samohu	1	0,1	0,1	33,8	-	33,8	9,0	-	9,0	1	0,1	0,1	34,3	-	34,3
Jacaratia dodecaphyllia	Caricáceas	YC	Jacaratiá	1	0,1	0,0	23,0	-	23,0	4,5	-	4,5	1	0,1	0,1	31,8	-	31,8
Britoa guazumaefolia	Mirtáceas	ST	Siete capote	1	0,1	0,0	19,5	-	19,5	5,0	-	5,0	1	0,1	0,1	20,4	-	20,4
Casearia sp.	Flacourtiáceas	BC	Burro caa	1	0,1	0,0	18,3	-	18,3	3,5	-	3,5	1	0,1	0,0	19,2	-	19,2
Alchornea iricurana	Euforbiáceas	MB	Mora blanca	1	0,1	0,0	17,0	-	17,0	7,0	-	7,0	1	0,1	0,1	22,0	-	22,0
Rapanea ferruginea	Mirsináceas	RS	Canelon resinoso	1	0,1	0,0	14,6	-	14,6	9,0	-	9,0	1	0,1	0,0	18,8	-	18,8
Fagara hiemalis	Rutáceas	MC	Mamica de cadela	1	0,1	0,0	15,2	-	15,2	4,5	-	4,5	1	0,1	0,0	17,6	-	17,6
em estudo		NDA		1	0,1	0,0	14,4	-	14,4	2,5	-	2,5	1	0,1	0,0	15,8	-	15,8
Sorocea ilicifolia	Moráceas	NP	Nandipá	1	0,1	0,0	14,7	-	14,7	7,0	-	7,0	1	0,1	0,0	-	-	-
Calliandra foliolosa	Leguminosas	NA	Niño azote	1	0,1	0,0	15,2	-	15,2	2,5	-	2,5	0	0,0	0,0	-	-	-
Vitex megapotámica	Verbenáceas	TR	Tarumá	1	0,1	0,0	14,6	-	14,6	6,5	-	6,5	0	0,0	0,0	-	-	-
Fagara rholfolia	Rutáceas	TY	Tembetari	1	0,1	0,0	15,2	-	15,2	7,0	-	7,0	0	0,0	0,0	-	-	-
Eugenia involucrata	Mirtáceas	LL	Cerella	1	0,1	0,0	10,7	-	10,7	4,0	-	4,0	1	0,1	0,0	10,9	-	10,9
em estudo	Euforbiáceas	BQ	Blanquillo	1	0,1	0,0	13,2	-	13,2	3,0	-	3,0	0	0,0	0,0	-	-	-

N: número de indivíduos observados;

Ar: abundância relativa;

Dr: Dominância relativa;

Hf: altura de comercial

saligna, Diatenopteryx sorbifolia, Dalbergia variabilis, Sebastiana brasiliensis, Trichilia catigua, Ocotea puberula e Parapiptadenia rigida. Todas essas espécies têm importância comercial, à exceção de *Sebastiana brasiliensis, Trichilia catigua* e *Diatenopteryx sorbifolia.*

Quando ordenadas as espécies por sua dominância relativa, tem-se que 10 espécies acumulam 67% da área basal. Essas 10 espécies são coincidentes com as citadas anteriormente, porém são consideradas as espécies *Luehea divaricata, Patagonula americana* e *Erythrina falcata.* São eliminadas as *espécies Dalbergia variabilis, Sebastiana brasiliensis* e *Trichilia catigua*, as quais são espécies muito abundantes, mas pouco dominantes.

Na segunda ocasião acentuou-se a tendência de concentrar a abundância e dominância. Assim, quando ordenadas as espécies por abundância, 10 espécies concentram 51% da abundância total e 54% da dominância total. Observa-se a diminuição no diâmetro médio na segunda ocasião devido ao efeito da exploração, que produz a retirada das árvores com maiores diâmetros da floresta. Nesta ocasião já não estão entre as 10 espécies *Parapiptadenia rígida* e *Ocotea puberula*, devido a retirada dessas espécies na exploração, as quais foram substituídas *por Chrysophillum marginatum e Holocalyx glazziovi.*

Quando ordenado por dominância relativa, tem-se que 10 espécies, *Ocotea dyospirifolia, Nectandra saligna, Lonchocarpus leucanthus, Luehea divaricata, Parapiptadenia rigida, Balfourodendron riedelianum, Patagonula americana, Dalbergia variabilis* e *Holocalyx glazziovi,* com 69% de dominância e 47% da abundância. Estes resultados obtidos na segunda ocasião são consistentes com os obtidos na análise da diversidade florística, onde encontrou-se uma leve diminuição nos índices de diversidade.

4.2 ESTATÍSTICAS DO INCREMENTO POR ESPÉCIE

Na tabela 3 são apresentadas as estatísticas (medidas de tendência central e de dispersão, de assimetria e curtose) para o incremento médio em dois anos de estudo do DAP. Na coluna "observações" consta o número de árvores por espécie empregada nos cálculos, tendo-se excluído as árvores com incrementos anormais. Analisando a tabela e considerando as espécies que apresentaram mais que dez observações, as espécies *Luehea divaricata, Cupania vernalis, Campomanesia guabiroba* tiveram incremento medianos entre 2 e 3 mm; as espécies *Balfourodendron riedelianum* e *Sebastiana brasiliensis* com 3 e 4 mm; as espécie *Chrysophillum* sp., *Nectandra lanceolata, Casearia silvestris, Chrysophillum gonocarpum, Lonchocarpus leucanthus* com 4 e 5 mm.; as espécies *Nectandra saligna, Rollinia emarginata, Ocotea dyospirifolia,* e *Dalbergia sp.* com 5 e 6 mm; *Diatenopteryx sorbifolia, Trichilia catigua, Styrax leprosus, e Parapiptadenia rigida* com 6 mm; e as espécies *Cedrela fissilis* e *Holocalyx balanseae* apresentam incrementos medianos entre 10 e 12 mm. Nos primeiros 5 conjuntos de espécies consideradas, todas apresentaram coeficiente de assimetria positiva, ou seja, a mediana foi menor que a média. O último grupo citado tem coeficiente de assimetria negativa, ou seja, seus valores medianos são maiores que os valores médios.

Ao incluir-se as espécies com cinco ou mais observações, tem-se que o primeiro grupo com incrementos medianos até 3 mm é constituído pelas seguintes espécies: *Luehea divaricata, Philocarpus pinnatifolius, Cupania vernalis, Campomanesia xanthocarpa, Ocotea puberula, Matayba eleagnoides, Actinostemon concolor, e Myrocarpus frondosus*; um segundo grupo constituído por *Balfourodendron riedelianum, Ilex paraguarensis, Solanum verbasifolium, Sebastiana brasiliensis* com incremento mediano entre 4 e 5 mm.; as espécies *Cordia trichotoma, Nectandra saligna, Rollinia emarginata, Ocotea dyospirifolia, Dalbergia* sp, têm incremento entre 5 e 6 mm; as espécies Diatenopteryx Sorbifolia,

TABELA 3. ESTATÍSTICAS DO INCREMENTO DIAMÉTRICO PERIÓDICO ANUAL (2 ANOS) POR ESPÉCIE.

ESPÉCIE	OBSERVAÇÕES	MÉDIA(mm)	MEDIANA(mm)	MODA(mm)	MÍNIMO(mm)	MÁXIMO(mm)	DESVIO PADRÃO(mm)	VARIÂNCIA(mm^2)	AMPLITUDE(mm)	ASSIMETRIA	CURTOSE
Anchico blanco	1	1	1	s/ moda	1	1	0	0	0		
Anchico colorado	14	7,6	6	s/ moda	0,2	17,5	5,44	29,6	15,5	0,67	-0,91
Alercin	19	10,3	10,5	s/ moda	0	21	5,8	33,6	21	-0.053	-0,101
Araticú	14	6,9	5,2	s/ moda	2,5	15	4,1	16,8	12,5	0,636	-0,991
Aguai	13	4,5	4,5	s/ moda	0	10,5	3,01	9,1	10,5	0,413	0,182
Burro caa	1	4,5	4,5	s/ moda	4,5	4,5	0	0	0		
Blanquillo	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0		
Bola de venado	8	8,7	8,1	s/ moda	3	19	4,83	23,3	16	1.489	3,12
Cedro	15	11,8	12	6,5	1	19,5	5,93	35,2	18,5	-0.421	-0,89
Cancharana	2	3	3	s/ moda	2,5	3,5	0,71	0,5	1		
Camboatá blanco	5	1,8	1	s/ moda	0	5	2,02	4,1	5	1,245	0,947
Camboatá colorado	11	5,3	2,5	1,5	1	16	5,5	30,3	15	1,461	0,818
Catiguá	7	2,5	2,5	s/ moda	0,5	4,5	1,54	2,4	4	0,042	-1,75
Catiguá	22	6,3	6	s/ moda	0	16,4	4,11	16,9	16,4	0,612	0,234
Carne de vaca	15	7,4	6	1,0	1	25	6,94	48,2	24	1,453	1,799
Espina corona	3	10,7	14	s/ moda	3,5	14,5	6,21	38,6	11	-1.719	
Espolón de gallo	3	5,7	6	s/ moda	4	7	1,53	2,3	3	-0,935	
Fumo bravo	5	7,2	3,5	s/ moda	0	18	7,39	54,6	18	0,869	-0,81
Fruto bolita	3	5,1	6	s/ moda	0	9,4	4,76	22,7	9,4	-0,792	
Guatambú	55	4,2	3,5	4,5	0	12,9	3,03	9,2	12,9	0,594	-0,275
Guatambú amarillo	2	2	2	s/ moda	1	3	1,41	2	2		
Guayubira	7	6,2	6	0,5	0	16	6,26	39,2	16	0,468	-1,267
Grápia	8	5,3	4,3	s/ moda	1	13	4,24	18	12	0,893	-0,147
Guabirá	11	4,3	2	0,5	0	20	5,96	35,5	20	2,088	4,84
Guazatumba	13	5,3	4,5	6,0	0,5	18	4,98	24,8	17,5	1,485	2,559
Incienso	5	1,8	0,5	0,5	0	6,5	2,68	7,2	6,5	2,018	4,157
Ingá	2	3,5	3,5	s/ moda	3	4	0,71	5	1		
Isapuy	24	5,6	5	0,0	0	16,4	4,69	22	16,4	0,831	0,254
Isapuy-pará	3	9,1	10	s/ moda	5,5	11,8	3,26	10,6	6,3	-1.137	
Jaborandí	8	3,6	2,8	0,0	0	9,4	3,74	14	9,4	0,573	-1,378
Kokú	7	4,9	4,4	0,5	0,5	14	4,76	22,6	13,5	1,226	1,592
Quebra machado	12	3,3	2,2	s/ moda	0	14,5	3,89	15,1	14,5	2,409	6,845
Curupi	3	9,3	7,5	s/ moda	6	14,5	4,54	20,6	8,5	1,521	
Laurel amarillo	10	5,1	4,7	2,0	0	12,5	3,79	14,4	12,5	0,659	0,078
Loro blanco	4	23,6	23,5	s/ moda	18,5	29	4,46	19,8	10,5	0.000	-1,264

TABELA 3 - CONTINUAÇÃO

ESPÉCIE	OBSERVAÇÕES	MÉDIA(mm)	MEDIANA(mm)	MODA(mm)	MÍNIMO(mm)	MÁXIMO(mm)	DESVIO PADRÃO(mm)	VARIÂNCIA(mm^2)	AMPLITUDE(mm)	ASSIMETRIA	CURTOSE
Lechero	23	4,1	3	3,0	0	18,5	4,2	17,6	18,5	2,004	5,471
Laurel guaicá	7	4,4	1,5	0,0	0	18,5	6,71	45	18,5	1,986	4,099
Cerella	1	1	1	s/ moda	1	1	0	0	0		
Laurel negro	61	6,6	5,5	10,0	0	21	5,43	29,6	21	0,863	0,231
Laranjeira	6	3,1	0,8	0,5	0	15	5,86	34,3	15	2,408	5,841
Laurel ayuí	61	5,8	5	3,0	0	15	4,11	16,9	15	0,57	-0,642
Marmelero	2	2	2	s/ moda	1	3	1,38	1,9	2		
Mora blanca	1	25	25	s/ moda	25	25	0	0	0		
Mamica de cadela	1	12	12	s/ moda	12	12	0	0	0		
Maria Preta	26	6,5	6	5,5	0	14,5	4,27	18,2	14,5	0,18	-0,886
Ombú	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0		
Ombú-rá	6	5,6	7	s/ moda	0	9,5	4,26	18,1	9,5	-0,558	-2,072
Palo amargo	8	4,3	3,5	3,5	0	10	3,09	09.6	10	0,665	0,553
Palo capuera	1	11,9	11,9	s/ moda	11,9	11,9	0	0	0		
Persiguero	8	7	8	s/ moda	0	15	5,72	32,7	15	0,056	-1,468
Peteriví	8	5,1	5,9	s/ moda	0	9,5	3,7	13,7	9,5	-0,324	-1,059
Pata de Buey	2	8	8	s/ moda	3,5	12,5	6,36	40,5	9		
Rabo itá	78	4,5	4	s/ moda	0	18	3,76	14,1	18	1,348	2,26
Rabo molle	7	3,2	2,5	s/ moda	0	6,9	2,48	6,1	6,9	0,515	-0,836
Pororoca	4	1,7	1,8	s/ moda	0,2	3	1,16	1,4	2,8	-0,356	0,689
Seibo	14	6,4	5	s/ moda	0	15,5	4,66	21,7	15,5	0,413	-0,502
Azota caballo	14	3,7	2,8	0,0	0	9,9	3,59	12,9	9,9	0,518	-1,26
Samohu	1	2,5	2,5	s/ moda	2,5	2,5	0	0	0		
Siete capote	1	4,5	4.5	s/ moda	4.5	4.5	0.00	0.00	0.0		
Timbó blanco	3	5,3	5,5	5,5	5	5.,	0,29	00.1	0,5	-1,732	
Tala	3	3,5	3,5	s/ moda	3	4	0,5	0.3	1	0	
Ubajai	2	5	5	s/ moda	2,5	7.,	3,54	12,5	5		
Vasuriña	17	5,5	4,9	s/ moda	0	16,4	4,03	16,3	16,4	1,311	2,218
Yerba mate	5	3,1	3,5	s/ moda	0	5	1,88	3,.6	5	0,142	-0,573

Trichillia catiguá, Stirax leprosus, Parapiptadenia rigida, Patagonula americana, apresentaram incrementos entre 6 e 7 mm; a espécie *Prunus subcoriacea* com incremento entre 7 e 10 mm.; e entre 10 e 12 mm de incremento mediano tem-se as espécies *Cedrela fissilis* e *Holocalyx balansae*, finalmente, com incremento mediano de 23,5 mm tem-se a espécie *Bastardiposis densiflora*, a qual é considerada uma espécie pioneira, heliófila, que ocupa rapidamente as clareiras produzidas por desmatamentos ou na beira das estradas.

Observa-se ainda, que tem espécies com diversos diâmetros médios que apresentam incremento lento, médio e rápido.

Lamentavelmente na literatura não existem muitas referências quanto ao incremento por espécies neste tipo de floresta (DE MURO 1988, p. 9). Este fato, somado a que tem-se somente uma remedição da parcela, dificulta a análise.

O maior incremento corresponde à espécie *Bastardiopsis densiflora* com mediana de 23,5 mm e com coeficiente de variação de 18,9%, ressaltando-se que esta espécie apresentou somente 4 observações válidas. Essa espécie é reconhecida como pioneira e colonizadora, e sempre encontra-se nas formações secundárias, muitas vezes formando florestas homogeneas, sendo altamente dependente de luz (GARTLAND et al., 1994).

A segunda maior incremento foi apresentada pela espécie *Cedrela fissilis* que teve um incremento mediano de 12 mm e um coeficiente de variação de 50,25%, para 15 observações válidas. Esta espécie como a anterior é altamente dependente de luz, não podendo reproduzir-se nem crescer sem esse recurso (MANGIERI, 1965), mas a diferença com *Bastardiopsis densiflora* é que apresenta-se nas florestas secundárias, enquannto que *Cedrela fissilis* ocorre nas florestas primárias como uma espécie que ocupa o estrato superior.

Uma espécie que surpreendeu por seu incremento consideravelmetnte elevado foi *Holocalix glazziovi*, com mediana de 10,5 mm e coeficiente de variação de 56,31% para 19 observações válidas. Popularmente esta espécie é tida como de incremento lento. Uma

hipótese é que esse incremento seja devido a erros, considerando-se que esta espécie é uma das que apresentam sapopema, a qual complica a operação de medida.

As espécies *Prunus subcoriacea, Parapiptadenia rigida, Syirax leprosus, Patagonula americana e Diatenopteryx sorbifolia* apresentaram incrementos de moderado a rápido, com medianas entre 6 e 8 mm, e coeficientes de variação de 82, 77, 93, 100 e 65%, respectivamente.

A espécie *Cordia trichotoma*, apresentou incrementomediano de 5,9 mm com coeficiente de variação de 73%. COZZO (1979) estudando um plantio em povoamento desta espécie, aos 7 anos de idade encontrou incremento máximo em diâmetro de 15,6 mm para aqueles indivíduos totalmente expostos ao sol e com boa copa e incremento diamétrico mínimo de 5,7 mm para os indivíduos sob cobertura. Trata-se de uma espécie, como nos casos anteriores, altamente dependente de luz.

As espécies *Nectandra saligna, Ateleia glazioviana, Ocotea dyospirifolia, Nectandra lanceolata,* e *Ocotea puberula* são espécies que ocorrem como as mais abundantes em florestas secundárias e todas elas têm temperamentos semelhantes (DESCHAMPS e OCHOA 1987). No presente estudo, estas espécies apresentaram um incremento em torno de 5 mm, à exceção de *Ocotea puberula* que apresentou um incremento mediano de 1,5 mm e com média de 4,4 mm, que resulta num valor baixo com respeito ao incremento esperado. Num trabalho dendrocronológico dessa espécie, realizado numa área vizinha, GARTLAND et al. (1995), encontrou um incremento de 6 mm por ano para essa espécie. Por isso é que chama a atenção este comportamento da *Ocotea puberula*, mas esta situação provavelmente acontece pela elevada quantidade de árvores desta espécie retirada da floresta por ocasião da exploração, as quais foram os melhores indivíduos, permanecendo aquelas árvores de piores formas e cujos dados de incremento são avaliados atualmente.

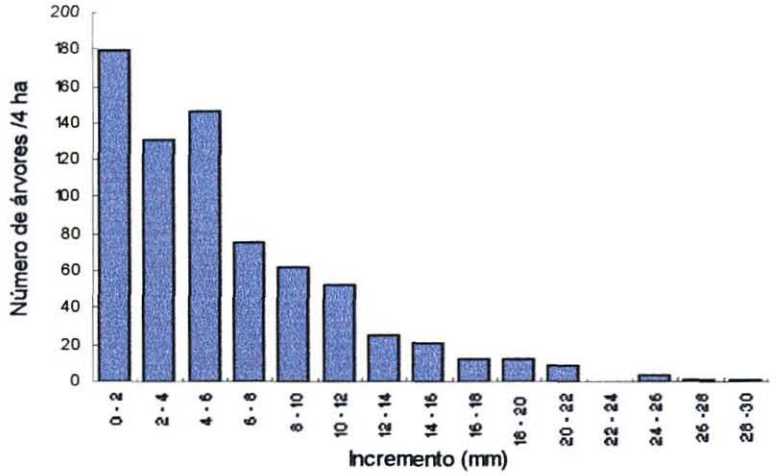
As espécies *Apuleia leiocarpa, Lonchocarpus leucanthus, Balfourodendron riedelianum* e *Luehea divaricata* apresentaram incrementos medianos anuais em torno de 4 mm. Essas

espécies são conhecidas popularmente como tendo moderados a baixos crescimentos diamétricos.

Em geral, não se observou correlação entre o tamanho diamétrico atingível da espécie e o incremento alcançado. Assim, tem-se 8 espécies que crescem mais do que 10 mm ao ano. Destas, duas pertencem ao grupo de espécies que atingem diâmetros pequenos e 6 espécies que atingem diâmetros médios e superior; espécies que crescem entre 7 e 10 mm ao ano tem-se 5, das quais 3 são espécies que atingem diâmetros pequenos e 2 que atingem diâmetros maiores; com incremento entre 4 e 7 mm, tem-se 24 espécies, 10 pertencem a espécies de tamanho pequeno e 14 de tamanho médio e superior; espécies com incremento menor do que 4 mm ao ano, tem-se 25, das quais, 12 são de tamanho pequeno e 13 do estrato médio e superior. Isto quer dizer que 79 % das espécies estão crescendo menos que 7 mm ao ano em termos de mediana.

Quando analisada a floresta no seu conjunto, tem-se incremento mediano de 4,5 mm ao ano, média de 5,79 mm ao ano, para 729 observações de todas as espécies, de todas as classes diamétricas. O máximo valor encontrado foi de 29 mm de crescimento, variância de 25,28 mm^2, desvio padrão de 5,28 mm e um coeficiente de assimetria positivo de 1,27, o qual indica uma acentuada assimetria para à esquerda, similar a um "J" invertido, o qual pode-se confirmar por meio da figura 8. FINEGAN (1993, p. 6) chegou a resultados similares com respeito à distribuição dos incrementos quando estudou o incremento diamétrico de 35 árvores da espécie *Laetia procera* numa floresta tropical da Costa Rica. Esse autor afirmou que raras vezes os incrementos apresentam distribuições normais, o que complica a análise, já que a média deixa de ser representativa, tendo-se que procurar outras estatísticas, tais como, mediana e moda para caraterizar o crescimento.

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS DAS ÁRVORES POR CLASSES DE INCREMENTO



A grande variabilidade observada na análise do incremento diamétrico quando considerou-se a floresta no seu conjunto, é diminuída consideravelmente quando analisa-se espécie por espécie. Mesmo assim, resulta em grandes variabilidades, já que 8 espécies apresentaram coeficientes de variação menores de que 50%; 29 espécies mostraram coeficientes de variação maiores que 50%, porém menores que 87% (coeficiente de variação da análise da floresta em seu conjunto); 15 espécies apresentaram coeficiente de variação maiores de que 87%. As demais espécies não apresentaram suficientes informações para o cálculo do coeficiente de variação.

A grande variabilidade remanescente, quando analisado o incremento por espécie, poderia ser explicada através de outros critérios tais como: disponibilidade de luz, competição, sítio, variabilidade genética; entre outros.

Na tabela 4, são apresentadas as distribuições das árvores por espécie e por classe de incremento. Essas distribuições são apresentadas também em forma de gráficos no Anexo 2. Analisando-se as espécies que apresentaram mais que 7 observações pode-se visualizar que em geral as espécies se distribuem com assimetria positiva, tais como espécies *Stirax leprosus, Balfourodendron riedelianum, Nectandra saligna* e *Ocotea dyospirifolia*, que são apresentadas também na figura 9, o qual pode ser comprovada com os coeficientes de

assimetria da tabela 2. Somente algumas espécies, tais como *Cedrela fissilis* (figura 10) apresentaram tendência assimétrica para a esquerda.

FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL DE ESPECIES COM ASSIMETRIA POSITIVA (EM 4 HA)

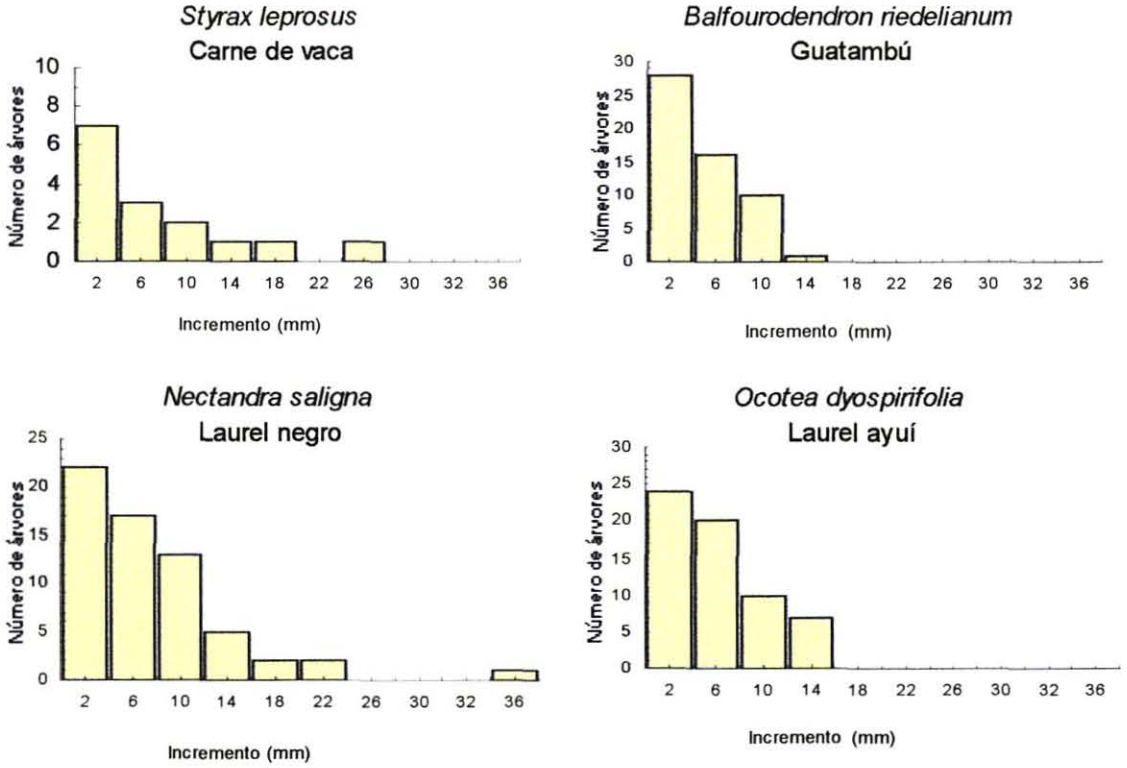
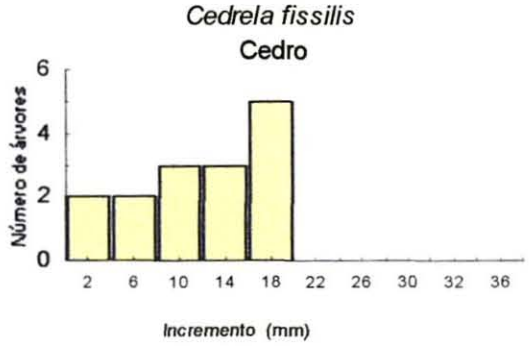


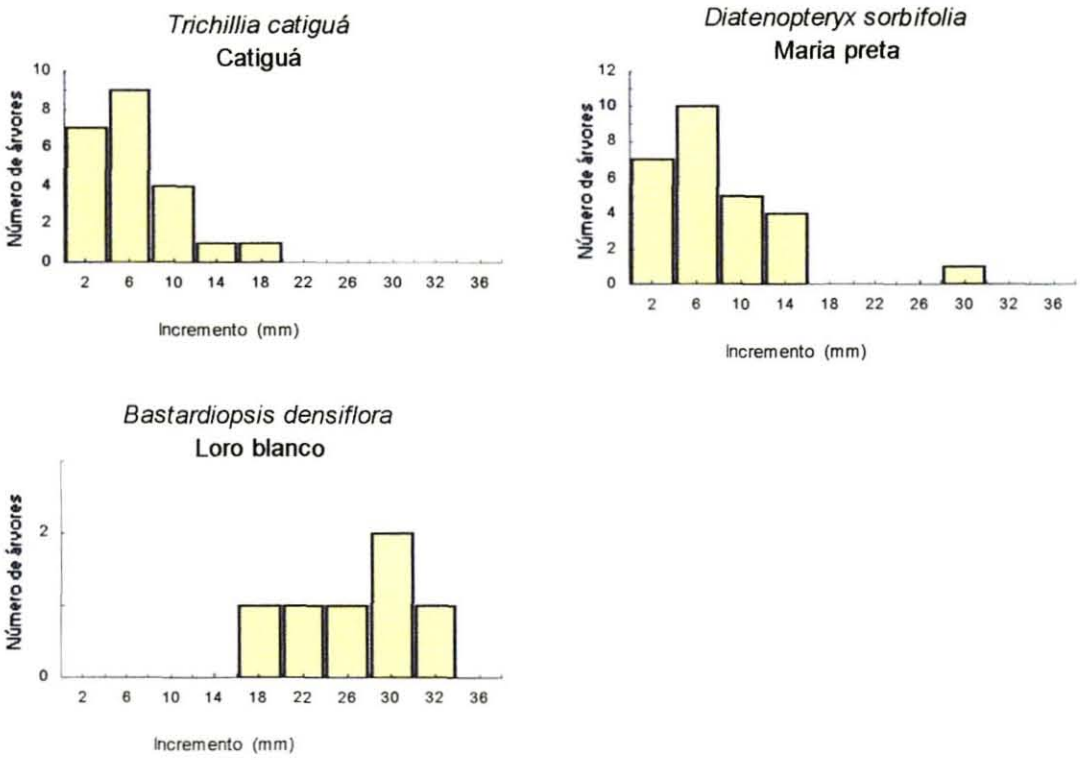
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE INCREMENTO DE ESPÉCIE COM ASSIMETRÍA NEGATIVA (EM 4 HA)



Devem existir fatores que fazem com que a distribuição do incremento afaste-se da distribuição normal, entre os quais indubitavelmente estaria o fator luz. Este tipo de distribuição que apresenta as maioria das espécies é um assunto de grande importância para o manejo da floresta, já que estaria indicando que poucas árvores crescem bem em relação a outros indivíduos, mesmo sendo da mesma espécie, o que influirá nas decisões do manejador. É por isso que poderia ser de muito interessante tentar identificar os fatores responsáveis por este comportamento.

