

PAULO LUIZ CONTENTE DE BARROS

ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DE UMA FLORESTA  
TROPICAL ÚMIDA NO PLANALTO DE  
CURUÁ-UNA, AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Tese submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção de Título de "Doutor em Ciências Florestais", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1986



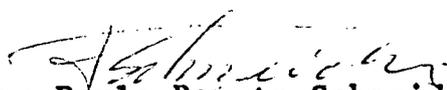
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

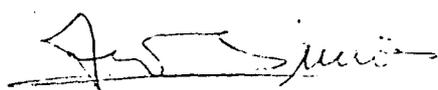
P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pelo candidato PAULO LUIZ CONTENTE DE BARROS, sob o título "ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DE UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA NO PLANALTO DE CURUÁ-UNA, AMAZÔNIA BRASILEIRA" para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais - 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 arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Tese, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Doutor em Ciências Florestais.

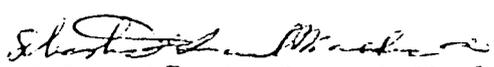
Curitiba, 14 de março de 1986.

  
Professor Waldenei Travassos de Queiroz, DR.  
Primeiro Examinador

  
Professor Paulo Renato Schneider, DR.  
Segundo Examinador

  
Professor João Walter Simões, DR.  
Terceiro Examinador

  
Professor Flávio Felipe Kirchner, DR.  
Quarto Examinador

  
Professor Sebastião do Amaral Machado, DR.  
Presidente



Ao meu Pai

OFEREÇO

À minha esposa Aliete e aos  
filhos Charles, Charlise e Charlene.  
À minha mãe e irmãos

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus agradecimentos ao Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado, de um modo especial, pelo incentivo amizade e dedicação na orientação deste trabalho.

Aos co-orientadores, Professor Dr. Flávio Felipe Kirchner e Professor Dr. Sylvio Péllico Neto pelas orientações e sugestões.

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP/ME) e ao PICD pela liberação e suporte financeiro concedidos durante o período de estudo no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Aos Professores da UFPR. Dartagnan Baggio Emerenciano e Nelson Carlos Rosot pela amizade e ajuda na computação dos dados.

Ao Convênio FCAP/CTM/SUDAM nas pessoas do Chefe do Departamento de Recursos Naturais da SUDAM Clara Martins Pandolfo e do Chefe do Centro de Tecnologia Madeireira César Augusto Carneiro Lopes pela doação dos dados.

Aos colegas Professores e funcionários do Departamento de Manejo Florestal da FCAP pelo encargo de trabalho a mais, durante a ausência do autor.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, por possibilitar a realização deste Curso e do presente trabalho.

Aos demais professores, funcionários e companheiros de curso de Pós-Graduação da UFPR, pelo convívio e que de uma ou outra forma contribuíram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
Lista de Figuras. ....	viii
Lista de Tabelas ....	x
1. <b>INTRODUÇÃO.</b> ....	1
2. <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.</b> ....	4
2.1 Diversidade de Espécies. ....	4
2.1.1. Considerações Gerais. ....	4
2.1.2. Relação Espécie-Área. ....	6
2.1.3. Relação Espécie-Abundância. ....	7
2.1.4. Medidas de Diversidade, Uniformidade, Dominância... ..	12
2.1.5. Aplicação das Medidas de Diversidade. ....	17
2.2. Dispersão de Espécies. ....	19
2.2.1. Considerações Gerais. ....	19
2.2.2. Medidas de Dispersão de Espécies. ....	21
2.3. Associação de Espécies. ....	25
2.4. Importância Ecológica das Espécies. ....	30
2.5. Estrutura dos Dados. ....	31
2.6. Funções de Similaridade. ....	32
2.7. Classificação. ....	34
2.8. Ordenação. ....	39
2.8.1. Considerações Gerais. ....	39
2.8.2. Métodos de Ordenação. ....	39
3. <b>MATERIAL E MÉTODOS.</b> ....	44
3.1. Descrição da Área. ....	44
3.2. Obtenção dos Dados. ....	46
3.3. Relação Espécie-Área e Espécie-Abundância. ....	48

3.4.	Medidas de Diversidade de Espécies. ....	50
3.4.1	Medidas de Diversidades Máximas. ....	52
3.4.2.	Uniformidade e Concentração de Dominância..	53
3.5.	Escolha de Espécies. ....	53
3.5.1.	Abundância, Dominância e Frequência. ....	54
3.5.2.	Participação das Espécies Seleccionadas em Relação ao Total de Espécies Levantadas. ..	55
3.6.	Associação de Espécies. ....	56
3.7.	Distribuição Espacial das Espécies. ....	57
3.8.	Classificação. ....	59
3.8.1.	Análise de Associação Normal. ....	60
3.8.2.	Análise de Associação Inversa. ....	60
3.8.3.	Análise Nodal. ....	62
3.9.	Ordenação. ....	62
4.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b> ....	65
4.1.	Composição Florística. ....	65
4.2.	Relação Espécies-Área. ....	82
4.3.	Relação Espécie-Abundância. ....	87
4.4.	Diversidade, Uniformidade e Dominância das Espécies.	93
4.5.	Seleção de Espécies. ....	96
4.5.1.	Participação das Espécies Seleccionadas na Estrutura da Área Estudada. ....	97
4.6.	Padrão de Dispersão das Espécies. ....	102
4.7.	Associação de Espécies. ....	107
4.8.	Classificação. ....	110
4.8.1.	Análise de Associação Normal. ....	110
4.8.2.	Análise de Associação Inversa. ....	113
4.8.3.	Análise Nodal. ....	117
4.9.	Análise de Componente Principal. ....	121
5.	<b>CONCLUSÕES.</b> ....	130

		PÁGINA
6.	RECOMENDAÇÕES.....	135
7.	RESUMO. ....	136
	SUMMARY. ....	138
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	140

## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
01	Curva de Abundância Relativa também chamada como "Curva de Diversidade", ou "Curva de importância de Espécies". A curva A exemplifica a mais <b>Alta</b> Diversidade e mais baixa <b>Domi</b> nância; a curva D é a mais baixa <b>diversida</b> dade entre as 4 e mais alta <b>Dominância</b> . ....	11
02	Posição Geográfica de Curuá-Una. ....	45
03	Locação das quadras no talhão 19 da Estação Experimental de Curuá-Una. ....	47
04	Curva da flutuação da média acumulada em re <sup>l</sup> ação ao número acumulado de unidades de amostras. ....	85
05	Curva Espécie-Área. ....	86
06	Estrutura da Comunidade constituída de 188 espécies e 4.956 indivíduos. ....	88
07	Curva Lognormal. ....	90
08	Curva de Abundância Relativa. ....	92
09	Curva do IVI das 58 espécies selecionadas..	98
10	Tendência da Distribuição diamétrica de to <sup>d</sup> as as 188 espécies e das 58 espécies sele <sup>c</sup> ionadas. ....	101
11	Distribuição Diamétrica de algumas espécies	103
12	Grupos de amostras através de uma Análise de Associação Normal Hierárquica. ....	112

13	Locação dos Sítios segundo Resultado Final da Análise de Associação Normal. ....	114
14	Grupo de Espécies através da Análise de Associação Inversa Hierárquica. ....	115
15	Ordenação das 100 quadras segundo a Análise de Componentes Principais com relação aos Componentes I e II. ....	128
16	Ordenação segundo Análise de Componentes Principais das quadras que apresentaram-se muito Dispersas com relação aos Componentes Principais I e II. ....	129

## LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
01	Tabela de Contigência 2x2.....	26
02	Fatores de Conversão entre logarítmicos de base 2, e, 10.....	52
03	Relação das Espécies segundo a ordem alfabética dos nomes científicos, seguidos da família e nome vulgar.....	67
04	Relação das espécies em ordem alfabética, segundo seus nomes vulgares, seguidos pelos respectivos números de referência dos nomes da tabela nº 03.....	76
05	Relação das famílias em ordem alfabética, com respectivos números de referência das espécies, da 04.....	79
06	Número de gênero, Espécie e árvores por família.....	81
07	Dados de número e média acumulada de espécies novas, utilizados para construção das figuras de números 04 e 05.....	84
08	Frequência Esperada do número de espécies por número de indivíduos, estimada pela distribuição logarítmica.....	89
09	Frequências observadas e esperadas pela função lognormal.....	90

10	Índices de Diversidade, Uniformidade e Concentração de Dominância	95
11	Classes de Índices de Valor de Importância-IVI.....	97
12	Distribuição Diamétrica, Abundância e Dominâncias das 58 espécies selecionadas.....	100
13	Distribuição de Frequência do número de amostra por número de indivíduos e interpretação dos padrões de Distribuição Espacial das 58 espécies selecionadas pelo Critério do IVI..	104
14	Padrões de Distribuição Espacial das 20 espécies que apresentaram a ocorrência de pelo menos uma amostra com dois indivíduos.....	105
15	Associação interespecífica das espécies que apresentaram os maiores graus, segundo o Índice modificado do COLE, e corrigido por RATLIF <sup>41</sup> . .....	108
16	Números de identificação das quadras por agrupamentos obtido pela Análise de Associação Normal.....	111
17	Análise Nodal.....	118
18	Autovalores (Eigenvalues), porcentagem e porcentagem acumulada de variação associada com os autovetores da Análise de Componente Principal das 15 espécies com maiores IVI...	122
19	Autovetores (Eigenvectores) da Análise de Componente Principal para as 15 espécies com maiores IVI.....	124
20	Escores componentes para as 15 espécies utilizadas para locar as quadras no diagrama de dispersão visto na fig. nº 15.....	125

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira caracteriza-se por apresentar uma vasta área de floresta tropical úmida com uma complexa mistura de espécies arbóreas crescendo conjuntamente sob a ação dos fatores ambientais.

Por outro lado, muito pouco se conhece sobre a estrutura dessa floresta, dada sua complexidade oriunda das numerosas combinações possíveis entre os diferentes fatores ambientais refletidas em sua composição florística e a carência de aplicação de metodologias capazes de prover uma melhor caracterização dessa área.

No caso particular da Amazônia, muitas das técnicas já desenvolvidas não são aplicáveis, dadas as dificuldades existentes, a falta de algumas variáveis indispensáveis, como a idade, os incrementos, a delimitação dos sítios, além da necessidade de uma melhor conceituação de alguns termos, como por exemplo, a definição de estoque de crescimento, a especificação de espécies comerciais e não comerciais que não dependem unicamente de critérios técnicos, mas flutuam em função do mercado, exemplificam dificuldades a serem ainda superadas em termos de Amazônia. Por essas razões, pouco se conhece das técnicas de manejo capazes de nortear o planejamento das florestas tropicais, com vistas à utilização racional dos seus recursos florestais.

Estudos que possibilitem adequar e ou desenvolver técnicas capazes de propiciar tomadas de decisão com bases ecológicas, tomando-se como fundamento a análise estrutural e florística da vegetação para o manejo silvicultural e o aproveitamento or

denado e permanente da floresta, devem ser incentivados pelos programas de pesquisas para a região. Desse modo, poder-se-ia minimizar os efeitos danosos provocados por profundas alterações ambientais e sugerir medidas concretas de proteção das florestas nativas. As técnicas de manejo devem ser embasadas na análise das relações entre a vegetação e as variáveis ambientais, fundamentados em métodos formais como suporte para a interpretação ecológica dos dados. Em tais análises, não se presumindo que mediante o emprego da estatística obter-se-ão as respostas de modo a solucionar os problemas florestais independente da experiência e dos conhecimentos silviculturais do pesquisador.

As análises devem expressar informações sobre a estrutura dos povoamentos florestais da Amazônia, baseadas não só em suas produções volumétricas, mas principalmente embasados em sua composição florística que constituem os reflexos das diferentes interações dos fatores ambientais. Deste modo, estudos das relações espécie-área, espécie-abundância, classificação das espécies segundo suas frequências, abundâncias e dominâncias, a distribuição diamétrica e espacial das espécies, a diversidade de espécies, aliados ao estabelecimento de correlações ou de associações entre as espécies do povoamento constituem características básicas de uma organização biológica, sendo uma expressão da estrutura da comunidade.

Por outro lado, inferir sobre a estratificação das unidades básicas de manejo através dos agrupamentos das espécies e do agrupamento das unidades de amostra, quadras, levando-se em consideração as relações de similaridade ou dissimilaridade, por meio de uma análise multivariada,

A aplicação de técnicas que permitam sumarizar as informações, pela redução da dimensionalidade da matriz de dados, propi

ciando uma base para as interpretações ecológicas. O emprego da técnica de componentes principais, ou similares poderá ser indicada para possibilitar tais interpretações, o que não se conseguiria obter sobre a gama dos dados originais, analisados sob os aspectos da análise estatística univariada.

O conhecimento dessas informações, bem como do estudo de outros fatores que interagem no sistema que condicionam a estrutura das florestas, possibilitará um avanço na definição de uma metodologia capaz de resultar uma base científica para um melhor entendimento das florestas tropicais e uma prática racional de seu manejo.

O presente trabalho consta de uma análise da vegetação com base na composição florística, em uma área de 100 hectares de floresta tropical na Estação Experimental de Curuá-Una, pertencente a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia-SUDAM, tendo como objetivo, analisar a vegetação através do emprego de métodos formais com o fim de melhor quantificar as informações ecológicas da área, sob os aspectos estruturais da floresta, e servir de base para fornecer subsídios para elaboração de futuros planos de manejo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

#### 2.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentre as muitas medidas de Diversidade encontradas na literatura, os autores são unânimes em afirmar que, a mais simples e óbvia é o número de espécies (S) de alguns grupos taxonômicos por unidade de área, comumente chamado de "RIQUEZA DE ESPÉCIES" (HURLBERT<sup>39</sup>; POOLE<sup>74</sup>; WHITTAKER<sup>96</sup>; BROWER & ZAR<sup>11</sup>) além de muitos outros. Entretanto, o número de espécies (riqueza de espécies), não é o único caminho de demonstração da Diversidade de espécies de um povoamento florestal.

Tendo em vista que a Diversidade está diretamente relacionada com a estrutura da comunidade, POOLE<sup>74</sup> e BROWER & ZAR<sup>11</sup> levam em consideração as relações Espécies-Abundâncias; o mesmo sucede com WHITTAKER<sup>96</sup> quando relaciona as curvas de valor de Importância das espécies para outras características de interesse da comunidade, entre elas a riqueza relativa em número de espécies, caracterizando assim a relevância do conhecimento da Diversidade nos estudos estruturais e na comparação de comunidades florestais.

BROWER & ZAR<sup>11</sup> referem-se a respeito do maior ou menor grau de diversidade de espécies em uma comunidade em função da riqueza e da Abundância das espécies na comunidade. Deste modo, uma comunidade é dita ter uma alta diversidade se as espécies

presentes [forem] ou muito ou pouco abundantes. Por outro lado, se uma comunidade é composta por poucas espécies, ou se somente umas poucas espécies são abundantes, então a Diversidade de espécies é BAIXA.

POOLE<sup>74</sup> também reporta a este respeito considerando duas comunidades hipotéticas, ambas contendo 10 espécies e 20 indivíduos, mas as estruturas das duas comunidades sendo completamente diferentes, isto é, na comunidade 1 todas as espécies são igualmente comuns, enquanto na comunidade 2 algumas espécies são mais comuns do que outras. Este fato mostra a importância da abundância como um determinante da diversidade de espécies.

BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que uma alta diversidade de espécies indica uma comunidade altamente complexa, isto é, para uma grande variedade de espécies admite-se uma maior variedade de interações. Este assunto, entretanto, tem sido motivo de grandes discussões entre muitos autores, que conceituam a Diversidade de espécies como uma medida de estabilidade da Comunidade, isto é, a capacidade da estrutura da Comunidade não ser afetada pelos distúrbios de seus componentes. Por outro lado, alguns ecologistas tem usado a Diversidade, como um índice de maturidade de uma comunidade, sobre a premissa que as comunidades tornam-se mais complexas e mais estáveis quando elas amadurecem. Entretanto, este conceito provavelmente seja aplicado somente em comunidades ecológicas específicas.

Como se pode observar, o termo Diversidade de Espécie apresenta diferentes interpretações. HURLBERT<sup>39</sup> enfoca este fato, analisando as literaturas que tratam sobre o assunto, nas quais segundo o autor contém muitas semânticas conceituais e problemas de ordem técnica. Mostra em seu trabalho que, como consequências desses problemas, o conceito sobre Diversidade tem

se tornado sem significado e, sugere, aos ecologistas, que definam critérios mais apropriados para as relações espécies-abundância e passem a confiar menos nas teorias de Informação e outras analogias.

Deste modo, HURLBERT<sup>39</sup> em seu trabalho faz severas críticas aos índices de diversidade derivados da teoria de Informação, tais como o índice de Diversidade H de SHANNON & WEAVER<sup>81</sup> e o índice H' de Brillouin, além de outros. Porém, elogia as características do índice de SIMPSON<sup>83</sup>, como sendo biologicamente interpretável, pois refere-se a Probabilidade de Encontro Interspecífico, o qual ele chama de PIE.

#### 2.1.2. RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA

Uma floresta frequentemente abrange grandes áreas e é muito complexo para que se possa considerá-lo como uma unidade ecológica capaz de ser estudado em detalhes durante um curto espaço de tempo. Por esta razão, torna-se difícil determinar o número total de espécies no povoamento e, conseqüentemente, os estudos da diversidade são invariavelmente desenvolvidos sobre uma compilação de grupos taxonômicos particulares.

Nos gráficos representativos da relação Espécie-Área, o número acumulado de Espécies é plotado contra o número acumulado de amostras físicas, onde cada amostra pode ser uma quadra, intervalo de transecto, um ponto do point-quarter, etc., dependendo do método de amostragem utilizado. Se o número acumulado de espécie é plotado contra o tamanho acumulado da área amostrada, isto é chamado uma CURVA ESPÉCIE-ÁREA, e no caso de ser plotado contra o número acumulado das amostras recebe a denominação de CURVA-ESPÉCIE-AMOSTRA (BROWER & ZAR<sup>11</sup>).

A curva Espécie-Área é por sua vez de grande utilidade

em comparações de Diversidades de diferentes comunidades e nos estudos da estrutura de povoamentos.

POOLE<sup>74</sup> cita que a curva Espécie-Área frequentemente se ajusta bem pela função potencial dada por,  $S = cA^z$  que linearizando tem-se  $\log S = \log c + z \log A$ , onde S e A correspondem ao número de espécies e a área respectivamente, enquanto que c e z são os coeficientes a serem estimados pelo processo dos mínimos quadrados.