As espécies *Trichillia catigua, Dyatenopterix sorbifolia e Bastardiopsis densiflora*, mesmo com freqüência menor que 7 indivíduos, mostraram tendências para uma distribuição normal, como pode-se observar na figura 11.

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE INCREMENTO DE ESPÉCIES COM TENDÊNCIA PARA A CURVA NORMAL (EM 4 HA)



4.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A figura 12 representa o dendrograma produzido pelo emprego da matriz primária de dados padronizados previamente, constituído da seguinte maneira:

-Filas compostas por 47 espécies selecionadas (com mais de três observações válidas).

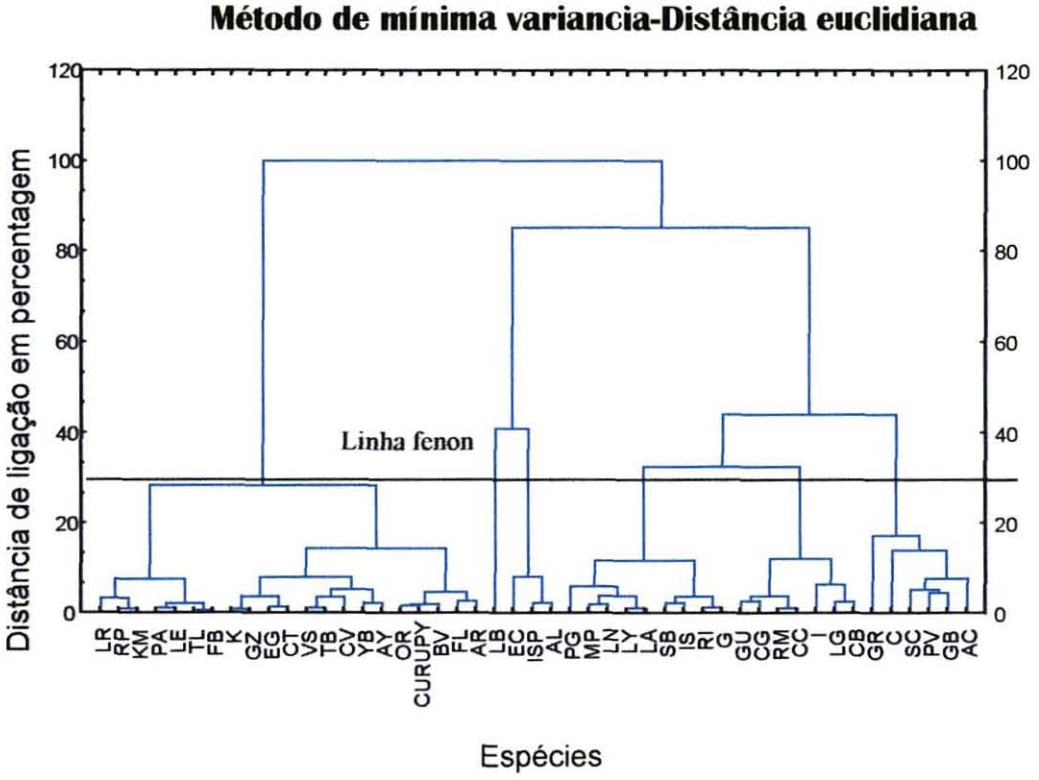
-Colunas compostas de três variáveis:

1.Variável mediana do incremento em diâmetro padronizado.

2. Variável mediana do incremento em área transversal padronizado.

3. Variável distribuição padronizada (diâmetro potencialmente atingível pela espécie).

FIGURA 12 - DENDROGRAMA PRODUZIDO PELA MATRIZ PRIMÁRIA DE DADOS COM 43 ESPÉCIES E AS VARIÁVEIS INCREMENTO EM DAP, EM ÁREA BASAL E DISTRIBUIÇÃO (TAMANHO POTENCIALMENTE ATINGÍVEL)



Os números no eixo vertical indicam as distâncias de ligação em percentagem variando desde 0% ou de máxima similaridade, até 100% ou de máxima distância ou dissimilaridade. Em termos de valor absoluto, as distâncias de ligação variam de zero, onde cada espécie constitui um grupo separado, até 17,35 onde todas as espécies conformam um grupo único. No eixo horizontal locam-se as espécies em consideração.

Foram realizadas análise de agrupamento utilizando o método de ligação simples, mas seu resultado não foi satisfatório por apresentar união entre grupos que assemelha-se a encadeamentos sucessivos, sem diferenciar claramente os grupos, os quais, aglomeram-se num só grupo a uma distância euclidiana de 5. O método de ligação completa apresentou também a mesma situação que a anterior, mas já menos acentuada unindo-se num só grupo na distância de 9. Os encadeamentos são produzidos entre os grupos formados por *Cedrela fissilis, Gleditsia amorphoides, Holocalix glaziovii* e *Machaerium brasiliensis*, com os demais grupos. O método de ligação média, também apresentou uma situação similar aos outros métodos anteriores, e à uma distância de 7,55 produz-se a união de todas as espécies num só grupo. O método da mínima variância, foi o que apresentou uma situação mais satisfatória desaparecendo os encadeamentos e os grupos mostram-se mais claramente diferenciados entre si, unindo-se todos num grupo à distância de 17,35. No Anexo 3 apresenta-se a tabela com a matriz de distâncias entre as espécies.

Segundo SOUZA (1989, p. 140) os pontos de bifurcação de dois ramos, lidos no eixo vertical, indicam a semelhança entre duas unidades taxonômicas operacionais, assim chamadas aquelas espécies ou grupos de espécies classificadas.

O número de agrupamento é usualmente definido pelo traçamento de uma linha horizontal paralela ao eixo horizontal, denominada ***linha fenon***. O número de ramos interceptado pela linha fenon, produz o número de grupos de espécies. Esse número de grupos vai depender da altura de traçamento da linha fenon. Quando mais alto seja traçada a linha (maiores distâncias são aceitas dentro dos grupos), menor será a quantidade de grupos formados.

Neste trabalho procurou-se a formação de um adequado número de agrupamentos que esteja relacionado aos números de grupos de espécies formadas por critérios ecológicos relatados na literatura, e de não permitir a formação de um excessivo número de grupos. Assim VERA (1994, p. 7 e 8) e DIAZ (1995, p. 10 e 12) estudando uma floresta tropical úmida na

Costa Rica citaram quatro grupos ecológicos ou grupos florestais: Heliófilas efêmeras, Heliófilas duráveis, Intermediárias ou médias e Esciófilas. Esses objetivos foram alcançados pela inspeção visual do fenograma e traçando a linha fenon em um nível de 30% de distância.

Na tabela 5 são apresentadas as estatísticas para cada um dos grupos. No Anexo 4, estão apresentadas as mesmas estatísticas adicionando-se o erro padrão para cada um dos grupos. Analisando a tabela 5, observa-se que os seis grupos representam as espécies que atingem diâmetros pequenos, médios e superiores. Assim, as espécies que atingem diâmetros pequenos estão representadas nos grupos IV e V, os quais diferenciam-se entre si pelos seus incrementos; o grupo IV tem incremento lento e o grupo V tem incremento médio. As espécies que atingem diâmetros médios estão nos grupos I, II e VI, cada um com incremento rápido, médio e lento respectivamente. Finalmente, tem-se que o grupo III é constituído por espécies de crescimentos médios e que atingem os maiores diâmetros da floresta

Na Tabela 6 constam as espécies componentes de cada grupo de acordo com a análise de agrupamento. A espécie *Bastardiopsis densiflora* foi desconsiderada das análises posteriores por ter um comportamento em incremento diamétrico muito diferente das demais espécies. Essa espécie seria agrupada no grupo I considerando uma distância maior do que 40%.

TABELA 5 - NÚMERO DE ESPÉCIES E ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS PARA OS SEIS GRUPOS DE ESPÉCIES

GRUPO	N° DE ESPÉCIES	MEDIANA DO INCREMENTO EM ÁREA TRANSVERSAL (mm^2)	MEDIANA DO INCREMENTO EM DIÂMETRO (mm)	DISTRIBUIÇÃO (cm)
G 1	3	51,07(3,72)	11,50(1,25)	56,6(4,1)
G 2	9	22,82(7,8)	5,22(1,4)	70,1(7,9)
G 3	6	22,44(8,25)	6,15(2,8)	120,0(26,5)
G 4	7	7,12(3,50)	2,60(1,0)	24,1(4,8)
G 5	14	15,77(5,14)	5,64(1,8)	33,9(17,24)
G 6	7	7,63(4,09)	1,82(0,8)	62,4(18,9)

NOTA:. Os números em parênteses indicam o valor do desvio padrão

TABELA 6 - CONSTITUIÇÃO DOS GRUPOS DE ESPÉCIES FORMADOS PELA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

ESPÉCIE	FAMÍLIA	CÓDIGO	NOME VULGAR
		GRUPO I	
Gleditsia amorphoides	Leguminosas	EC	Espina corona
Machaerium brasiliensis	Leguminosas	ISP	Isapuy-pará
Holocalyx glazziovi	Leguminosas	AL	Alercin-Alecrim
		GRUPO II	
Prunus subcoriacea	Rosaceas	PG	Persiguero
Diatenopteryx sorbifolia	Sapindaceas	MP	Maria Preta
Nectandra lanceolata	Lauraceas	LN	Laurel negro-Canela preta
Ocotea dyospirifolia	Lauraceas	LY	Laurel ayuí
Nectandra lanceolata	Lauraceas	LA	Laurel amarillo
Erythrina sp.	Leguminosa	SB	Seibo
Dalbergia variabilis	Leguminosas	IS	Isapuy
Lonchocarpus leucanthus	Leguminosas	RI	Rabo itá-Feijão crú
Balfourodendron riedelianum	Rutaceas	G	Guatambú-Pau marfim
		GRUPO III	
Patagonula americana	Borraginaceas	GB	Guayubira-Guajuvira
Apuleia leiocarpa	Leguminosas	GR	Grápia-Amarelinho
Cordia trichotoma	Borraginaceas	PV	Peteriví-Louro
Luehea divaricata	Tiliaceas	SC	Azota caballo-Açoita cavallo
Cedrela fissilis	Meliaceas	C	Cedro
Parapiptadenia rigida	Leguminosas	AC	Anchico colorado-Angico vermelho
		GRUPO IV	
Celtis tala	Ulmaceas	TL	Tala
Rapanea ferruginea	Mirsinaceas	RP	Pororoca-Capororoca
Solanum verbasifolium	Solanaceas	FB	Fumo bravo
Picrania crenata	Simarubaceas	PA	Palo amargo
A determinar	A determinar	KM	Quebra machado
Actinostemon concolor	Euforbiaceas	LR	Laranjeira
Sebastiana brasiliensis	Euforbiaceas	LE	Lechero-Leiteiro
		GRUPO V	
Strychnos brasiliensis	Loganaceas	EG	Espolón de gallo
Sapium haematospermum	Euforbiaceas	KU	Curupi
Cordia ecalyculata	Borraginaceas	FL	Fruto bolita
Ateleia glazioviana	Leguminosas	TB	Timbó blanco
Ilex paraguarensis	Aquifoliaceas	YB	Yerba mate-Erva mate
Dendropanax cuneata	Araliaceas	OR	Ombú-rá
Allophyllus edulis	Sapindaceas	K	Kokú
A determinar	A determinar	BV	Bola de venado
Casearia silvestris	Flacourtiaceas	GZ	Guazatumba-Goiabeira brava
Chrysophillum gonocarpum	Sapotaceas	AY	Aguai
Chrysophillum marginatum	Sapotaceas	VS	Vasuriña-Laranja do mato
Stirax leprosus	Styracaceas	CV	Carne de vaca
Trichilia catiguá	Meliaceas	CT	Catiguá
Rollinia emarginata	Anonaceas	AR	Araticú
		GRUPO VI	
Myrocarpus frondosus	Leguminosas	I	Incienso-Cabreúva
Matayba eleagnoides	Sapindaceas	CB	Camboatá blanco
Ocotea puberula	Lauraceas	LG	Laurel guaicá-Canela guaica
Lonchocarpus muelbergianus	Leguminosas	RM	Rabo molle
Trichilia hieronimus	Meliaceas	CG	Catiguá
Cupania vernalis	Sapindaceas	CC	Camboatá colorado
Campomanesia guabiroba	Mirtaceas	GU	Guabirá-Guabiroba

4.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE

Neste estudo foi utilizada a análise discriminante com o objetivo de avaliar a integridade dos agrupamentos de espécies com o procedimento de "Cluster analysis" verificar o poder real de discriminação das variáveis utilizadas, bem como construir regras de alocação aos grupos de novos indivíduos.

As variáveis utilizadas na análise de agrupamento para a formação dos grupos foram utilizadas também para conduzir a análise discriminante, porém nesta oportunidade não foi preciso padronizar as variáveis. Assim, foram utilizadas diretamente as variáveis incremento em diâmetro, área transversal e distribuição.

Para a avaliação do poder de discriminação das variáveis utilizou-se a estatística Wilks Lambda, a qual é uma medida de discriminação dos agrupamentos. Essa estatística varia entre os valores **0** e **1**. Assume valor zero quando existe discriminação perfeita e valores de **1** quando não existe discriminação. Associado a esta estatística utilizou-se o teste de **F**, que considera tanto as diferenças entre os centróides como a homogeneidade dentro dos agrupamentos.

Assim, na tabela 7 tem-se as estatísticas de Wilks Lambda para o modelo global, para cada uma das variáveis, com os respectivos F associados.

TABELA 7 - ESTATÍSTICAS DE WILKS LAMBDA E F PARA O MODELO DISCRIMINANTE GLOBAL E PARA CADA VARIÁVEL EM PARTICULAR

	Wilks Lambda				
Variável	**Modelo global**	**Modelo parcial**	**F para remover**	**p**	**Tolerância**
Incremento em área transversal	0,0499	0,4556	9,0805	0,0000	0,6319
Distribuição	0,1271	0,1790	34,8629	0,0000	0,9211
Incremento em DAP	0,0327	0,6959	3,3215	0,0138	0,6413
Wilks Lambda 0,02274 aprox **F(15, 105)=20,621 p<0,0000**					

Também contém os valores das respectivas tolerâncias, os quais são úteis na hora de avaliar níveis de redundância entre duas ou mais variáveis, ou seja, quanto explica uma variável que por sua vez já explica uma outra. O teste mostrou a um nível de significância **p** de 0,01 que o modelo global resultou num alto poder discriminante, dado pelo valor da estatística Lambda de Wilks de 0,022, tal como pode-se observar na tabela 7.

Quando analisado por variável, aquela com maior poder discriminante foi a Distribuição, com Wilks Lambda parcial de 0,179 e de 0,127 para o modelo global, respectivamente, a um nível de significância de 0,01, quando essa variável foi retirada do modelo. Para o mesmo nível de significância, as variáveis incremento em diâmetro e incremento em área transversal resultaram em menor poder discriminante. Obteve-se Lambda de Wilks de 0,695 para a variável incremento em diâmetro e de 0,455 para incremento em área transversal, respectivamente. A razão da ocorrência destes altos valores de Lambda de Wilks para estas duas variáveis é pela redundância existente entre as variáveis incremento em diâmetro e o incremento em área transversal, sendo no primeiro maior que 50% e na segunda variável menos que 50%. Mesmo assim as duas variáveis possuem poder discriminante, por isso decidiu-se conservá-las no modelo.

Uma maneira mais concreta de visualizar a separação entre os distintos grupos é por meio da matriz de distâncias de Mahalanobis entre os centróides dos grupos. Estas distâncias são medidas através do poder do modelo para discriminar os vários grupos. Assim distâncias maiores entre dois respectivos centróides indicam que mais longe estão os grupos entre si.

Na tabela 8, tem-se a matriz diagonal superior das distâncias de Mahalanobis entre centróides dos seis grupos formados. A matriz mostra que todos os grupos estão distanciados entre si a um nível de probabilidade maior que 0,01.

TABELA 8 - DISTÂNCIAS DE MAHALANOBIS ENTRE OS CENTRÓIDES DOS SEIS GRUPOS

GRUPOS	I	II	III	IV	V	VI
I	0,00	32,00	41,67	98,74	60,40	79,16
II	32,00	0,00	15,32	27,89	12,58	11,30
III	41,67	15,32	0,00	75,48	48,16	38,32
IV	98,74	27,89	75,48	0,00	6,22	8,60
V	60,40	12,58	48,16	6,22	0,00	8,73
VI	79,16	11,30	38,32	8,60	8,73	0,00

As distâncias maiores foram observadas para os grupos I e IV, os quais, correspondem a espécies que atingem diâmetros médios e pequenos, respectivamente, quanto à variável distribuição. Também observou-se diferenças quanto ao incremento, dado que o grupo I tem incremento grande, tanto em área transversal como em diâmetro e o grupo IV tem incremento baixo; os grupos I e VI se diferenciam-se pelo seus incrementos já que o grupo I tem as espécies de maiores crescimentos. Enquanto que o grupo VI tem espécies de incremento lento, os grupos III e IV, diferenciam-se pela distribuição, já que o grupo três é formado por espécies que atingem diâmetros superiores, quanto que o grupo IV tem espécies que atingem diâmetros pequenos. Também tem-se diferenças quanto ao incremento, sendo de maiores crescimentos as espécies do grupo III; enquanto que os grupos IV e V foram os que apresentaram menores diferenças entre si, ambos são formados por espécies de diâmetros pequenos, com diferenças no incremento sendo maior no grupo V.

A tabela 9 mostra-se os valores dos coeficientes padronizados das funções discriminantes. Esses coeficientes são de grande importância na análise da contribuição de cada variável na função discriminante. Também nessa Tabela apresenta-se os autovalores associados às respectivas funções discriminantes. Esses autovalores expressam a habilidade discriminante de cada uma das funções. Adicionando os autovalores das sucessivas funções discriminantes, tem-se a porção da variância explicada pelo conjunto de funções consideradas.

TABELA 9 - COEFICIENTES PADRONIZADOS PARA AS DISTINTAS VARIÁVEIS CANÔNICAS

Variáveis	Função 1	Função 2	Função 3
Incremento em área transversal	0,7248	-0,4758	-0,9115
Distribuição	0,8403	0,6029	0,1266
Incremento em DAP	0,1459	-0,2385	1,2170
Autovalor	8,3061	2,4005	0,3894
Variância explicada	0,7486	0,9649	1,0000

Assim, a variável distribuição é a que faz o maior aporte nas funções número 1 e 2, seguido pelo incremento em área basal; enquanto que na terceira função discriminante a variável que contribuiu com maior peso é o incremento em diâmetro seguido pelo incremento em área transversal. O sinal indica se a contribuição é negativa ou positiva.

Os autovalores indicam que a primeira função explica 74,86% da variação total, a primeira e segunda em conjunto explicam 96,49% da variação total. Portanto as primeiras duas funções podem resumir o conjunto da variação sem perda de muita informação.

Os escores calculados para cada espécie foram feitos com as funções com coeficientes não padronizados cujos valores estão na tabela 10 .

TABELA 10 - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS (FUNÇÕES)

Variáveis	Função 1	Função 2	Função 3
Incremento em área transversal	0,1320	-0,0866	-0,1660
Distribuição	0,0567	0,0407	0,0085
Incremento em DAP	0,0901	-0,1473	0.7518
Costante	-6,0009	-0,0306	-1,2672
Autovalor	8,3061	2,4005	0,3894
Variância explicada	0,7486	0,9649	1,0000

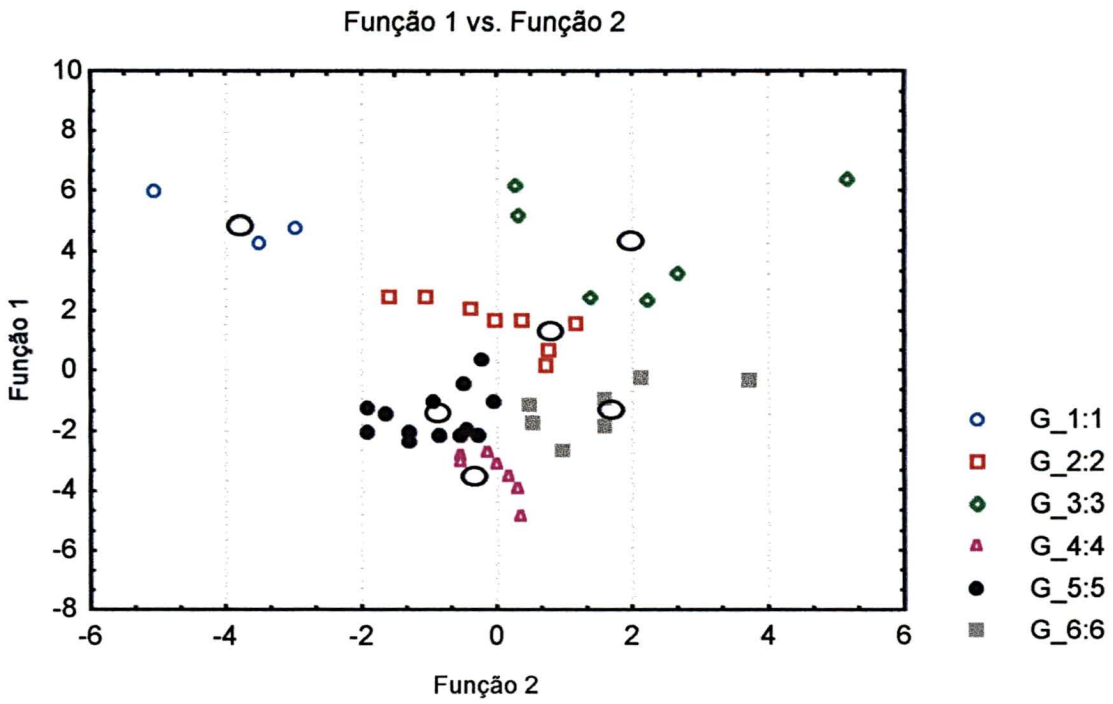
NOTA: Os coeficientes são utilizados para o cálculo dos escores das distintas espécies.

Na tabela 11, estão os escores para cada uma das espécies que foram utilizadas na análise. Esses escores quando grafados sobre os eixos das respectivas funções discriminantes

produzem um gráfico ou diagrama de dispersão, também chamado de mapa territorial (SOUZA 1989, p. 175 e 176), que mostra como se distribuem as espécies dentro dos distintos grupos.

Na figura 13, observa-se o diagrama de dispersão grafado sobre as funções número um e número dois, respectivamente. Pode-se confirmar no gráfico o expresso anteriormente a respeito de que os grupos mais distanciados são os grupos I-IV, I-VI, III-IV, I-V, III-V, e os grupos IV e V são os que têm mais semelhanças entre si.

FIGURA 13 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS ESCORES CALCULADOS PELAS FUNÇÕES 1 E 2



NOTA: Centróides dos grupos são representados pelos círculos

Na figura 13 pode-se observar também que não houve superposição das zonas correspondentes a cada grupo. As classificações feitas pelo modelo estão arranjadas na tabela 12, evidenciando 91,3% de classificações corretas.

TABELA 11 - ESCORES NÃO PADRONIZADOS PARA AS DISTINTAS ESPÉCIES

Espécie (Nome vulgar)	Grupo	Função 1	Função 2	Função 3
Aguai	5	-10,892	-0,9239	-0,7554
Alecrin	1	48,102	-29,875	-0,5876
Anchico colorado	3	51,498	0,3037	-17,124
Araticú	5	-24,053	-12,951	0,3503
Azota caballo	3	24,009	22,389	-12,266
Bola de venado	5	-14,410	-16,360	21,840
Camboatá blanco	6	-10,056	15,899	-15,719
Camboatá colorado	6	-11,851	0,4844	-11,668
Carne de vaca	5	0,3837	-0,2306	0,5271
Catiguá	5	-21,306	-0,8401	13,727
Catiguá	6	-18,200	16,026	0,3506
Cedro	3	61,827	0,2657	33,775
Curupi	5	-20,278	-18,971	16,623
Espina corona	1	59,304	-50,446	-0,0071
Espolón de gallo	5	-19,256	-0,4292	16,740
Fruto bolita	5	-12,443	-18,896	-0,2214
Fumo bravo	4	-28,621	-0,5292	-0,2696
Grápia	3	64,177	51,590	0,8507
Guabirá	6	-26,324	0,9889	-0,0422
Guatambú	2	0,0994	0,7220	-0,7190
Guayubira	3	32,994	26,874	18,130
Guazatumba	5	-21,811	-0,5188	0,2983
Incienso	6	-0,4021	37,317	-0,2072
Isapuy	2	0,6547	0,7708	0,4395
Isapuy-pará	1	42,294	-34,974	-12,484
Kokú	5	-21,973	-0,2614	0,4303
Laranjeira	4	-48,806	0,3369	-0,8290
Laurel amarillo	2	17,008	0,3399	-0,8527
Laurel ayuí	2	16,341	-0,0280	-0,9519
Laurel guaicá	6	-0,2363	21,319	-0,9884
Laurel negro	2	20,919	-0,3946	-0,8789
Lechero	4	-31,472	0,0138	-0,0240
Maria Preta	2	24,800	-10,611	-15,500
Ombú-rá	5	-20,608	-13,048	17,632
Palo amargo	4	-27,273	-0,1501	0,0401
Persiguero	2	24,450	-16,041	-0,1752
Peteriví	3	24,847	13,596	0,8443
Pororoca	4	-39,524	0,3330	-0,4203
Quebra machado	4	-35,492	0,1920	-0,3666
Rabo itá	2	0,5148	0,7949	-0,4094
Rabo molle	6	-17,375	0,5353	-0,7916
Seibo	2	15,155	11,409	0,3155
Tala	4	-30,844	-0,5391	-0,1498
Timbó blanco	5	-10,324	-0,0362	10,767
Vasuriña	5	-10,211	-0,1466	0,3836
Yerba mate	5	-0,4463	-0,4784	-16,303

TABELA 12 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES NOS DIFERENTES GRUPOS

		GRUPOS					
GRUPOS	Percentagem de classsificações corretas	I	II	III	IV	V	VI
I	100,00	3	0	0	0	0	0
II	100,00	0	9	0	0	0	0
III	83,33	0	1	5	0	0	0
IV	100,00	0	0	0	7	0	0
V	85,71	0	2	0	0	12	0
VI	85,71	0	0	0	1	0	6
Total	91,30	3	12	5	8	12	6

NOTA: Linhas são as classificações observadas, e as colunas são as classificações preditas.

Na tabela 13, tem-se o relacionamento das espécies com as classificações observadas e as classificações obtidas pelo modelo. Nessa tabela pode-se observar que a espécie azota caballo, pertencente ao grupo III, foi alocada pelo modelo no grupo II, as espécies yerba mate e carne de vaca pertencentes ao grupo V foram alocadas no grupo II, ou seja, essas espécies que foram consideradas de forma imprópia a um grupo de espécies que atingem diâmetros pequenos passaram a integrar o grupo das espécies de diâmetro médios e superior; e finalmente a espécie guabirá, que originalmente integrava o grupo VI que engloba espécies do estrato médio, foi alocado no grupo IV, constituído por espécies de pequenos diâmetros, mais apropriado com as características desta espécie. O efeito das realocações das espécies foi de correção dos defeitos de classificação resultantes da análise de agrupamento.

Finalmente, na tabela 14 estão os coeficientes das funções de classificação específicas para os seis grupos. As funções de classificação são computadas para cada grupo e podem ser usadas diretamente para alocar novas observações aos grupos já existentes. Uma nova espécie, no presente, será alocada no grupo que tenha o mais alto valor da função de classificação.

TABELA 13 - DISTÂNCIAS DE MAHALANOBIS AOS CENTRÓIDES DOS DISTINTOS GRUPOS

ESPÉCIES	DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS AO CENTRÓIDE DO GRUPO						
	Classificações Observadas	1	2	3	4	5	6
*Azota caballo	3	33,787	6,183	6,995	39,859	30,090	14,193
*Carne de vaca	5	27,271	2,424	19,662	15,233	4,162	7,312
*Guabirá	6	62,696	18,214	47,809	1,793	5,522	2,467
*Yerba mate	5	32,128	5,261	32,709	10,895	6,862	5,863
Aguai	5	34,883	7,713	38,187	6,499	2,287	6,238
Alercin	1	0,587	21,070	25,575	75,979	48,867	57,233
Anchico colorado	3	14,128	15,399	8,805	75,150	54,421	43,618
Araticú	5	47,620	17,984	53,888	3,024	1,209	10,331
Bola de venado	5	41,446	19,132	46,753	12,517	3,173	18,033
Camboatá blanco	6	50,893	9,663	32,133	10,198	11,877	0,951
Camboatá colorado	6	43,827	7,734	34,469	6,131	5,525	1,478
Catiguá	6	59,005	14,173	36,402	5,735	6,634	1,229
Catiguá	5	48,814	17,739	48,141	5,073	0,998	10,433
Cedro	3	26,251	38,459	13,295	104,952	72,082	72,564
Curupi	5	44,635	21,330	54,186	9,133	2,577	17,646
Espina corona	1	2,067	47,513	50,492	111,554	78,012	95,019
Espolón de gallo	5	49,617	16.946	44,068	6,252	1,511	9,619
Fruto bolita	5	32,842	11,519	44,955	8,173	2,032	12,038
Fumo bravo	4	55,781	19,536	56,434	0,577	3,034	6,958
Grápia	3	65,339	53,497	13,792	124,144	105,316	73,323
Guatambú	2	34,323	2,354	20,479	13,241	7,328	2,633
Guayubira	3	39,405	16,051	2,732	56,739	39,262	27,843
Guazatumba	5	48,537	14,614	46,750	2,163	0,764	5,982
Incienso	6	66,408	17,314	24,975	23,299	24,452	5,512
Isapuy	2	31,582	2,120	14,391	17,855	7,749	5,498
Isapuy-pará	1	0,843	21,419	32,478	70,877	46,238	55,806
Kokú	5	50,277	14,732	45,698	2,119	0,960	5,269
Laranjeira	4	88,127	41,252	85,945	2,431	16,139	14,283
Laurel amarillo	2	21,753	0,236	11,422	26,692	14,777	10,374
Laurel ayuí	2	19,881	0,223	13,360	25,989	13,867	11,071
Laurel guaicá	6	48,420	7,476	22,530	15,400	14,031	1,516
Laurel negro	2	15,610	0,758	12,537	30,819	16,399	15,170
Lechero	4	62,437	21,962	57,708	0,168	4,225	6,189
Maria Preta	2	11,435	3,446	16,919	37,330	22,027	21,710
Ombú-rá	5	47,388	19,999	50,702	7,627	1,894	14,446
Palo amargo	4	56,445	18,305	52,434	0,642	2,563	5,438
Persiguero	2	8,957	4,007	16,508	36,740	17,848	23,942
Peteriví	3	27,196	4,694	3,666	38,027	22,094	16,227
Pororoca	4	74,708	30,021	69,406	0,402	9,208	8,574
Quebra machado	4	68,435	25,687	63,529	0,072	6,805	7,008
Rabo itá	2	31,879	1,456	16,383	16,271	8,367	3,862
Rabo molle	6	49,420	10,734	39,270	3,503	4,336	1,301
Seibo	2	28,963	1,896	8,374	26,134	13,977	8,824
Tala	4	58,519	21,642	59,392	0,393	3,512	7,837
Timbó blanco	5	41,110	9,004	31,631	7,635	1,120	5,516
Vasuriña	5	38,942	7,197	31,862	6,307	0,835	4,026

NOTA: * Classificações Erradas

TABELA 14 - FUNÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS DISTINTOS GRUPOS

VARIÁVEIS	I	II	III	IV	V	VI
Incremento em área transversal	1,6725	0,8533	0,8668	0,1748	0,3482	0,3768
Distribuição	0,4739	0,4338	0,6848	0,1519	0,2391	0,3383
Incremento em DAP	2,0429	1,2098	2,0779	0,9677	1,9694	0,6655
Constante	-70,6112	-29,7374	-59,2427	-5,5960	-13,5519	-14,4869

NOTA: uma espécie é classificada no grupo com maior valor da função.

4.5 COMPARAÇÃO DA RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA NAS DUAS OCASIÕES

Nos 4 hectares estudados, houve uma redução no número de árvores de 1073 indivíduos na primeira ocasião para 844 indivíduos na segunda ocasião, causada pelos efeitos da exploração e pela mortalidade natural. Essa redução em termos de área basal foi de 93,6 m^2 para 64,40 m^2. Quanto ao número de espécies, detectou-se a presença de 74 espécies na primeira medição e 72 na segunda medição, com diminuição líquida de 2 espécies. Foram extintas 4 espécies: *Fagara rhoifolia, Calliandra foliolosa, Vitex megapotamica*, e "blanquillo" (espécie em estudo), as quais, participavam com apenas um indivíduo cada. Duas espécies novas foram recrutadas no segundo inventário: *Didimopanax morototoni* e *Jacaranda micrantha.* Quanto ao número de famílias, foi encontrado um total de 29 nas duas ocasiões. Uma família que participou com apenas uma espécie e apenas um indivíduo na primeira *(Verbenáceas)* não constou na segunda medição medição. Na segunda medição por outro lado houve recrutamento de outra família com apenas um indivíduo *(Bignoniáceas).*

Dos valores da Tabela 15 para as diferentes variáveis, observou-se que o grupo II, foi o mais abundante, tendo 459 árvores medidas na primeira ocasião, ou seja, uma abundância relativa

de 42%, sendo que este grupo teve ainda a maior dominância com 47,91%. Entretanto apresentam um menor número de espécies que os grupos IV, V e VI, com 10 espécies distribuídas em 6 famílias botânicas.

O grupo V com 230 indivíduos e com abundância relativa de 21,44%, apresentou dominância de 8,19%. Essa discrepância entre abundância relativa e dominância relativa é explicada em termos de tamanho dos indivíduos que compõem o grupo, caracterizado por árvores pequenas, constituindo o estrato inferior da floresta. Esse grupo apresentou 23 espécies e foi o que apresentou maior número de espécies e também de famílias botânicas (14 famílias).

TABELA 15 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS, ESPÉCIES E FAMÍLIAS ÁREA BASAL E ABUNDÂNCIA E DOMINÂNCIA RELATIVAS MEDIDOS NAS DUAS OCASIÕES (1993 E 1995), POR GRUPOS DE ESPÉCIES E PARA O TOTAL DAS ESPÉCIAS (4HA)

VARIÁVEIS	ANO	GRUPO						TOTAL
		I	II	III	IV	V	VI	
Número de indivíduos	1993	38	459	95	137	230	114	1073
	1995	35	374	75	95	187	78	844
Número de espécies	1993	6	10	7	16	23	12	74
	1995	6	10	7	13	23	13	72
Número de famílias	1993	4	6	4	10	14	9	29
	1995	4	6	4	10	14	10	29
Área basal	1993	4,76	44,7	21,2	2,88	7,67	11,94	93,64
	1995	3,58	33,67	14,43	2,03	6,47	4,22	64,40
Abundância relativa	1993	3,54	42,78	8,85	12,77	21,44	10,62	100
	1995	4,15	44,31	8,89	11,26	22,16	9,24	100
Dominância relativa	1993	5,08	47,91	22,98	3,08	8,19	12,75	100
	1995	5,56	52,28	22,41	3,15	10,05	6,55	100

NOTA: não foram consideradas as Palmeiras.

O grupo que apresentou menor abundância foi o grupo I, com 3,54%, mas sua dominância relativa resultou superior alcançando 5,08%, sendo menor também em número de espécies (apenas 6) distribuídas em 4 famílias botânicas.

Quando se compara a situação das variáveis em ambas as ocasiões, tem-se uma diminuição em número de indivíduos em todos os grupos, porém se observa que as proporções entre os grupos não apresentam muita variação. Assim, os grupos que apresentaram aumento na abundância relativa foram os grupos I, II e V, não ultrapassando 2% em termos de abundância relativa. Os grupos IV e V apresentaram leve diminuição na abundância relativa e o grupo III, manteve-se estável em relação a essa variável.

Quanto à área basal, tal como acontece com a abundância, houve uma diminuição geral de 93,64 m^2 para 64,40m^2, mas quando analisada a dominância relativa dos distintos grupos, observou-se pouca variação entre eles. Os grupos que apresentaram maior variação foram o grupo II que passou de 47,91% para 52,28%, e o grupo VI que diminuiu de 12,75% para 6,55%.

Quanto às espécies que compõem os distintos grupos, nota-se que no grupo IV ocorre a ausência de três espécies, *Fagara rhoifolia, Calliandra foliolosa, e* "blanquillo" (espécie em estudo). Todos eles participavam com um só indivíduo na época da primeira medição; Assim é que no grupo VI, não constam as espécies *Vitex megapotámica,* a qual também provocou a ausência da família das Verbenáceas. Foram recrutados indivíduos de duas espécies que não foram registradas anteriormente: *Didimopanax morototoni* e *Jacaranda micrantha,* o que provocou o ingresso de uma nova família: Bignoniácea.

Na tabela 16 tem-se a relação das famílias e a quantidade de espécies e indivíduos contidos nelas nas duas ocasiões. Um total de 29 famílias identificadas e sete espécies em estudo, totalizaram 1073 indivíduos. A família com maior quantidade de espécies e indivíduos nas duas

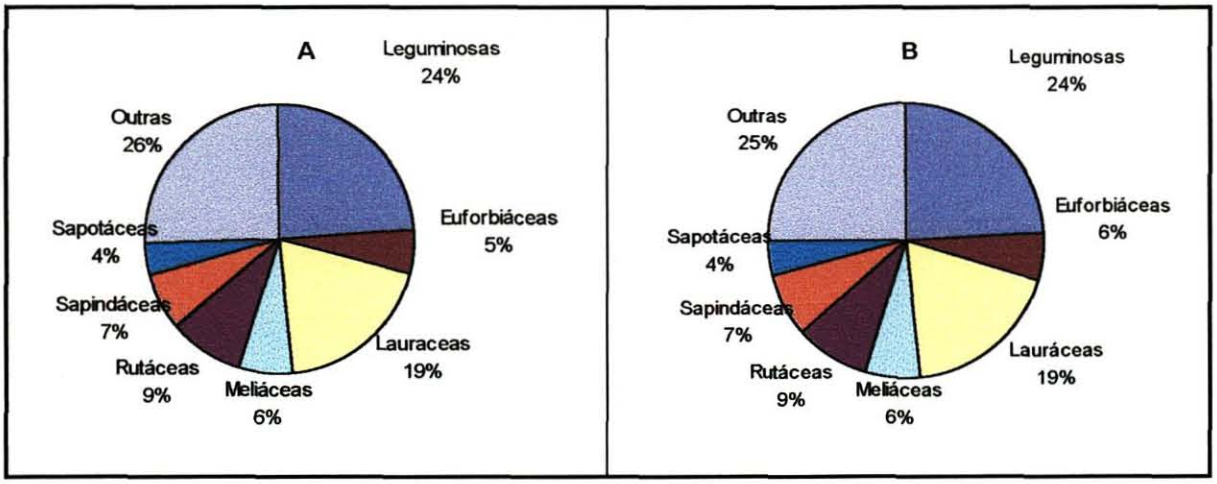
TABELA 16 - NÚMERO DE ESPÉCIES E NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS DUAS OCASIÕES (1993 E 1995) POR FAMÍLIAS BOTÂNICAS

FAMILIAS	NÚMERO DE ESPÉCIES		NÚMERO DE INDIVÍDUOS	
	1993	1995	1993	1995
Leguminosas	15	14	258	200
Euforbiáceas	5	4	53	47
Lauráceas	4	4	204	154
Meliáceas	4	4	68	52
Mirtáceas	4	4	23	21
Rutáceas	4	3	95	72
Sapindáceas	4	4	76	62
Borragináceas	3	3	25	23
Flacourtiáceas	2	2	19	16
Mirsináceas	2	2	10	5
Sapotáceas	2	2	40	34
Anonáceas	1	1	17	14
Aposináceas	1	1	5	4
Aquifoliáceas	1	1	6	6
Araliáceas	1	2	7	9
Bombacáceas	1	1	1	1
Caricáceas	1	1	1	1
Loganáceas	1	1	4	4
Malváceas	1	1	8	7
Moráceas	1	1	1	1
Phitolacáceas	1	1	1	1
Poligonáceas	1	1	4	2
Rosáceas	1	1	9	8
Simarubáceas	1	1	11	10
Solanáceas	1	1	8	5
Styracáceas	1	1	19	16
Tiliáceas	1	1	18	15
Ulmáceas	1	1	5	4
Verbenáceas	1	0	1	0
Bignoniáceas	0	1	0	1
Em estudo	1	1	23	15
Em estudo	1	1	10	8
Em estudo	1	1	1	1
Em estudo	1	1	16	8
Em estudo	1	1	22	12
Em estudo	1	1	1	1
Em estudo	1	1	3	4
Total	74	72	1073	844

ocasiões foi a das Leguminosas com 15 espécies diferentes apresentadas na primeira ocasião e 258 indivíduos; as Euforbiáceas apresentam-se no segundo lugar quando se considera a quantidade de espécies; mas quando se considera a quantidade de indivíduos, esta família amplamente superada pelas Lauráceas.

Na figura 14 tem-se a distribuição dos indivíduos nas diferentes famílias. Como pode-se observar, das 29 famílias conhecidas, 7 contêm 76% dos indivíduos e 22 famílias contêm o restante (26% dos indivíduos observados na primeira ocasião). Não ocorrem maiores modificações nas observações feitas na segunda ocasião. Um outro dado de interesse é que 5 famílias apresentaram uma única espécie e somente um indivíduo.

FIGURA 14 - ABUNDÂNCIA RELATIVA NAS DUAS OCASIÕES (A:1993 E B:1995), PARA AS FAMÍLIAS MAIS IMPORTANTES SEGUNDO ESSA VARIÁVEL



Ao analisar-se a diversidade florística, observa-se que alguns grupos diferenciam-se de outros (tabela 17). O grupo V é que apresentou maior diversidade, evidenciado pelos índices de diversidade de Shannon (=2,77) que alcança o máximo valor de todos os grupos, indicando uma média de incerteza entre espécies máximo entre todos os grupos; este fato é confirmado pelo

índice de diversidade de Simpson, que apresentou o menor valor entre todos os grupos (0,07) o qual indica que há uma probabilidade de 7% de que dois indivíduos tomados ao acaso pertençeram à mesma espécie. Este grupo que possui 17% do total dos indivíduos, engloba 31% de todas as espécies da floresta, o que resulta um quociente de mistura de 2,5 na primeira ocasião, descendo para 2,03 na segunda ocasião.

TABELA 17 - VALORES DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE FLORÍSTICA PARA AS DUAS OCASIÕES, POR GRUPOS DE ESPÉCIES E PARA O TOTAL

GRUPOS	ÍNDICE DE SHANNON		ÍNDICE DE SIMPSON		QUOCIENTE DE MISTURA	
	1993	1995	1993	1995	1993	1995
GRUPO I	1,358	1,315	0,309	0,338	1,5825	1,4575
GRUPO II	1,993	1,986	0,154	0,154	11,475	9,35
GRUPO III	1,764	1,806	0,177	0,162	3,3925	2,6775
GRUPO IV	2,215	2,111	0,134	0,151	2,14	1,825
GRUPO V	2,775	2,793	0,071	0,069	2,5	2,0325
GRUPO VI	2,151	2,259	0,131	0,115	2,375	1,5
TOTAL	3,690	3,668	0,037	0,038	3,625	2,93

NOTA: Foram desconsideradas as Palmeiras.

O grupo menos diverso é o grupo I, que engloba somente 6 espécies e 38 indivíduos (8% e 3,5%, respectivamente sobre o total) na primeira ocasião, com índice de Shannon mais baixo entre todos os grupos e de Simpson mais alto entre todos os grupos, sendo de 1,35 e 0,30, respectivamente. O quociente de mistura foi de 1,58 e 1,45 para a primeira e segunda ocasião, respectivamente.

O grupo III, com quase 43% dos indivíduos da floresta e somente 13% das espécies presentes, apresenta-se como pouco diverso, mais próximo do grupo I que do V, com coeficiente de Shannon de 1,76 e índice de Simpson de 0,17. Devido à alta abundância por espécie e menos número de espécies que se observa nesse grupo, teve-se o quociente de mistura mais alto na

primeira ocasião (11,47), o qual, indica que aproximadamente a cada 11 indivíduos tem-se uma nova espécie.

Quanto à floresta no seu conjunto, o quociente de mistura resultou ser de 3,62 na primeira ocasião, descendo para 2,93 na segunda ocasião. LOPEZ et al. (1995), encontraram para uma parte da floresta distante 5 km da região de estudo, quociente de mistura de 3,54 como média. O índice de diversidade de Shannon foi de 3,69 e o índice de Simpson de 0,037. DELGADO (1995, p 59), estudando uma floresta tropical na Costa Rica, trabalhando sobre 0,8 hectare, encontrou para diferentes tratos silviculturais quociente de mistura variando entre 3,3 e 4,9, enquanto que os índices de Shannon variaram de 6,28 para 6,67, e o índice de Simpson variou de 0,012 para 0,031, tratando-se indubitavelmente de uma floresta com maior diversidade florística que a estudada no presente trabalho.

Quando comparados os índices de diversidade para as duas ocasiões, tem-se que houve uma diminuição nos valores na segunda ocasião. Porém, essa diminuição não chega ser importante. Assim na Tabela 18 observa-se as percentagens de mudanças ocorridas nos índices de diversidade com base na situação da primeira ocasião. Os sinais indicam diminuição ou aumento na diversidade.

TABELA 18 - DIFERENÇAS OBSERVADAS NOS ÍNDICES DE SHANNON E SIMPSON NAS DUAS OCASIÕES EM PERCENTAGEM

GRUPOS	DIFERENÇAS	
	ÍNDICE DE SHANNON	ÍNDICE DE SIMPSON
GRUPO I	-3,2	-9,4
GRUPO II	-0,3	0,1
GRUPO III	2,4	8,6
GRUPO IV	-4,7	-12,3
GRUPO V	0,6	1,7
GRUPO VI	5,0	12,3
TOTAL	-0,6	-4,0

Pode-se observar que os dois índices mudaram de sinais para os distintos grupos de forma coerente, à exceção do grupo II, cujas diferenças de sinais pode ser devido, na realidade, à não existências de mudanças, já que ambas percentagens estão muito perto de zero. Ainda se observa que o índice de Simpson é mais sensível às mudanças que o índice de Shannon. Dentro dos grupos, alguns foram favorecidos quanto ao aumento da diversidade e outros sofreram impactos negativos. Assim os grupos que aumentaram sua diversidade são os grupos III, V e VI, segundo indicam os dois índices de diversidade. Este aumento foi devido principalmente a uma reacomodação dos indivíduos dentro das distintas espécies componentes dos grupos, melhorando a equitabilidade, já que o grupo VI é o único grupo que aumentou em uma espécie (no balanço líquido entre as duas ocasiões). Os grupos I e IV diminuíram as diversidade. O grupo II manteve-se estável na sua diversidade. Mesmo assim, pode-se considerar que o impacto da exploração sobre a diversidade da floresta remanescente foi mínima, já que segundo o índice de Shannon as mudanças não atingiram 5%, enquanto que segundo o índice de Simpson as mudanças em um grupo atingiram 12,3%, estando todos os outros grupos abaixo de 10%.

Quando analisada a floresta no seu conjunto observa-se que o impacto da exploração foi quase nulo de acordo com o o índice de Shannon e só teve disminuiçào de 4% da diversidade quando considerado o índice de Simpson (Tabela 19).

4.6 COMPONENTES DO CRESCIMENTO E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDAS NA FLORESTA

4.6.1 ANÁLISE PARA A FLORESTA NO SEU CONJUNTO

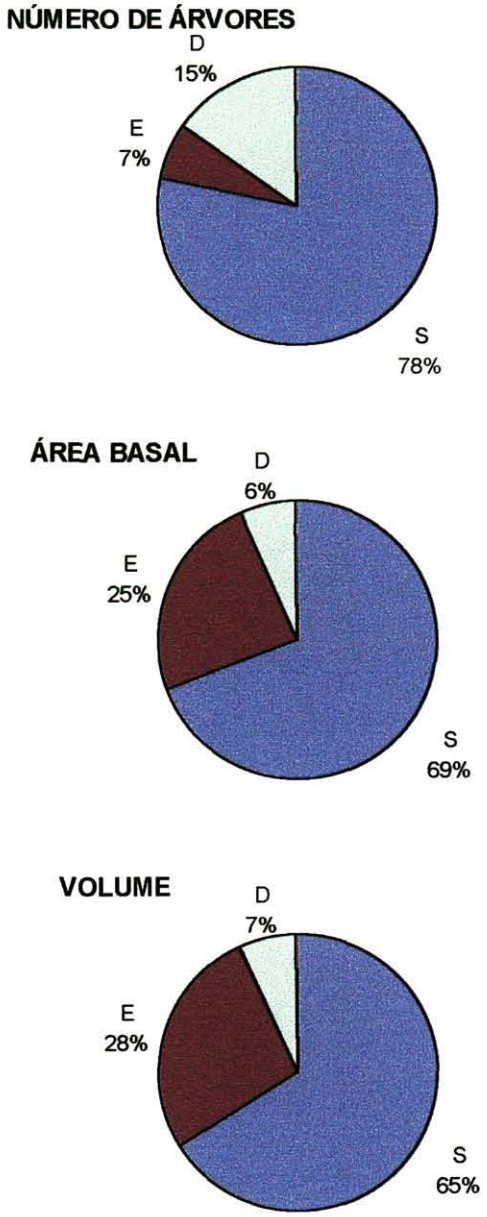
Na Tabela 19 e na figura 11 apresentam-se os resultados obtidos para o número de indivíduos, área basal, e volume, considerando-se as árvores sobreviventes ao final do período de crescimento, as árvores explorados, as árvores danificados pela exploração.

TABELA 19 - COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA OBSERVADOS NO ANO 1993

	NÚMERO DE INDIVÍDUOS	ÁREA BASAL (m^2/4 ha)	VOLUME (m^3/ 4 ha)
SOBREVIVENTES	839	66,02	427,17
EXPLORADAS	70	23,61	171,48
DANIFICADAS	164	6,05	41,41
TOTAL	1073	93,64	630,99

Como pode-se observar na tabela 19 e na figura 15, em termos do número de árvores, as sobreviventes resultaram em 839 árvores o que representa 78% sobre população existente (1073) na primeira ocasião (1993), mas em termos de área basal e volume os percentuais foram de 69%

FIGURA 15 - COMPONENTES DO CRESCIMENTO DA FLORESTA OBSERVADOS NO ANO 1993, EM PERCENTAGEM DE NÚMERO DE INDIVÍDUOS (N), ÁREA BASAL (G), E VOLUME (V)



NOTA: árvores mortas (M), árvores exploradas (E), árvores danificados (D) e árvores sobreviventes (S)

e 65%, respectivamente. Esta diferença é devido à retirada dos indivíduos de maior tamanho na floresta o que provocou uma correspondente queda na área basal e volume das árvores sobreviventes. As 70 árvores que foram exploradas correspondem a 7% sobre o total existente na primeira ocasião, mas em termos de área basal e volume resultou muito superior sendo de 25% e 28%, respectivamente, devido ao fato já citado de que as árvores exploradas na floresta foram aquelas de maiores diâmetros.

Na tabela 20 estão também os valores para as árvores recrutadas, que foi de 46 árvores para os 4 hectares estudados nos dois anos, o que dá uma taxa de recrutamento de 2,14 %, valor levemente superior à mortalidade do período. PERALTA et al. (1984), citados por FINEGAN (1994, p. 37) estudando 3 parcelas de 4 ha cada encontrou que o recrutamento alcança taxas similares à mortalidade. MAITRE (1986), estudando o crescimento em distintos tratos silviculturais, na Costa do Marfim e trabalhando com oito espécies consideradas comerciais encontrou que o recrutamento variou de 3,1% até 7%, porém das espécies estudadas. Das espécies estudadas somente duas apresentaram recrutamento menores que a mortalidade.

TABELA 20 - VALORES DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E CRESCIMENTO DA FLORESTA NAS DUAS OCASIÕES

	NÚMERO DE INDIVÍDUOS	ÁREA BASAL (m^2)	VOLUME (m^3)
MEDIÇÃO 1993	1073	93,64	630,99
EXPLORADAS	70	23,61	171,48
DANIFICADAS	164	6,05	41,41
MORTAS	41	3,22	17,43
INGRESSADAS	46	0,50	5,26
MEDIÇÃO 1995	844	64,89	425,13
CRESCIMENTO BRUTO	46	4,11	24,21
CRESCIMENTO LÍQUIDO	5	0,91	7,03
MUDANÇAS LÍQUIDAS NO ESTOQUELE	-229	-28,75	-205,86
CRESCIMENTO BRUTO EM %	4,80	5,18	4,58
CRESCIMENTO LÍQUIDO EM %	0,31	1,15	1,33
MUDANÇAS LÍQUIDAS NO ESTOQUE EM %	-23,89	-36,27	-38,98

Um outro componente do crescimento para a floresta toda é o estoque presente na segunda medição (1995), o qual é constituído pelas árvores medidas na primeira ocasião e que sobreviveram até a segunda medição, mais todas as árvores que foram recrutadas no período de crescimento. A tabela 20 mostra esses resultados, ou seja, nos 4 hectares estudados o número de indivíduos na segunda ocasião foi de 844 árvores, 64,89 m^2 de área basal e 425,13 m^3 de volume. A diminuição do número de árvores é decorrente da exploração e da mortalidade natural e significou uma taxa de mudança líquida da ordem de 23,89% e de 36,27% e 23,89% para a área basal e volume, respectivamente.