KILBURN<sup>44</sup> analisando a relação do número de espécie e área em várias comunidades de plantas no Estado de Illinois, entre outros, obteve a seguinte equação  $\log S = \log 12,4 + 0,26 \log A$  através do ajuste da função potencial, enquanto que HALL & OKALI<sup>22</sup> investigando a composição florística de um terreno abandonado próximo a Ibadan, Nigéria utilizou a função  $Y = a + b \ln X$ , sendo Y e X o número de espécies e o tamanho das amostras respectivamente, e obteve a equação  $Y = 82,39 + 20,7 \ln X$  para as árvores com  $CAP > 10$  cm e  $Y = 40,12 + 12,84 \ln X$  para  $CAP > 30$  cm.

### 2.1.3. RELAÇÃO ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA

Muitas tentativas tem sido feitas para ajustar diferentes tipos de distribuições matemáticas para a relação espécie-abundância. Algumas dessas distribuições foram propostas com ajustes empíricos para os dados, enquanto que outras foram derivadas de hipóteses previamente formuladas. Os ecologistas parecem não aceitar tais distribuições matemáticas, mesmo se a distribuição hipotetizada ajusta-se bem à relação observada Espécie-Abundância, tendo em vista que o ajuste independe dos postulados do modelo, motivo pelo qual seu valor é puramente subjetivo.

Por estas e outras razões é que POOLE<sup>74</sup> cita que as relações Espécie-Abundância tem sido reportadas como "Questões cujas

respostas não tem ainda tido fundamentos". Entretanto, concorda que as distribuições matemáticas promovem um método conveniente de comparação entre dois grupos de espécies taxonomicamente limitados.

Dentre as distribuições matemáticas encontradas na literatura, POOLE<sup>74</sup> cita a distribuição logarítmica a qual proporciona ajustes empíricos da relação observada espécie-abundância, proposta inicialmente por FISHER, R.A., quem hipotetizou que uma distribuição de frequência do número de espécies com um dado número de indivíduos seria melhor ajustada por uma série logarítmica dada por

$$\alpha x, \frac{\alpha x^2}{2}, \frac{\alpha x^3}{3}, \dots, \frac{\alpha x^n}{n}$$

onde  $\alpha x$  é o número de espécies com um indivíduo,  $\alpha x^2/2$  é o número de espécies com dois indivíduos, e assim sucessivamente.

POOLE<sup>74</sup> cita que MacArthur R.H., em 1957, foi um dos primeiros a tentar desenvolver um modelo sob um conjunto de hipóteses baseando-se na utilização dos recursos disponíveis na comunidade pelas espécies. As hipóteses formuladas foram então testadas muitas vezes através de diferentes conjuntos de dados observados de abundância, porém, por várias razões, as aproximações não apresentaram estimativas satisfatórias.

O modelo de MacArthur baseia-se na premissa que S espécies dividem o ambiente dentro de S nichos de tamanhos não coincidentes distribuídos aleatoriamente.

Sendo N o número total de indivíduos, a abundância da j-ésima espécie ( $N_j$ ) é a porcentagem do número total de indivíduos em uma comunidade dada por

$$E(N_j/N) = 1/S \sum_{i=1}^{N_j} 1/(S - i + 1)$$

Nesta expressão matemática, nota-se que somente S (número de espécies) é o parâmetro da distribuição. Então, conhecendo-se S, pode ser obtida a estimativa da abundância relativa de cada espécie, classificada segundo uma ordem de valor de importância.

Segundo POOLE<sup>74</sup>, a porcentagem do número total de indivíduos de todas as espécies de uma comunidade, pode ser estimada pela distribuição geométrica, baseado sobre o maior ou menor sucesso da espécie em utilizar os recursos disponíveis ao seu redor, a qual é comumente utilizada pelos ecologistas sob a forma:

$$n_i = NK(1 - K)^{i-1} = n_1 c^{i-1}$$

onde  $n_i$  é a porcentagem de importância para a espécie  $i$  na sequência das espécies mais comuns para as mais raras e  $c$  é a razão do valor de importância de uma espécie para a sua predecessora na sequência de classificação das espécies.

A distribuição geométrica, para ajustar a relação espécie-abundância é usada mais frequentemente em comunidades extremamente dominadas por uma espécie, bem como para aquelas comunidades de plantas que ocorrem em vários ambientes com um pequeno número de espécies.

PRESTON<sup>75</sup> propôs a distribuição lognormal para relacionar o número de espécies para uma dada Abundância, baseando-se na premissa de que em uma comunidade grande e diversa, existirão muitas espécies moderadamente abundante e poucas espécies raras ou comuns, cuja distribuição é normal determinada por um grande número de fatores independentes.

O mesmo autor postulou que dados "plotados" em um sistema de eixos cartesianos no qual a abcissa é dividida em intervalos geométricos (1 a 2, 2 a 4, 4 a 8, 8 a 16, e assim por diante), denominado por "OCTAVE" e na ordenada o número de espécies, pode

ser ajustada pela seguinte função

$$S_i = S_0 e^{-(a.R)^2}$$

onde  $S_i$  é o número de espécie estimado no octave  $i$ ,  $S_0$  é o número de espécies no octave modal, isto é, o octave em que ocorre o maior número de indivíduos e que recebe o número zero, enquanto que os demais octaves são numerados para mais (+) e para menos (-) em direção dos lados da curva,  $R$  corresponde ao número de octaves distantes do Octave modal e  $a$  o parâmetro a ser estimado (frequentemente aproxima-se de 0,2, WHITTAKER<sup>96</sup>).

A relação Espécie-Abundância também pode ser estudada independentemente da preocupação de ajustar distribuições matemáticas, através da curva de Abundância Relativa.

WHITTAKER<sup>96</sup>, BROWER & ZAR<sup>11</sup> mostram em seus trabalhos que a curva de Abundância Relativa pode ser construída usando-se densidade, cobertura, biomassa, frequência, produtividade, ou valor de importância. As espécies são ordenadas em uma sequência de 1 a  $S$ , sendo  $S$  o número total de espécies considerados, da mais abundante para a menos abundante. Então, a abundância (ou cobertura, biomassa, etc.) é plotada sobre uma escala logarítmica contra a correspondente classe como visto na figura 01. A curva A exemplifica a mais alta diversidade e mais baixa dominância; a curva D representa a mais baixa diversidade entre as 4 curvas e a mais baixa dominância.

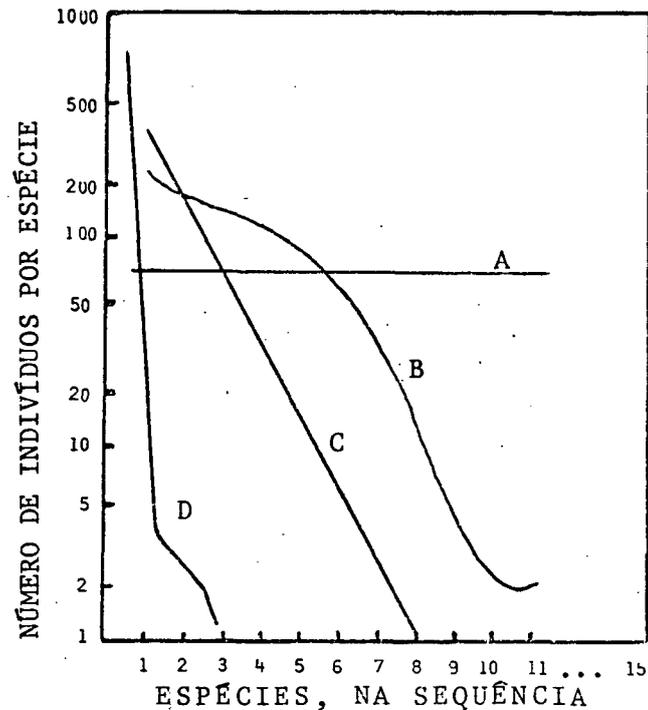


Fig. 01: Curva de Abundância Relativa também chamada como "Curva de Diversidade", ou "Curva de Importância de Espécies".

(Fonte: BROWER & ZAR<sup>11</sup>).

BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que uma comunidade com um alto grau de diversidade tenderá ter mais espécies e uma abundância mais constante por espécie do que teria uma comunidade de baixa diversidade. Na fig. 01 a curva A representa uma comunidade com diversidade extremamente alta, enquanto que a curva D representa uma comunidade com uma diversidade muito baixa. Porém, nenhuma dessas situações é provável de se encontrar na natureza. As curvas B e C são encontradas, como por exemplo, árvores em uma floresta decídua que são intermediárias entre as curvas A e D. A curva C representa a situação onde as muitas espécies abundantes apresentam o dobro de indivíduos em relação a próxima espécie mais abundante. Sobre tal gráfico, comunidades com baixa diversidade e ou um alto

grau de dominância tendem a ter curvas muito íngremes, enquanto que com alta diversidade e baixa dominância assumem um aspecto mais horizontal.

#### 2.1.4. MEDIDAS DE DIVERSIDADE, UNIFORMIDADE, DOMINÂNCIA

Como visto anteriormente as curvas da relação espécie-abundância são de grande interesse dada suas relações para outras características da comunidade, como é o caso da diversidade de espécies.

O modo pela qual os indivíduos de uma população se distribuem entre as espécies é chamado de Uniformidade ou Equitabilidade, normalmente relacionado com a maior ou menor suavidade da inclinação da curva de abundância relativa (fig. 01).

WHITTAKER<sup>96</sup> cita que um caminho muito simples de expressar a equitabilidade é através do número médio de espécies pelo logaritmo do ciclo da curva de abundância relativa, dado por:

$$E_c = S / (\log n_1 - \log n_s)$$

onde S é o número de espécies na área amostrada,  $n_1$  e  $n_s$  é o menor e o maior valor de importância respectivamente após as espécies terem sido colocadas na sequência de ordem de importância.

Quando se trabalha com comunidades de plantas é conveniente conhecer o grau de concentração dos valores de importância das primeiras espécies dominantes, através de medidas de Concentração de Dominância.

O mesmo autor cita ainda que a Equitabilidade é diretamente correlacionada com a diversidade, ao passo que a Concentração de Dominância é inversamente correlacionada com ambas. Em comunidades de plantas normalmente é aconselhável medir a Diversidade e a concentração de Dominância, enquanto que, a Diversidade e a Equitabilidade é preferida em comunidades de animais.

Muitas medidas de diversidade são encontradas nas literaturas que tratam sobre o assunto, porém todos os autores são unânimes em afirmar que a mais simples medida de Diversidade é dada pelo número de espécies (S) em uma área amostrada de tamanho conhecido.

MACGALEF<sup>52</sup> propôs uma medida de diversidade dada por  $D_1 = (S-1)/\log N$ . Para a mesma finalidade, MENHINICK<sup>57</sup> utilizou o índice de diversidade expresso por  $D_2 = S/(N)^{1/2}$ . Porém, BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que tanto a riqueza de espécies (S) quanto os índices  $D_1$  e  $D_2$  são de uso inadequados em virtude de que tais medidas nem sempre diferenciam-se entre as diversidades de diferentes comunidades existindo o mesmo número de espécies (S) e o mesmo número de indivíduos (N).

McINTOSH<sup>56</sup> propôs  $(\sum n_i^2)^{1/2}$  como uma medida de dominância, da qual o índice de diversidade pode ser derivado como:

$D_3 = (1 - \sum_{i=1}^S p_i^2)$ . Esta expressão é o complemento da medida de concentração de SIMPSON<sup>83</sup>, onde  $p_i$  é a proporção do total em relação a abundância de cada espécie.

WILLIAMS<sup>97</sup> e YULE\*, citado por BROWER & ZAR<sup>11</sup> também incluíram as medidas  $D_4$  e  $D_5$ , respectivamente, como medidas de diversidade,

$$D_4 = 1/[1 - (N/N-1)(1 - \sum_{i=1}^S p_i^2)]$$

e

$$D_5 = [1 - (N/N-1)(1 - \sum_{i=1}^S p_i^2)] [(N-1)/N]$$

por outro lado MacARTHUR & WILSON\*\* citado por BROWER & ZAR<sup>11</sup> sugeriram  $D_6 = (1/\sum_{i=1}^S p_i^2)$  também como um índice de diversidade.

..

\* YULE, G.U.: The Statistical Study of Librery Vocabulary. Cambridge, Univer. Pres., London, 306 p., 1944

\*\* MacARTHUR, R.H & WILSON, E.O.: The Theory of Island Biogeography. Princeton, Univ. Press, Princeton, N.J., 203 p., 1967.

SIMPSON<sup>83</sup> mostra em seu trabalho que se dois indivíduos são tomados aleatoriamente em uma comunidade de N indivíduos, a probabilidade de que ambos sejam de mesma espécie é dada por

$$C = \frac{\sum_{\lambda=1}^S n_{\lambda}(n_{\lambda} - 1)}{[N(N - 1)]}$$

sendo que  $n_{\lambda}$  é o número de indivíduos da  $\lambda$ -ésima espécie e N o número total de indivíduos.

A mais alta dessa probabilidade, que constitui uma medida de dominância, corresponde à mais baixa diversidade. Por esta razão, a medida de diversidade de Simpson passou a ser utilizada por muitos ecologistas como  $D_7 = (1-C)$  pelo fato do valor aumentar com o aumento da Diversidade.

Por outro lado, BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que alguns ecologistas tem utilizado o inverso do índice de dominância de Simpson (C) como uma outra medida de Diversidade, isto é,  $D_8 = (1/C)$ .

O índice de diversidade  $D_8$  é uma expressão do número de vezes que precisaríamos tomar aleatoriamente pares de indivíduos do total da comunidade para obter um par de mesma espécie. A medida de diversidade de Simpson,  $D_7$ , explica a dominância ou a Concentração da abundância dentro de uma ou duas espécies mais comuns da Comunidade, em contraste com os índices H e H' derivados da teoria de Informação que expressam a uniformidade relativa da abundância entre todas as espécies.

Como HURLBERT<sup>39</sup> e entre outros POOLE<sup>74</sup> e, BROWER & ZAR<sup>11</sup> que sugerem o uso do índice de Simpson, muitos outros preferem o uso de medidas de diversidade baseados sobre a teoria de informação principalmente os índices H e H'.

Se os dados forem oriundos de uma amostragem aleatória da abundância das espécies de uma grande comunidade o índice de Diversidade H' de SHANNON-WEAVER<sup>81</sup> pode ser utilizado, e é dado por

$$H' = -\sum_{\lambda=1}^S p_{\lambda} \log p_{\lambda}$$

ou pela equação equivalente

$$H' = (N \log N - \sum_{i=1}^S n_i \log n_i) / N$$

a qual evita a necessidade de converter as abundâncias ( $n_i$ ) para as proporções  $p_i = n_i/N$ , evitando assim erros de arredondamentos (BROWER & ZAR<sup>11</sup>).

No caso da coleta dos dados de Abundância das espécies ter sido realizado no total da comunidade, isto é, sem a utilização de um sistema de amostragem, o índice de Diversidade H de Brillouin será preferido (POOLE<sup>74</sup>).

As principais notações da medida de diversidade H encontradas na literatura são:

$$1 - H = (1/N) \log \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_S!}$$

$$2 - H = [\log (N! / \prod n_i!)] / N$$

$$3 - H = (\log N! - \sum \log n_i!) / N$$

onde

N = o número total de indivíduos da comunidade

$n_i$  = algumas vezes notado por  $N_i$ , é o número de indivíduos por espécie  $i$

$\prod$  = a letra grega pi maiúscula, que significa fazer o produto, como pode ser visto pela comparação entre a 1<sup>a</sup> e a 2<sup>a</sup> formulação.

! = símbolo padrão para indicar fatorial

Segundo BROWER & ZAR<sup>11</sup> a 3<sup>a</sup> formulação é normalmente a mais utilizada, tendo em vista a existência de publicações de tabelas de  $\log_{10} n!$ .

A uniformidade, segundo o mesmo autor, pode ser expressa pela consideração de como um conjunto observado de Abundância de espécies está próximo para a diversidade máxima possível para um determinado número total de indivíduos e de espécies, N e S, respectivamente.

A diversidade máxima possível ocorre em uma comunidade de  $N$  indivíduos de um total de  $S$  espécies, quando a ocorrência de cada espécie  $i$  ( $n_i$ ) é igual a relação de  $N/S$ . O valor máximo possível das medidas de Diversidade  $D_7$  e  $D_8$  e de  $H$  e  $H'$  são como apresentados por BROWER & ZAR<sup>11</sup>, dados por

$$D_7 \text{ máx} = [(S - 1)/S] [N/(N-1)]$$

$$D_8 \text{ máx} = S[(N - 1)/(N - S)]$$

$$H_{\text{máx}} = [\log N! - (S - \kappa) \log C! + \kappa \log (C + 1)!] / N$$

$$H'_{\text{máx}} = \log S$$

Na equação de  $H_{\text{máx}}$ , o valor de  $C$  será a porção inteira, antes da vírgula, da divisão de  $N$  por  $S$  e, o valor de  $\kappa$  (o resto da divisão) é determinado por  $\kappa = N - (S.C)$ .

A uniformidade da distribuição dos  $N$  indivíduos entre as  $S$  espécies em um conjunto de dados, expressa quanto o índice de diversidade está próximo do índice de Diversidade máxima. Entre as expressões de Uniformidade, as quais são função do índice de Diversidade mais comumente usados, citados por BROWER & ZAR<sup>11</sup>, POOLE<sup>74</sup>, temos

$$E_7 = D_7 / D_7 \text{ máx}$$

$$E_8 = D_8 / D_8 \text{ máx}$$

$$J = H / H_{\text{máx}}$$

$$J' = H' / H'_{\text{máx}}$$

BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que as quantidades  $(1 - J)$  ou  $(1 - J')$  bem como os inversos  $1/J$  ou  $1/J'$  podem ser usados como uma expressão de dominância, sendo que as duas primeiras terão um baixo valor (zero sendo o mínimo) quando a dominância é baixa e um alto valor (máximo de 1,0) quando a dominância for alta. Por esta razão essas medidas são usadas mais frequentemente.

### 2.1.5. APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE DIVERSIDADE

HALL & OKALI<sup>28</sup> realizaram uma análise estrutural e florística de uma floresta secundária em um terreno abandonado após 8 anos cobrindo uma área de 40 ha próximo a Ibadan, Nigéria, a qual apresentou uma alta diversidade.

No estudo, a Diversidade foi determinada por meio do índice de Simpson, cujos seus inversos foram utilizados.

Os autores utilizaram os limites mínimos de 10 cm e 30 cm de CAP para investigar o modo pelo qual a diversidade é afetada. Para o limite mínimo de circunferência de 10 cm, a maioria (80%) dos valores calculados declinaram a partir da Classe 0,05 a 0,15, indicando alta diversidade. Com o aumento do limite mínimo de circunferência ocorreu uma grande variabilidade na diversidade entre parcelas, bem como a diversidade também aumentou com o aumento da área amostrada. Deste modo, os resultados mostraram a influência do tamanho e composição das amostras na determinação da diversidade no tipo de vegetação estudada.