Um outro componente que foi calculado foram os crescimentos bruto e líquido, respectivamente. A tabela 20 contem estes resultados e as mudanças líquidas do período estudado. No que diz respeito ao crescimento bruto em número de árvores, o mesmo é igual à quantidade de indivíduos recrutados no período, enquanto que o crescimento líquido em número de árvores é o resultado da subtração das árvores mortas do crescimento bruto. Em área basal e volume tem-se que o crescimento bruto foi de 0,513 m^2/ha/ano e de 3,026 m^3/ha/ano, respectivamente. Esses valores em termos percentuais são 2,59% /ano de crescimento em área basal e 2,29%/ ano para o crescimento em volume.

O crescimento líquido foi em valores absolutos de 0,113 m^2/ha/ano e 0,8787 m^3/ha/ano, o que significou taxas de crescimentos de 0,575% /ano em área basal, e 0,665 %/ ano em volume. Num estudo em uma área vizinha onde foram estabelecidas parcelas permanentes, GAUTO et al. (1996) encontraram crescimento bruto e líquido anual de 2,83 %, e 1,10%, respectivamente, tendo a floresta inicialmente um volume de 135,577 m^3/ha e um volume final de 140,146 m^3/ha, com período de remedição de 2 anos.

Como foi dito anteriormente, o crescimento bruto representa o potencial do crescimento da floresta, ou seja, seria a produção quando em uma floresta a mortalidade é reduzida à sua mínima

expressão. Também deve-se considerar que o crescimento foi grandemente reduzido pela exploração intensiva realizada que em termos de área basal totalizou 31% do estoque inicial, contabilizando neste percentual as árvores danificadas pela exploração.

4.6.2 ANÁLISE POR CLASSES DE DIÂMETRO

Como pode-se observar na tabela 21 e na figura 16, a distribuição diamétrica apresentou a típica forma de "J" invertido nas duas ocasiões estudadas. Foi observado que a exploração produziu um rebaixamento geral da curva ficando a forma com muito pouca variação quanto a inclinação, na segunda ocasião, e somente a curva desce devido a diminuição da densidade.

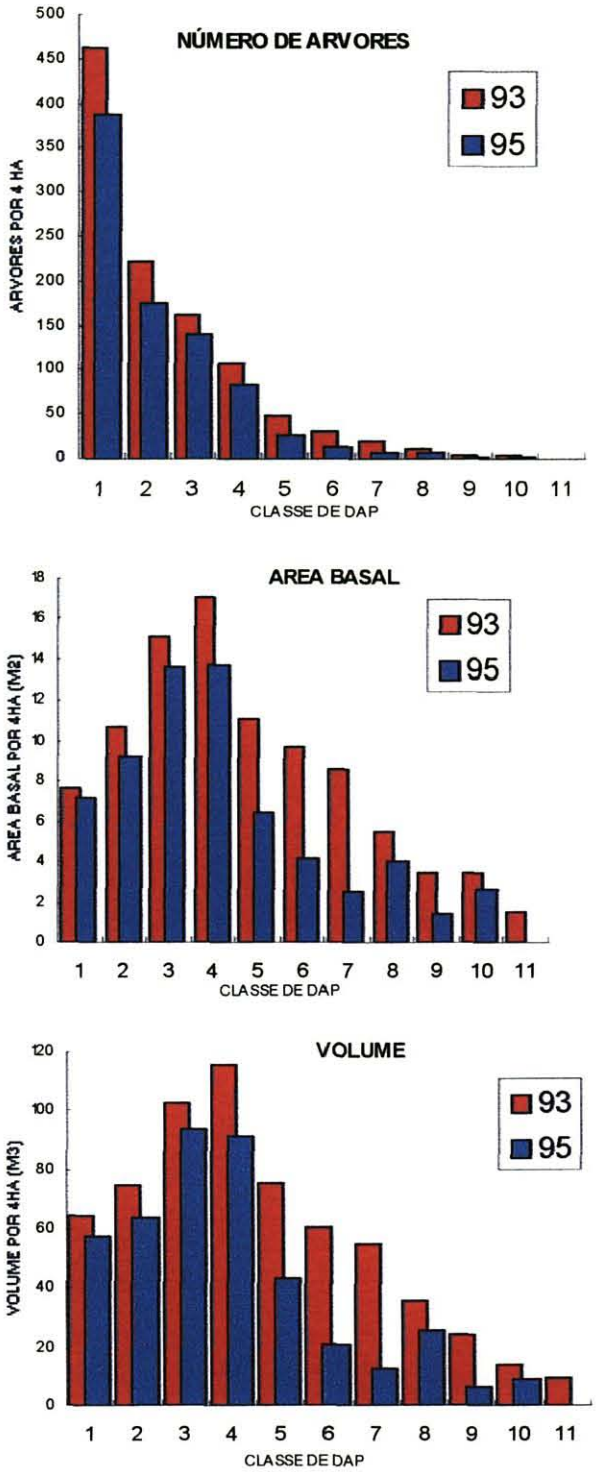
Na exploração, foram cortadas apenas árvores nas classes superiores a 4 (figura 16), porque comercialmente são esses indivíduos que têm aptidão para uso comercial. No entretanto, as árvores danificadas pela exploração, abrange as classes inferiores, atingindo até a quinta classe. O efeito conjunto da exploração (árvores exploradas mais danificadas) é uma eliminação de árvores que atinge a todas as classes diamétricas, com intensidade variáveis, sendo menor nas classes inferiores e maior nas classes superiores.

Quanto à área basal e volume, as árvores registradas na primeira e na segunda ocasião apresentam distribuições normais com moda na classe 3 e 4 para área basal, e na classe 3 para volume, com assimetria para a direita. Quanto à exploração, as árvores cortadas também apresentam distribuição de área basal e volume com tendência para a curva normal, com moda na classe número 7 (figura 16).

TABELA 21 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSES DE DAP DE 10 CM DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO E DOS CRESCIMENTOS BRUTO, LÍQUIDO, E MUDANÇAS OCORRIDOS NOS ESTOQUES MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME POR 4 HA

	CLASSES DE DAP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
MEDIÇÃO 1993	N	462	222	163	107	48	31	20	10	5	4	1	**1073**
	G (m^2)	7,65	10,72	15,09	17,03	11,05	9,68	8,54	5,53	3,42	3,48	1,45	**93,64**
	V (m^3)	64,51	74,37	102,46	115,54	75,08	60,45	54,89	35,72	24,37	13,94	9,68	**630,99**
CORTADAS	N	0	0	0	15	16	17	14	3	3	1	1	**70**
	G (m^2)	0,00	0,00	0,00	2,55	3,66	5,31	6,03	1,64	2,07	0,90	1,45	**23,61**
	V (m^3)	0,00	0,00	0,00	19,37	27,23	38,64	42,21	11,27	18,03	5,06	9,68	**171,48**
DANIFICADAS	N	105	41	9	7	2	0	0	0	0	0	0	**164**
	G (m^2)	1,73	1,98	0,77	1,09	0,47	0,00	0,00	0	0	0	0	**6,05**
	V (m^3)	14,22	12,95	4,51	7,02	2,71	0,00	0,00	0	0	0	0	**41,41**
MORTALIDADE	N	15	6	14	2	3	1	0	0	0	0	0	**41**
	G (m^2)	0,22	0,25	1,36	0,36	0,71	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**3,22**
	V (m^3)	1,80	1,57	7,88	1,68	3,11	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**17,43**
RECRUTADAS	N	46											
	G (m^2)	0,50											
	V (m^3)	5,26											
MEDIÇÃO 1995	N	388	175	140	83	27	13	6	7	2	3	0	**844**
	G (m^2)	7,14	9,27	13,60	13,67	6,47	4,18	2,54	4,06	1,36	2,61	0,00	**64,89**
	V (m^3)	57,46	64,02	93,91	91,38	43,71	21,14	12,82	25,30	6,34	9,07	0,00	**425,13**
CRESC.BRUTO	N	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**46**
	G (m^2)	1,44	0,78	0,64	0,65	0,25	0,15	0,03	0,16	0,00	0,03	0,00	**4,13**
	V (m^3)	8,97	4,17	3,85	3,91	1,67	0,72	0,14	0,85	0,00	0,19	0,00	**24,46**
CRESC. LIQUIDO	N	31	-6	-14	-2	-3	-1	0	0	0	0	0	**5**
	G (m^2)	1,22	0,53	-0,72	0,29	-0,45	-0,18	0,03	0,16	0,00	0,03	0,00	**0,91**
	V (m^3)	7,17	2,60	-4,03	2,23	-1,44	-0,67	0,14	0,85	0,00	0,19	0,00	**7,03**
% CRESC BRUTO (2 anos)	G (%)	9,72	3,90	2,24	2,11	1,45	1,05	0,27	1,67	0,00	0,52	0,00	
	V (%)	7,35	3,01	1,96	1,89	1,40	0,88	0,21	1,40	0,00	0,81	0,00	
% CRESC LÍQUIDO (2 anos)	G (%)	8,26	2,66	-2,51	0,93	-2,58	-1,30	0,27	1,67	0,00	0,52	0,00	
	V (%)	5,88	1,88	-2,05	1,08	-1,21	-0,83	0,21	1,40	0,00	0,81	0,00	
MUDANÇAS LIQUIDAS NO ESTOQUE	N	-74	-47	-23	-24	-21	-18	-14	-3	-3	-1	-1	**-229**
	G (m^2)	-0,51	-1,45	-1,49	-3,36	-4,58	-5,49	-6,00	-1,47	-2,07	-0,87	-1,45	**-28,75**
	V (m^3)	-7,05	-10,35	-8,54	-24,16	-31,38	-39,31	-42,07	-10,42	-18,03	-4,87	-9,68	**-205,86**

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME DA PRIMEIRA E SEGUNDA MEDIÇÃO POR CLASSE DE DAP DE 10 CM DE AMPLITUDE



Na análise da mortalidade em relação a número de árvores (figura 17 e tabela 21) não se observou uma tendência definida, porém as maiores mortalidade são observadas nas classes diamétricas inferiores, apresentando-se mortalidade natural até a classe diamétrica seis. Porém, analisando a mortalidade em relação à área basal e volume se observa uma tendência para a curva normal com moda na classe diamétrica número três.

No que diz respeito às mudanças líquidas ocorridas nas classes diamétricas, tal como se observa na Figura 18, a diferença de árvores na segunda medição em relação a primeira, observa-se que essas mudanças líquidas assumem uma forma de "J" invertido no quadrante negativo, quando grafadas as mudanças e classes de DAP. Essas mudanças resultam da retirada de árvores da floresta, dos danos causados na floresta remanescente e na mortalidade natural ocorrida durante o período de crescimento. Essa curva adicionada à curva de distribuição da primeira medição resulta a curva da segunda medição (figura 18). Igualmente isto ocorre quando são consideradas as variáveis área basal e volume.

Quanto ao crescimento bruto a maior contribuição está nas classes diamétricas inferiores. No crescimento líquido ocorre algo similar ao que acontece com o crescimento bruto, porém apresenta-se algumas classes com valores negativos, quando o crescimento das árvores sobreviventes não conseguiram cobrir o déficit criado pela mortalidade.

TABELA 22 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DOS CRESCIMENTOS POR GRUPOS DE ESPÉCIES

Grupo		1993	E	D	M	I	1995	CB	CL	MLE	%CB	%CL
	N	114	22	17	4	7	78	7	3	-36	7,29	3,13
GRUPO	G (m^2)	11,94	6,76	0,44	0,74	0,08	4,22	0,23	-0,52	-7,72	2,79	-6,42
VI	V (m^3)	81,84	47,02	3,27	3,89	0,84	29,27	1,61	-2,28	-52,57	2,90	-4,11
	N	230	1	50	7	15	187	15	8	-43	7,19	2,88
GRUPO	G (m^2)	7,67	0,19	1,61	0,17	0,15	6,47	0,75	0,60	-1,20	10,57	8,50
V	V (m^3)	54,24	1,36	10,94	1,30	1,65	45,25	4,34	3,30	-9,00	8,72	6,63
	N	137	0	44	9	11	95	11	2	-42	9,48	1,72
GRUPO	G (m^2)	2,88	0,00	0,90	0,21	0,11	2,03	0,25	0,05	-0,86	10,36	1,96
IV	V (m^3)	19,20	0,00	5,69	1,18	1,13	13,65	1,32	0,14	-5,55	8,02	0,84
	N	95	12	9	1	2	75	2	1	-20	2,35	1,18
GRUPO	G (m^2)	21,52	6,98	0,19	0,02	0,02	14,92	0,59	0,57	-6,60	3,24	3,15
III	V (m^3)	133,74	47,86	1,69	0,17	0,20	87,54	3,52	3,35	-46,20	3,18	3,03
	N	459	33	42	20	10	374	10	-10	-85	2,40	-2,40
GRUPO	G (m^2)	44,87	8,49	2,51	2,08	0,12	33,67	1,89	-0,20	-11,20	4,81	-0,50
II	V (m^3)	309,77	66,39	17,27	10,89	1,24	226,55	11,33	0,44	-83,22	4,23	0,16
	N	38	2	2	0	1	35	1	1	-3	2,74	2,74
GRUPO	G (m^2)	4,76	1,18	0,39	0,00	0,03	3,58	0,40	0,40	-1,18	9,62	9,62
I	V (m^3)	32,20	8,85	2,56	0,00	0,20	22,88	2,09	2,09	-9,32	7,59	7,59
	N	1073	70	164	41	46	844	46	5	-229	4,80	0,31
TOTAL	G (m^2)	93,64	23,61	6,05	3,22	0,50	64,89	4,11	0,91	-28,75	5,18	1,15
	V (m^3)	630,99	171,48	41,41	17,43	5,26	425,13	24,21	7,03	-205,9	4,58	1,33

1993 = Medição no ano 1993;
E = árvores que foram exploradas no ano 1995;
D = árvores que foram danificadas pela exploração;
M = mortalidade natural ocorrida no periíodo de crescimento (2 anos);
I = árvores recrutadas registradas no ano 1995;
CB = crescimento bruto da floresta;
CL = crescimento líquido da floresta;
MLE = Mudanças líquidas ocorridas no estoque;
%CB = crescimento bruto em percentagem;
%CL = crescimento líquido em percentagem;
Todos os valores são para 4 hectares.

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ARVORES EXPLORADAS (E), DANIFICADAS (D), MORTAS NATURALMENTE (M), E RECRUTADAS (I) EM 1995

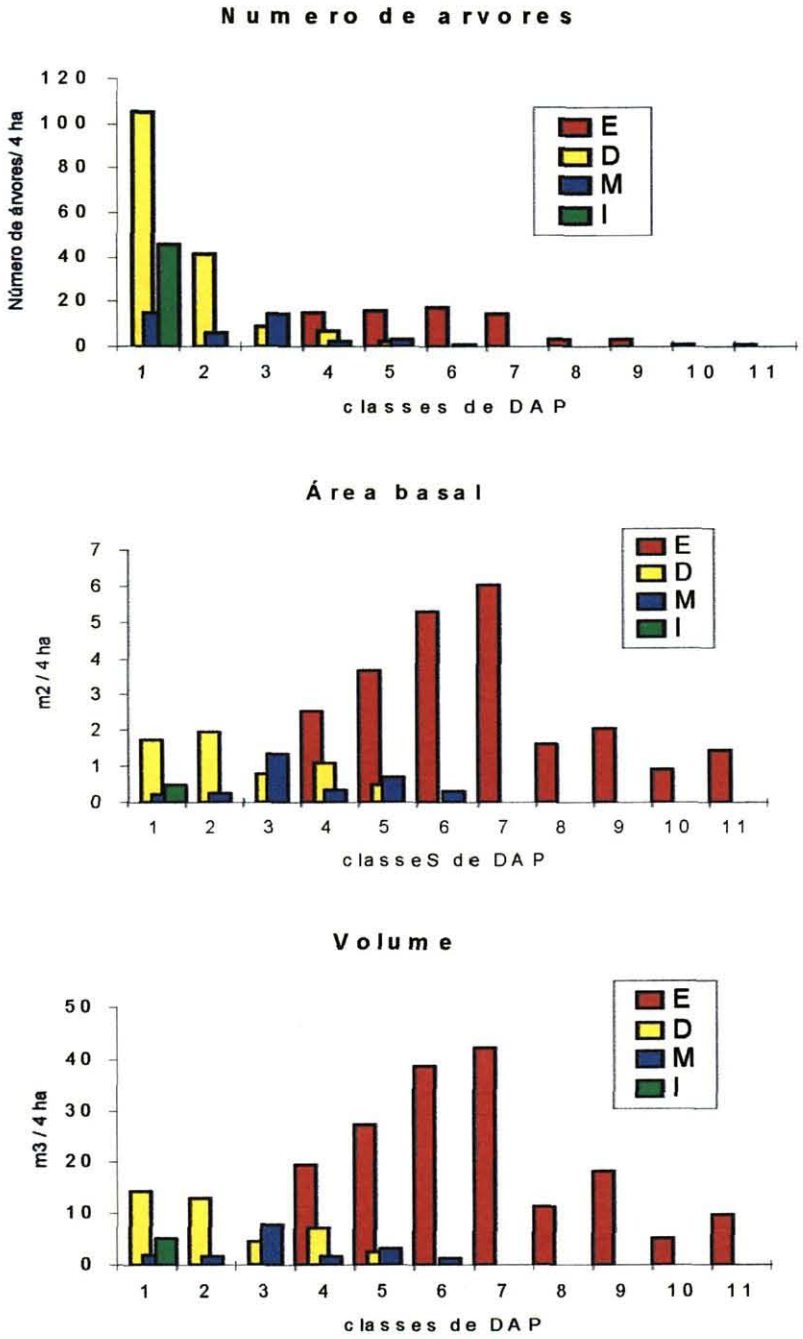
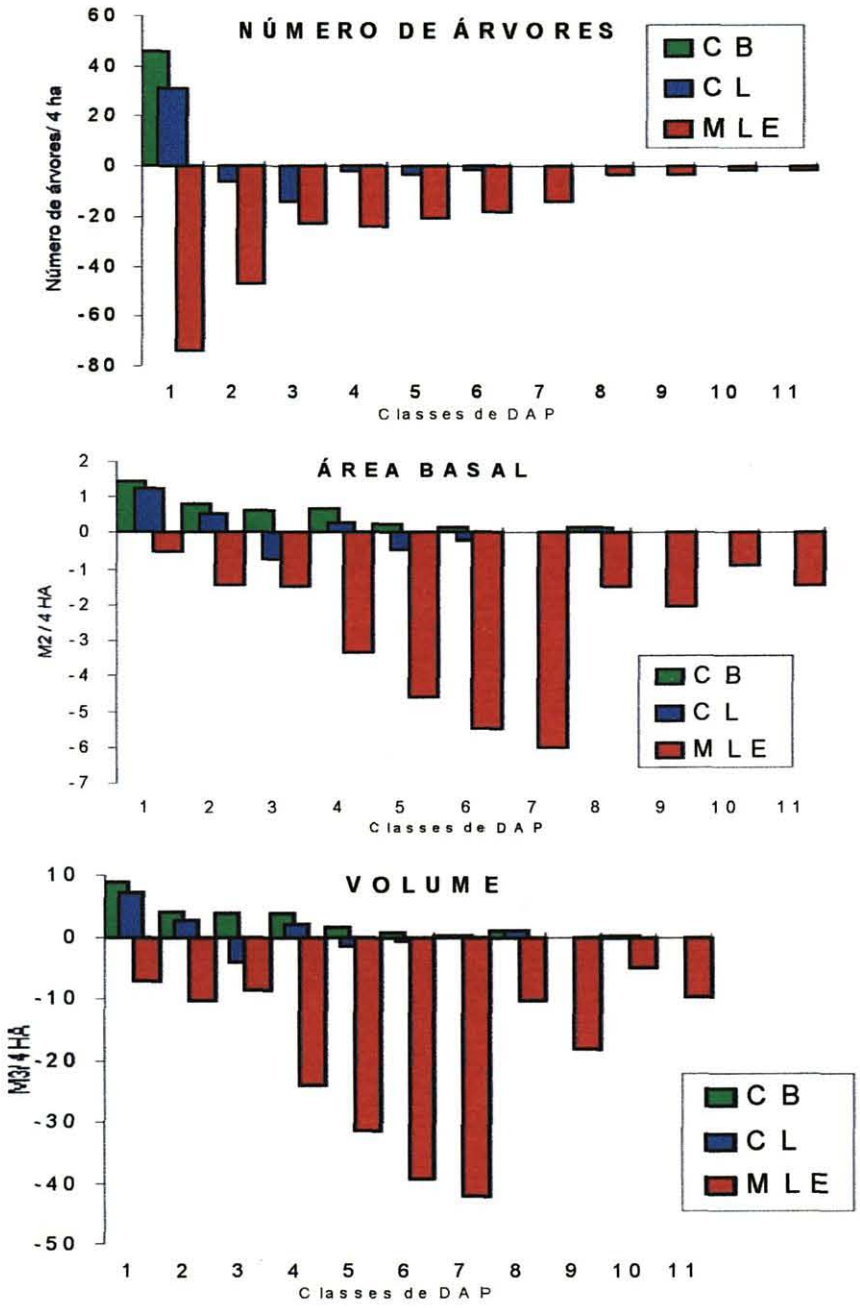


FIGURA 18 - CRESCIMENTO BRUTO (CB), CRESCIMENTO LÍQUIDO (CL) E MUDANÇAS LÍQUIDAS OCORRIDOS NO ESTOQUE (MLE) MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL, E VOLUME POR 4 HA



4.6.2 ANÁLISE POR GRUPOS DE ESPÉCIES

Um outro tipo de análise foi conduzida a respeito dos componentes de crescimento da floresta por grupos de espécies. Assim, na tabela 22, tem-se os valores dos componentes do crescimento e os distintos tipos de crescimentos absolutos e percentuais para cada um dos grupos. Na figura 19 observa-se a participação em termos percentuais dos componentes de crescimento em cada um dos grupos.

No componente medição 1993, os grupos II e V têm 64% dos indivíduos. No entanto os grupos II e III são responsáveis por 71% do total da área basal da floresta. Isto ocorre porque o grupo V tem alta quantidade de indivíduos, mas esses indivíduos caraterizam-se por atingir diâmetros pequenos. Uma situação similar acontece com o volume.

Basicamente as árvores cortadas pertencem aos grupos II, III, e VI, participando cada um com os seguintes percentuais:48%, 17%, 31%, respectivamente, em termos de número de indivíduos. O restante 4% pertence aos grupos I e V, enquanto que o grupo IV não contribuiu com árvores cortadas para fins comerciais. Quando é considerada a área basal (figura 20), o grupo II que abrange espécies do estrato médio contribui com menor percentagem (35%), enquanto que o grupo III que engloba espécies do estrato superior, contribui com 30% em área basal, quando só contribui em número de indivíduos com 17%. Em termos gerais, acontece algo similar quando o volume é considerado (figura 21).

Quanto às árvores danificadas pela exploração a maior quantidade de indivíduos pertence ao grupo V (30%) ao grupo IV (27%) e ao grupo II (26%) o qual não tinha participação para as árvores cortadas com fins comerciais. Dentro das árvores danificadas, a maior relação área basal e volume por árvore foi para o grupo II, que duplicou sua contribuição quando é considerado área basal ou volume, tanto que o grupo com menor relação área basal ou volume por árvores é o

grupo IV que para uma percentagem de árvores danificadas de 27%, representa apenas 15 % em termos de área basal ou volume.

FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES POR 4 HA

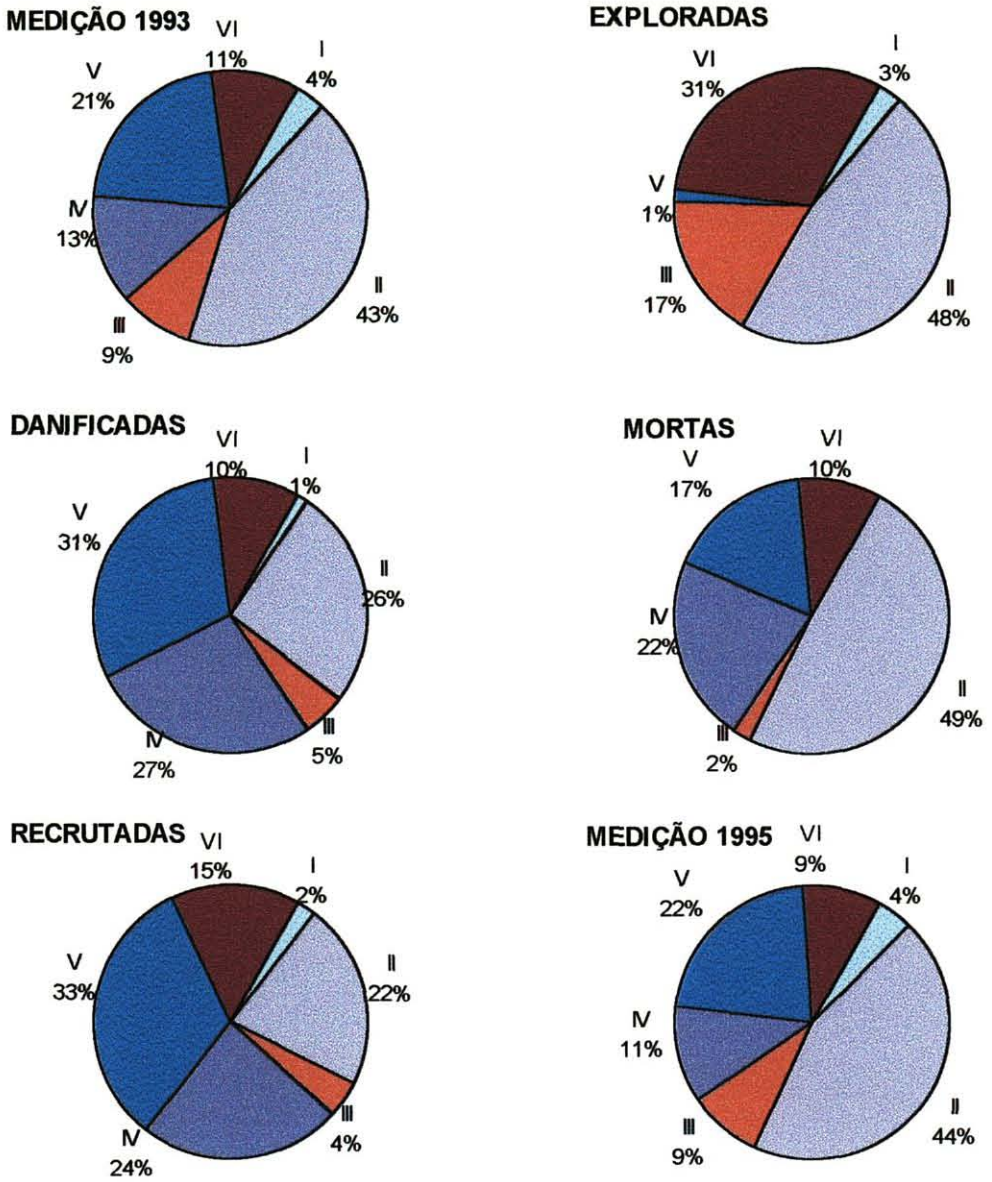


FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMOS DE ÁREA BASAL POR 4 HA

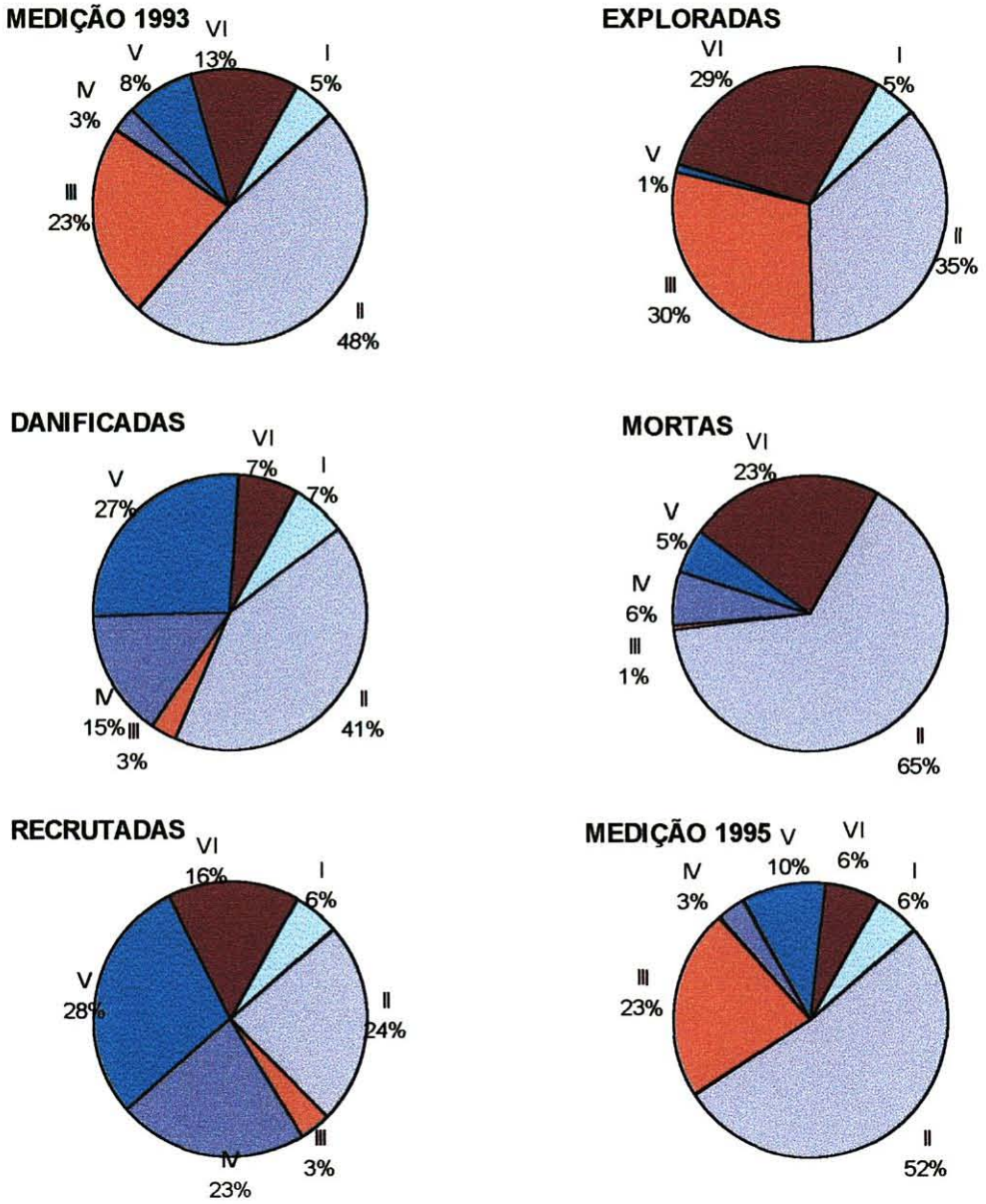
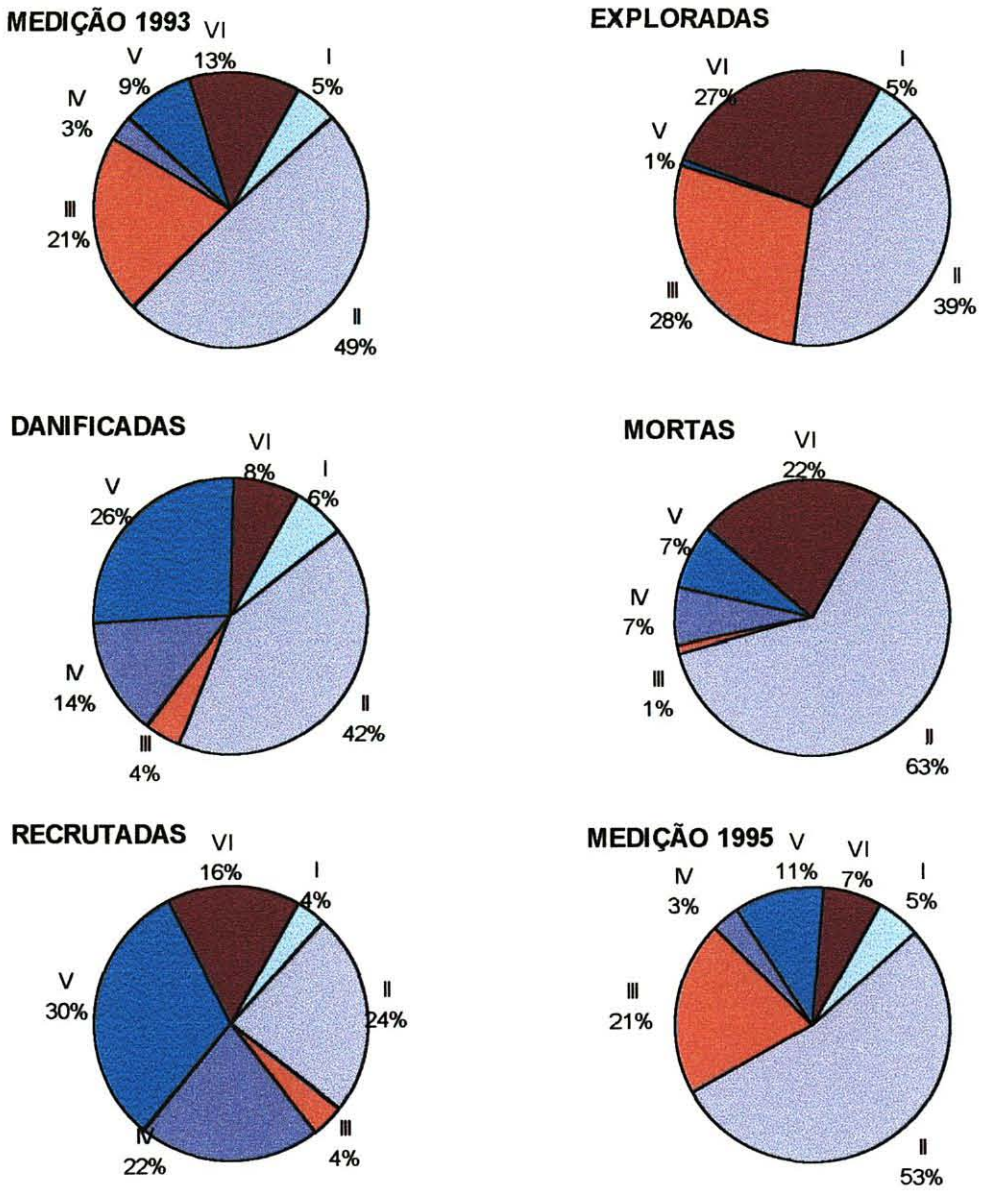


FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DO CRESCIMENTO POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDOS EM TERMO DE VOLUME POR 4 HA



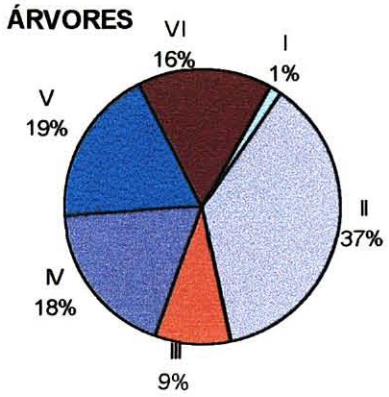
O grupo I é o único que não apresenta árvores mortas devido a baixa participação deste grupo ao total (38 indivíduos). Em termos de números de árvores, os grupos II, IV e V são os que

tem maior percentagem de árvores mortas, com 88% do total (41 árvores). Quando considerado área basal e volume, os grupos II e VI são os que acumulam maior participação no total.

No que diz respeito ao recrutamento, observa-se uma distribuição um tanto mais eqüitativa que os componentes já analisados, à exceção do grupo I que apresenta 2% (1 indivíduo) recrutado e o grupo III com 4% dos recrutados. Não se observa maiores variações na participação dos grupos quando considerado área basal e volume, devido ao fato de que as árvores que ingressaram na primeira classe diamétrica, aproximadamente têm tamanhos similares.

Da comparação dos gráficos de participação dos distintos grupos na primeira e segunda medição (figura 22), observa-se que não houve grandes mudanças na participação dos diferentes grupos; os grupos que aumentaram suas participações em forma leve são os II, VI e I; enquanto os que desceram em suas participações são os IV e VI; o grupo III manteve-se estável.

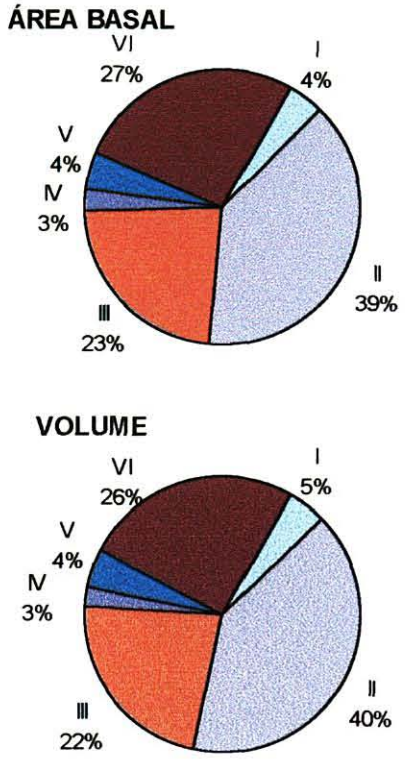
FIGURA 22 - MUDANÇAS LÍQUIDAS POR GRUPOS DE ESPÉCIES EM PERCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL DE MUDANÇAS OCORRIDAS NO ESTOQUE MEDIDOS EM TERMOS DE NÚMERO DE ÁRVORES POR 4 HA



As mudanças líquidas ocorridas na floresta é resultante da diferença nas duas medições da floresta. Por isso ela é altamente influenciada pela exploração (E+D) e em menor grau pela

mortalidade e recrutamento, desde que o período de crescimento não seja muito longo. Observa-se na figura 23, que o grupo II, foi o que teve a maior percentagem de mudança sobre o total

FIGURA 23 - MUDANÇAS LÍQUIDAS POR GRUPOS DE ESPÉCIES EM PERCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL DE MUDANÇAS OCORRIDOS NO ESTOQUE MEDIDOS EM TERMOS DE ÁREA BASAL E VOLUME

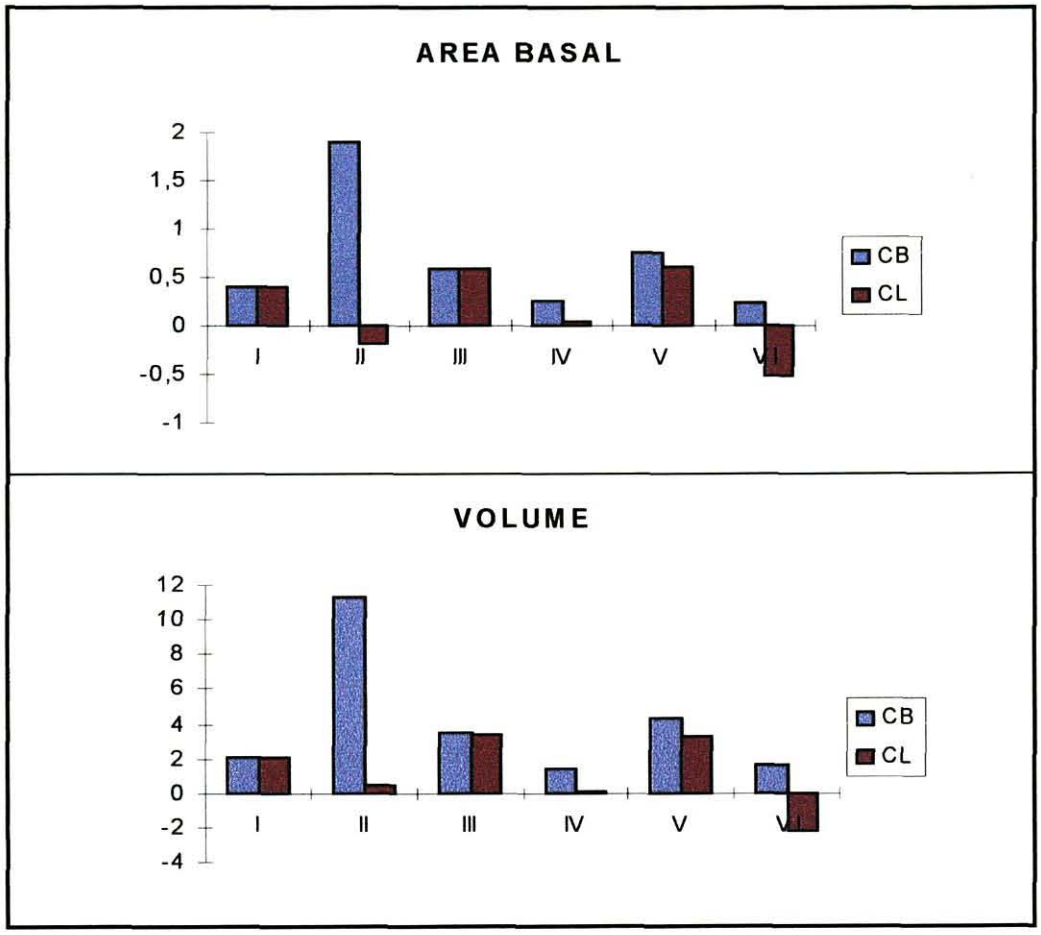


absoluto de mudanças registradas e foi de 37% devido principalmente ao efeito do corte de árvores comerciais. Já os grupos V, IV e VI, tiveram 19%, 18% e 16%, respectivamente. Obviamente, estes valores têm correlação com as abundâncias que os diferentes grupos apresentaram na primeira medição, seja em termos de número de indivíduos ou de área basal e volume.

Em relação aos crescimentos brutos e líquidos observa-se na figura 24 que os grupos I, II e III são os que em conjunto possuem maiores incrementos brutos e líquidos. Isto acontece devido aos valores mais altos de crescimento diamétrico que possuem em comparação aos outros três

grupos restantes e apesar de que tem os menores percentuais de recrutamento em termos de área basal, têm também as maiores mortalidade em termos de área basal.

FIGURA 24 - CRESCIMENTO BRUTO (CB) E LÍQUIDO (CL) POR GRUPOS DE ESPÉCIES MEDIDAS EM TERMOS DE ÁREA BASAL E VOLUME POR 4 HA



Observa-se crescimento bruto negativo para o grupo VI e grupo II quando medido em termos de área basal, mas quando é medido em termos de volume, somente o grupo VI apresentam valores negativos. Ressalta-se que não necessariamente devem coincidir os valores de área basal e volume, já que para o cálculo de área basal o diâmetro influencia, enquanto que para o volume também influencia a altura e a forma das árvores, o que pode dar pequenas diferenças entre as duas variáveis.

5 CONCLUSÕES

Comprovou-se que o incremento diamétrico médio da floresta foi de 5,79 mm ao ano, mediana de 4,50 mm, com assimetria para a esquerda quando analisada a distribuição dos incrementos por classe de incremento. A floresta apresenta uma grande variabilidade em incremento em diâmetro com variância de 25,28 mm^2. Esta variabilidade diminui consideravelmente quando analisado os incrementos por espécie, confirmando assim que as espécies são o principal fator de variabilidade no incremento diamétrico da floresta. Observou-se a ocôrrencia de espécies com incrementos rápido, tais como, *Bastardopsis densiflora*, que apresentou incremento médio de 23,6 mm ao ano; espécies com crescimento médio, onde encontram-se as maioria das espécies de importância comercial; e espécies de crescimento muito lento, tais como *Myrocarpus frondosus* com média de 1,8 mm ao ano.

A análise discriminante confirmou que o agrupamento de espécies pela técnica de análise de agrupamento (Cluster Analysis) baseado em variáveis de incremento em diâmetro, área transversal e distribuição foi efetivo, fornecendo grupos de espécies bem diferenciadas. A mesma técnica confirmou que a variável distribuição foi a que melhor explicou as diferenças, seguida pela variável incremento em área transversal.

Quando analisada a riqueza e diversidade florística por grupos de espécies nas duas ocasiões, a abundância dos distintos grupos manteve uma relação relativamente constante entre elas. Pode-se dizer que o mesmo acontece com o número de espécies e famílias que constituem os distintos grupos, mas no grupo IV observa-se diminuição de 16 para 13 espécies e no grupo VI um aumento de 12 para 13 espécies. Mas notou-se que tanto as espécies ou famílias ausentes na

segunda ocasião e aquelas que ingressaram, apresentaram-se com uma só espécie e apenas um indivíduo. Avaliando os índices de diversidade e de coeficiente de mistura tanbém não se observou grandes diferenças em ambas ocasiões nestes indicadores. Pode-se concluir então que a exploração comercial afetou moderadamente a composição florística e a diversidade das árvores com DAP maior ou igual a 10 cm

Observa-se na floresta um alto crescimento bruto e um baixo crescimento líquido devido ao alto impacto que tem a mortalidade sobre esta última. Isto estaria indicando um bom comportamento quanto ao crescimento das árvores remanescentes e com a aplicação de um regime de manejo que diminua a mortalidade, o incremento da floresta seria muito bom.

Os efeitos acumulados da exploração florestal mais o danos ocasionados na floresta remanescente fez com que a curva de distribuição diamétrica, volumétrica e de área basal, baixassem sistematicamente ao longo de todas elas, dando a aparência de um desbaste uniforme.

6 RECOMENDAÇÕES

Para confirmar definitivamente as tendências dos incrementos das espécies resulta necessário continuar com as remedições da floresta e se possível ampliar o número de parcelas para diferentes qualidades de sítio e densidades de cobertura florestal. A fim de explicar melhor a variabilidade observada nos incrementos por espécies, é necessário relacionar os incrementos a fatores limitantes do meio ambiente, tais como, fator luz, solo, competição e a fatores próprios dos indivíduos tais como estado e qualidade da copa.

É necessário testar outras variáveis que expliquem o comportamento das espécies frente ao fator luz. Além disso é necessário também contar com tendências mais consistentes dos incrementos das espécies, através de sucessivas remedições.

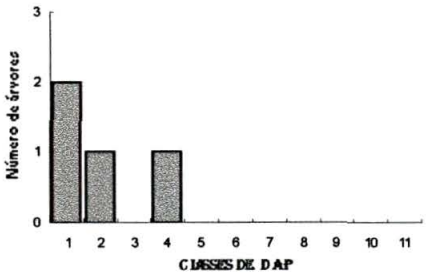
Ainda que o impacto da exploração tenha afetado em menor grau a diversidade florística da floresta remanescente, é necessário observar futuras remedições. Também é necessário estabelecer parcelas específicas para pesquisar o impacto da exploração sobre a diversidade florística total, uma vez que neste trabalho foi analisado somente as espécies com DAP maior do que 10 cm.

ANEXOS

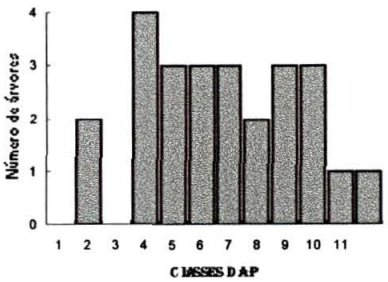
ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM AMPLITUDE DE CLASSE DE 10 CM DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NA FLORESTA (ANO 1993)..... 113
ANEXO 2 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NA FLORESTA. AMPLITUDE DE CLASSE 4 mm..... 120
ANEXO3 - DISTÂNCIAS EUCLIDIANAS DE LIGAÇÃO ENTRE AS ESPÉCIES CONSIDERADAS..... 128
ANEXO 4. ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS PARA OS SEIS.GRUPOS DE ESPÉCIES..... 129

ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM AMPLITUDE DE CLASSE DE 10 CM DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NA FLORESTA (ANO 1993) EM 4 HA.

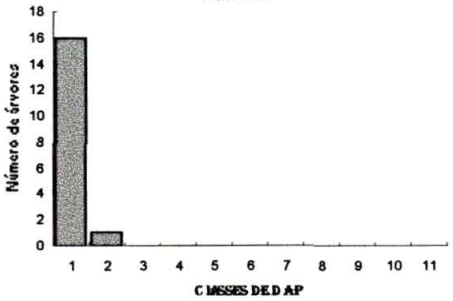
Albizzia jazleri
Anchico blanco



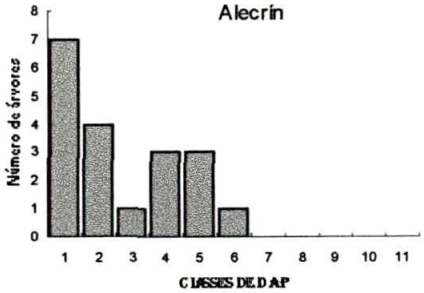
Parapiptadenia rígida
Anchico colorado



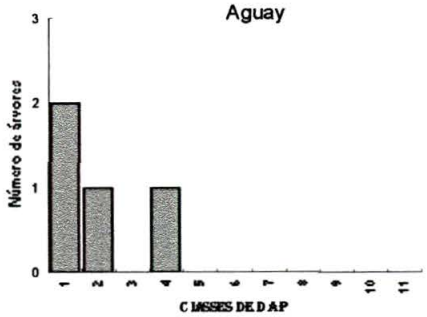
Rollinia emarginata
Araticú



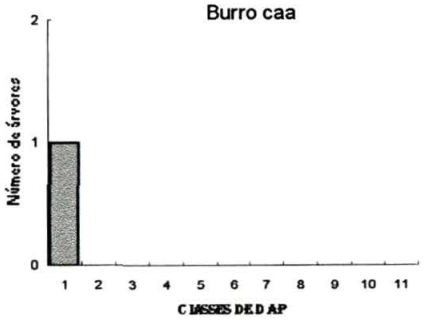
Holocalix balansae
Alecrín



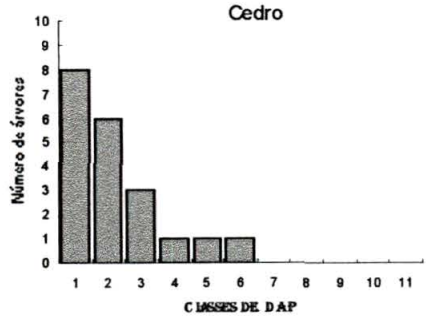
Chrysophillum gonocarpum
Aguay



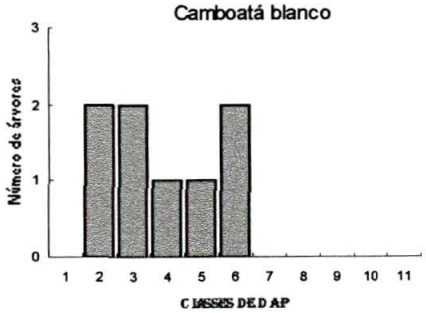
Casearia sp
Burro caa



Cedrela fissilis
Cedro

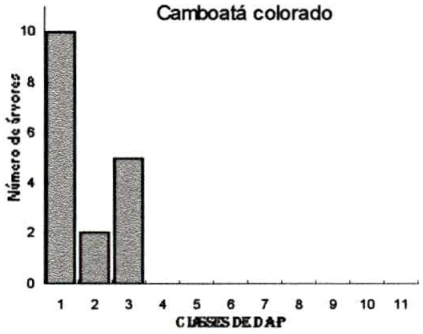


Matayba eleagnoides
Camboatá blanco

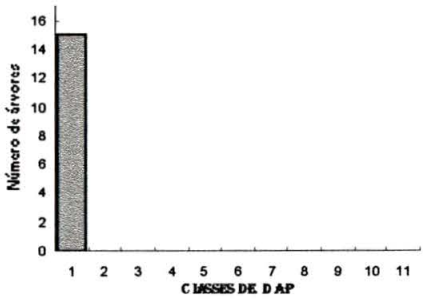


ANEXO 1- CONTINUAÇÃO.

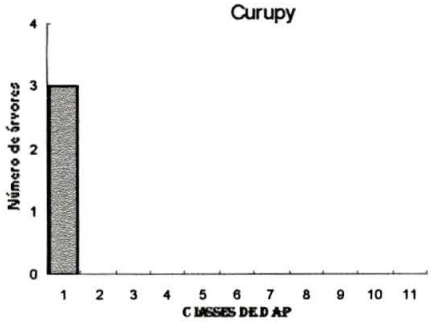
Cupania vernalis
Camboatá colorado



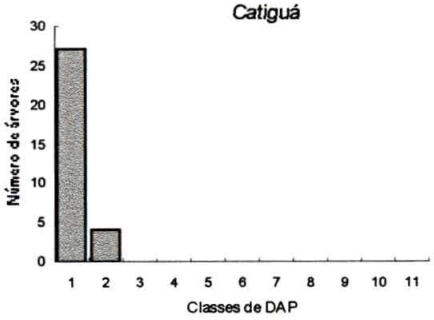
Catiguá



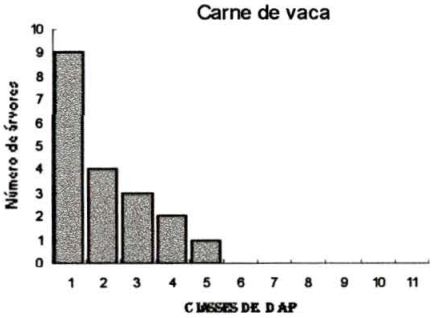
Sapium aematospermum
Curupy



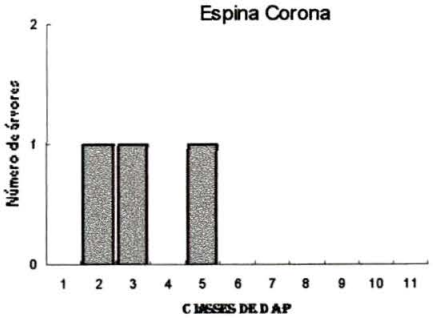
Trichyllia catiguá
Catiguá



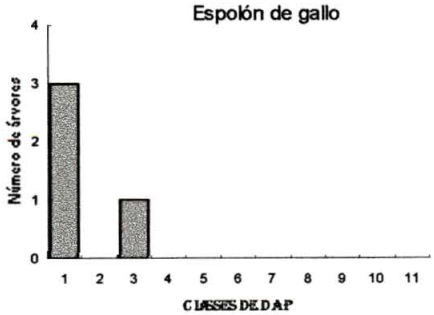
Styrax leprosus
Carne de vaca



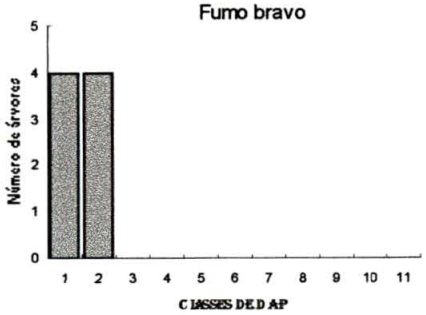
Gleditsia amorphoides
Espina Corona



Strichnus brasiliensis
Espolón de gallo

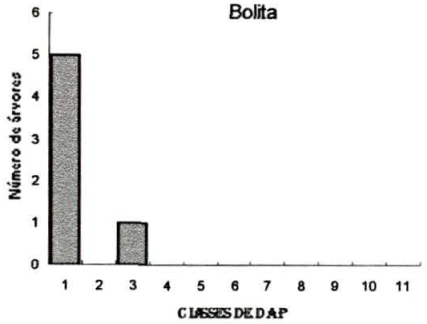


Solanum verbasifolium
Fumo bravo

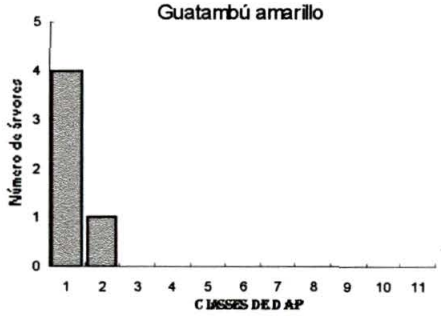


ANEXO 1- CONTINUAÇÃO.