BAZZAR<sup>98</sup> estudando os ecossistemas em campos abandonados em florestas decíduas, utilizou o índice de SHANNON-WIEVER. Além dos resultados específicos de seu trabalho aliados a outros, permitiram ao autor sugerir as seguintes tendências da diversidade em ecossistemas sucessionais secundários: nos ecossistemas, em campos abandonados de florestas decíduas, a diversidade das espécies de plantas geralmente aumentam com a sucessão e atingem um máximo a um determinado estágio da floresta, isto é, quando a associação de espécies tolerantes e intolerantes à sombra estão presentes em conjunto na comunidade; A diversidade de espécies pode ser alta em comunidades sucessionais nas quais existem um alto grau de heterogeneidade nos micro ambientes vertical e horizontal; Diversidade de espécies relativamente baixa em uma comunidade sucessio

nal pode resultar do desenvolvimento de forte dominância pelas espécies com alelopatia química ou outros meios efetivos de interferência.

AUCLAIR & GOFF<sup>3</sup> utilizaram o índice de SHANNON-WIEVER para estudar a diversidade de espécies em floresta sucessional de áreas dos grandes lagos nos EUA, e concluíram que a diversidade de espécies de plantas aumentam constantemente com o tempo sobre sítios secos. Sobre sítios intermediários, a diversidade aproxima-se de uma assíntota mais tardiamente na sucessão, porém sobre sítios úmidos eleva-se para um pico e então declina vagarosamente.

WHITTAKER<sup>94</sup> cita que as Curvas de Diversidade-Dominância de Comunidades sucessionais são inicialmente geométricas, confirmando a hipótese de "preemption niche". Por outro lado, ZAR<sup>8</sup> mostra que as Curvas de Diversidade-Dominância tornam-se menos íngremes com o tempo, quando mais espécies são adicionadas e gradualmente aproxima-se de uma distribuição lognormal com o aumento de espécies com valores de importância relativamente intermediários.

RISSER & RICE<sup>77</sup> estudando a diversidade de espécies de plantas em florestas de terra firme em Oklahoma mostram que o índice de concentração de Dominância de Simpson bem como o índice de concentração de dominância de McNaughton (no qual os dois valores de área basal relativa mais altas são somados) apresentaram uma relação inversa com o índice de Diversidade de Shannon-Weaver. Deste modo, a diversidade diminui e a concentração aumenta ao longo do gradiente de Este para Oeste. Concluíram ainda que a diversidade de espécies das florestas de Oklahoma é geralmente baixa para a média comparada com florestas sulinas de Appalachian.

FORMAN & HAHN<sup>17</sup> estudando uma floresta semi-decídua do Caribe obtiveram um índice de Shannon-Weaver usando o  $\log_2$  de 4,37, número extremamente alto quando comparado ao valor de

4,8 registrados para as florestas semiperenes das ilhas de Baixo Colorado, Panamá. Segundo os autores, isto se deve ao fato de uma equiltabilidade muito alta ( $J' = 0,9$ ). Com os valores de  $H'$  e  $J'$  altos reflete a baixa abundância relativa das espécies mais freqüentes.

## 2.2. DISPERSÃO DE ESPÉCIES

### 2.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

POOLE<sup>74</sup> cita que uma população animal ou de plantas aumenta exponencialmente em uma área essencialmente ilimitada, em que a densidade da população aumenta com o tempo e o número de indivíduos aproxima-se do infinito. Tais mudanças implicam que uma associação florestal deve ser caracterizada com exatidão suficiente, de maneira a permitir sua identificação a qualquer momento e possibilitar a comparação com outras comunidades semelhantes.

HOLDRIDGE<sup>35</sup> cita que um dos problemas consiste na determinação das unidades naturais básicas, por que em muitos casos, existem processos evolutivos e normalmente são adotados critérios subjetivos. Emora, muitos ecólogos duvidem da validade das unidades ou agrupamentos naturais da vegetação, a maioria parece aceitar que a associação ou comunidade é uma unidade básica natural das massas vegetais.

Segundo POOLE<sup>74</sup> o padrão de distribuição de uma população, exemplificando como as posições dos indivíduos no ambiente representa, a qualquer instante, a culminação de uma história de vida, morte e movimento.

BUDOWSKI\* citado por VILLANUEVA<sup>90</sup> mostra que dentro da floresta tropical úmida as espécies que integram as diferentes etapas da sucessão apresentam características definidas em sua distribuição. Estes padrões de distribuições são os resultados de muitos fatores, como solo, relevo, geologia, morfologia da espécie etc., existindo assim uma tendência a uma associação estável ou instável, a qual depende da etapa da sucessão.

BROWER & ZAR<sup>11</sup> citam que a informação somente da densidade das espécies de um povoamento florestal pode dar um quadro incompleto de como a floresta é constituída dentro do habitat, isto é, duas populações podem ter a mesma densidade porém os padrões espaciais completamente diferentes. O modo pelo qual os indivíduos são distribuídos em um habitat é chamado Dispersão, enquanto que a não aleatoriedade em vegetação é frequentemente referida como Padrão (pattern), podendo tomar a forma de uma agregação de indivíduos conhecida como Contágio (contagion), ou uma distribuição uniforme referida como Regularidade (regularity).

A aleatoriedade na distribuição dos indivíduos em uma população é o ponto de partida de interesse dos ecologistas pelo fato de caracterizar a vegetação de uma espécie particular.

Segundo POOLE<sup>74</sup>, e JANZEN<sup>42</sup> entre outros, muitas são as causas que originam os padrões de distribuições, sendo que os padrões de distribuições aleatórios e regular tendem a ocorrer com menor frequência quando comparados com padrões agregados. As causas podem ser intrínsecas (característica da planta), ou extrínsecas devidas aos fatores ambientais), ou ambas. Padrões causados intrinsecamente podem ser o resultado da disseminação das sementes, re

---

\* BUDOWSKI, G.: La identificación en el campo de los árboles forestales mas importantes de la América Central. Turrialba, C. Rica, IICA, 1954, 324 p. (mimeografadas).

feridos como padrões reprodutivos, ou a morfologia vegetativa da espécie.

JANZEN<sup>42, 43</sup>, hipotetizou que em florestas tropicais um grande número de predadores específicos de espécie causam grande mortalidade de sementes e mudas próximo a árvore-mãe, porém com menor efeito a maiores distâncias, podendo ser essa a razão mais importante para a dispersão das árvores da floresta tropical. Este modelo de predação mantém um padrão de distribuição regular com grandes distâncias entre árvores.

#### 2.2.2. MEDIDAS DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES

POOLE<sup>74</sup>, BROWER & ZAR<sup>11</sup>, GOLDSMITH & HARRISON<sup>23</sup>, WHITTAKER<sup>96</sup>, BARROS & MACHADO<sup>6</sup> entre outros ilustram com padrões hipotéticos, a distribuição agregada, regular e aleatória de indivíduos em um habitat contínuo, de modo a enfatizar que o tamanho das unidades de amostras (quadras) influenciam na detecção da aleatorização ou agregação dos indivíduos na área.

GREIG-SMITH<sup>26</sup> ilustra melhor o efeito do tamanho das unidades de amostras através de gráficos, utilizando uma série de quadras cada vez maiores para medir a dispersão dos indivíduos em uma situação artificial.

POOLE<sup>74</sup>, mostra que frequentemente os indivíduos de uma população podem não ser distribuídos entre unidades discretas, mas continuamente por toda área, porém mais densamente em alguns locais do que em outros. Netes casos os habitats podem ser considerados como uma série de unidades em uma distribuição de frequência, sendo que as classes de distribuição de frequência são o número de unidades com um dado número de indivíduos.

Se numa distribuição de frequência de unidades discretas

for assumido que, cada indivíduo ocorra em uma unidade de forma totalmente aleatória e independente da ocorrência do outro, esta distribuição é uma distribuição de POISSON dada pela função

$$P(X) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^x}{X!}$$

na qual  $X$  é o número de indivíduos por unidade,  $\mu$  a média do número de indivíduos,  $X!$  símbolo padrão para fatorial de  $X$  e  $e$  a base do logaritmo natural ( $e = 2,7182818$ )

POOLE<sup>74</sup> cita ainda que, na natureza as populações nem sempre apresentam uma dispersão aleatória de seus indivíduos e a probabilidade de se encontrar  $X$  indivíduos em uma unidade de amostra, nem sempre pode ser estimada pelo uso da distribuição de POISSON. Deste modo, várias funções de distribuições matemáticas tem sido propostas para ajustar uma distribuição de frequência observada, se os indivíduos tendem a ocorrer em poucas unidades de amostras. A função de distribuição binominal negativa é uma delas, e tem mostrado bons ajustes para muitas distribuições de frequência.

$$P(X) = \frac{1}{q^K} \frac{(K)(K+1)(K+2)\dots(K+X-1)}{X!} \left(\frac{p}{q}\right)^X$$

onde  $p = \bar{X}/K$ ,  $q = p+1$  e  $K$  é o parâmetro da distribuição, podendo ser estimado por 3 diferentes maneiras, das quais duas por processo iterativo (BLISS & FISHER<sup>9</sup>).

Os trabalhos de BLISS & FISHER<sup>9</sup>, POOLE<sup>74</sup>, WHITTAKER<sup>96</sup>, apresentam o emprego da distribuição através de exemplos numéricos e VILLANUEVA<sup>90</sup>, trabalhando com dados de floresta tropical em Iquitos-Peru, verificou que a maioria das 28 espécies estudadas foram melhor ajustadas pela distribuição binominal negativa, concluindo

do que muitas espécies dominantes da floresta tropical revelam uma distribuição contagiosa.

O ajuste das distribuições matemáticas a uma dada distribuição observada geralmente é testado através do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) calculado como:

$$\chi^2 = \sum_{x=0}^N \frac{(O - E)^2}{E}$$

onde  $O$  é a frequência observada de  $X$ ,  $E$  a frequência esperada. O valor do  $\chi^2$  calculado é então comparado com o valor da distribuição Qui-quadrada para um nível de significância  $\alpha$  e seus graus de liberdade ( $n^\circ$  de classes de frequência observada menos dois,  $(N-2)$ ).

Em virtude dos problemas de amostragem, referentes ao espaçamento das unidades e seus respectivos tamanhos enfatizados por POOLE<sup>74</sup>, GREIG-SMITH<sup>26</sup>, PIELOU<sup>71, 72</sup>, STOWE & WADE<sup>85</sup>, SIMBERLOFF<sup>82</sup>, BATCHELER<sup>7</sup>, tem discutidos outros sistemas que independem do tamanho das quadras, principalmente aqueles baseados em métodos de amostragem, cujas as unidades da amostra são indivíduos ou pontos através das técnicas do vizinho mais próximo, como é o caso do método de CLARK & EVANS<sup>12</sup>, o método de HOLGATE<sup>36</sup>, o índice de agregação de HOPKINS<sup>37</sup>, além do método gráfico que consiste na análise sobre o mapeamento de todos os indivíduos da área.

Dentre os métodos baseados em unidades de amostra (quadras) o índice de agregação de MORISITA (BROWER & ZAR<sup>11</sup>) é pouco influenciado pelo tamanho das quadras apresentando excelentes qualidades na detecção do grau de dispersão, e é dado por

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N n_i(n_i-1)}{n(n-1)} \cdot N$$

onde " $N$ " é o número total de parcelas, " $n_i$ " é o número de indi

vídus na  $i$ -ésima quadra e "n" o número total de indivíduos em todas as quadras.

Os índices de agregação propostos por McGUINNES<sup>54</sup> e por FRACKER & BRISCHLE<sup>18</sup> dados pelas relações  $(D/d)$  e por  $[(D - d)/d^2]$  respectivamente, ambos relacionam a densidade observada (D) com a densidade esperada (d).

HAZEN<sup>32</sup> utilizou a razão variância/média para formular seu índice dado por

$$I_H = \frac{s^2}{\bar{X}} (n - 1)$$

o que equivale a um valor qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

BARROS & MACHADO<sup>6</sup> apresentam em seus trabalhos a metodologia completa da aplicação dos índices de agregação baseados em unidades de amostra (quadras) através de exemplos numéricos, bem como uma explanação mais detalhada dos demais índices, incluindo a metodologia de análise de Padrão desenvolvido por GREIG-SMITH<sup>26</sup> que possibilita delimitar a presença de agregação e sua escala (tamanho).

MALLEUX<sup>51</sup> estudou a distribuição de 10 espécies florestais, aplicou os métodos de HAZEN, McGUINNES, e o teste de qualidade de ajuste de distribuição de POISSON através do qui-quadrado, além do método gráfico.

FORMAN & HANN<sup>17</sup> estudando os padrões espaciais de árvores com  $DAP > 10\text{cm}$ . em uma área de 4 ha de floresta nos Estados Unidos, através do índice de dispersão baseado sobre a razão variância/média das 16 espécies mais abundantes indicaram padrões de distribuições agregadas para 12 das espécies e somente uma distribuída regularmente.

O mesmo autor cita ainda que a combinação de altas diversidades de espécies com muitos padrões de distribuição agregado

é pequenas distâncias (maiores que 10 m e menores que 25m) entre indivíduos tanto das espécies raras como para as espécies abundantes, indicam que outros mecanismos além de predadores específicos de espécies, são importantes nas diferenças de diversidade de árvores do sub-bosque em florestas tropicais e temperadas. A importância dos microhabitats é evidenciado. Um grande número de publicações indicam evidências de uma predominância de padrões agrupados e uma escassez de padrões de distribuição regulares para espécies de árvores em florestas tropicais.

FORMAN & HANN<sup>17</sup> citam um grande número de trabalhos referentes a padrões de distribuição de áreas, principalmente da Malásia, um do Panamá, um da Costa Rica e um da Amazônia brasileira referindo-se ao trabalho de PIRES et al de 1953. Com bases nesses estudos, observou-se que em florestas tropicais, as espécies de árvores são distribuídas principalmente por padrões agregados ou aleatórios, mais do que uma distribuição regular, como predito pelas hipóteses de predadores específicos de espécies, por JANZEN<sup>42</sup>.

VEBLEN<sup>89</sup> mostra que através de uma análise de padrão a distribuição espacial de várias espécies de Nothofagus são grandemente afetadas por distúrbios, os quais, criam periodicamente condições favoráveis para sua regeneração. Suas distribuições espaciais são também grandemente afetadas pelas interações intra e interespecíficas das plantas.

### 2.3. ASSOCIAÇÃO DE ESPÉCIES

Segundo GOLDSMITH & HARRISON<sup>23</sup> a distinção entre associação e correlação em um sentido estatístico, consiste em que Associação refere-se a dois atributos, normalmente espécies, podem ser presença ou ausência, isto é, dados qualitativos, enquanto que correlação refere-se a duas variáveis as quais são relacionadas quantitativamente.

Associação é usada em ecologia em um sentido abstrato, para referir as características semelhantes de espécies comparáveis para uma comunidade, o que aparece como uma unidade da vegetação ou, no sentido concreto, como uma medida da similaridade de ocorrência de duas espécies. No sentido concreto é medido usando estatística, tal como qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e outros índices.

Os dados de presença das espécies são registrados em quadras distribuídas aleatoriamente e os dados arranjados em forma de uma tabela de contingência 2x2 tal que (a) é o número de quadras contendo ambas as espécies, (b, c) o número com somente uma e (d) o número com ausência de ambas, como apresentado na tabela nº 1.

TABELA nº 01: Tabela de contingência 2x2

		Esp. A		
		+	-	
Espécie B	+	a	b	a + b
	-	c	d	c + d
		a + c	b + d	n

O teste Qui-quadrado é usado para determinar se a ocorrência mútua das duas espécies é mais ou menos frequente do que o esperado, dado por

$$\chi^2_{\text{obs}} = \frac{(ad - bc)^2 \cdot n}{(a+b)(b+d)(c+d)(a+c)}$$

e o resultado é examinado comparando-se com uma tabela  $\chi^2$  com um nível  $\alpha$  de significância e 1 grau de liberdade.

O teste  $\chi^2$  somente detecta presença ou ausência de alguma forma de associação não sendo uma medida do grau de associação.

As literaturas que tratam do assunto referem-se que a associação é positiva quando ( $ad > bc$ ) e negativa quando ( $ad < bc$ ). GOLDSMITH & HARRISON<sup>23</sup> citam que este resultado é dependente sobre o tamanho das quadras visto que os dados são de frequência e deverá ser interpretado com cuidado. Se um grande número de associações positivas são obtidas é provável que o tamanho das quadras seja muito grande. Por outro lado, a influência dos padrões de distribuições das espécies fazem com que quadras pequenas introduzam fortes associações negativas.

COLE<sup>13</sup> inicialmente propôs uma medida de associação em que assumiria o valor zero se as duas espécies fossem distribuídas independentemente uma da outra, os valores +1 e -1 se as espécies fossem completamente associados positivamente e negativamente respectivamente, porém o valor não variava linearmente com os valores da célula  $a$  da tabela de contigência. Por esta razão criou dois coeficientes,  $c_1$  para casos de associação positiva e  $c_2$  se negativa. Os índices  $c_1$  e  $c_2$  são dados por:

$$c_1 = \frac{ad - bc}{(a+b)(a+c)} \quad \text{quando } (ad \geq bc)$$

$$c_2 = \frac{ad - bc}{(b+d)(c+d)} \quad \text{quando } (ad < bc)$$

Mais tarde os índices  $c_1$  e  $c_2$  foram agrupados em um único coeficiente por HURLBERT<sup>38</sup> dado por:

$$c = \frac{ad - bc}{|ad - bc|} \left| \left( \frac{\chi^2_{\text{obs}}}{\chi^2_{\text{máx}}} \right)^{1/2} \right|$$

onde o qui-quadrado máximo é determinado segundo as seguintes condições:

$$(i) - \chi^2_{\text{máx}} = \frac{(a+b)(b+d) \cdot n}{(a+c)(c+d)} \quad \text{quando } ad \geq bc;$$

$$(ii) - \chi^2_{\text{máx}} = \frac{(a+b)(a+c) \cdot n}{(b+d)(c+d)} \quad \text{quando } ad < bc, \text{ e } a \leq d$$

$$(iii) - \chi^2_{\text{máx}} = \frac{(b+d)(c+d) \cdot n}{(a+b)(a+c)} \quad \text{quando } ad < bc, \text{ e } a > d$$

Porém, BRAY\* citado por HURLBERT<sup>38</sup> quando da aplicação do índice de Cole verificou ter se mostrado tendencioso devido as influências da competição interespecífica em função da frequência e da heterogeneidade das espécies dentro das quadras.