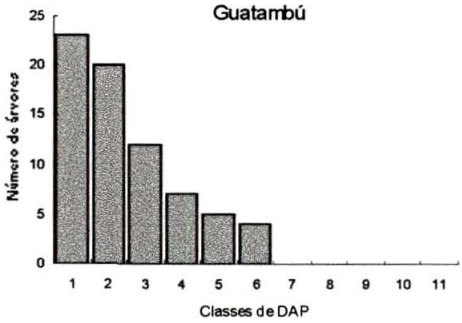
Cordia ecaliculata
Bolita



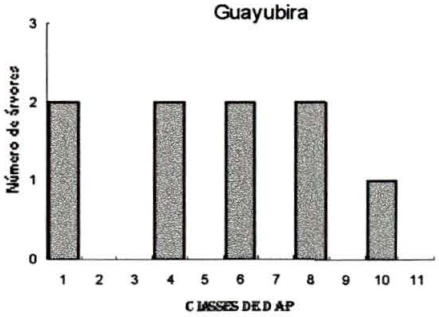
Aspidosperma australe
Guatambú amarillo



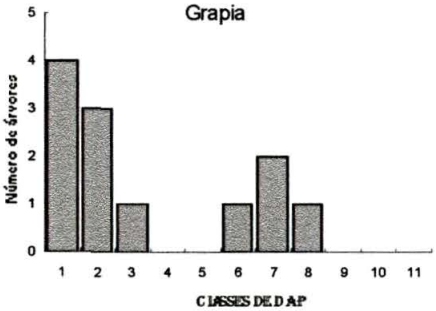
Balfourodendron riedelianum
Guatambú



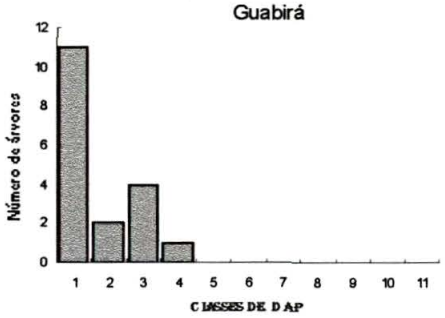
Patagonula americana
Guayubira



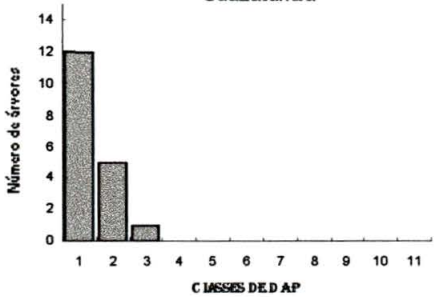
Apuleia leiocarpa
Grapia



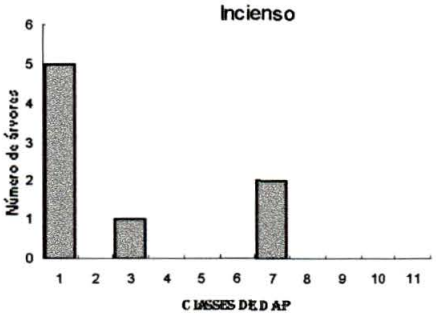
Campomanesia guabiroba
Guabirá



Casearia silvestrys
Guazatumba

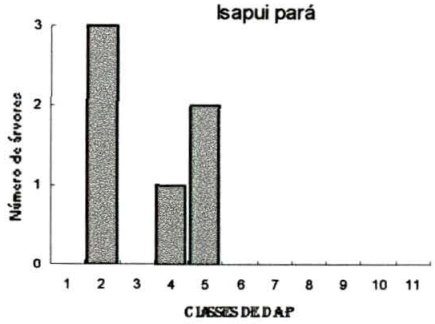


Myrocarpus frondosus
Incienso

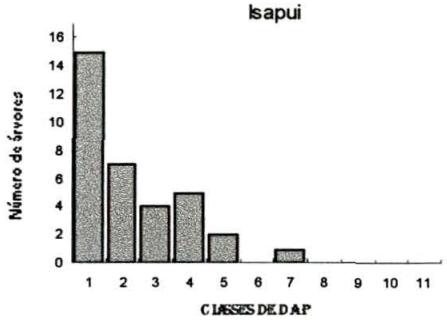


ANEXO 1 - CONTINUAÇÃO.

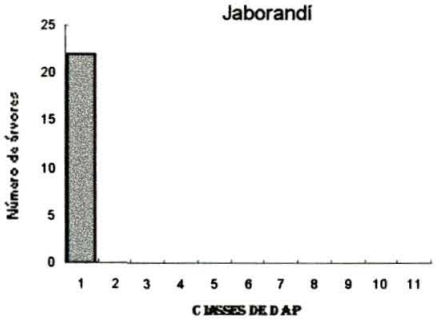
Machaerium brasiliensis
Isapui pará



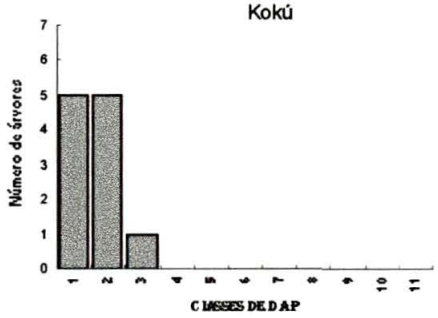
Machaerium sp
Isapui



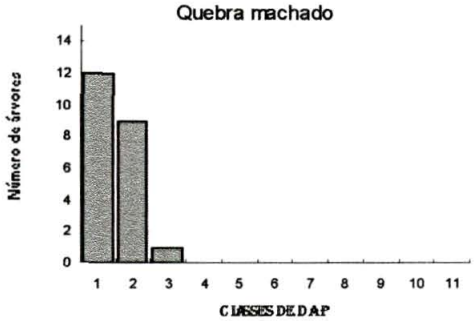
Phylocarpus pinnatifolium
Jaborandí



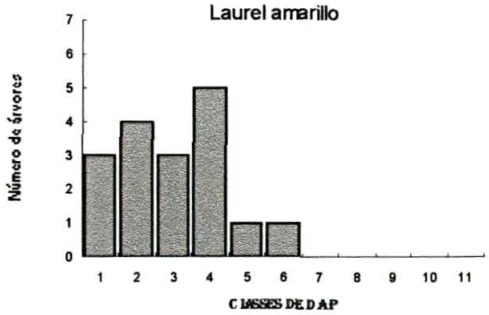
Allophillus edulis
Kokú



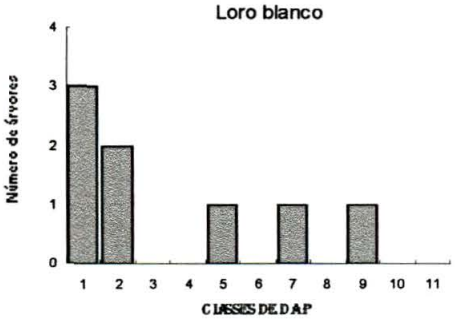
Euforbiacea
Quebra machado



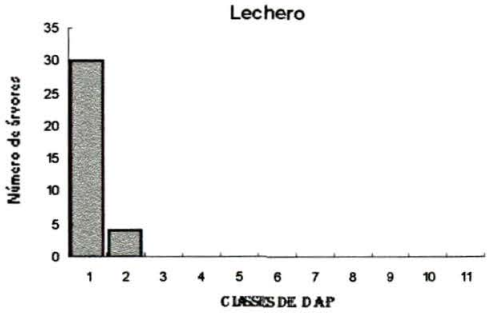
Nectandra lanceolata
Laurel amarillo



Bastardiopsis densiflora
Loro blanco

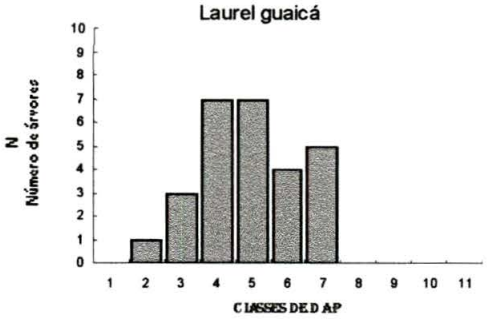


Sebastiana brasiliensis
Lechero

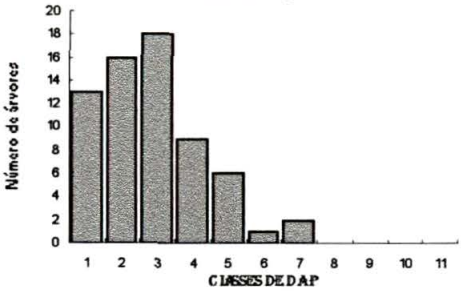


ANEXO 1 - CONTINUAÇÃO.

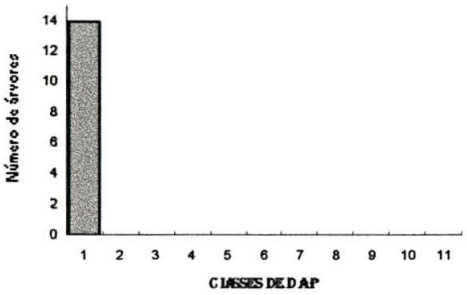
Ocotea puberula
Laurel guaicá



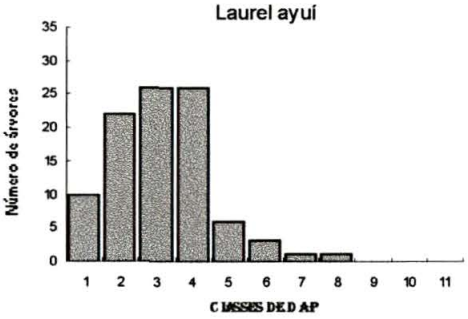
Nectandra saligna
Laurel negro



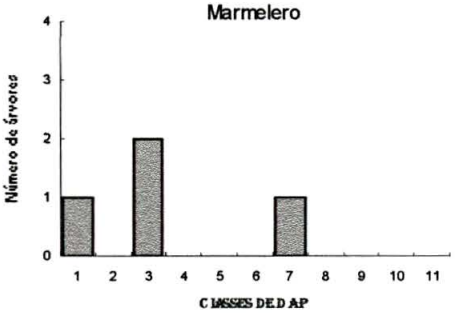
Actinostemon concolor
Laranjeira



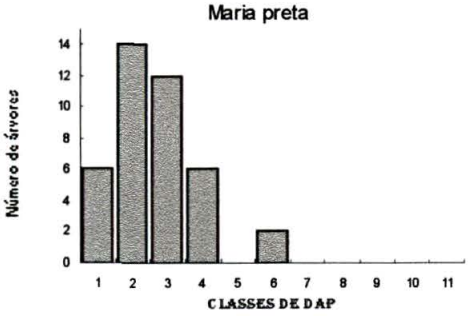
Ocotea dyospirifolia
Laurel ayuí



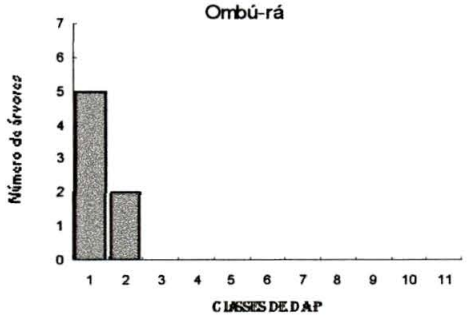
Ruprechtia laxiflora
Marmelero



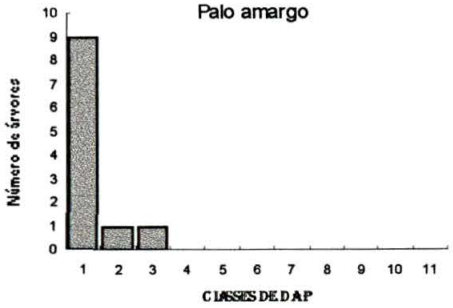
Diatenopteryx sorbifolia
Maria preta



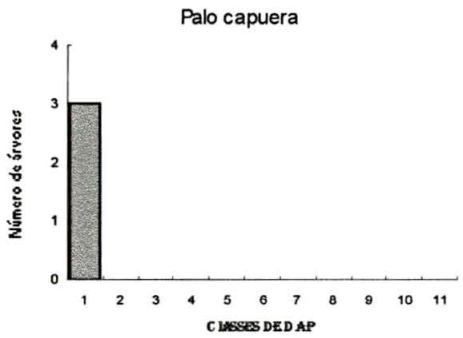
Dendropanax cuneata
Ombú-rá

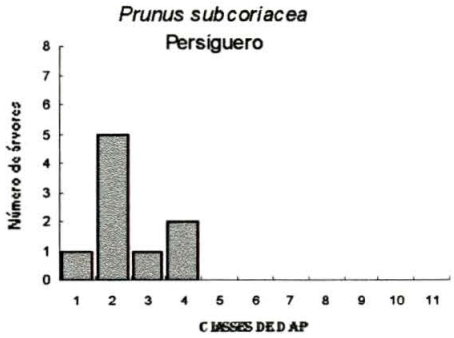


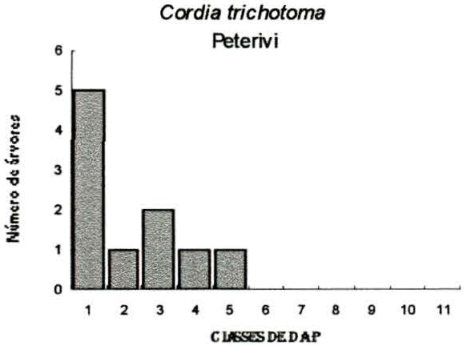
Pycramia crenata
Palo amargo

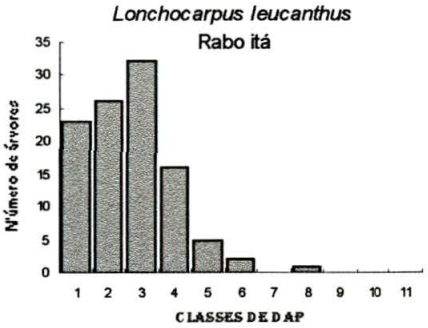


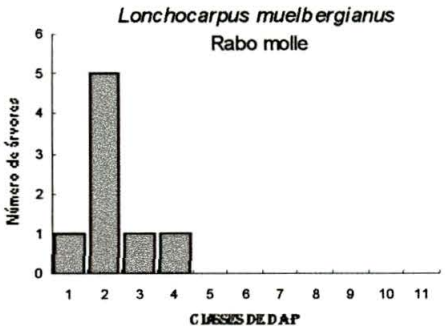
ANEXO 1 - CONTINUAÇÃO.

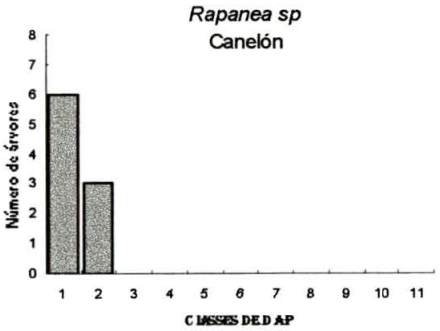


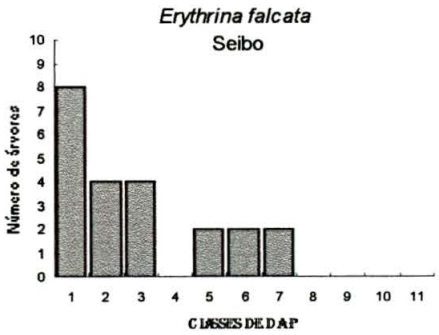


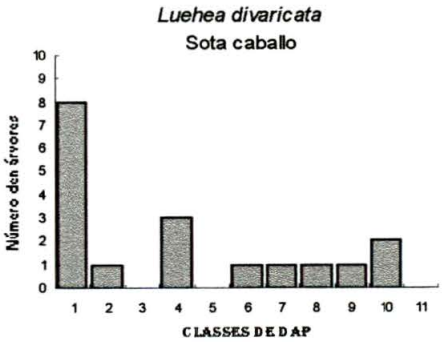






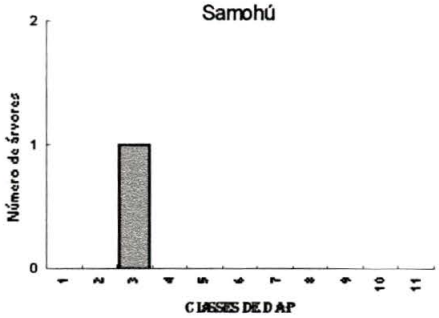




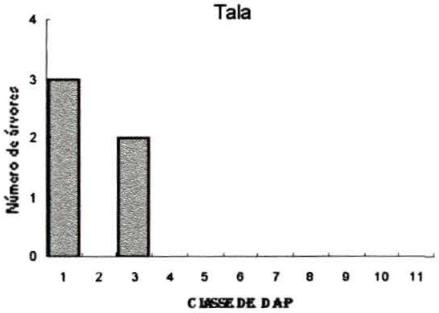


ANEXO 1 - CONTINUAÇÃO.

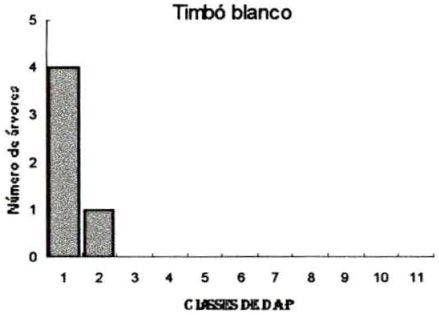
Chorisia speciosa
Samohú



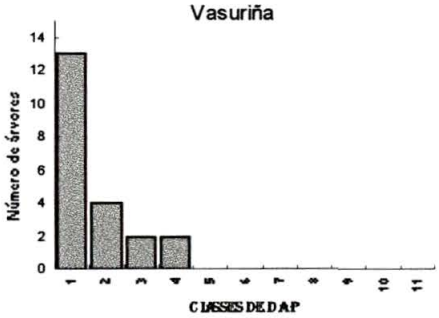
Celtis spinosa
Tala



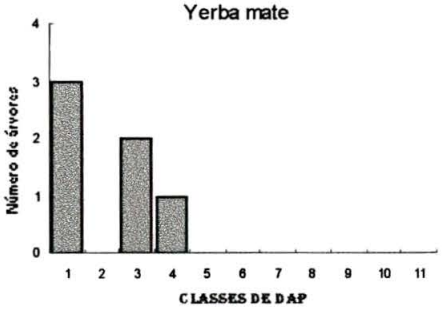
Ateleia glazzioveana
Timbó blanco



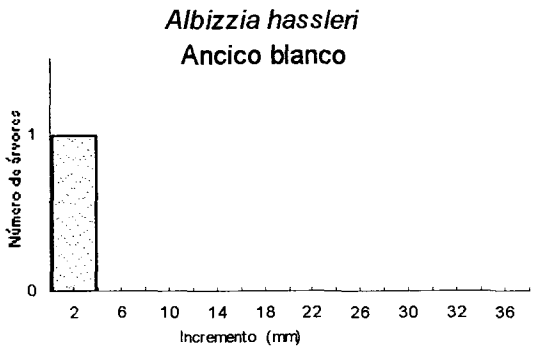
Chrisophillum marginatum
Vasuriña

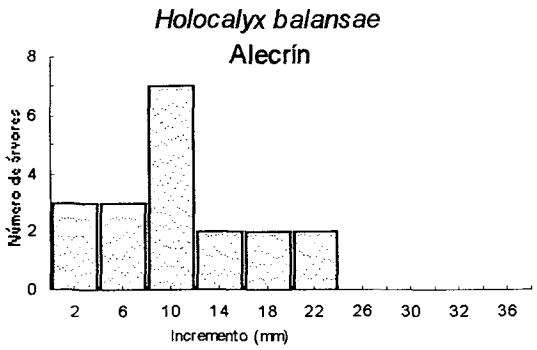


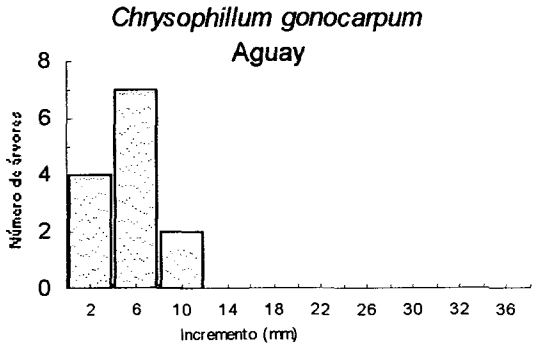
Ilex paraguariensis
Yerba mate

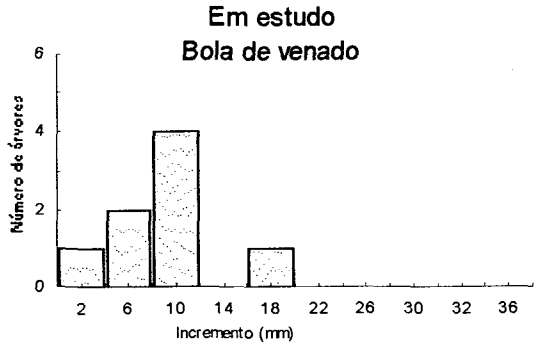


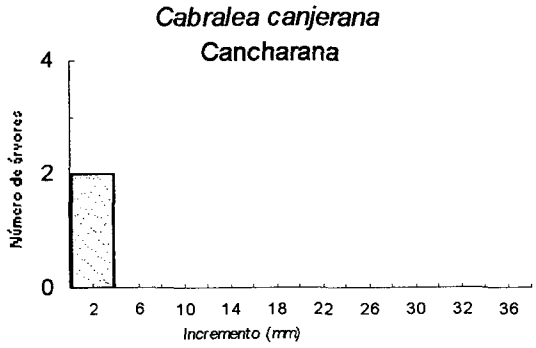
ANEXO 2 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES OCORRIDAS NA FLORESTA EM AMPLITUDES DE CLASSES 4 mm.

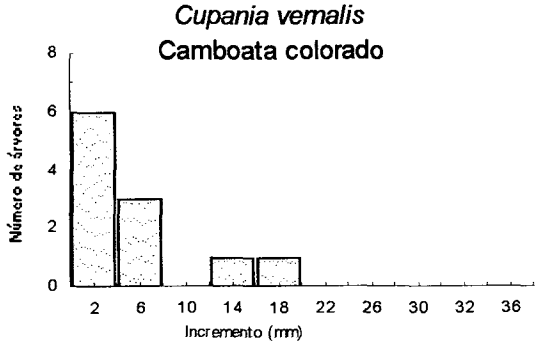


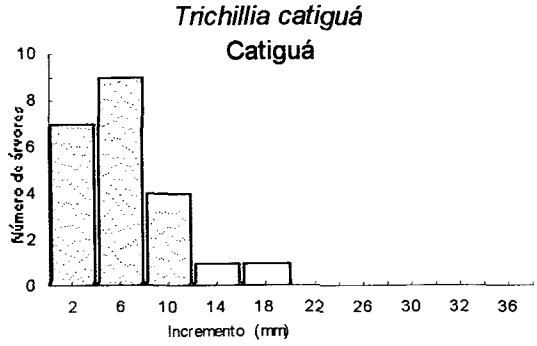


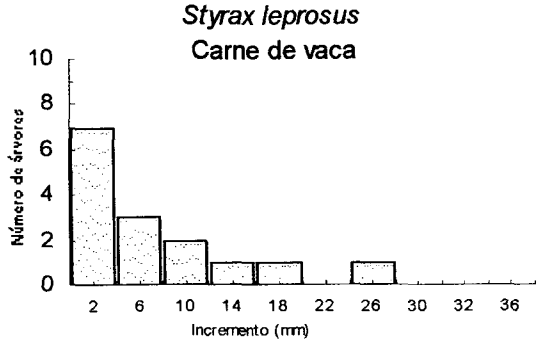




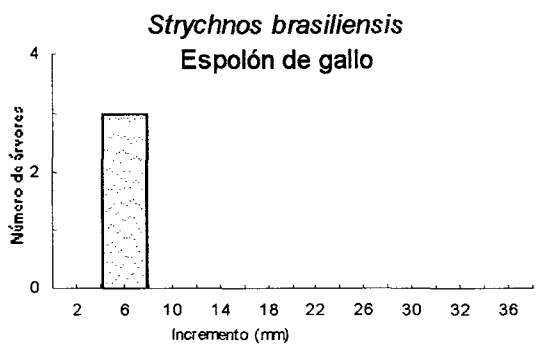


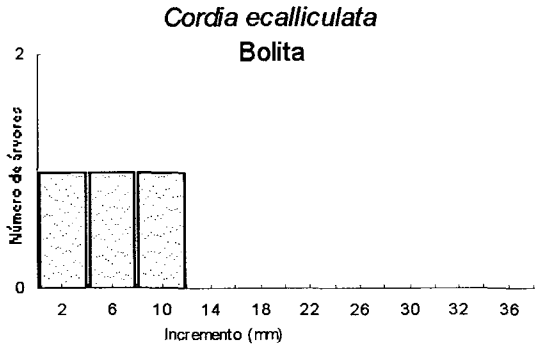


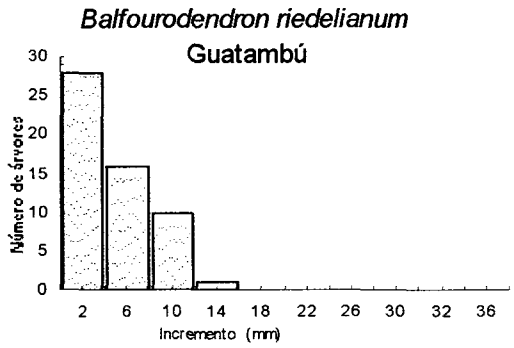


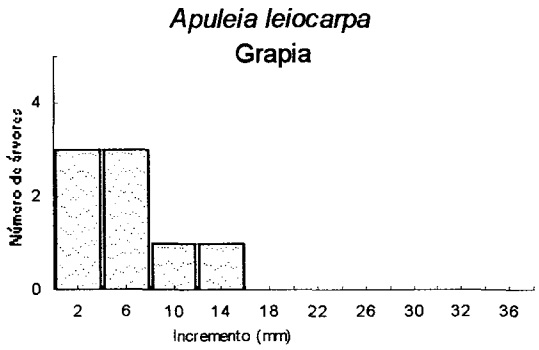


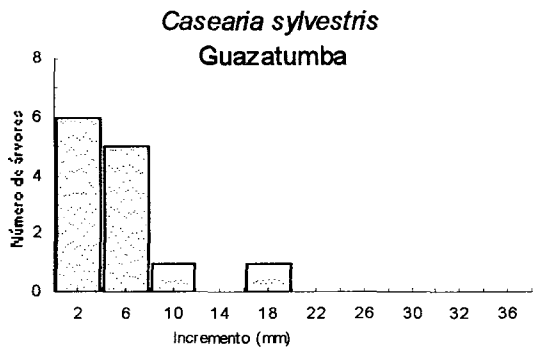
ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

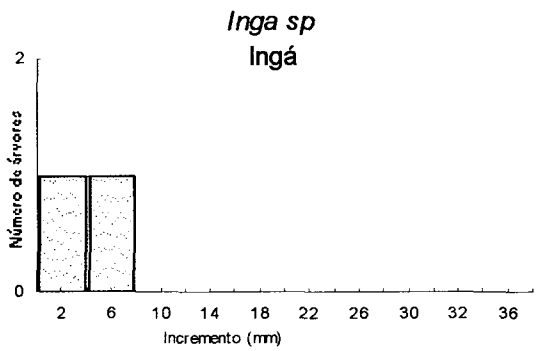


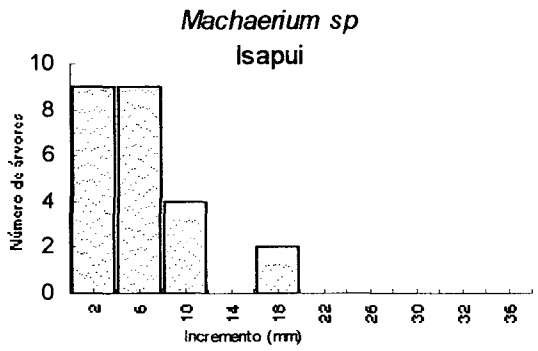


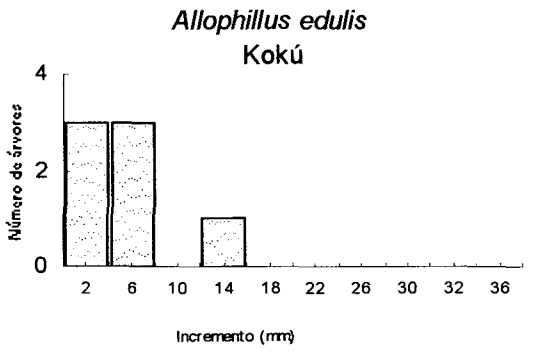






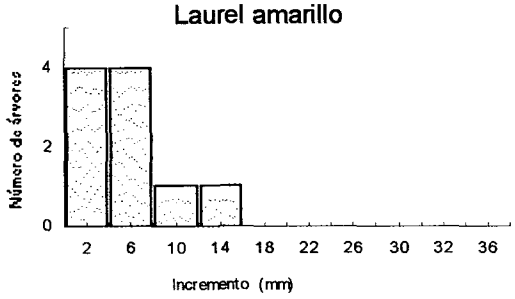




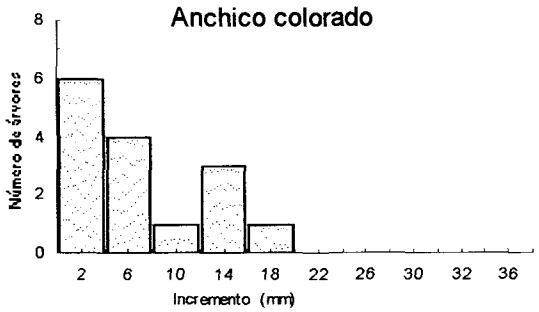


ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

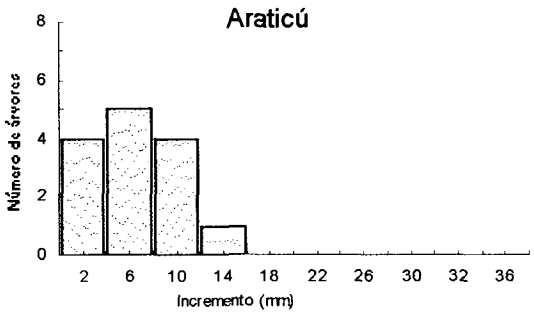
Nectandra lanceolata
Laurel amarillo



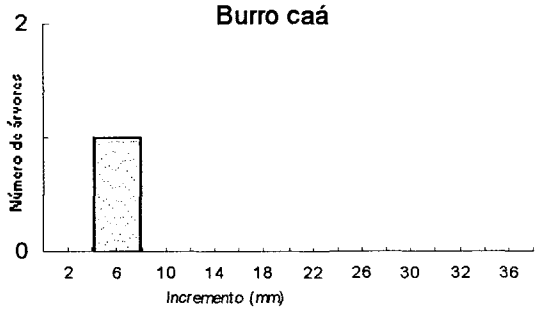
Parapiptadenia rígida
Anchico colorado



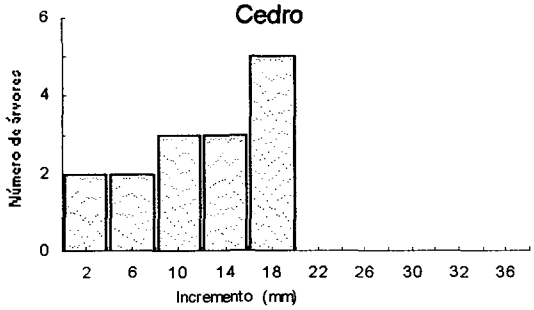
Rollinia emarginata
Araticú



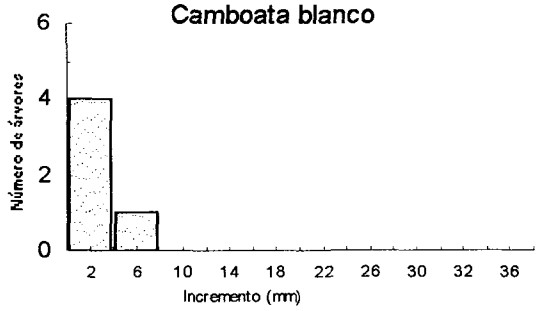
Casearia sp
Burro caá



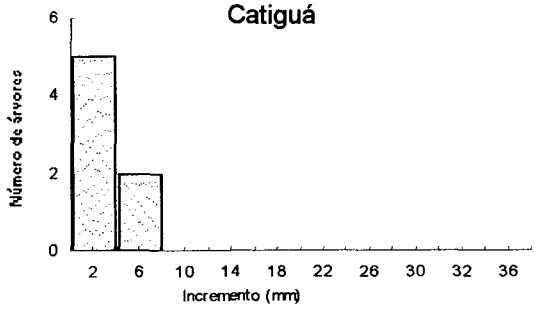
Cedrela fissilis
Cedro



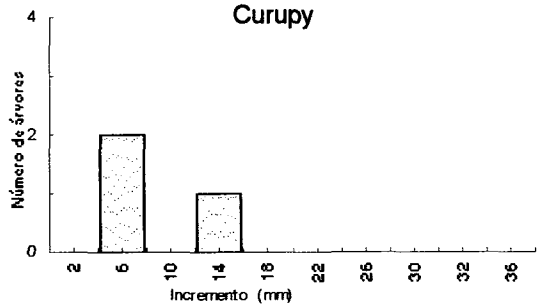
Matayba eleagnoides
Camboata blanco



Trichillia hieronimus
Catiguá

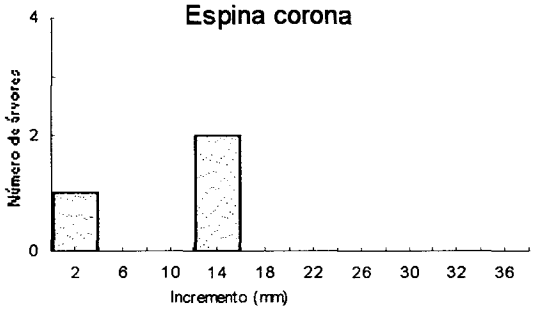


Sapium haematospermum
Curupy

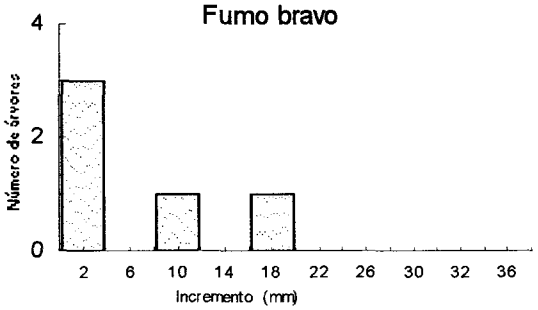


ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

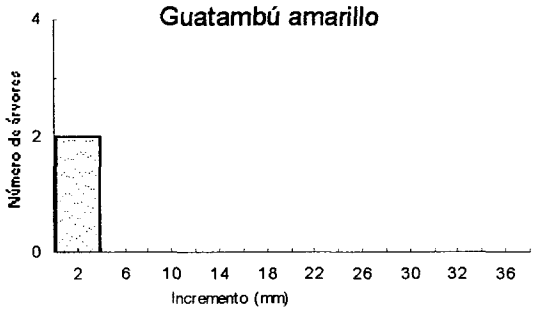
Gleditsia amorphoides
Espina corona



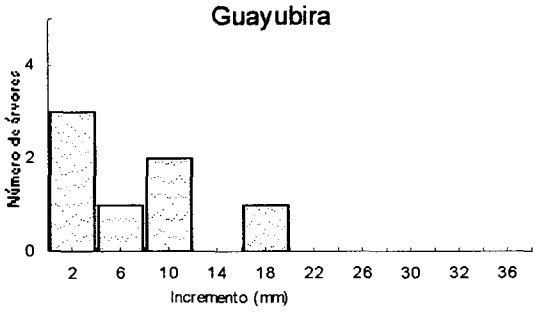
Solanum verbasifolium
Fumo bravo



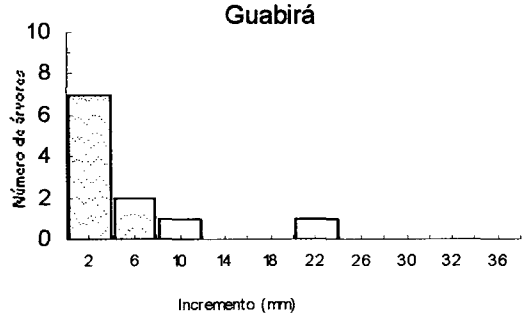
Aspidosperma australe
Guatambú amarillo



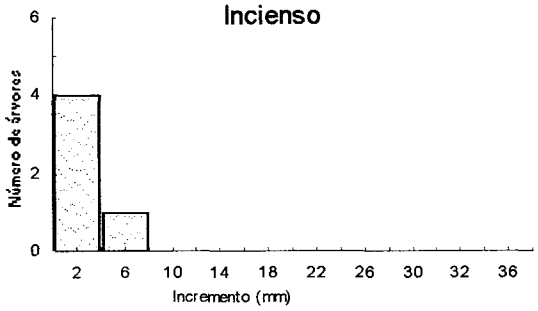
Patagonula americana
Guayubira



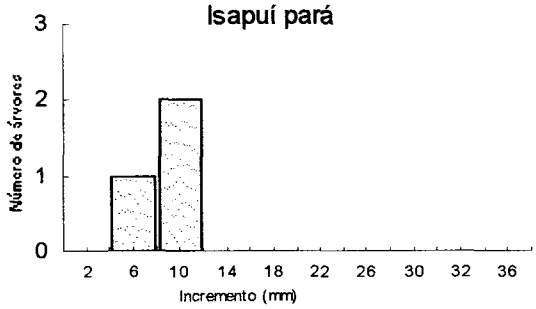
Eugenia guabiroba
Guabirá



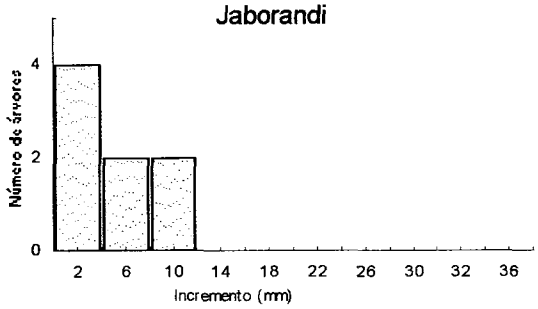
Myrocarpus frondosus
Incienso



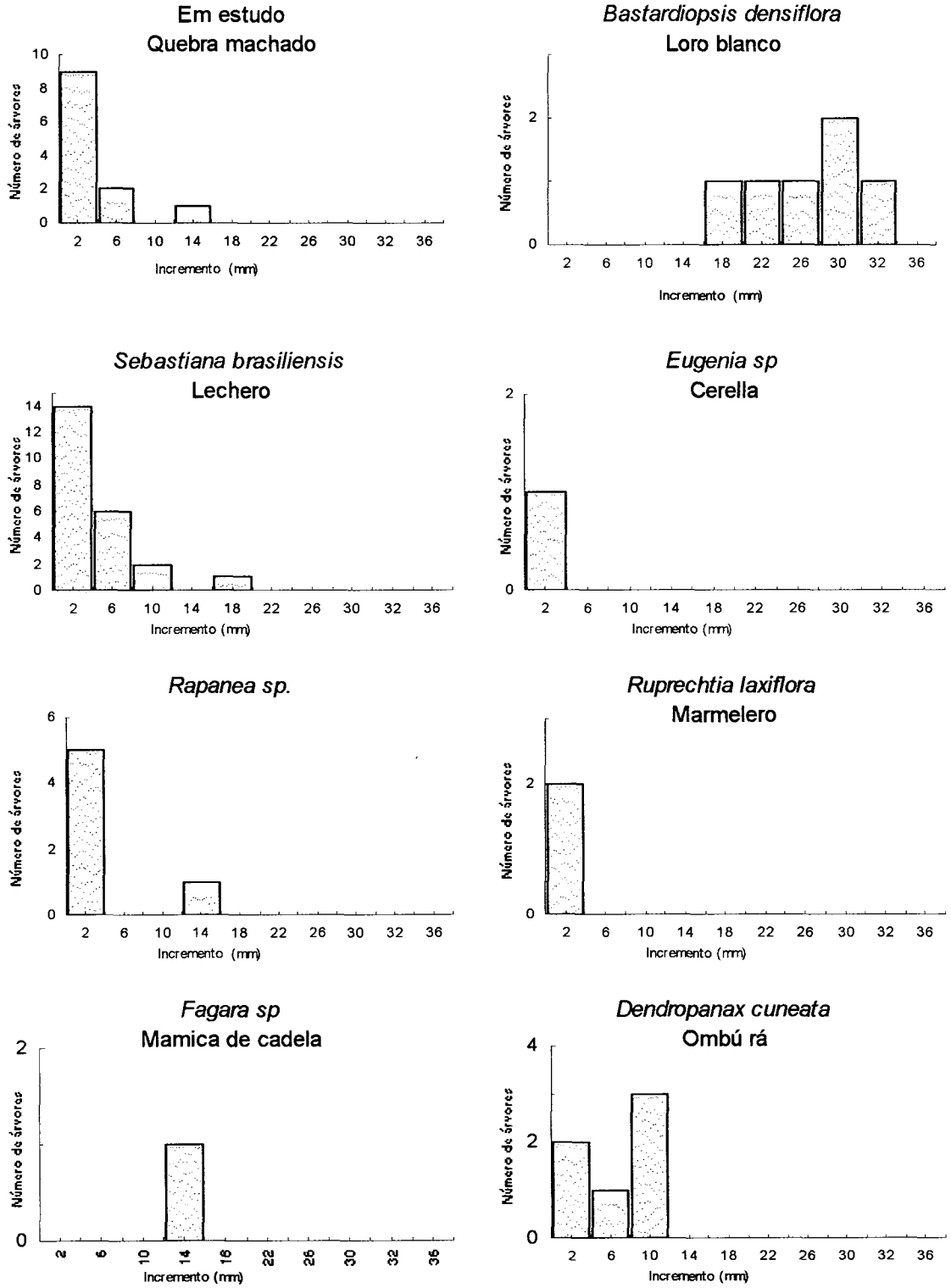
Machaerium brasiliensis
Isapuí pará



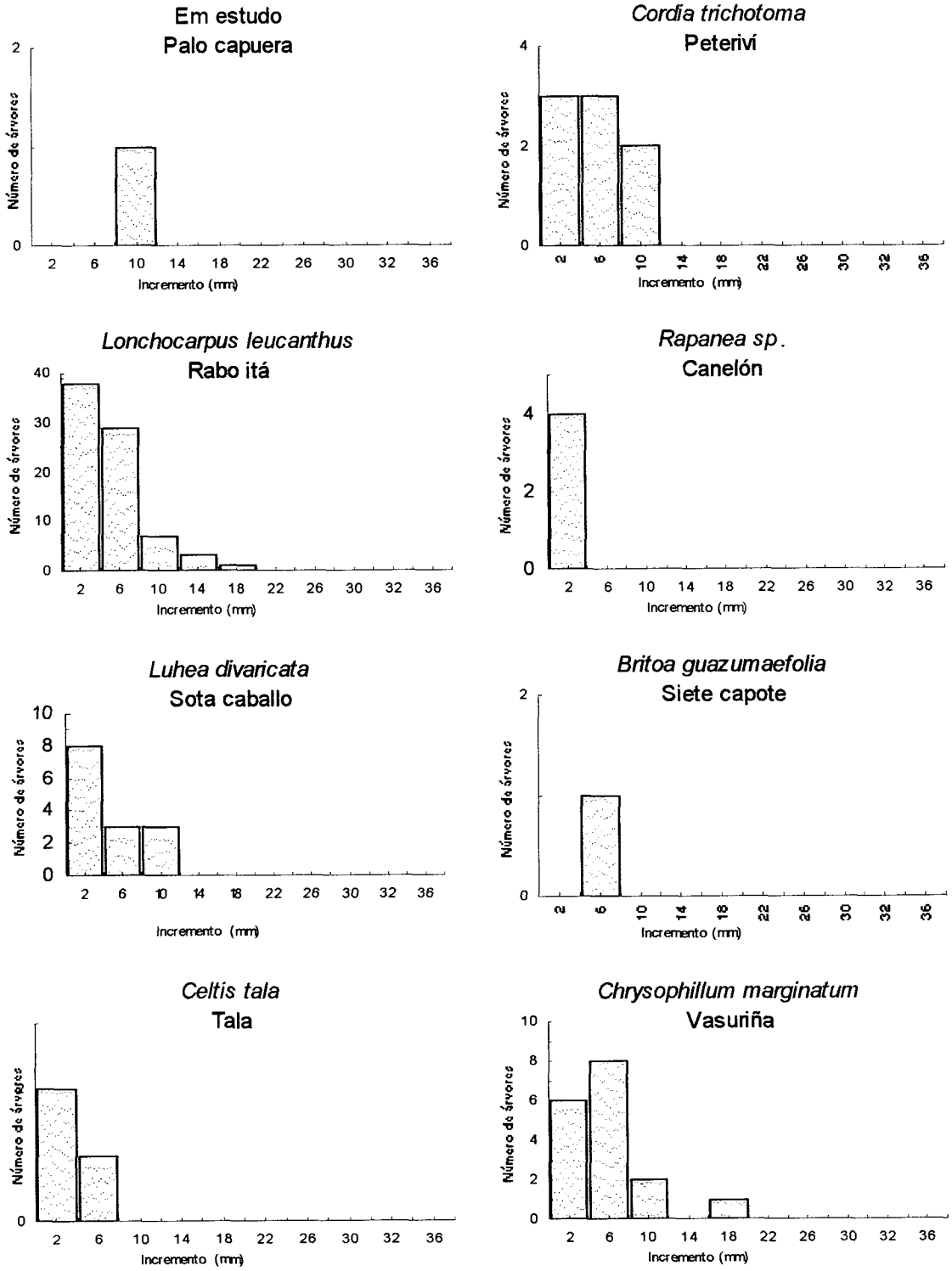
Pilocarpus pinnatifolius
Jaborandi



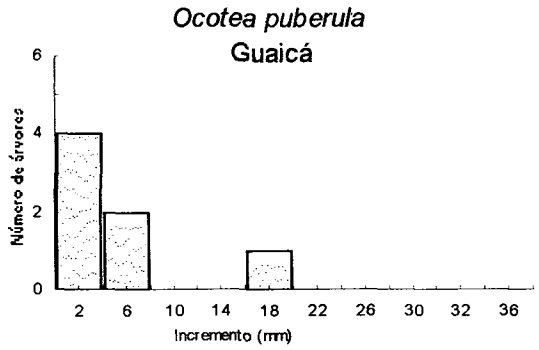
ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

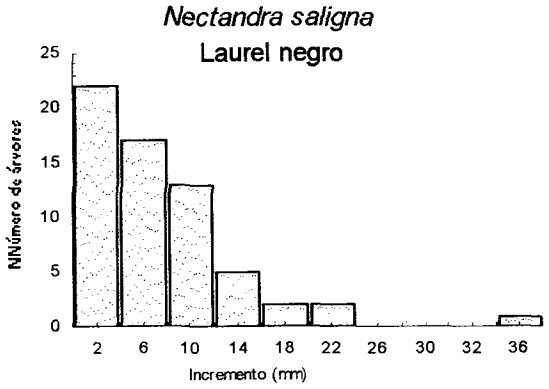


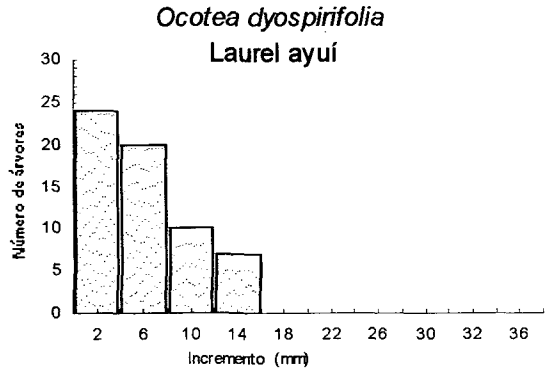
ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

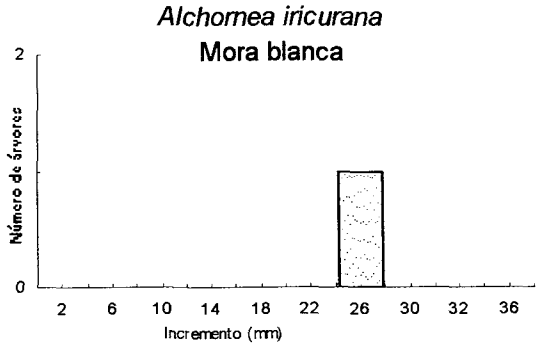


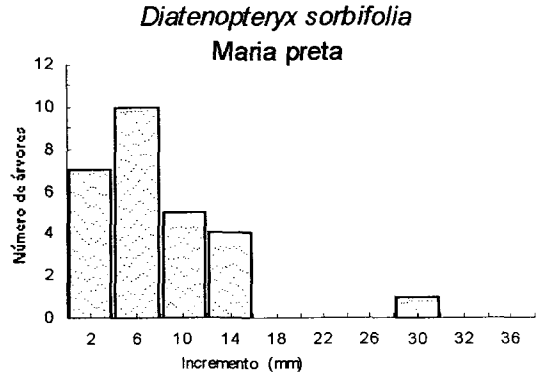
ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO.

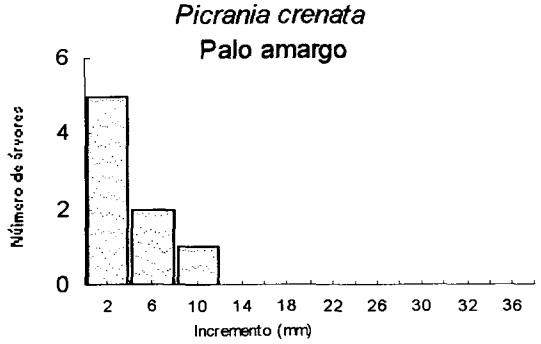


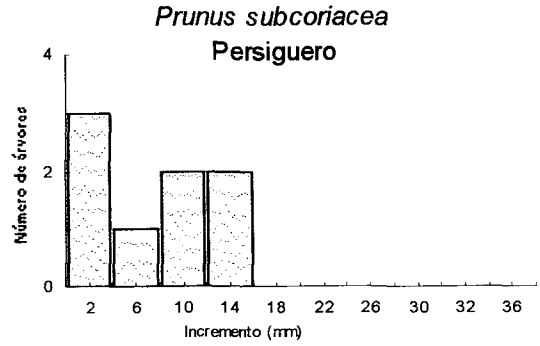


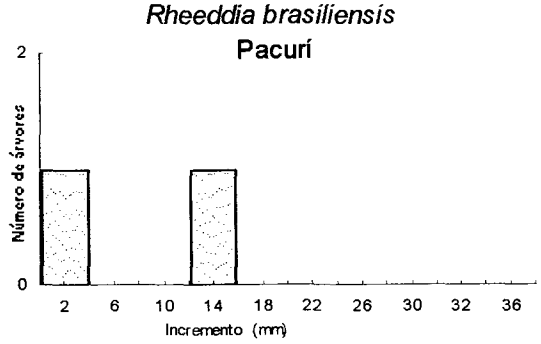




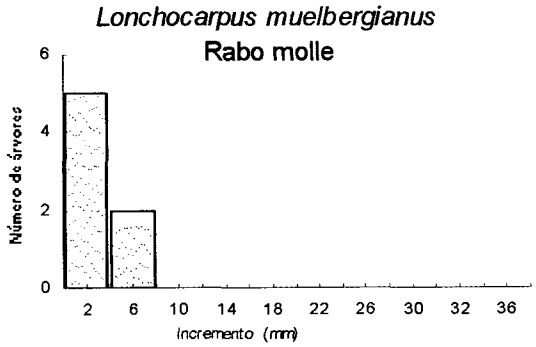


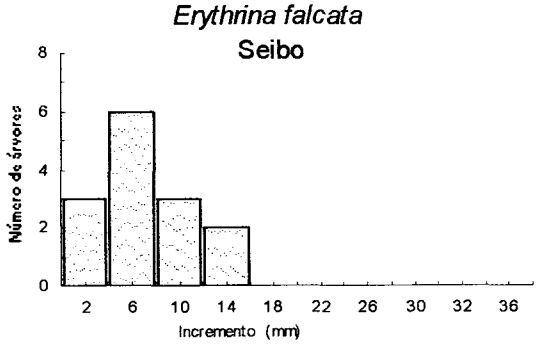


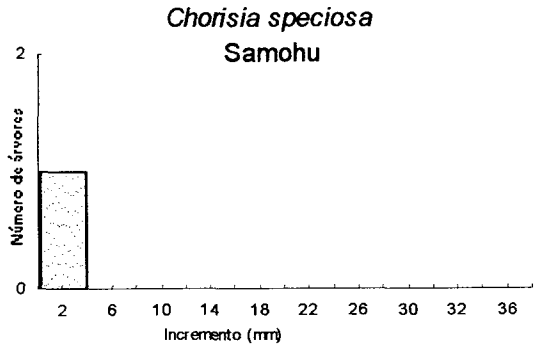


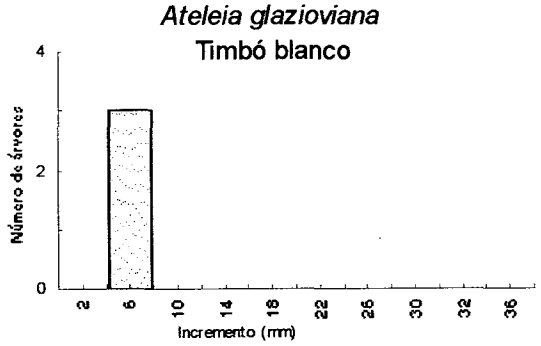


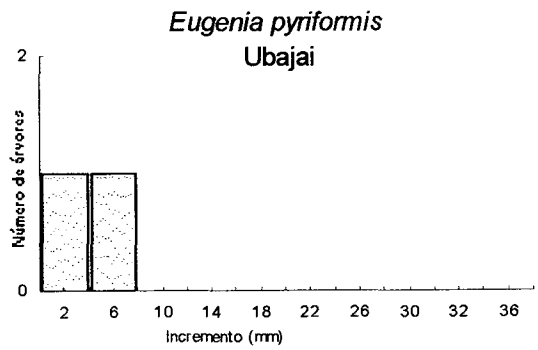
ANEXO 2 FIGURA A2 - CONTINUAÇÃO.