Segundo HURLBERT<sup>38</sup> a tendenciosidade do índice de Cole é consideravelmente diminuída se  $\chi^2_{\text{mín}}$  for subtraído dos valores do  $\chi^2_{\text{obs}}$  e do  $\chi^2_{\text{máx}}$ . Deste modo o autor define um novo índice dado por:

$$c = \frac{ad - bc}{|ad - bc|} \left| \left( \frac{\chi^2_{\text{obs}} - \chi^2_{\text{mín}}}{\chi^2_{\text{máx}} - \chi^2_{\text{mín}}} \right)^{1/2} \right|$$

\*BRAY, J.R.: A study of the mutual occurrence of plant species. Ecology, 37: 21-28, 1956.

O valor do  $\chi^2_{\text{mín}}$  é o valor do qui-quadrado quando o valor observado de  $a$  diferir de valor esperado  $\hat{a} = [(a+b) \cdot (a+c)]/n$ , sendo formulado como

$$\chi^2_{\text{mín}} = \frac{n^3 (\hat{a} - g[\hat{a}])^2}{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}$$

onde  $g[\hat{a}]$  é o valor inteiro de  $\hat{a}$  arredondado para menos quando  $ad < bc$  e arredondado para mais quando  $ad \geq bc$ .

HURLBERT<sup>38</sup> então cita que seu índice ou assim chamado índice modificado de Cole é o índice de associação interespecífico mais apropriado para usar dados de contigência, pois minimiza o máximo a influência das frequências das espécies, ou heterogeneidade dentro das quadras.

POOLE<sup>74</sup> observou que quando as unidades contendo a espécie A são poucas onde a espécie B é encontrada, o valor do índice de Cole é 1,0. Neste caso, B é completamente associada com A, porém para a espécie A também ser completamente associada com B, A e B sempre ocorrem juntas. Porém, somente quando existir associação absoluta é que o coeficiente de Cole deveria ser igual a 1,0.

POOLE<sup>74</sup> não propôs um método para corrigir o defeito, e HURLBERT<sup>38</sup> incorporou o defeito no seu coeficiente.

RATLIFF<sup>76</sup> apresenta em seu trabalho uma correção tanto do coeficiente de Cole quanto do de Hurlbert através da introdução de uma nova fórmula do qui-quadrado máximo ( $\chi^2_{\text{máx}}$ ) que constitui o maior fator de controle dos índices,

$$\chi^2_{\text{máx}} = \frac{(a+c)(c+d) \cdot n}{(a+b)(b+d)} \quad \text{quando } ad \geq bc \text{ e } c \geq b$$

enquanto que a fórmula do  $\chi^2_{\text{máx}}$  proposta por HURLBERT<sup>38</sup> para quando  $ad \geq bc$  citada anteriormente só será utilizada no caso em que  $c < b$ .

Muitos outros índices são citados na literatura entre os quais o coeficiente de correlação produto momento que relaciona as variáveis X e Y, em que sô podem assumir os valores 1 ou 0, isto é,

$$X = \begin{array}{l} 1 \text{ (espécie A presente)} \\ 0 \text{ (espécie A ausente)} \end{array}$$

$$X = \begin{array}{l} 1 \text{ (espécie B presente)} \\ 0 \text{ (espécie B ausente)} \end{array}$$

dado pelo coeficiente V, onde

$$V = (ad - bc) / \{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)\}^{1/2} = (\chi^2/n)^{1/2}$$

o qual varia em uma amplitude (-1 a +1) sendo igual a zero se as duas espécies forem distribuídas independentemente uma da outra (POOLE<sup>74</sup>, VILLANUEVA<sup>90</sup>, SOKAL & SNEATH<sup>84</sup>, ANDERBERG<sup>1</sup>).

#### 2.4. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DAS ESPÉCIES

ORLÓCI<sup>67</sup> utiliza o termo "Valor de Importância" para expressar a quantidade da soma de quadrados (Variação) ou outra quantidade computada especificamente para cada espécie. Muitos métodos com tal finalidade, podem ser encontrados tais como: Análise de Variância Multivariada; Análises de Grupos; Regressão e Análise de Correlação múltipla; Análise de discriminante entre outros.

O mesmo autor cita ainda que o problema consiste em definir critérios apropriados de modo a determinar quais espécies podem ser omitidas em uma análise de vegetação, a fim de minimizar os custos, sem a redução da intensidade de amostragem o que resultaria em uma subsequente perda de informação. Considerando que

as espécies normalmente são bem correlacionadas, a omissão de algumas delas pode não resultar em perda de informação significativa.

Métodos que se baseiam nas medições das Importâncias das espécies, identificam as espécies sem importância que devem ser omitidas sem que sejam responsabilizadas pelas dificuldades de interpretação. Além dos métodos baseados na quantificação da porção de variação que é absorvida por cada espécie do total de variação, FINOL<sup>16</sup> utilizou um Índice de valor de Importância (IVI) baseado na soma aritmética dos valores de Abundância, Dominância e Frequência, os quais foram utilizados como medidas na Análise estrutural de povoamentos florestais por LONGHI<sup>49</sup>, VILLANUEVA<sup>90</sup>, OLIVEIRA & ROTTA<sup>68</sup>, DRUMOND et al<sup>15</sup>, FUPEF<sup>19</sup>, UFSM<sup>88</sup> entre outros.

## 2.5. ESTRUTURA DOS DADOS

WHITTAKER<sup>95, 96</sup>, ORLÓCI<sup>67</sup> citam que em um levantamento total de uma vegetação certas propriedades podem ser esperadas: a) é de se esperar que exista pelo menos um grande gradiente ambiental onde o sítio do levantamento seja suficientemente grande; b) as respostas das espécies, é esperado ser não linear em função da influência ambiental ao longo de um gradiente, se o mesmo é suficientemente grande; e c) o desempenho das espécies diminui à medida que condições desfavoráveis ocorram em relação ao ambiente ótimo.

WHITTAKER<sup>95, 96</sup> enfatiza que tais propriedades constituem as bases de um universo Ecológico como sendo um conjunto de respostas aproximadamente em forma de sino, assimétrica e truncada.

ORLÓCI<sup>64, 65, 66</sup> em seus trabalhos apresenta definições, mode

los e análise de estrutura dos dados de vegetação através dos princípios da teoria de Informação. Já em 1978, o mesmo autor, baseando-se em suas experiências apresentou muitas inferências com respeito a estrutura dos dados, se linear ou curvilínea, contínua ou descontínua através da análise de um espaço amostral.

As inferências apresentadas por ORLÓCI<sup>67</sup> são extremamente importantes em estudos de vegetação tendo em vista que não existem testes explícitos para determinação de tal estrutura. O autor postula que se os  $n$  pontos representando quadras em um espaço  $p$ -dimensional, onde  $p$  representa o número de espécies formam grupos lineares, então são associados com correlação linear das espécies enquanto que grupos não-lineares com correlações que tem em adição um componente não linear.

Quando o sítio em estudo mostra uma variação contínua de uma grande amplitude, a hipótese das respostas das espécies serem não lineares é inteiramente justificada. Se o sítio em estudo encerra variação ambiental de uma amplitude menor a hipótese das respostas das espécies serem linear e uma estrutura de dados contínua e linear é uma inferência lógica.

## 2.6. FUNÇÕES DE SIMILARIDADE

ORLÓCI<sup>67</sup> utiliza o termo semelhança (resemblance) como uma propriedade de objetos mensuráveis, ou grupos de objetos, e como uma função característica que os objetos possuem. Por outro lado, objetos representam indivíduos de espécies, povoamentos inteiros de vegetação, além de outras quantidades.

O posicionamento relativo dos pontos das  $n$  quadras (unidades amostrais) que formam uma nuvem de pontos em um espaço amostral, está na proporção para as diferenças da composição de espécies

cies das quadras.

Uma função de semelhança  $f(j, k)$  pode representar a distância ou pode ser uma medida de similaridade entre as quadras  $j$  e  $k$ . Em qualquer dos casos a função  $f(j, k)$  é dita ser um parâmetro espacial.

Tais funções classificam-se em três grupos distintos, métricas, semimétricas, métricas relacionadas obedecendo certas restrições sob a hipótese que a função  $f(j, k)$  é uma medida de distância em um espaço  $S$  dimensional, conhecidas como axioma do espaço métrico (ORLÓCI<sup>67</sup>, ANDERBERG<sup>1</sup>, POOLE<sup>74</sup>, etc.):

Axioma 1: Se  $A = B$  então  $d(A, B) = 0$

Axioma 2: Se  $A \neq B$  então  $d(A, B) > 0$

Axioma 3:  $d(A, B) = d(B, A)$

Axioma 4:  $d(A, B) \leq d(A, C) + d(B, C)$

para quaisquer quadras  $A, B$  ou  $C$  no espaço  $S$ -dimensional.

Uma função de distância que satisfaça todos os 4 axiomas do espaço métrico é dita ser métrica. Uma função  $f(j, k)$  que satisfaça somente os 3 primeiros é classificada como uma semimétrica. As funções classificadas como métricas-relacionadas são aquelas que passam ser derivadas diretamente de uma métrica, dentre as quais estão as covariâncias e as correlações como as mais importantes.

ORLÓCI<sup>67</sup> apresenta em seu trabalho uma discussão completa sobre funções de semelhança dando ênfase às distâncias métricas Euclidianas desde a expressão mais familiar dada por

$$e(j, k) = \left[ \sum_h^S (x_{hj} - x_{hk})^2 \right]^{1/2}, \quad h = 1, \dots, S$$

sendo que  $S$  indica o número de espécies nas quadras, e  $x_{hj}$  ou  $x_{hk}$  significa a quantidade das espécies  $h$  nas quadras  $j$  e  $k$ .

Deste modo a expressão define uma distância entre duas

quadradas com uma simples soma de quadrados de  $S$  diferenças. O valor da distância Euclidiana  $e(j,k)$  depende da magnitude das diferenças observadas das quantidades das espécies entre as quadradas. Além desta, outras formulações da distância Euclidiana, como a distância Corda, a distância oblíqua, a distância generalizada, além da função de valor absoluto e da função da distância métrica Geodésica, são citadas pelo autor.

As funções que são diretamente derivadas das distâncias, e portanto métricas relacionadas, são também conhecidas como Vetores de Produtos Escalar, dentre as quais encontram-se o coeficiente de OCHIAI, o coeficiente de Russel e Rao, como também o coeficiente de Jaccard desde que "m" da forma  $\rho = a/m$  seja constante enquadra-se nesse grupo, sendo  $m = a+b+c$  o número total de espécies encontradas nas quadradas  $j$  e  $k$ .

## 2.7. CLASSIFICAÇÃO

Uma análise de agrupamento constitui-se em uma metodologia aplicável na operacionalização de sistema que envolvam uma grande quantidade de dados a serem manipulados.

Dentre os procedimentos de uma classificação, dois enfoques são frequentemente abordados na literatura: em primeiro lugar os procedimentos informais (descritivos) cujos aspectos gerais tem sido apresentados por WHITTAKER<sup>93</sup>, enquanto que, os aspectos mais específicos são abordados por von der MAAREL<sup>50</sup>. Os procedimentos informais, tem sido amplamente usados em estudos de vegetação, isto por que tem de fato detectado classes naturais (tipos, associações, etc.) com razoável consistência, porém frequentemente necessitam de uma exposição formal (com bases matemáticas) do procedimento. Em segundo lugar os assim chamados Procedimentos formais com suas utilidades para classificar conjuntos de dados

visualmente heterogêneos, muito complexos e muito volumosos para serem eficientemente manipulados por outros métodos.

A importância do emprego de métodos formais de agrupamento em análise de vegetação é mostrado por muitos autores entre os quais, LAMBERT & DALE<sup>99</sup>, WILLIAMS & DALE<sup>45</sup>, ORLÓCI<sup>99</sup>, SOKAL & SNEATH<sup>84</sup>, ANDERBERG<sup>1</sup> entre outros.

As técnicas de análise de agrupamento são utilizadas em muitas áreas de conhecimento como a Medicina, Filosofia, Polícia, Geologia etc. A questão básica consiste na verificação da possibilidade de utilização dessas técnicas em dados de vegetação, isto é, uma floresta é constituída de um agregado de tipos naturais ou apresenta tendências contínuas na variação vegetacional.

A esse respeito ORLÓCI<sup>67</sup> cita que quando concebemos uma vegetação como uma população multiespécie, implica em um agregado de unidades naturais. Se essas unidades existem, certamente necessitam de uma forte base natural para identificação, ou pelo menos elas são somente reconhecíveis com ambiguidade, visto que elas são de composição complexa cujos limites não são facilmente traçados.

A hipótese que a vegetação é um agregado de unidades naturais reconhecíveis é defendida por muitos fitossociologistas de renome das principais Escolas Européias (HAVEL<sup>30 31</sup>; HOLDRIDGE<sup>35</sup>; ORLÓCI<sup>67</sup>; GOLD-SMITH & HARRISON<sup>23</sup>). Eles afirmam que não somente existem unidades distintas, mas as unidades tendem a formar tipos naturais (associações).

Agrupamentos (Clustering) podem ser subdivisíveis, quando os grupos são formados por subdivisões, ou aglomerativos, quando os grupos são formados por fusões. As opiniões se dividem sobre os méritos relativos a esses métodos. Para MACNAUGHTON-SMITH\* citado por ORLÓCI<sup>67</sup>, no agrupamento divisível os erros estatísti

\*MACNAUGHTON-SMITH, P.: Some statistical and other numerical techniques for classifying individuals. London, H.M.S.O., 1965.

cos são menores do que nos agrupamentos aglomerativos. Para COR MACK<sup>14</sup>, as razões apresentadas por MACNAUGHTON-SMITH\* são injustificadas, uma vez que em nenhum dos agrupamentos (divisíveis ou aglomerativos) é comum assumir a estrutura do erro. WILLIAMS & DALE<sup>99</sup> defendem o uso dos métodos subdivisíveis por razões similares aos de MACNAUGHTON-SMITH\*.

NOY-MEIR<sup>60</sup> enfatiza que, os métodos de agrupamentos subdivisíveis tem uma vantagem potencial uma vez que eles usam a informação total dos dados desde o começo, diferenciando-se dos aglomerativos, que satisfaz os grupos de nível baixo não tendo influência sobre os grupos de nível mais altos.

WILLIAMS & DALE<sup>99</sup>, WILLIAMS<sup>98</sup> reportam-se sobre os agrupamentos aglomerativos enfatizando dois pontos falhos; um é computacional, em que o agrupamento requer um processo classificatório que inicia-se a nível de indivíduos, mesmo se o pesquisador estiver interessado em grupos de mais alto nível, o outro é a possibilidade de más-classificações (misclassifications) devido ao fato que as fusões começam no nível onde a possibilidade do cometimento desses erros é muito grande.

Segundo GOWER<sup>25</sup> no que pese as vantagens dos métodos subdivisíveis em geral considera-os indesejáveis, por causa que eles podem desmembrar irreparavelmente grupos existentes também no começo do processo de agrupamento.

SOKAL & SNEATH<sup>84</sup>, distinguem classificações monotéticas e politéticas. Em ecologia o termo monotético tem sido usado no sentido de uma classificação na qual os grupos são formados baseando-se na presença ou ausência de uma dada espécie.

Segundo ANDERBERG<sup>1</sup> os métodos conceitualmente mais simples e que são incluídos no grupo de técnicas simultâneas pelo autor são os de divisão monotéticas. As quadras são descritas por variá

veis binárias e o objetivo é dividir o conjunto de quadras so sobre uma das espécies de modo a minimizar o valor de alguma me dida de similaridade apropriada entre os dois grupos. Cada um desses dois grupos pode então ser dividido sobre qualquer das va riáveis remanescentes e assim sucessivamente até que alguma con figuração satisfatória seja obtida, durante os passos do proce so. WILLIAMS & LAMBERT<sup>100</sup>, LANCE & WILLIAMS<sup>46</sup>, discutem este en foque básico sob o título de Análise de Associação.

ORLÓCI<sup>67</sup> cita que os métodos de agrupamentos hierárquicos na sua grande maioria podem ser utilizados para classificar tan to variáveis (espécies) quanto unidades de amostras (quadras) utilizando qualquer medida de associação (similaridade) com ex ceção de uns poucos que utilizam o quadrado da distância Eucli diana para as quadras quando utilizadas como as entidades a se rem agrupadas.

Quando fusões ou subdivisões são condicionadas sobre uma forte discriminação de duas ou mais espécies em qualquer passo no processo de agrupamento, o algoritmo é dito ser politético, cujo processo de agrupamento de ORLÓCI<sup>63</sup> é deste tipo.

ORLÓCI<sup>67</sup> cita que os critérios de reconhecimento de gru pos diferem amplamente. Alguns métodos realçam a homogeneidade interna, tal como a falta de correlação entre variáveis (espé cies) ou associação. Outros confiam sobre as altas similarida des entre indivíduos dentro dos grupos. Outros critérios ba seiam-se ainda sobre a soma quadrática mínima. Porém, em muitos casos, o reconhecimento dos grupos dependem do método.

ORLÓCI<sup>67</sup> cita em seu trabalho pelo menos três razões pe las quais a Análise de Associação tem tido amplas aceitações: a) Os dados para entrada, consistem de escores de presença das espécies nas quadras, as quais são facilmente obtidos; b) O algorít

mo admite por si próprio programação eficiente e é facilmente adaptado para grandes conjuntos de dados; e c) Desde que as espécies para subdividir as amostras sejam identificadas a classificação é executada.

HILL et al<sup>70</sup> e GITTINS<sup>22</sup> tem encontrado muitos critérios que são satisfeitos pela Análise de Associação para uma classificação útil, muito embora, tenham levado em consideração a possibilidade que uma Análise de Associação apresenta em cometer más-classificações.

WARD<sup>91</sup> combinou a Ordenação com Análise de Associação para corrigir as má-classificações enquanto que PIELOU sugere outro critério para superar erros acumulativos na somatória das quantidades  $\chi_{hi}^2$ , a fim de verificar se uma divisão das amostras dentro de um grupo pode ser aceito.

HAVEL<sup>30</sup> cita que a aplicabilidade das técnicas é determinada pela natureza das combinações, exemplificando que técnicas monotéticas pode manuzear dados de vegetação muito rica de espécies, enquanto que as técnicas politéticas são menos provável para má-classificações de dados de vegetação pobres em espécies.

A aplicação de técnicas de classificação numérica tem revolucionado e revitalizado o estudo de comunidades de plantas, principalmente na Gran Bretanha, Austrália, Canadá e Estados Unidos (HAVEL<sup>30</sup>). Este fato é plenamente demonstrado pelos inúmeros trabalhos encontrados na literatura que utilizam tais técnicas, dentre os quais, NICHOLSON et al<sup>59</sup>, WEST<sup>92</sup>, BOCKOR<sup>10</sup>, LAVEN<sup>47</sup>, VILLANUEVA<sup>90</sup> e muitos outros.

## 2.8. ORDENAÇÃO

### 2.8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Entre as muitas técnicas multivariadas aplicadas em estudos de vegetação, além das técnicas de classificação, são comumente usadas as técnicas de ordenação. As técnicas de ordenação proporcionam o arranjo dos objetos em séries, enquanto que a classificação produz um arranjo em classes.

Para uma escolha adequada de uma das técnicas de ordenação torna-se necessário inferir sobre a estrutura dos dados, enquanto que muitos dos métodos requerem a determinação dos autovalores (eigenvalues) das matrizes de similaridade com seus correspondentes autovetores (eigenvectores) possibilitando assim a determinação das coordenadas da ordenação após a transformação dos dados por uma função de semelhança. MATTEUCI & COLMA<sup>53</sup>, SEARLE<sup>80</sup>, POOLE<sup>74</sup>, ORLÓCI<sup>67</sup> apresentam as formulações seguidas de exemplos numéricos de determinação dos autovalores e autovetores, porém quando a matriz utilizada é de ordem ( $n \times n$ ) se  $n$  for grande, necessário se faz o uso de computadores.

### 2.8.2. MÉTODOS DE ORDENAÇÃO

Um número bastante grande de técnicas de ordenação são encontradas na literatura que tratam de Análise multivariada (ORLÓCI<sup>67</sup>, MORRISON<sup>58</sup>, HARRIS<sup>29</sup>, McINTOSH<sup>55</sup>, AUSTIN<sup>4</sup>, POOLE<sup>74</sup>, MATTEUCI & COLMA<sup>53</sup>).

A aplicação dessas técnicas em estudos de vegetação está diretamente relacionada com o tipo de dados a serem analisados, com a estrutura dos dados e particularmente, com o objetivo da análise.

A técnica de Ordenação Análise de Componentes é por exemplo um eficiente sumariador quando a estrutura dos dados for contínua e linear. Neste caso a covariância sendo um descritor eficiente seu uso normalmente é indicado (ORLÓCI<sup>67</sup>). Um método de ordenação baseado em funções ortogonais foi proposto por OTTESTAD<sup>69</sup> constituindo uma alternativa da técnica de Análise de componentes com o mesmo propósito de sumarização.

Segundo TORGERSON<sup>87</sup> a transformação que ocorre da matriz de similaridade para as coordenadas da Ordenação pode ser descrita como Representação em Escala Multidimensional. Sob um ponto de vista mais amplo ROHLF<sup>79</sup> cita que todas as ordenações são métodos para a referida apresentação.

Por outro lado, ORLÓCI<sup>67</sup> cita que todos os métodos que executam a representação em escala, são baseados na suposição que a estrutura dos dados é contínua e linear.

Dentre os principais métodos baseados na hipótese de que a estrutura dos dados é contínua e linear citados na literatura estão a Análise de Componentes, o método de Ottestad, o método de GOWER<sup>24</sup> conhecido como Análise de eixos principais, o método de ORLÓCI<sup>62</sup> denominado de Ordenação de posição de vetores e o método de Bray & Curtis que segundo ORLÓCI<sup>67</sup> é o mais conhecido e provavelmente o menos recomendável das técnicas de representação em escala multidimensional.

Muitos métodos tendo como objetivo a sumarização através da representação em escala multidimensional foram desenvolvidos para a hipótese de que a estrutura dos dados seja contínua, porém não-linear. Sobre tais métodos uma discussão completa pode ser encontrada em ORLÓCI<sup>67</sup>.

WHITTAKER<sup>93,95</sup> refere-se às técnicas de ordenações preditivas, cujo principal objetivo desses métodos consiste na investi

gação de tendências. Isto é, métodos que visam uma representação direta das tendências das espécies ou a variação ambiental em função de certas variáveis ambientais, enquanto que outros tentam prognosticar de maneira indireta gradientes ambientais básicos em função das tendências encontradas na vegetação. O método denominado de Ordenamento Recíproco consiste em um arranjamento duplo, isto é, um ordenamento de quadras baseado sobre escores de espécies e um ordenamento de espécies baseados em escores de quadras.

Muitos são os trabalhos encontrados na literatura que reportam-se sobre as técnicas de ordenação, uns tratam da abordagem matemática dos métodos através de comparações entre métodos utilizando dados simulados (WILSON<sup>101</sup>, GAUCH et al<sup>20</sup>, GAUCH & WHITTA KER<sup>21</sup>, ANDERSON<sup>2</sup>, SWAN<sup>86</sup>, NOY-MEIR & AUSTIN<sup>61</sup>). Outros tem empregado os procedimentos de ordenação em análises fitossociológicas a fim de descrever povoamentos florestais (RISSER & RICE<sup>78</sup>, NICHOLSON et al<sup>59</sup>, HALL & OKALI<sup>28</sup> entre outros).

Dentre as técnicas de ordenação talvez a Análise de componentes principais seja uma das mais frequentemente abordadas na literatura (POOLE<sup>74</sup>, ORLÓCI<sup>67</sup>, HARRIS<sup>29</sup>, MORRISON<sup>50</sup>) além de muitos outros livros textos citados por ISEBRANDS & CROW<sup>40</sup>, que tratam de seus aspectos teóricos.

ISEBRANDS & CROW<sup>40</sup> citam que Análise de Componentes Principais (ACP) é um procedimento analítico para transformar um conjunto de variáveis em outro conjunto de variáveis componentes tendo as seguintes propriedades: a) são funções lineares das variáveis originais; b) são ortogonais, i.e., independente um do outro; c) a variação total dos componentes principais é igual a variação total das variáveis originais, conseqüentemente, a informação concernente as diferenças entre as variáveis observadas não é

perdida na transformação; e d) a variância associada a cada componente decresce em ordem, de modo que, a primeira variável absorverá a maior proporção possível da variação total, a segunda absorverá a maior proporção da variação remanescente, e assim por diante.

ISEBRANDS & CROW<sup>40</sup>, ORLÓCI<sup>67</sup>, mostram que sendo a covariância e a correlação eficientes descritores somente de dados cuja estrutura é linear, ACP será um eficiente sumador, como é mostrado pelo modelo básico.

$$Y_{ij} = \sum_h b_{hi} X_{hj} = b_{1i} X_{1j} + \dots + b_{pi} X_{pj}$$

evidenciando que os componentes Principais são definidos como combinações lineares das  $X_{hj}$  variáveis originais. Esta transformação linear específica das espécies (ou outras variáveis)  $X_{1j}, \dots, X_{pj}$  produz o escore componente  $Y_{ij}$  para a quadra  $j$ .

Um vetor coluna  $\mathbf{b}$  é referido como um autovetor, o qual é constituído dos coeficientes  $b_{hi}$ . O subscrito  $h$  dos coeficientes refere-se ao número da variável original. Cada autovetor tem uma variância associada a qual é chamada de autovalor, denotada por  $\lambda_i$ .

ORLÓCI<sup>67</sup> cita que o escore do componente  $Y_{ij}$  pode ser usado como uma coordenada retangular sobre o  $i$ -ésimo componente representando um eixo.

ISEBRANDS & CROW<sup>40</sup>, mostram que sob o ponto de vista geométrico temos um diagrama de dispersão dos dados de  $n$  pontos em um espaço  $p$ -dimensional, a ACP é uma rotação dos eixos tal que a variância total das projeções dos pontos sobre o primeiro eixo é máximo (primeiro componente principal). O segundo eixo (2º componente principal) é ortogonal ao primeiro e absorve tanto quanto possível da variância remanescente. A combinação linear  $Y_{ij}$

são os comprimentos das projeções sobre os novos eixos, e a direção coseno são os coeficientes  $b_{hi}$  dos autovetores que como tal satisfazem a condição  $b_{1i}^2 + \dots + b_{pi}^2 = 1$ .

A derivação algébrica e matricial dos componentes principais,  $Y_{ij}$  e suas variâncias são descritas em detalhes por MORRISON<sup>58</sup>, ORLÓCI<sup>67</sup> bem como outros livros textos que tratam de Análise multivariada citados por ISEBRANDS & CROW<sup>40</sup>.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

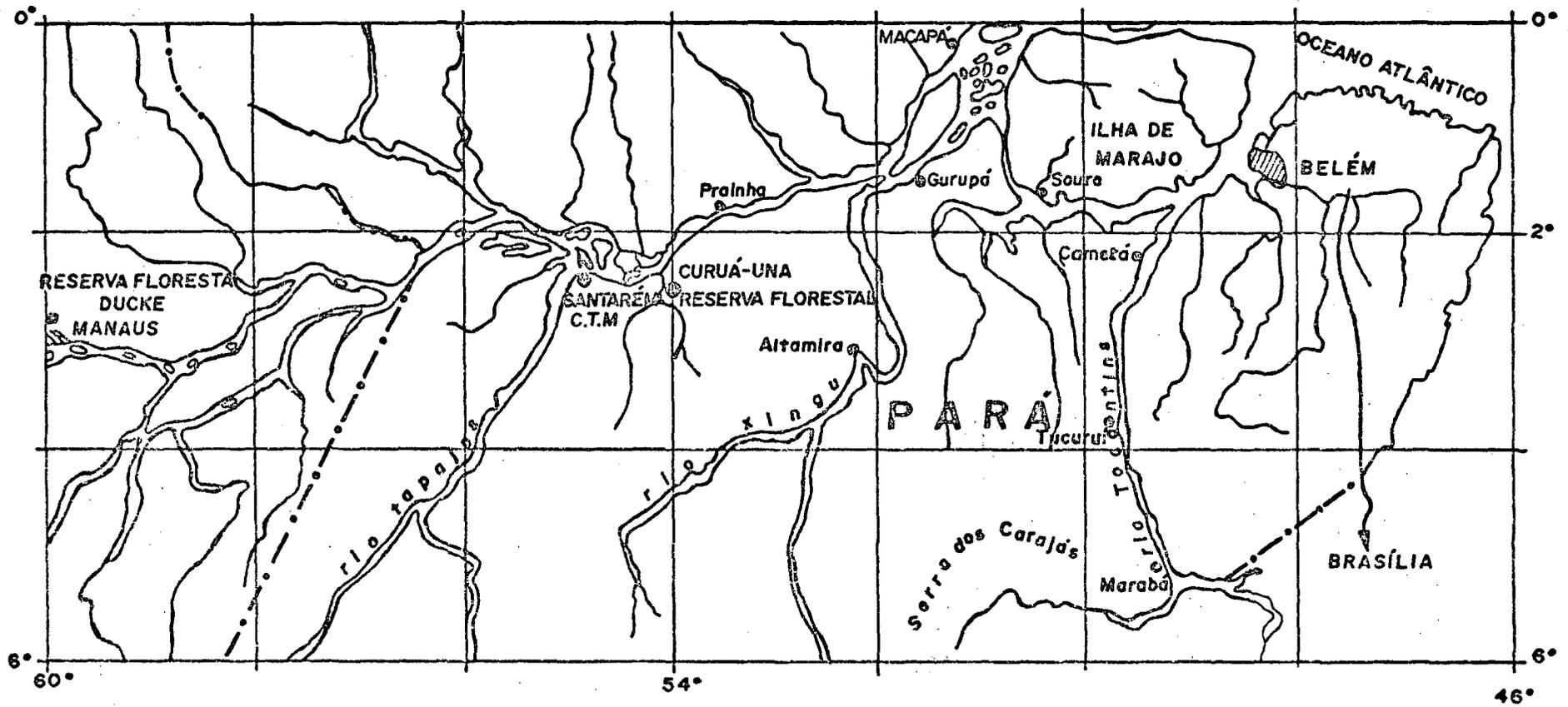
#### 3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA

A área objeto do presente estudo apresenta uma superfície de 100 ha, de forma quadrada, tendo 1 km de lado, a qual constitui o talhão de número 19 da Estação Experimental de Curuá-Una, pertencente ao Centro de Tecnologia Madeireira - CTM da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM.

A área localiza-se à margem direita do Rio Curuá-Una afluente do Rio Amazonas, no Estado do Pará, a 110 km da cidade de Santarém, sendo 87 km percorridos pelo Rio Amazonas em direção ao mar e 23 km subindo o Rio Curuá-Una, (fig. nº 02), cujas coordenadas geográficas são de 54°24' longitude W de Greenwich e 2°32' latitude sul.

A Estação Experimental de Curuá-Una abrange três áreas distintas: área de Várzea, área de Flanco e área de Planalto. O talhão 19 localiza-se na área de Planalto, com uma altitude de 100 m. A topografia é plana e o solo predominante é classificado como Latossolo Amarelo.

A temperatura média mensal do ar oscila entre 25,4°C a 27,0°C, tendo como média anual 26,0°C. A temperatura média mensal



**LEGENDA**

- LIMITE ESTADUAL
- CIDADE
- ⊙ MUNICÍPIO
- RODOVIA

**FIGURA Nº 02: POSIÇÃO GEOGRÁFICA DE CURUÁ-UNA**

**FONTE: JANKAUSKIS<sup>96</sup>**

máxima não atinge extremos elevados, variando de 30,0°C nos meses mais chuvosos do ano a 33,1°C em outubro, um dos mais secos, enquanto que a média mensal das mínimas varia de 21,9°C à 23,1°C; sendo a média anual das máximas e mínimas de 31,2°C e 22,6°C, respectivamente.

A variação mensal da Umidade Relativa do ar é de 78% (em outubro) à 89% (em maio) com média anual de 84%. Com 3 a 4 meses de estiagem, o índice de pluviosidade atinge a faixa de 2.000 mm à 2.500 mm anuais. O tipo climático segundo Thornthwaite é B<sub>2</sub> WA'a'.

### 3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados de campo foi realizada pela equipe técnica do Convênio de Pesquisas Florestais celebrado entre a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP e o CTM/SUDAM, e constou do levantamento de 100 unidades de amostra de 500 m<sup>2</sup> (quadras de 20 m x 25 m) perfazendo um total de 5 ha amostrados, o equivalente a 5% da área de estudo através da amostragem completamente aleatória (fig. nº 3).

Em cada unidade amostral, foram registradas entre outras variáveis a identificação botânica das árvores através dos respectivos nomes vulgares, receberam os códigos de espécies, adotados nos trabalhos anteriormente realizados naquela Estação, diâmetro à altura do peito-DAP (1,30 m acima do nível do solo), altura total e comercial, para todos os indivíduos a partir de um diâmetro mínimo de 5 cm de DAP.

Após a coleta de campo, foram computados os dados de todas as espécies encontradas na área amostrada, obtendo-se um número total de 4956 árvores com DAP ≥ 5 cm, distribuídas entre 188

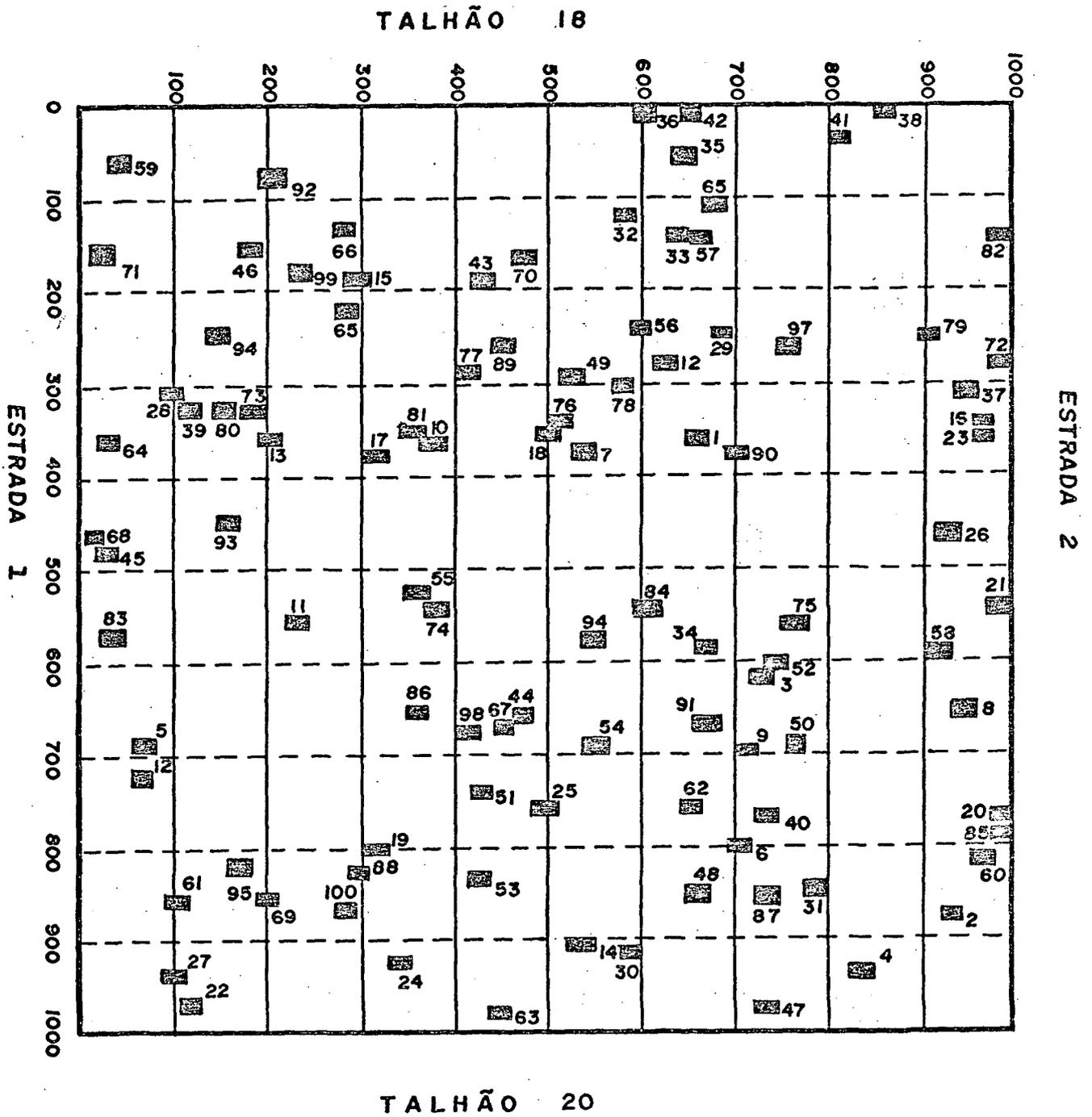


FIG. Nº 3 : LOCAÇÃO DAS QUADRAS NO TALHÃO 19 DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CURUÁ-UNA.

espécies, as quais foram listadas em ordem alfabética segundo seus respectivos nomes científicos e nomes vulgares, de um total de 244 espécies encontradas naquela Estação Experimental.

### 3.3. RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA E ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA

Tendo em vista a coleta dos dados ter sido realizada anteriormente a esta pesquisa, sobre parcelas de 20 m x 25 m não foi possível determinar a área mínima por unidade de amostra. Desse modo construiu-se a curva espécie-área plotando-se o número de amostras contra o número acumulado de espécies novas, a fim de observar se a composição florística da área em estudo foi devidamente representada. Não obstante, foi construída uma curva da flutuação da média acumulada das espécies contra o número acumulado das unidades de amostras de modo a verificar se as 100 unidades da amostra utilizadas no levantamento de campo foram suficientes para estabilizar tais flutuações.