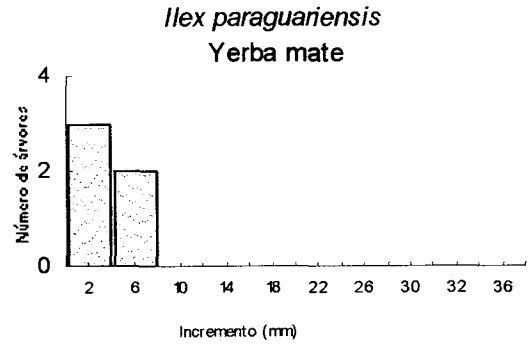








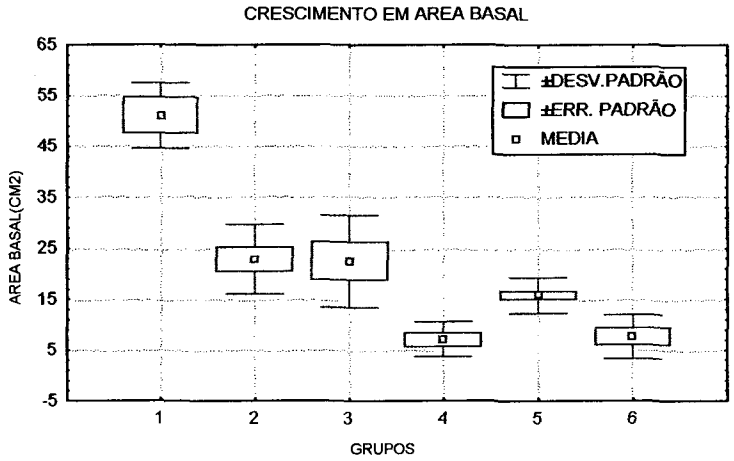


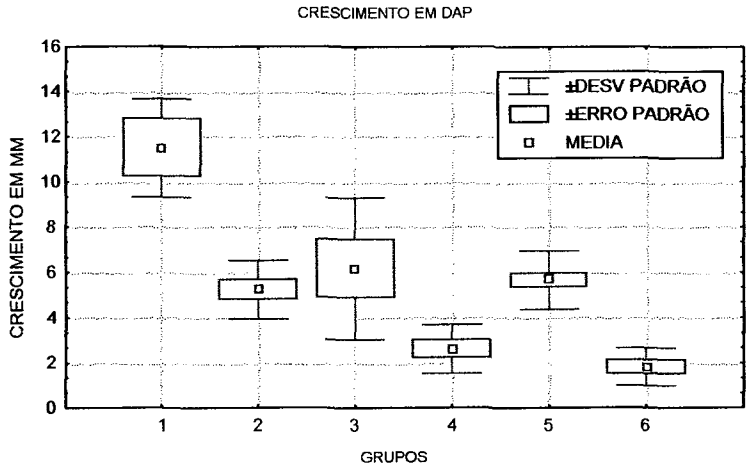


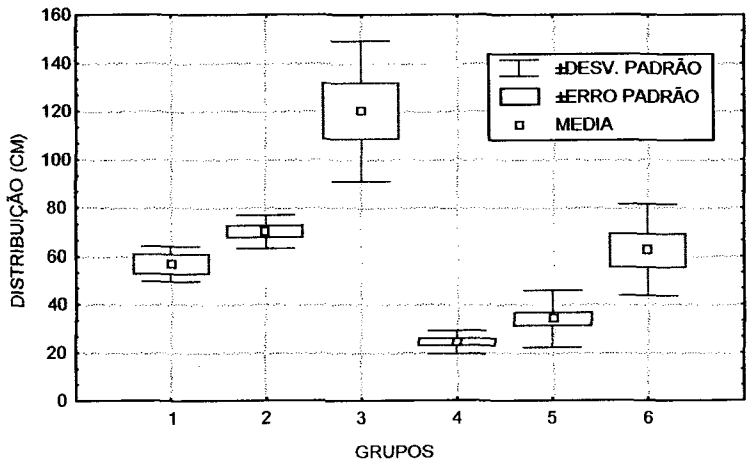
ANEXO 3 - DISTÂNCIAS EUCLIDIANAS DE LIGAÇÃO ENTRE AS ESPÉCIES CONSIDERADAS.

	AC	AL	AR	AY	BV	C	CB	CC	CG	CT	KU	CV	EC	EG	FB	FL	G	GB	GR	GU	GZ	I	ISP	IS	K	KM	LA	LB	LE	LG	LN	LR	LY	MP
AC	0,00	1,75	2,83	2,35	2,63	1,52	2,26	2,25	2,39	2,64	2,86	1,69	2,83	2,50	2,88	2,60	1,75	1,25	2,47	2,68	2,62	2,38	1,98	1,50	2,59	3,06	1,19	6,64	2,91	2,01	1,16	3,57	1,26	1,23
AL	1,75	0,00	2,59	2,32	2,11	1,89	3,11	2,74	3,08	2,47	2,32	1,91	1,14	2,45	2,92	2,19	2,43	2,70	4,10	3,15	2,63	3,67	0,39	2,20	2,68	3,28	1,96	5,34	3,08	3,07	1,60	3,80	1,84	1,36
AR	2,83	2,59	0,00	0,54	0,73	3,58	1,71	1,13	1,48	0,35	0,56	1,19	3,38	0,56	0,49	0,45	1,43	3,05	4,75	1,17	0,41	2,70	2,41	1,58	0,52	0,92	1,73	7,68	0,73	2,01	1,68	1,33	1,61	1,69
AY	2,35	2,32	0,54	0,00	0,91	3,24	1,33	0,74	1,20	0,54	0,89	0,79	3,24	0,57	0,61	0,54	0,96	2,62	4,29	1,00	0,39	2,33	2,17	1,14	0,45	0,97	1,24	7,56	0,78	1,60	1,20	1,48	1,11	1,23
BV	2,63	2,11	0,73	0,91	0,00	3,10	2,09	1,54	1,81	0,58	0,31	1,08	2,83	0,67	1,17	0,59	1,60	2,88	4,63	1,65	0,92	2,94	1,96	1,56	0,99	1,56	1,70	7,08	1,35	2,27	1,53	2,02	1,56	1,52
C	1,52	1,89	3,58	3,24	3,10	0,00	3,40	3,30	3,34	3,31	3,40	2,49	2,59	3,17	3,76	3,33	2,80	1,76	2,70	3,64	3,44	3,37	2,27	2,41	3,41	4,00	2,28	5,84	3,81	3,12	2,15	4,53	2,31	2,20
CB	2,26	3,11	1,71	1,33	2,09	3,40	0,00	0,59	0,48	1,61	2,14	1,33	4,19	1,47	1,36	1,87	0,70	2,10	3,51	0,73	1,32	1,10	3,08	1,05	1,22	1,21	1,22	8,44	1,20	0,44	1,53	1,56	1,28	1,76
CC	2,25	2,74	1,13	0,74	1,54	3,30	0,59	0,00	0,56	1,05	1,56	0,94	3,77	0,95	0,84	1,27	0,54	2,29	3,86	0,51	0,75	1,64	2,67	0,91	0,67	0,85	1,08	8,07	0,75	0,92	1,27	1,33	1,06	1,44
CG	2,39	3,08	1,48	1,20	1,81	3,34	0,48	0,56	0,00	1,32	1,87	1,19	4,13	1,16	1,15	1,70	0,71	2,12	3,64	0,46	1,08	1,24	3,05	0,97	0,96	1,01	1,27	8,39	0,96	0,68	1,54	1,41	1,32	1,79
CT	2,64	2,47	0,35	0,54	0,58	3,31	1,61	1,05	1,32	0,00	0,55	0,96	3,31	0,23	0,63	0,56	1,26	2,77	4,49	1,10	0,36	2,52	2,33	1,34	0,43	0,99	1,54	7,60	0,78	1,85	1,50	1,47	1,43	1,56
KU	2,86	2,32	0,56	0,89	0,31	3,40	2,14	1,56	1,87	0,55	0,00	1,27	3,00	0,74	1,04	0,48	1,72	3,13	4,87	1,64	0,86	3,05	2,13	1,75	0,96	1,44	1,88	7,25	1,25	2,37	1,73	1,85	1,74	1,70
CV	1,69	1,91	1,19	0,79	1,08	2,49	1,33	0,94	1,19	0,96	1,27	0,00	2,94	0,81	1,28	1,08	0,67	1,90	3,62	1,28	0,98	2,04	1,89	0,52	0,95	1,54	0,63	7,21	1,34	1,37	0,58	2,08	0,52	0,76
EC	2,83	1,14	3,38	3,24	2,83	2,59	4,19	3,77	4,13	3,31	3,00	2,94	0,00	3,33	3,79	2,96	3,52	3,76	5,06	4,15	3,52	4,80	1,13	3,29	3,59	4,19	3,08	4,32	3,99	4,18	2,71	4,67	2,95	2,46
EG	2,50	2,45	0,56	0,57	0,67	3,17	1,47	0,95	1,16	0,23	0,74	0,81	3,33	0,00	0,70	0,73	1,10	2,56	4,28	1,00	0,40	2,33	2,35	1,15	0,40	1,01	1,39	7,62	0,79	1,68	1,38	1,52	1,30	1,48
FB	2,88	2,92	0,49	0,61	1,17	3,76	1,36	0,84	1,15	0,63	1,04	1,28	3,79	0,70	0,00	0,87	1,28	2,99	4,63	0,76	0,33	2,38	2,76	1,53	0,37	0,43	1,72	8,10	0,26	1,71	1,76	0,90	1,63	1,83
FL	2,60	2,19	0,45	0,54	0,59	3,33	1,87	1,27	1,70	0,56	0,48	1,08	2,96	0,73	0,87	0,00	1,45	2,98	4,69	1,47	0,69	2,85	1,98	1,55	0,80	1,30	1,61	7,26	1,11	2,12	1,46	1,73	1,45	1,40
G	1,75	2,43	1,43	0,96	1,60	2,80	0,70	0,54	0,71	1,26	1,72	0,67	3,52	1,10	1,28	1,45	0,00	1,78	3,38	0,94	1,08	1,46	2,42	0,42	1,00	1,35	0,58	7,76	1,23	0,73	0,86	1,85	0,62	1,11
GB	1,25	2,70	3,05	2,62	2,88	1,76	2,10	2,29	2,12	2,77	3,13	1,90	3,76	2,56	2,99	2,98	1,78	0,00	1,75	2,54	2,73	1,70	2,94	1,48	2,65	3,04	1,47	7,51	2,92	1,70	1,68	3,51	1,63	1,94
GR	2,47	4,10	4,75	4,29	4,63	2,70	3,51	3,86	3,64	4,49	4,87	3,62	5,06	4,28	4,63	4,69	3,38	1,75	0,00	4,09	4,41	2,72	4,39	3,17	4,32	4,62	3,10	8,24	4,53	3,07	3,31	5,03	3,27	3,53
GU	2,68	3,15	1,17	1,00	1,65	3,64	0,73	0,51	0,46	1,10	1,64	1,28	4,15	1,00	0,76	1,47	0,94	2,54	4,09	0,00	0,79	1,65	3,08	1,25	0,68	0,55	1,51	8,45	0,54	1,07	1,71	0,97	1,50	1,90
GZ	2,62	2,63	0,41	0,39	0,92	3,44	1,32	0,75	1,08	0,36	0,86	0,98	3,52	0,40	0,33	0,69	1,08	2,73	4,41	0,79	0,00	2,30	2,50	1,27	0,12	0,68	1,46	7,84	0,47	1,61	1,48	1,20	1,37	1,57
I	2,38	3,67	2,70	2,33	2,94	3,37	1,10	1,64	1,24	2,52	3,05	2,04	4,80	2,33	2,38	2,85	1,46	1,70	2,72	1,65	2,30	0,00	3,75	1,56	2,18	2,19	1,74	8,89	2,19	0,76	2,12	2,46	1,89	2,41
ISP	1,98	0,39	2,41	2,17	1,96	2,27	3,08	2,67	3,05	2,33	2,13	1,89	1,13	2,35	2,76	1,98	2,42	2,94	4,39	3,08	2,50	3,75	0,00	2,25	2,55	3,14	2,01	5,42	2,94	3,10	1,64	3,63	1,87	1,36
IS	1,50	2,20	1,58	1,14	1,56	2,41	1,05	0,91	0,97	1,34	1,75	0,52	3,29	1,15	1,53	1,55	0,42	1,48	3,17	1,25	1,27	1,56	2,25	0,00	1,20	1,66	0,40	7,49	1,50	0,94	0,67	2,17	0,48	0,97
K	2,59	2,68	0,52	0,45	0,99	3,41	1,22	0,67	0,96	0,43	0,96	0,95	3,59	0,40	0,37	0,80	1,00	2,65	4,32	0,68	0,12	2,18	2,55	1,20	0,00	0,64	1,42	7,90	0,43	1,51	1,47	1,18	1,33	1,57
KM	3,06	3,28	0,92	0,97	1,56	4,00	1,21	0,85	1,01	0,99	1,44	1,54	4,19	1,01	0,43	1,30	1,35	3,04	4,62	0,55	0,68	2,19	3,14	1,66	0,64	0,00	1,88	8,51	0,22	1,60	2,00	0,54	1,83	2,12
LA	1,19	1,96	1,73	1,24	1,70	2,28	1,22	1,08	1,27	1,54	1,88	0,63	3,08	1,39	1,72	1,61	0,58	1,47	3,10	1,51	1,46	1,74	2,01	0,40	1,42	1,88	0,00	7,27	1,73	1,11	0,38	2,39	0,18	0,68
LB	6,64	5,34	7,68	7,56	7,08	5,84	8,44	8,07	8,39	7,60	7,25	7,21	4,32	7,62	8,10	7,26	7,76	7,51	8,24	8,45	7,84	8,89	5,42	7,49	7,90	8,51	7,27	0,00	8,30	8,37	6,92	8,99	7,17	6,69
LE	2,91	3,08	0,73	0,78	1,35	3,81	1,20	0,75	0,96	0,78	1,25	1,34	3,99	0,79	0,26	1,11	1,23	2,92	4,53	0,54	0,47	2,19	2,94	1,50	0,43	0,22	1,73	8,30	0,00	1,56	1,82	0,75	1,67	1,94
LG	2,01	3,07	2,01	1,60	2,27	3,12	0,44	0,92	0,68	1,85	2,37	1,37	4,18	1,68	1,71	2,12	0,73	1,70	3,07	1,07	1,61	0,76	3,10	0,94	1,51	1,60	1,11	8,37	1,56	0,00	1,47	1,97	1,23	1,75
LN	1,16	1,60	1,68	1,20	1,53	2,15	1,53	1,27	1,54	1,50	1,73	0,58	2,71	1,38	1,76	1,46	0,86	1,68	3,31	1,71	1,48	2,12	1,64	0,67	1,47	2,00	0,38	6,92	1,82	1,47	0,00	2,53	0,25	0,32
LR	3,57	3,80	1,33	1,48	2,02	4,53	1,56	1,33	1,41	1,47	1,85	2,08	4,67	1,52	0,90	1,73	1,85	3,51	5,03	0,97	1,20	2,46	3,63	2,17	1,18	0,54	2,39	8,99	0,75	1,97	2,53	0,00	2,35	2,64
LY	1,26	1,84	1,61	1,11	1,56	2,31	1,28	1,06	1,32	1,43	1,74	0,52	2,95	1,30	1,63	1,45	0,62	1,63	3,27	1,50	1,37	1,89	1,87	0,48	1,33	1,83	0,18	7,17	1,67	1,23	0,25	2,35	0,00	0,53
MP	1,23	1,36	1,69	1,23	1,52	2,20	1,76	1,44	1,79	1,56	1,70	0,76	2,46	1,48	1,83	1,40	1,11	1,94	3,53	1,90	1,57	2,41	1,36	0,97	1,57	2,12	0,68	6,69	1,94	1,75	0,32	2,64	0,53	0,00
OR	2,72	2,37	0,43	0,71	0,33	3,30	1,88	1,32	1,59	0,28	0,29	1,07	3,13	0,45	0,85	0,49	1,48	2,91	4,65	1,38	0,63	2,77	2,21	1,51	0,71	1,24	1,69	7,40	1,03	2,10	1,58	1,68	1,56	1,60
PA	2,78	2,91	0,61	0,61	1,20	3,65	1,19	0,69	0,96	0,63	1,12	1,18	3,81	0,63	0,20	0,96	1,12	2,82	4,46	0,58	0,30	2,19	2,77	1,38	0,26	0,39	1,59	8,13	0,18	1,54	1,67	0,92	1,52	1,78
PG	1,46	1,01	1,71	1,37	1,33	2,06	2,13	1,75	2,07	1,55	1,56	0,90	2,07	1,50	1,97	1,37	1,45	2,15	3,77	2,15	1,67	2,78	1,01	1,24	1,70	2,31	1,06	6,33	2,11	2,13	0,69	2,84	0,91	0,50
PV	0,97	2,15	2,33	1,89	2,17	1,80	1,62	1,65	1,61	2,07	2,40	1,16	3,26	1,88	2,31	2,23	1,12	0,77	2,47	1,97	2,04	1,66	2,32	0,78	1,97	2,42	0,73	7,25	2,28	1,32	0,92	2,93	0,87	1,21
RI	1,58	2,33	1,55	1,08	1,64	2,61	0,84	0,73	0,84	1,35	1,79	0,62	3,43	1,18	1,44	1,54	0,20	1,60	3,22	1,11	1,21	1,46	2,35	0,25	1,14	1,53	0,43	7,65	1,40	0,77	0,74	2,03	0,50	1,02
RM	2,42	2,86	1,06	0,75	1,51	3,43	0,66	0,19	0,53	0,99	1,51	1,03	3,87	0,89	0,71	1,26	0,69	2,41	3,98	0,34	0,67	1,69	2,78	1,04	0,57	0,67	1,24	8,18	0,59	1,01	1,42	1,16	1,22	1,59
RP	3,20	3,45	1,05	1,13	1,71	4,15	1,27	0,97	1,08	1,14	1,58	1,69	4,35	1,16	0,58	1,44	1,48	3,15	4,71	0,63	0,84	2,22	3,30	1,79	0,81	0,16	2,02	8,67	0,38	1,67	2,15	0,39	1,98	2,27
SB	1,22	2,21	1,95	1,50	1,89	2,18	1,22	1,22	1,21	1,71	2,09	0,83	3,32	1,52	1,89	1,89	0,69	1,13	2,81	1,55	1,64	1,48	2,31	0,37	1,57	2,00	0,42	7,44	1,86	0,98	0,73	2,50	0,58	1,05
SC	1,28	2,75	2,60	2,11	2,64	2,43	1,33	1,63	1,53	2,40	2,82	1,58	3,89	2,21	2,44	2,57	1,17	0,95	2,25	1,93	2,25	1,11	2,88	1,09	2,16	2,44	1,02	7,87	2,35	0,95	1,35	2,87	1,20	1,63
TB	2,14	2,31	0,86	0,57	0,93	2,90	1,20	0,72	0,93	0,59	1,05	0,48	3,28	0,40	0,88	0,92	0,72	2,19	3,91	0,92	0,57	2,02	2,25	0,76	0,52	1,12	1,00	7,57	0,91	1,34	1,04	1,66	0,93	1,20
TL	2,96	2,97	0,50	0,68	1,19	3,83	1,41	0,90	1,19	0,65	1,04	1,35	3,83	0,74	0,08	0,90	1,35	3,05	4,70	0,79	0,39	2,42	2,81	1,60	0,42	0,42	1,79	8,14	0,27	1,77	1,83	0,85	1,70	1,91
VS	2,16	2,34	0,80	0,43	0,98	3,00	1,12	0,59	0,90	0,59	1,07	0,52	3,32	0,44	0,77	0,86	0,67	2,27	3,96	0,84	0,48	2,01	2,26	0,80	0,43	1,02	1,00	7,62	0,82	1,31	1,05	1,56	0,92	1,19
YB	2,10	2,33	0,92	0,39	1,25	3,13	1,03	0,49	1,02	0,88	1,27	0,72	3,33	0,84	0,83	0,90	0,66	2,38	4,00	0,92	0,66	2,04	2,22	0,93	0,65	1,05	0,97	7,64	0,90	1,28	1,01	1,55	0,87	1,09

ANEXO 4. ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS PARA OS SEIS.GRUPOS DE ESPÉCIES.







Variáveis Incremento Em Area Transversal, Incremento Em Dap E Distribuição (Máximo Diâmetro Potencialmente Atingivel).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ALDER, D. **Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos**. Roma. FAO,1980. V.2, 118 p. (FAO Montes 22/2)

2 ARAUJO, P.A. **Idade relativa como subsídio à determinação de ciclo de corte no manejo sustentável de povoamentos florestais nativos**. Viçosa, 1993. 119 p. (Tese M.Sc.).

3 ARGENTINA. Ministerio de Ecologia y Recursos Naturales Renovables. **Plan silvicultural provincial 1993-2000**. Misiones : 1993.

4 AVERY, T.E. and BURKHART, H.E. Forest Measurements. Fourth edition. Mc Graw Hill . 1994. 407 p.

5 BERTAULT, J.G.; Impact de L'exploitation en Forêt naturelle. **Revue Bois Et Forêts des Tropiques**. Francia, 1995. n. 245 p 5-13.

6 C.A.R.T.A. **Informe edafológico de la Provincia de Misiones**.Posadas, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ministerio de Asuntos Agrarios de Misiones. Misiones.1996.106 p.

7 COZZO, D. Siete años de enriquecimiento del bosque subtropical utilizando *Cordia trichotoma*. **Revista Forestal Argentina**. Buenos Aires v.13, n.2, 1979

8 DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N. Forest management.3rd ed. New York: Mc Graw Hill. 1987. 790 p.

9 DE MURO, C.A.; **Forestaciones bajo cubierta en la Provincia de Misiones: Pautas para su promoción**. Posadas, 1988. Secretaria de Estado de Agricultura Ganadería y Pesca, Argentina, (IFONA), Instituto Forestal Nacional. 26 p. (Mimeografado).

10 DELGADO RODRIGUEZ, L.D. **Efectos en la riqueza, composición y diversidad floristica producidos por el manejo silvícola de un bosque húmedo tropical de tierras bajas en Costa Rica**.Turrialba, CATIE, 1995. 97 p. Tesis de Magister Scientiae.

11 DESCHAMPS, J.R.; OCHOA, M.A.**Estudios sobre las comunidades postclimáxicas de Misiones: Los campos abandonados o "capueras".** Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. p. 36 - 45. (IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados.)

12 DIAZ, J.C. G. **Caracterización de la iluminación de micrositios de regeneración de 14 especies arboreas en un bosque humedo intervenido en Costa Rica, y el efecto de la intervención sobre la abundancia de la regeneración natural**. Turrialba, CATIE. 1995. 91 p. Tesis de Magister Scientiae.

13 HUSCH, B; MILLER, C.I.; BEERS,T.W. **Forest mensuration**. 2nd. ed. New York: J. Wiley. 1972. 410 p.

14 EIBL, B.; et al. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones. Eldorado:Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**, n.5 1994.

15 EIBL, B. et al. Evolución de la regeneración natural en dos sistemas de aprovechamiento y bosque nativo no perturbado en la provincia de Misiones - República Argentina. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá** n.7. p. 63-78. 1996.

16 FERNANDES, P.N. **Estudo de crescimento e cálculo de idade de rotação para o manejo da produção florestal para as espécies *Carapa guianensis* AUBL. e *Calophyllum angulare* A.C. SMITH**. Manaus. Curso de Pós-Graduação em Manejo Florestal a Nível de Mestrado Convênio INPA-FUA.134 p. Tese de Mestrado.

17 FINEGAN, B. **Curso: Bases ecologicas para la silvicultura**: tema v: aspectos de la ecologia del crecimiento y rendimiento de los arboles.Turrialba: CATIE. 1993. 30 p.

18 FINEGAN, B. **Curso: Bases ecológicas para la silvicultura**: Los Gremios de especies forestales. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 1993.35 p.

19 GAUTO, O.A. et al.Crecimiento de la masa del bosque nativo en la reserva forestal Guaraní (Misiones). Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**. n 7, p 4-10, 1996.

20 GARTLAND, M; et al. Determinación de edades, ritmo de crecimiento y turno de corte teórico de especies forestales nativas de Misiones. Eldorado Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**. n 5, 1994.

21 GARTLAND, M.; PARUSSINI, M.G.; Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones. (primeira y segunda entrega). Eldorado, Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**, n.1/2, p. 5-28, p. 5-22 1990/1991

22 HANN, D.W. Development and evaluation of an even- and uneven-aged ponderosa pine/ Arizona fescue stand simulator. USDA Forest Service. Research Paper INT 267 . 1980.95 p.

23 JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 2nd. ed. New Jersey: Prentice Hall International. 1988, 606 p.

24 LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K.E.; **Forest inventory**. Munchen: BLV, 1973. v.2, 469 p.

25 LOPEZ CRISTOBAL, L.; et al. Estructura y composición florística del bosque nativo, en el predio de Guarani. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**. n. 7, p.30-37, 1996.

26 MUÑIZ, G.I.B. de **Anatomia da madeira de espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual de Misiones, Argentina**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 152 p. Tese para concurso de Professor Titular. 1993.

27 MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ROSOT, N.C. Enumeração completa e mapeamento das árvores: metodologia aplicada na Floresta Amazônica. **In:** SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL (2.:1984:Piracicaba).**Anais** Piracicaba: USP, 1984. p.57 -64.

28 MACKAY, E. Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1961. 332 p.

29 MAIOCCO, D. ; et al. Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical Misionero. Eldorado Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**. n. 5. p.77 - 85, 1994.

30 MAITRE, H.F. Growth and yeld of natural stands in the tropical rain-forest of africa. **Revue Bois et Frêts des Tropiques.** n. 213, p.13-20, 1986.

31 MANGIERI, H.R. Reconstitución de los bosques Misioneros y características biológicas de las principales especies. Eldorado: Primeras Jornadas de Trabajo del Bosque Subtropical. Misiones. 1965.(Mimeografado).

32 MATEUCCI, S.D.; COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: OEA. Serie biológica n. 23, 163 p. 1982.

33 O'LERY , J.H **Plan regulador de la cuenca del arroyo Uruguaí - Etapa I**. Misiones: Consejo Federal de Inversiones. Provincia de Misiones, 138 p., 1993.

34 PALAVECINO, J. A.; MAIOCCO, D.C. Levantamiento del medio físico del área de investigación forestal Guaraní, Misiones. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yviraretá**. n. 6, p. 50 - 63, 1995.

35 PAHR, N.M.; et al. **Relevamiento edafológico del Área Experimental y Demostrativa "Guaraní" de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM).** Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. 1997, 46 p.(Mimeografado).

36 PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Universidade Federal de Santa Maria. 1993. 268p.

37 PRODAN, M. **Forest biometrics**. Oxford: Pergamon Press,1968. 447 p.

38 SILVA, J.N.M.; ALVES LOPEZ, J.D.C. Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodología utilizada pela EMBRAPA/CPATU na Amazônia Brasileira. **In**. SIMPOSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL .(2.:1984:Piracicaba) **Anais** Piracicaba: USP, 1984 p.65-79.

39 SOUZA, A. L. de, **Análise multivariada para manejo de florestas naturais**: alternativas de produção sustentada de madeiras para serraria. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989. 255 p. (Tese Doutorado).

40 THROWER, J.S.; DI LUCCA, M.C.; SALAZAR, W.F. **Recomendaciones para una estrategia en el desarrollo de datos de crecimiento y producción para coníferas plantadas en Misiones, Argentina**. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. 26 p., 1993.

41 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Setor de Ciências Agrárias. **Inventário florestal da região de influência da represa de Itaipu**. Curitiba. 177 p. 1978.

42 VERA, N.E. **Variación de microclima y su efecto sobre las características fotosintéticas y de morfología foliar de 10 especies arbóreas de un bosque lluvioso de Costa Rica**. Turrialba: CATIE. 1995, 87 p.Tesis de Magister Scientiae.