Os dados da relação espécie-abundância foram inicialmente apresentados em um gráfico plotando-se o número de espécies contra o número de indivíduos. Em seguida foram ajustadas pela distribuição logarítmica através da determinação dos termos da série logarítmica dada por:

$$\alpha X, \frac{\alpha X^2}{2}, \frac{\alpha X^3}{3}, \frac{\alpha X^4}{4}, \dots, \frac{\alpha X^n}{n}$$

onde  $n$  é o número de espécies representado por  $i$ -indivíduos, enquanto que  $\alpha X$  é o número de espécies com um indivíduo,  $\alpha X^2/2$  o número de espécies com dois indivíduos, e assim sucessivamente.

Somando-se todos os termos, o número total de espécies ( $S$ ) é dado por,

$$S = \alpha [-\ln(1 - X)]$$

enquanto que o número total de indivíduos ( $N$ ) é dado pela expressão:  $N = \alpha X / (1 - X)$ .

Para calcular a frequência esperada em cada classe de abundância relacionou-se o número observado de espécies ( $S$ ) com o número observado de indivíduos, o que resultou em

$$\frac{S}{N} = \frac{(1-X)}{X} \cdot [-\ln(1 - X)]$$

conhecendo-se então o quociente ( $S/N$ ), o valor de  $X$  é estimado por processo iterativo, isto é, substitue-se valores para  $X$  no segundo membro até que se consiga a igualdade ou um valor tão próximo quanto possível do quociente ( $S/N$ ).

Após a determinação do valor de  $X$ ,  $\alpha$  é então determinado por  $\alpha = N(1 - X)/X$

Com os valores de  $X$  e  $\alpha$  conhecidos foram calculadas as frequências esperadas para as classes de abundâncias  $n_1, n_2, \dots, n_i$  pelos termos da distribuição logarítmica.

A função lognormal também foi utilizada para ajustar os dados da relação Espécie-Abundância. Inicialmente, os dados da relação Espécie-Abundância foram plotados em um sistema de eixos cartesianos em que na abcissa foram marcados os intervalos geométricos (1 a 2, 2 a 4, 4 a 8, 8 a 16 e assim por diante) cujas amplitudes são múltiplos de dois, o equivalente para os logarítmos das abundâncias na base 2. Cada intervalo de abundância foi definido por PRESTON como "OCTAVE".

A distribuição do número de espécies por octave se deu de modo que, um determinado número de espécies apresentou uma abundância de (1, 2, 4, 8, 16, ...), isto é, valores de abundâncias que caíram sobre os limites dos intervalos dos octaves. Neste caso foram atribuídas a metade para cada lado da linha limite. No caso das espécies que apresentaram abundância igual a 1,

apenas a metade delas foi computada para o octave (1 a 2).

A numeração dos octaves se deu através do octave com maior número de indivíduos o qual recebeu o número zero (octave modal), e os demais octaves foram numerados para mais (+) e para menos (-), em direção dos lados da curva.

Após os dados terem sido "plotados" no gráfico, foi então ajustada a função lognormal dada por:

$$S_i = S_0 \cdot e^{-(a \cdot R)^2}$$

onde  $S_i$  o número de espécies em um octave,  $S_0$  o número de espécies no octave modal,  $R$  é o número de octaves distantes do octave modal e  $a$  uma constante, a qual foi estimada através da expressão  $S = (S_0 \sqrt{\pi})/a$ .

A relação Espécie-Abundância também foi estudada independentemente de ajustes de modelos matemáticos através da curva abundância relativa também conhecida por "Curva Diversidade-Dominância" ou "Curva de Importância das Espécies". Para isso, "plotou-se" sobre uma escala logarítmica o número de indivíduos por espécies contra as espécies ordenadas em classes sequenciais de importância.

#### 3.4. MEDIDAS DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIE

Muitos índices de diversidade citados na literatura são baseados na medida de concentração de Simpson, assim como o seu complemento, e ou seu inverso.

Para medir a Diversidade de Espécies foram utilizadas as medidas dadas pelo complemento da medida de concentração de Simpson,  $D_7$ , bem como pelo Índice de Diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ).

O índice  $D_7$  foi calculado por:

$$D_7 = (1 - C)$$

onde  $C$  é a medida de Dominância de Simpson calculada pela expressão:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{[N(N - 1)]}$$

onde  $n_i$  é o número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie,  $S$  número total de espécies e  $N$  o número total de indivíduos.

Os valores de  $C$  variam no intervalo de  $(0,1)$ , sendo que o mais alto valor corresponde a mais baixa Diversidade. Por esta razão o índice  $D_7$ , o qual varia no mesmo intervalo, aumenta com o aumento da diversidade.

O índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) foi computado por

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

onde  $p_i = n_i/N$  a proporção da abundância da  $i$ -ésima espécie em relação ao total.

Pelo fato do índice  $H'$  ser aplicado com a abundância provenientes de dados amostrados, por maior que seja sempre deixará de representar algumas espécies. Embora este fato tenha pouco efeito sobre o valor de  $H'$ , essa falta de representação de espécies raras tem maior influência nos valores de  $H'_{\text{máx}}$  e conseqüentemente sobre a uniformidade  $J'$ . Por esta razão foi calculado o valor esperado de  $H'$ ,  $E(H')$ , bem como seu respectivo erro padrão.

O valor  $E(H')$  foi determinado pela soma algébrica dos 2 primeiros termos da série:

$$E(H') = \left[ - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \right] - \left[ \frac{S-1}{2N} \right] + \left[ \frac{1 - \sum p_i^{-1}}{12 N^2} \right] + \left[ \frac{\sum (p_i^{-1} - p_i^{-2})}{12 N^3} \right] + \dots$$

A variância da estimativa de  $H'$  foi obtida pela série

$$\text{var}(H') = \frac{\sum_{i=1}^S p_i \ln^2 p_i - \left( \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \right)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} + \dots$$

O erro padrão de  $H'$  foi computado por

$$S(H') = [\text{var}(H')]^{1/2}$$

Deste modo temos que

$$H' = E(H') \pm S(H')$$

Para o cálculo de  $H'$ , a base logarítmica é irrelevante, pois são consistentes. Por facilidade de comparações com outros trabalhos, o valor de  $H'$  foi transformado para base 2 utilizando-se a tabela nº 2.

Tabela nº 2: Fatores de conversão entre logarítmicos de bases 2, e, 10.

(Fonte: BROWER & ZAR<sup>11</sup>)

CONVERTER PARA	CONVERTER DE		
	2	e	10
2	1,0000	1,4427	3,3219
e	0,6931	1,0000	2,3026
10	0,3010	0,4343	1,0000

#### 3.4.1. MEDIDAS DE DIVERSIDADES MÁXIMAS

As medidas de Diversidade máximas correspondentes aos índices de Diversidades de espécies  $D_7$  e  $H'$  foram computadas por

$$D_{7\text{máx}} = [(S - 1)/S] \cdot [N/(N - 1)]$$

$$H'_{\text{máx}} = \ln S$$

onde S e N são o número total de espécies e de indivíduos respectivamente

### 3.4.2. UNIFORMIDADE E CONCENTRAÇÃO DE DOMINÂNCIA

A uniformidade da distribuição dos N indivíduos entre as S espécies foram determinadas pelas expressões:

$$E_7 = D_7/D_{7\text{máx}}$$

$$J' = E(H')/H'_{\text{máx}}$$

A concentração de Dominância foi determinada pelas expressões da concentração de dominância de Simpson, C, anteriormente formulada e por  $C_1 = (1 - J')$ , as quais terão um baixo valor (zero sendo o mínimo) quando a dominância for baixa e um alto valor (com um máximo de 1) quando a dominância for alta.

### 3.5. ESCOLHA DE ESPÉCIES

Entre os muitos critérios utilizados em estudos florestais para selecionar espécies, foi adotado no presente trabalho, o Índice de valor de Importância -IVI, e foram então selecionadas as espécies as quais apresentaram o valor do IVI  $\geq 1,0$ , isto é, as espécies pertencentes as classes II, III e IV de IVI, segundo os intervalos: (1,00 - 3,99), (4,00 - 14,99) e  $\geq 15,00$ .

O Índice de Valor de Importância foi então calculado atra

vés da soma aritmética dos valores de Abundância Relativa (Ar), Dominância Relativa (Dr), e Frequência Relativa (Fr), calculados para cada espécie, conforme expressão abaixo:

$$IVI = Ar + Dr + Fr$$

O Índice de Valor de Importância Relativo - IVI% foi calculado como sendo a porcentagem da soma total dos IVI's, o qual foi considerado como 100%.

### 3.5.1. ABUNDÂNCIA, DOMINÂNCIA E FREQUÊNCIA

A Abundância absoluta (Aa) de cada espécie foi definida como o número de indivíduos por unidade de área, que no caso presente foi de 5 ha amostrados, enquanto que a Abundância relativa (Ar) corresponde à porcentagem de cada espécie em relação ao número total de árvores amostradas (N), assim denotadas:  $Aa = n_i/5 \text{ ha}$  e  $Ar = (Aa/N) \cdot 100$ , onde  $n_i$  corresponde ao número de árvores da espécie  $i$ .

A frequência absoluta (Fa) foi definida simplesmente pela razão entre o número de unidades de amostras (quadras) em que ocorreu a espécie e o número total de quadras estabelecidas, isto é,

$$Fa = \frac{\text{Nº de quadras com a Espécie}}{\text{Nº Total de quadras}} \cdot 100$$

enquanto que a frequência relativa (Fr) foi determinada pela proporção da Fa de cada espécie pelo total das frequências absolutas, isto é,  $Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} \cdot 100$ .

A Dominância absoluta (Da) foi computada como sendo a soma das áreas transversais ( $g_i$ ) de todos os indivíduos da  $i$ -ésima espécie expressa em  $\text{m}^2/5 \text{ ha}$ , enquanto que a Dominância relativa (Dr) foi obtida pela participação da Da de cada espécie

em relação a área basal total (G) também expressa em m<sup>2</sup>/ 5ha. Assim denotado:

$$Da = \sum_{i=1}^{ni} gi$$

$$Dr = (Da/G) . 100$$

em que  $gi = \frac{\pi DAP^2}{4}$ , a área transversal de cada indivíduo pertencente a espécie  $i$ , e  $G = \sum_{i=1}^N gi$ , a área basal total de todos os  $N$  indivíduos amostrados.

### 3.5.2. PARTICIPAÇÃO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ESPÉCIES LEVANTADAS

Para verificar a participação das espécies selecionadas na estrutura da comunidade, foi feita a comparação em termos percentuais entre a frequência, área basal e porcentagem na distribuição dos indivíduos em classes diamétrais.

Os indivíduos de todas as espécies, bem como apenas das espécies selecionadas foram agrupadas em classes diamétrais de 10 cm, conforme sugerido por BARROS<sup>5</sup>, e ajustado segundo a metodologia proposta por GUIMARÃES<sup>27</sup>.

Após as frequências observadas serem distribuídas nas classes diamétricas, foram feitas as transformações de modo que:

$$X = CL_i - CL_0 \qquad Y = \ln(F_0 - F_i)$$

onde  $CL_i$  Centro da  $i$ -ésima classe diamétrica e  $CL_0$  Centro da primeira classe.  $F_0$  frequência observada da primeira classe e  $F_i$  frequência das classes, sendo que  $i = 1, 2, 3 \dots$

Os dados transformados foram plotados em um gráfico a fim

de se verificar a tendência dos mesmos, então escolher uma função para ajustá-los, o que na grande maioria das vezes recai em função da reta ou parábola, passando pela origem. No presente estudo a função ajustada foi

$$\ln y = b_0 + b_1 \ln x$$

Após a determinação dos coeficientes  $b_0$  e  $b_1$  através do processo dos mínimos quadrados, os dados foram retransformados para obter o modelo Resultante.

$$F_i = F_0 \left[ e^{-(b'_0 \cdot x^{b'_1})} \right]$$

onde  $b'_0 = e^{b_0}$  e  $X = CL_i - CL_0$

### 3.6. ASSOCIAÇÃO DE ESPÉCIES

A associação entre as espécies foi determinada pelo coeficiente interespecífico de HURLBERT<sup>38</sup> com a correção proposta por RATLIFF<sup>76</sup> onde:

$$C = \frac{ad - bc}{|ad - bc|} \cdot \left| \left( \frac{\chi^2_{obs} - \chi^2_{min}}{\chi^2_{m\acute{a}x} - \chi^2_{min}} \right)^{1/2} \right|$$

Para a determinação do  $\chi^2_{m\acute{a}x}$

nos casos de associação positiva e  $c < b$ , usou-se

$$\chi^2_{m\acute{a}x} = \frac{(a+b)(b+d)n}{(a+c)(c+d)}, \text{ porém se } c \geq b, \text{ usou-se}$$

$$\chi^2_{m\acute{a}x} = \frac{(a+c)(c+d)n}{(a+b)(b+d)}$$

Nos casos de Associação negativa e  $a < d$ , usou-se

$$\chi^2_{m\acute{a}x} = \frac{(a+b)(a+c)n}{(b+d)(c+d)}, \text{ porém se } a > d, \text{ usou-se}$$

$$\chi^2_{\text{máx}} = \frac{(b+d)(c+d)n}{(a+b)(a+c)}$$

Os valores de a, b, c, d e n foram determinados como apresentados pela tabela de contigência 2x2, visto na tabela 01, bem como os valores de  $\chi^2_{\text{obs}}$  e  $\chi^2_{\text{mín}}$  foram computados segundo apresentado no item 2.3.

A medida de associação de HURLBERT assume o valor zero no caso em que as duas espécies sejam distribuídas independentemente uma da outra, os valores +1 se as espécies forem completamente associadas positivamente e -1 se negativamente.

### 3.7. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES

Para determinar os padrões espaciais das espécies, utilizou-se a razão variância/média, conhecido por Índice não Aleatorizado e o índice de dispersão de Morisita, bem como foi testada a qualidade de ajuste da distribuição de Poisson.

Sob a premissa de que, se a distribuição dos indivíduos de uma espécie em um povoamento florestal seguir uma distribuição de Poisson, a razão R será igual a 1,0. Um valor de R muito menor do que 1,0 indicará uma distribuição Uniforme, e um valor de R muito maior do que 1,0 indica agregação. Deste modo, tem-se:

$$R = s^2 / \bar{X}$$

$$\text{onde } s^2 = \frac{\sum f(x) \cdot x^2 - \frac{(\sum f(x) \cdot x)^2}{\sum f(x)}}{\sum f(x) - 1} \quad \text{e} \quad \bar{X} = \frac{\sum f(x) \cdot x}{\sum f(x)}$$

em que f(x) é a frequência observada de quadras por número de indivíduos por quadra (x)

A significância do desvio da aleatoriedade, isto é, o des

vio da razão  $R$  de 1,0 foi determinada pelo teste qui-quadrado da do por

$$\chi^2 = (n-1) \cdot \frac{s^2}{\bar{X}}$$

onde  $n = \sum f(x) = n^\circ$  total de amostras.

A significância estatística do valor do  $\chi^2$  foi então obtida através da comparação do valor tabelado da distribuição qui-quadrada com  $(n-1)$  graus de liberdade a um nível de significância  $\alpha$  igual a 0,05 e 0,01.

O índice de agregação de Morisita assume valor 1,0 no caso da dispersão dos indivíduos ser aleatória; se a distribuição for perfeitamente uniforme, o valor do índice assumirá zero, e se a distribuição for extremamente agregada, todos os indivíduos ocorrem em uma única parcela, neste caso  $I = n$ . O índice de agregação de Morisita foi computado utilizando-se a fórmula:

$$I = n \cdot \frac{\sum X^2 - N}{N(N - 1)}$$

onde  $\sum X^2 = \sum f(x) \cdot x^2$  é a soma dos quadrados do número de indivíduos ( $s$ ) multiplicado por  $f(x)$ . Enquanto que  $N = \sum f(x)$  é a frequência total de indivíduos encontrados em todas as  $n$  quadras.

Para significância do desvio do valor do índice para 1,0, adotou-se o mesmo procedimento utilizado para a razão variância/média.

A qualidade de ajuste da distribuição de Poisson foi feita para todas as espécies selecionadas com exceção daquelas que apresentaram o número médio de indivíduos por unidade de amostra maior que 10, bem como para aquelas espécies que apresentaram o número de classes de frequências inferior a 5. Este último fato foi

devido a razões estatísticas, a fim de evitar tendenciosidade no valor do qui-quadrado.

As probabilidades estimadas pela distribuição de Poisson dadas por:

Número de indivíduos por quadra (x)	0	1	2	3...
Número esperado de quadras em cada classe P(x)	$e^{-\bar{x}}$	$e^{-\bar{x}} \cdot \bar{x}$	$\frac{e^{-\bar{x}} \bar{x}^2}{2!}$	$\frac{e^{-\bar{x}} \cdot \bar{x}^3}{3!} \dots$

foram obtidas das tabelas estatísticas de LEAL<sup>48</sup>...

A frequência esperada F(x) foi então calculada por

$$F(x) = \{P(x) \cdot n\}$$

A qualidade do ajuste foi então verificada através do teste Qui-quadrado.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

O valor do  $\chi^2$  foi então comparado com o valor da distribuição qui-quadrada com os correspondentes graus de liberdade (nº de classes de frequências menos 2), a um nível de significância  $\alpha$  de 0,05 ou 0,01.

### 3.8. CLASSIFICAÇÃO

O estudo de classificação foi realizado através das técnicas de análise de agrupamento pelo método hierárquico subdivisível denominado por WILLIAMS & LABERT<sup>100</sup> de Análise de Associação.

A análise de Associação foi feita a fim de agrupar quadras

(Análise de Associação Normal) e de agrupar espécies (Análise de Associação Inversa) através da divisão dicotômica do conjunto de quadras e espécies respectivamente.

### 3.8.1. ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO NORMAL

Para realizar essa Análise, as quadras foram descritas por variáveis binárias (presença ou ausência das espécies na quadra.), e o conjunto de quadras foi então dividido sobre uma das espécies (espécie discriminante) de modo a minimizar o valor da medida de associação entre os dois grupos. A medida de associação utilizada foi o índice de associação interespecífico de Hurlbert, conforme apresentado no item 3.6, enquanto que a espécie discriminante foi determinada como sendo aquela que apresentou maior soma dos valores absolutos dos índices de Hurlbert na matriz de associação. Cada um dos dois grupos, considerados isoladamente, foi então dividido por outra espécie remanescente, considerada como discriminante sob o mesmo critério anterior, e assim sucessivamente até que a soma dos valores do  $\chi^2_{obs}$  da matriz dos qui-quadrados fossem inferiores a um valor correspondente a 5% de probabilidade, onde considerou-se que o grupo de quadras encontrava-se suficientemente homogêneo.

### 3.8.2. ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO INVERSA

Análise de Associação Inversa foi iniciada a partir de uma matriz de similaridade cujos elementos foram calculados pela distância corda entre todos os possíveis,  $\frac{1}{2}(n-1)n$  pares de quadras arranjados em tabelas de contingência 2x2, com dados de presença ou ausência das espécies nas quadras, medindo a distância relati

va entre as quadras sobre escala invariável, calculada pela expressão, conforme apresentada por ORLÓCI<sup>67</sup>.

$$d(j,k) = \{2[1 - (\chi_{jk}^2/p)^{1/2}]\}^{1/2}$$

em que  $\chi_{jk}^2$  o valor do qui-quadrado computado na tabela de contigência 2x2 quando relacionado as quadras j e k, p o número total de espécies. O quociente  $\chi_{jk}^2/p$  é chamada de "função de contigência do quadrado médio, associada a seguinte tabela de contigência:

		Quadra j		TOTAL
		1	0	
Quadra K	1	a	b	a+b
	0	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	p = a+b + c+d

Nesta tabela o símbolo a representa o número de espécies comuns nas duas quadras, b o número de espécies que ocorre na quadra k, mas não na quadra j, c o número de espécies de ocorrência na quadra j, mas não em k, e d o número de espécies ausentes em ambas as quadras.

As espécies então se subdividem segundo suas presenças ou ausências em uma quadra discriminante, definida pelo mesmo critério utilizado na Análise Normal, isto é, foi considerada discriminante a quadra que apresentou maior  $\Sigma d(j,k)$ . O resultado final foi então um conjunto de grupos de espécies com afinidades ecológicas.

### 3.8.3. ANÁLISE NODAL

Na tentativa de se encontrar coincidências entre grupos de unidades de amostra obtidas pela Análise de Associação Normal e os grupos de espécies derivados da Análise de Associação Inversa da mesma matriz de dados originais, foi possível obter uma terceira variante da Análise de Associação: a análise nodal.

A análise nodal foi feita através da construção de uma única tabela de dupla entrada na qual os grupos finais da Análise de Associação Normal foram dispostos horizontalmente enquanto que os grupos resultantes da Análise inversa, verticalmente. Cada célula desta tabela foi então interligada para uma aproximação de ambas Análise Normal e Inversa. Os grupos de quadras e de espécies sobre os quais as divisões foram feitas em cada célula foram denominadas de parâmetros coincidentes. Quando uma célula foi completamente definida em ambas as direções pela presença de dois parâmetros coincidentes, esta célula foi denominada de um Nodum. Quando uma célula foi somente definida em uma direção, esta foi denominada de um sub-nodum.

### 3.9. ORDENAÇÃO

Pelo fato da área em estudo (100 ha) ser limitada em variação ambiental hipotetizou-se que a estrutura dos dados é contínua e linear.

Dado o objetivo de sumarizar as informações a fim de possibilitar suas interpretações, e sob a premissa de que a estrutura dos dados é contínua e linear foi utilizado no presente estudo a técnica de Ordenação conhecida por Análise de Componentes Principais, visto que, os componentes extraídos, de diferentes es

pêcies, são independentes. Dado não serem os componentes redundantes, um número reduzido de componentes pode ser suficiente para descrever completamente o conjunto das 100 quadras sobre as quais as descrições originais foram baseadas.

Os componentes principais definidos pelas combinações lineares das  $X_{hj}$  variáveis originais (abundância da espécie  $h$  na quadra  $j$ ), produzirão os escores componentes  $Y_{ij}$  dada pelo modelo básico.

$$Y_{ij} = b_{1i} X_{1j} + b_{2i} X_{2j} + \dots + b_{pi} X_{pj}$$

em que os coeficientes  $b_{hi}$  são os elementos de um vetor coluna referido como autovetor, sendo que para cada autovetor foi determinada sua variância associada denominada por autoválor e denotado por  $\lambda_i$ .

Os dados utilizados para a determinação dos componentes principais no presente estudo foram das 15 espécies mais importantes segundo a determinação dos IVI%, dados como vetores linhas na matriz  $X$  de 100 (nº de quadras) colunas.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1100} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2100} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ X_{151} & X_{152} & X_{153} & \dots & X_{15100} \end{bmatrix} \quad (15 \times 100)$$

A partir da matriz  $X$  foi então calculada a matriz  $S$  de covariâncias dada por:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1\ 15} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2\ 15} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ S_{15\ 1} & S_{15\ 2} & S_{15\ 3} & \cdots & S_{15\ 15} \end{bmatrix} \quad (15 \times 15)$$

onde cada elemento  $S_{hi}$  em  $S$  foi computado de acordo com a fórmula

$$S_{hi} = \frac{\sum_j (X_{hj} - \bar{X}_h)(X_{ij} - \bar{X}_i)}{n - 1}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

onde  $\bar{X}_h$  e  $\bar{X}_i$  é a média da espécie  $h$  e  $i$  respectivamente.

Após determinada a matriz  $S$  de covariâncias foram calculados os 15 autovalores e seus correspondentes autovetores.

A determinação dos autovalores e autovetores estão descritos em detalhes em SEARLE<sup>80</sup> bem como em muitos pacotes de programas de computadores, e baseiam-se em: Uma matriz  $S$ , um vetor  $b$  e uma escalar  $\lambda$  tal que

$$Sb = \lambda b$$

se existir um escalar  $\lambda$  e um vetor  $b$  que satisfaça esta equação pode-se reescrever  $Sb - \lambda b = 0$ , o equivalente para

$$(S - \lambda I)b = 0$$

Uma equação desta forma tem uma solução não nula para o vetor  $b$  somente se a amplitude  $(S - \lambda I)$  for menor do que sua ordem, em que seu determinante é zero, isto é

$$|S - \lambda I| = 0$$

Esta equação é conhecida como equação característica, e quando  $S$  é de ordem  $n$  a equação característica é uma polinomial em  $\lambda$  de

grau  $n$ , e portanto tem  $n$  soluções, isto é,  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ . Para cada uma das  $n$  soluções espera-se encontrar  $n$  vetores  $b_1, b_2 \dots b_n$  correspondentes para os  $n$   $\lambda$ 's.

Como a soma dos autovalores é igual a soma das variâncias das 15 espécies  $S_{11}^2 + S_{22}^2 + S_{33}^2 + \dots + S_{1515}^2$ , a eficiência dos componentes que eles absorvem individualmente da variação total da amostra é computada por:

$$E_i = (\lambda_i / \sum \lambda_i) \cdot 100$$

Para computar os escores componentes escreve-se o modelo básico em termos de

$$Y_{ij} = A_j' b_i = \sum_h b_{hi} A_{hj}$$

onde  $A_j'$  é a matriz transposta de  $A_j$  cujos elementos  $A_{hj}$  foram calculados por

$$A_{hj} = (X_{hj} - \bar{X}_h) / (n - 1)^{1/2}$$

em função de ter sido a matriz de covariância.

Os escores componentes são coordenadas de ordenação retangular e foram plotados para formar um diagrama de dispersão a fim de mostrar a distribuição conjunta dos componentes 1 e 2.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Nos vários levantamentos já realizados na Estação Experimental de Curuá-Una foram identificadas 244 espécies arbóreas a partir de um diâmetro mínimo de 5cm de DAP. Na área de 100ha. estudada, representativa do tipo de floresta de Planalto, foram identificadas 188 espécies representando 77% do total já identificado na Estação Experimental. A tabela 03, apresenta os nomes científicos, com os respectivos nomes vulgares utilizados na região de Curuá-Una, bem como as famílias a que pertencem. Na primeira coluna dessa tabela são encontrados os números de referência em ordem crescente segundo a ordem alfabética dos nomes científicos, enquanto que na segunda coluna consta os códigos das espécies utilizados na Estação Experimental de Curuá-Una.

A tabela 04 apresenta a relação das espécies em ordem alfabética segundo seus nomes vulgares, seguidos pelos respectivos números de referência dos nomes científicos, enquanto que a tabela 05 apresenta a relação das famílias com os respectivos números de referência das espécies pertencentes a estas.

A tabela 06 resume os dados da composição florística relacionando o número de gêneros, espécies e árvores por família, onde observa-se que dos 127 gêneros encontrados entre as 48 famílias, 90 gêneros, o equivalente a 70,8%, estão distribuídos entre 50% das famílias. A família leguminosae através das subfamílias Caesalpinóideae e mimosóideae seguida pelas famílias Sapotaceae e Apocynaceae foram as que contribuíram com maior número de gêneros.

Do total das 188 espécies, 141 correspondendo a 75%, pertencem às 24 famílias (50% do total) vistas na tabela 06, sendo que as famílias Sapotaceae e leguminosae foram as que apresentaram o maior número de espécies. Por outro lado, 95,5% dos indivíduos pertencem a 50% das famílias e estão distribuídos entre 90 gêneros e 141 espécies.

Tabela 03: Relação das Espécies segundo a ordem alfabética dos nomes científicos, seguidos da família e nome vulgar

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
01	218	<i>Allibertia sp</i>	<i>Rubiaceae</i>	Puruí
02	170	<i>Ambelania acida</i>	<i>Apocynaceae</i>	Molongô
03	104	<i>Ampeloceras sp</i>	<i>Ulmaceae</i>	Cambiteiro
04	131	<i>Anacardium giganteum</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Cajú-açú
05	23	<i>Aniba burchelii</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Amarelo
06	38	<i>Aniba canelilla</i>	<i>Lauraceae</i>	Preciosa
07	134	<i>Aparisthmium cordatum</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Urucurana
08	122	<i>Aspidosperma eteanum</i>	<i>Apocynaceae</i>	Araracanga Cabeça de Arara
09	76	<i>Aspidosperma spp</i>	<i>Apocynaceae</i>	Carapanaúba
10	157	<i>Aspidosperma verruculosa</i>	<i>Apocynaceae</i>	Araracanga
11	33	<i>Astronium lecointei</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Muiracatiara
12	195	<i>Astrocaryum sp</i>	<i>Palmae</i>	Mombaca
13	44	<i>Bagassa guianensis</i>	<i>Moraceae</i>	Tatajuba
14	234	<i>Bellucia imperialis</i>	<i>Melastomataceae</i>	Muuba
15	217	<i>Bellucia sp</i>	<i>Melastomataceae</i>	Tinteiro Liso
16	07	<i>Bertholletia excelsa</i>	<i>Lecythidaceae</i>	Castanha do Pará
17	27	<i>Bombax paraensis</i>	<i>Bombacaceae</i>	Mamorana
18	187	<i>Bowdichia nitida</i>	<i>Leg./papilionoideae</i>	Sucupira Preta
19	130	<i>Brosimum amplicomia</i>	<i>Moraceae</i>	Amapá Amargoso
20	135	<i>Brosimum guianensis</i>	<i>Moraceae</i>	Janitã
21	128	<i>Brosimum paraense</i>	<i>Moraceae</i>	Muirapiranga

Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
22	199	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	Muirapinima
23	11	<i>Buchenavia grandis</i>	Combretaceae	Cuiarana Fruto Alado
24	177	<i>Buchenavia huberi</i>	Combretaceae	Cuiarana Folha Miúda
25	69	<i>Bysonima verbasafolia</i>	Malpighiaceae	Muruci
26	154	<i>Calycolpus glaber</i>	Myrtaceae	Goiabinha
27	160	<i>Corpothoche longifolia</i>	Flacourtiaceae	Fruto de Cutia
28	37	<i>Coryocar villosum</i>	Caryocaraceae	Piquiã
29	229	<i>Casearia javitensis</i>	Flacourtiaceae	Caneleira
30	48	<i>Cassia scleroxylon</i>	Leguminosae caesalpinioideae	Muirapixuna
31	102	<i>Cecropia scyadophylla</i>	Moraceae	Imbaúba
32	110	<i>Chimarrhis turbinata</i>	Rubiaceae	Pau de Remo
33	107	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	Guariúba
34	123	<i>Connarus angustifolius</i>	Connaraceae	Barbatimão Cunário
35	95	<i>Cordia exaltada</i>	Boraginaceae	Freijó Branco
36	208	<i>Cordia nodosa</i>	Boraginaceae	Uruã da Mata
37	137	<i>Couepia hoffmaniana</i>	Rosaceae	Caraiperana
38	87	<i>Couratari pulchra</i>	Lecythidaceae	Tauari Flor Roxa
39	179	<i>Copaifera multifuga</i>	Leguminosae/Caesalpinioideae	Copaíba
40	200	<i>Couma guianensis</i>	Apocynaceae	Sorva
41	237	<i>Couma macrocarpa</i>	Apocynaceae	Sorva Grande
42	227	<i>Dendrobangia boliviana</i>	Icacinaceae	Caferana

Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
43	101	<i>Dialium guianense</i>	Leguminosae/Caesalpinoideae	Jutaí Pororoca
44	162	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceae	Morototó
45	05	<i>Dinizia excelsa</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Angelim Pedra
46	230	<i>Diospyros duckei</i>	Ebenaceae	Caquí Folha Miúda
47	165	<i>Diospyros praetemissa</i>	Ebenaceae	Caquí
48	158	<i>Dipteryx odorata</i>	Leguminosae/papilionoideae	Cumarú
49	78	<i>Duguetia marcgraviana</i>	Anonaceae	Envira Surucucu
50	168	<i>Duguetia paraensis</i>	Anonaceae	Araticu
51	77	<i>Duroia macrophylla</i>	Rubiaceae	Puruí Grande
52	85	<i>Duroia sp</i>	Rubiaceae	Café Brabo
53	156	<i>Emmotum fagifolium</i>	Icacinaceae	Muiraximbé
54	132	<i>Endopleura uxi</i>	Humiriaceae	Uxi Liso
55	18	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Fava Wing
56	89	<i>Eperua falcata</i>	Leguminosae/Caesalpinoideae	Apá
57	40	<i>Erisma uncinatum</i>	Vochysiaceae	Quarubarana
58	115	<i>Eschweilera collina</i>	Lecythidaceae	Matá Matá Preto
59	61	<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidaceae	Matá Matá Vermelho
60	98	<i>Eschweilera sagotiana</i>	Lecythidaceae	Matá Matá-Ci
61	99	<i>Eugenia conjuncta</i>	Myrtaceae	Guabiruba
62	56	<i>Eugenia palusii</i>	Myrtaceae	Murta
63	57	<i>Ferdinandusia paraensis</i>	Rubiaceae	Bacabinha Quina

Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
64	106	<i>Franchetella ambelanofolia</i>	Sapotaceae	Abiurana cutiti
65	204	<i>Franchetella gouggrijpii</i>	Sapotaceae	Abiurana Casca Fina
66	02	<i>Franchetella sp</i>	Sapotaceae	Abiurana Branca
67	19	<i>Glycidenron amazonicum</i>	Euphorbiaceae	Glicia
68	203	<i>Glycoxylon pedicellatum</i>	Sapotaceae	Abiurana Caramuri
69	97	<i>Guarea sp</i>	Meliaceae	Jataúba
70	71	<i>Guatteria pteropus</i>	Anonaceae	Envira Preta
71	12	<i>Goupia glabra</i>	Celastraceae	Cupiúba
72	140	<i>Hevea cuneata</i>	Euphorbiaceae	Seringa Itaúba
73	198	<i>Hirtella americana</i>	Rosaceae	Macucurana
74	21	<i>Hymenaea courbaril</i>	Leguminosae/Caesalpinnoideae	Jutaí-Açú
75	04	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Leguminosae/Papilionoideae	Angelim da Mata
76	82	<i>Inga alba</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Ingã Xixica
77	112	<i>Inga brevialata</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Ingã Grande
78	202	<i>Inga sp</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Ingã Cumarú
79	58	<i>Inga spp</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Ingã
80	75	<i>Iryanthera sp</i>	Myristicaceae	Ucuubarana
81	35	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Parã-Parã
82	161	<i>Lacmellea arborescens</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Molongô de Espinho
83	72	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae	Pau Jacaré
84	08	<i>Lecythis usitata</i>	Lecythidaceae	Castanha Sapucaia

Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
85	151	<i>Leonia glycoarpa</i>	Violaceae	Pau Branco
86	70	<i>Licania canescens</i>	Rosaceae	Caraipê
87	196	<i>Licania glabriflorum</i>	Rosaceae	Macucu de Sangue
88	67	<i>Licania sp</i>	Rosaceae	Macucu Peludo
89	236	<i>Lonchocarpus spruceanus</i>	Leguminosae/Papilionaidae	Facheiro
90	149	<i>Luehea speciosa</i>	Tiliaceae	Açoita Cavallo
91	46	<i>Manilkara amazonica</i>	Sapotaceae	Maparajuba
92	26	<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae	Maçaranduba
93	207	<i>Manilkara paraensis</i>	Sapotaceae	Maparajuba Folha Vermelha
94	34	<i>Maquira guianensis</i>	Moraceae	Muiratinga
95	90	<i>Matayba arborescens</i>	Sapindaceae	Pitombarana
96	215	<i>Maximiliana regia</i>	Palmae	Inajã
97	169	<i>Maytenus sp</i>	Celastraceae	Casca Grossa
98	174	<i>Maytenus guianensis</i>	Celastraceae	Chichuã
99	50	<i>Miconia spp</i>	Melastomataceae	Tinteiro
100	216	<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae	Tinteiro Branco
101	01	<i>Micropholis acutangula</i>	Sapotaceae	Abiurana Vermelha
102	143	<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae	Abiurana Rosadinha
103	153	<i>Minuartia punctata</i>	Olacaceae	Aquariquara
104	63	<i>Mouriria brevipes</i>	Melastomataceae	Muirauã
105	194	<i>Mouriria calocarpa</i>	Melastomataceae	Muirauã Folha Miúda

## Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
106	197	<i>Mouriria nervosa</i>	<i>Melastomataceae</i>	Muirauá Flor Roxa
107	105	<i>Myrtiluma eugeniifolia</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Pitomba de Leite
108	73	<i>Neoxythece cladantha</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Seca
109	147	<i>Neea oppositifolia</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	João Mole
110	66	<i>Ocotea canaliculata</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Pimenta
111	25	<i>Ocotea fragrantissima</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Canela
112	24	<i>Ocotea guianensis</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Branco
113	109	<i>Ocotea neesiana</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Preto
114	100	<i>Ormosia micrantha</i>	<i>Leguminosae/Papilionoideae</i>	Tento Amarelo
115	167	<i>Ormosia nobilis</i>	<i>Leguminosae/Papilionoideae</i>	Tentorana
116	127	<i>Parahancornia amapa</i>	<i>Apocynaceae</i>	Amapá Doce
117	14	<i>Parkia multijuga</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Fava Arara Tucupi
118	139	<i>Parkia appositifolia</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Japacamim
119	126	<i>Parkia pendula</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Fava Bolota
120	205	<i>Parkia sp</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Pau Benzôico
121	240	<i>Parkia sp</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Fava corê
122	180	<i>Peltogyne paniculata</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Coataquiçaua
123	193	<i>Piper sp</i>	<i>Piperaceae</i>	Pimenta Longa
124	15	<i>Piptadenia suaveolens</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Fava Folha Fina
125	88	<i>Pithecellobium latifolium</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Ingarana
126	159	<i>Pleurothryum macranthum</i>	<i>Lauraceae</i>	Louro Abacate

## Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
127	176	<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Amarelinho
128	144	<i>Pouteria engleri</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Casca Grossa
129	241	<i>Pouteria macrocarpa</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Frutão
130	172	<i>Pouteria melanopoda</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Goiabinha
131	192	<i>Pouteria cladantha</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Ucuuba
132	206	<i>Pouteria spp</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana
133	64	<i>Pouteria venulosa</i>	<i>Sapotaceae</i>	Rosadinho
134	91	<i>Protium poeppigianum</i>	<i>Burseraceae</i>	Breu Manga
135	53	<i>Protium sagotianum</i>	<i>Burseraceae</i>	Breu branco
136	94	<i>Pseudima frutescens</i>	<i>Sapindaceae</i>	Olho de Veado
137	62	<i>Pterocarpus rohrii</i>	<i>Leguminosae/Papilionoideae</i>	Mututi Branco
138	29	<i>Qualea homosepala</i>	<i>Vochysiaceae</i>	Mandioqueira Áspera
139	189	<i>Quiina pteridophylla</i>	<i>Quiinaceae</i>	Quinarana
140	124	<i>Raulwolfia pentaphylla</i>	<i>Apocynaceae</i>	Muirajuçarana
141	103	<i>Richardella sp</i>	<i>Sapotaceae</i>	Abiurana Peluda
142	79	<i>Rinorea spp</i>	<i>Violaceae</i>	Aquariquarana
143	119	<i>Rollinia annonoides</i>	<i>Anonaceae</i>	Envira Ata
144	113	<i>Saccoglotis amazonica</i>	<i>Humiriaceae</i>	Uxirana
145	84	<i>Saccoglotis guianensis</i>	<i>Humiriaceae</i>	Axuã
146	211	<i>Saccoglotis racemosa</i>	<i>Humiriaceae</i>	Cumatê
147	81	<i>Saccoglotis uchi</i>	<i>Humiriaceae</i>	Uxipucu

## Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
148	190	<i>Salvertia convallariaedora</i>	<i>Vochysiaceae</i>	Pau de Arara
149	92	<i>Scherolobium micropetalum</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Tachi Preto Folha Miúda
150	42	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Tachi Pitomba
151	239	<i>Sclerolobium sp</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Tachi Vermelho
152	184	<i>Silvia duckei</i>	<i>Lauraceae</i>	Itaúba Abacate
153	150	<i>Simaba cedron</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Pau Pra Tudo
154	233	<i>Simaba sp</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Marupazinho
155	32	<i>Simarouba amara</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Marupã
156	49	<i>Siparuna guianensis</i>	<i>Monimiaceae</i>	Capitiú
157	51	<i>Solanum sp</i>	<i>Solanaceae</i>	Cajuçara
158	06	<i>Sterculia megalocarpa</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Achichá
159	116	<i>Stryphnodendron pulcherimum</i>	<i>Leguminosae/Mimosoideae</i>	Fava Barbatimão
160	163	<i>Symphonia globulifera</i>	<i>Guttiferae</i>	Anani
161	214	<i>Swartzia aptera</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Gombeira
162	242	<i>Swartzia corrugata</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Muirapucu
163	145	<i>Swartzia sp</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Gombeira Branca
164	36	<i>Tabebuia serratifolia</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Pau D'Arco
165	54	<i>Tachigalia alba</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Tachi Branco
166	108	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	<i>Leguminosae/Caesalpinioideae</i>	Tachi Preto Folha Graúda
167	55	<i>Talisia longifolia</i>	<i>Sapindaceae</i>	Pitomba
168	235	<i>Talisia sp</i>	<i>Sapindaceae</i>	Pitombarana

## Cont. Tabela 03 (cont.)

Nº DE REFERÊNCIA	CÓDIGO DE ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA	NOME VULGAR
169	133	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Tatapiririca
170	178	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae	Cuiarana de Caroço
171	213	<i>Terminalia tanibouca</i>	Combretaceae	Cinzeiro
172	60	<i>Tetragastris panamensis</i>	Burseraceae	Breu Preto
173	125	<i>Theobroma speciosum</i>	Sterculiaceae	Cacau da Mata
174	74	<i>Touroulia guianensis</i>	Quinaceae	Papo de Mutum
175	59	<i>Trattinickia burserifolia</i>	Burseraceae	Breu Sucuruba
176	93	<i>Trichilia lecointei</i>	Meliaceae	Pracuuba da Terra Firme
177	221	<i>Unonopsis sp</i>	Anonaceae	Envira Preta Folha Miúda
178	45	<i>Virola melinonii</i>	Myristicaceae	Ucuuba da Terra Firme
179	152	<i>Virola multicosata</i>	Myristicaceae	Ucuuba Peluda
180	226	<i>Vismia sp</i>	Guttiferae	Lacre Branco
181	209	<i>Vitex triflora</i>	Verbenaceae	Tarumã da Terra Firme
182	39	<i>Vochysia spp</i>	Vochysiaceae	Quaruba
183	03	<i>Vouacapoua americana</i>	Leguminosae/Caesalpinoideae	Acapū
184	65	<i>Xilopia discreta</i>	Anonaceae	Envira Xis
185	111	<i>Xilopia laevigata</i>	Anonaceae	Envira Vermelha
186	52	<i>Xilopia nitida</i>	Anonaceae	Envira Branca
187	83	<i>Pithecelobium racemosum</i>	Leguminosae/Mimosoideae	Angelim Rajado
188	173	Não Identificada	Não Identificada	Maracanã

Tabela 04: Relação das Espécies em ordem alfabética, segundo seus nomes vulgares, seguidos pelos respectivos números de referência dos nomes científicos da Tabela nº 03

Abiurana (132)	Angelim Pedra (45)	Captiú (156)	Envira Preta Folha Miúda (177)
Abiurana Branca (66)	Angelim Rajado (187)	Caquí (47)	Envira Surucucu (49)
Abiurana Casca Grossa (128)	Apã (56)	Caquí Folha Miúda (46)	Envira Vermelha (185)
Abiurana Casca Fina (65)	Aquariquara (103)	Caraipê (86)	Envira Xis (184)
Abiurana Caramuri (68)	Aquariquarana (142)	Caraiperana (37)	Facheiro (89)
Abiurana Cutiti (64)	Araracanga (10)	Carapanaúba (9)	Fava Arara Tucupi (117)
Abiurana Frutão (129)	Araracanga Cabeça de Arara (8)	Casca Grossa (97)	Fava Barbatimão (159)
Abiurana Goiabinha (130)	Araticu (50)	Castanha do Pará (16)	Fava Bolota (119)
Abiurana Peluda (141)	Axuá (145)	Castanha Sapucaia (84)	Fava Coré (121)
Abiurana Pitomba de Leite (107)	Bacabinha Quina (63)	Chichuá (98)	Fava Folha Fina (124)
Abiurana Rosadinha (102)	Barbatimão Cunário (34)	Cinzeiro (171)	Fava Wing (55)
Abiurana Seca (108)	Breu Branco (135)	Coataquiçaua (122)	Freijó Branco (35)
Abiurana Ucuuba (131)	Breu Manga (134)	Copaíba (39)	Fruto de Cutia (27)
Abiurana Vermelha (101)	Breu Preto (172)	Cuiarana de Carço (170)	Glicia (67)
Acapú (183)	Breu Sucuruba (175)	Cuianara Folha Miúda (24)	Goiabinha (26)
Achichã (158)	Cacau da Mata (173)	Cuiarana Fruto Alado (23)	Gombeira (161)
Açoita Cavalo (90)	Cafê Brabo (52)	Cumatê (146)	Gombeira Branca (163)
Amapã Amargoso (19)	Caferana (42)	Cunário (48)	Guabiruba (61)
Amapã Doce (116)	Cajú-Açú (4)	Cupiúba (71)	Guariúba (33)
Amarelinho (127)	Cajuçara (157)	Envira Ata (143)	Imbaúba (31)
Anani (160)	Cambiteiro (3)	Envira Branca (186)	Inajã (96)
Angelim da Mata (75)	Caneleira (29)	Envira Preta (70)	Ingã (79)

Ingã Cumarú (78)	Mandioqueira Áspera (138)	Murta (62)	Quaruba (182)
Ingã Grande (77)	Maparajuba (91)	Muruci (25)	Quarubarana (57)
Ingã Xixica (76)	Maparajuba Folha Vermelha (93)	Mututi Branco (137)	Quinarana (139)
Ingarana (125)	Maracanã (188)	Muuba (14)	Rosadinho (133)
Itaúba Abacate (152)	Marupã (155)	Olho de Veado (136)	Seringa Itaúba (72)
Janitã (20)	Marupazinho (154)	Papo de Mutum (174)	Sorva (40)
Japacamim (118)	Matã Mata-Cí (60)	Parã-Parã (81)	Sorva Grande (41)
Jataúba (69)	Matã Matã Vermelho (59)	Pau Benzóico (120)	Sucupira Preta (18)
João Mole (109)	Mata Matã Preto (58)	Pau Branco (85)	Tachi Branco (165)
Jutaí-Açu (74)	Molongô (2)	Pau D'Arco (164)	Tachi Pitomba (150)
Jutaí Pororoca (43)	Molongô de Espinho (82)	Pau de Arara (148)	Tachi Preto Folha Graúda (166)
Lacre Branco (18)	Mombaca (12)	Pau de Remo (32)	Tachi Preto Folha Miúda (149)
Louro Abacate (126)	Morototô (44)	Pau Jacaré (83)	Tachi Vermelho (151)
Louro Amarelo (5)	Muiracatiara (11)	Pau Pra Tudo (153)	Tarumã da Terra Firme (181)
Louro Branco (112)	Muirajuçarana (140)	Pimenta Longa (123)	Tatajuba (13)
Louro Canela (111)	Muirapinima (22)	Piquiã (28)	Tatapiririca (169)
Louro Pimenta (110)	Muirapiranga (21)	Pitomba (167)	Tauari Flor Roxa (38)
Louro Preto (113)	Muirapixuna (30)	Pitombarana (95)	Tento Amarelo (114)
Maçaranduba (92)	Muirapucu (126)	Pitombarana (168)	Tentorana (115)
Macucu de Sangue (87)	Muiraúba (104)	Pracuúba da Terra Firme (176)	Tinteiro (99)
Macucu Peludo (88)	Muiraximbe (53)	Preciosa (6)	Tinteiro Branco (100)
Macucurana (73)	Muiraúba Flor Roxa (106)	Puruí (1)	Tinteiro Liso (15)
Mamorana (17)	Muiraúba Folha Miúda (105)	Puruí Grande (51)	Ucuuba da Terra Firme (178)

Cont. Tabela 04 (cont.)

---

Ucuuba Peluda (179)

Ucuubarana (80)

Uruã da Mata (36)

Urucurana (7)

Uxi Liso (54)

Uxipucu (147)

Uxirana (144)

---

Tabela 05: Relação das famílias em ordem alfabética, com respectivos números de referência das espécies, da tabela nº 04

FAMÍLIAS	NÚMEROS DE REFERÊNCIA	FAMÍLIAS	NÚMEROS DE REFERÊNCIA
Anacardiaceae	4, 11, 169	Lauraceae	5, 6, 110, 111, 112, 113, 126, 152
Anonaceae	49, 50, 70, 143, 177, 184, 185, 186	Lecythidaceae	16, 38, 58, 59, 60, 84,
Apocynaceae	2, 8, 9, 10, 40, 41, 116, 140	Leg./Caesalpinóideae	30, 39, 43, 56, 74, 122, 149, 150, 151, 161, 162, 163, 165, 166, 183
Araliaceae	44	Leg./Mimosóideae	45, 55, 76, 77, 78, 79, 82, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 159
Bignoniaceae	81, 164	Leg./Papil.	48, 75, 89, 137
Bombacaceae	17	Leg./Papil.	18, 114, 115
Boraginaceae	35, 36	Malpighinaceae	25
Burseraceae	134, 135, 172, 175	Melastomataceae	14, 15, 99, 100, 104, 105, 106
Cariocaraceae	28	Meliaceae	69, 176
Celastraceae	71, 97, 98	Monimiaceae	156
Combretaceae	23, 24, 170, 171	Moraceae	13, 19, 20, 21, 22, 31, 33, 94
Connaraceae	34	Miristicaceae	80, 178, 179
Ebenaceae	46, 47		
Euphorbiaceae	7, 67, 72, 127		
Flacourtiaceae	27, 29, 83		
Guttifereae	160, 180		
Humiriaceae	54, 144, 145, 146, 147		
Icacinaceae	42, 53		

Cont. Tabela 05(cont.)

FAMÍLIAS	NÚMEROS DE REFERÊNCIA	FAMÍLIAS	NÚMEROS DE REFERÊNCIA
Myrtaceae	26, 61, 62		
Nyctaginaceae	109		
Olacaceae	103		
Palmae	12, 96		
Piperaceae	123		
Quiinaceae	138, 174		
Rosaceae	37, 73, 86, 87, 88		
Rubiaceae	1, 32, 51, 52, 63		
Sapindaceae	95, 136, 167, 168		
Sapotaceae	64, 65, 66, 68, 91		
	92, 93, 101, 102, 107		
	108, 128, 129, 130, 131		
	132, 133, 141		
Simaroubaceae	153, 154, 155		
Solanaceae	157		
Sterculiaceae	158, 173		
Tiliaceae	90		
Ulmaceae	3		
Verbenaceae	181		
Violaceae	85, 142		
Vochysiaceae	57, 138, 148, 182		

TABELA Nº 06 : NÚMERO DE GÊNERO, ESPÉCIE E ÁRVORES POR FAMÍLIA.

FAMÍLIA	NÚMERO DE GÊNEROS	NÚMERO DE ESPÉCIES	NÚMERO DE ÁRVORES	% DO Nº DE ÁRVORES	% ACUMULADA
1. VIOLACEAE	2	2	1689	34,1	34,1
2. BURSERACEAE	3	4	800	16,1	50,2
3. SAPOTACEAE	8	18	405	8,2	58,4
4. LEG. / CAESALPINOIDEAE	10	15	279	5,6	64,0
5. MELASTOMATACEAE	3	7	180	3,6	67,6
6. MONIMIACEAE	1	1	166	3,3	70,9
7. LAURACE	4	8	157	3,2	74,1
8. ANONACEAE	5	8	149	3,0	77,1
9. LEG. / MIMOSOIDEAE	8	15	132	2,7	79,8
10. LECYTHIDACEAE	4	6	115	2,3	82,1
11. ROSACEAE	3	5	108	2,2	84,3
12. RUBIACEAE	4	5	107	2,2	86,5
13. MORACEAE	5	7	91	1,8	88,3
14. MIRISTICACEAE	2	3	54	1,1	89,4
15. APOCYNACEAE	6	9	49	1,0	90,4
16. HUMIRICACEAE	2	5	44	0,9	91,3
17. EUPHORBIACEAE	4	4	42	0,8	92,1
18. STERCULIACEAE	2	2	40	0,8	92,9
19. BORAGINACEAE	1	2	39	0,8	93,7
20. CELASTRACEAE	2	3	29	0,6	94,3
21. MYRTACEAE	2	3	29	0,6	94,9
22. ANACARDIACEAE	3	3	12	0,2	95,1
23. LEG. / PAPIL. / DALBERGIA	4	4	12	0,2	95,3
24. BIGNONIACEAE	2	2	11	0,2	95,5
25. FAMÍLIAS RESTANTES	37	46	214	4,3	99,8
NÃO IDENTIFICADAS	—	1	3	0,1	100,0
<b>T O T A L</b>	<b>127</b>	<b>188</b>	<b>4956</b>	<b>100,0</b>	<b>—</b>

A família violaceae com 1689 árvores participa com 34,1% do número total de indivíduos, sendo que somente as espécies *Rinorea* spp, identificadas pelo nome vulgar de Aquariquarana, pertencente a esta família, apresentaram uma ocorrência de 1685 indivíduos na área amostrada (5 ha) o equivalente à 34% do total.

Esta foi a espécie mais frequente, seguida das espécies *Tetragastris panamensis*, *Protium sagotianum*, *Siparuna guianensis*, *Neoxythece cladantha* e *Sclerolobium paniculatum* com 390, 341, 156, 138 e 128 árvores respectivamente. Deste modo, apenas as 6 espécies mais frequentes participam com 2847 indivíduos, representando 57,4% do número total de indivíduos.

#### 4.2. RELAÇÃO ESPÉCIE/ÁREA

Tendo em vista a coleta dos dados de campo ter sido realizada previamente pela equipe técnica do convênio SUDAM/FCAP, onde foram utilizadas quadras de 500 m<sup>2</sup>, não foi possível estudar o comportamento da relação número de espécies/tamanho da unidade amostral. Por esta razão, nada se pode concluir sobre o tamanho ideal da área mínima, não objetivando assim testar diferentes tamanhos de quadras. Entretanto, procurou-se verificar se as 100 unidades amostrais de 20 m x 25 m utilizadas no estudo, perfazendo um total de 5 ha amostrados, o equivalente a uma intensidade de amostragem de 5%, tinham sido suficientes para cobrir a variação florística da área estudada.

A curva espécie/área foi construída "plotando-se" o número acumulado de espécies novas contra as unidades de amostra acumuladas com o fim de verificar a variação florística. Por outro lado, construiu-se uma curva da média acumulada das espécies contra as amostras acumuladas, para examinar o comportamento da flu

tuação dos valores da média acumulada em relação ao número de amostras, cujos dados são apresentados na tabela 07, e as curvas apresentadas na figura 04.

A curva espécie-área construída para fustes  $\geq 5$  cm de DAP, visto na figura 05, foi muito íngreme; o aumento do aparecimento de novas espécies foi alto até os 1,75 ha (35 amostras combinadas), onde apenas 135 espécies podem ser esperadas, correspondendo 72% das espécies levantadas, ao passo que com 3,25 ha amostrados (65 amostras combinadas), acima de 177 espécies podem ser esperadas, a partir da qual a curva estabiliza-se com relativamente poucas espécies (11 espécies) adicionadas com o aumento da área até atingir os 5 ha amostrados (100 amostras combinadas). Deste modo, pode-se observar com clareza, pelo menos três fases distintas da curva espécie/área, e considerou-se que os 5 ha amostrados foram suficientes para cobrir a variação florística da área estudada.

Após a análise da curva espécie/área onde observou-se sua estabilização após a combinação de 65 unidades de amostra passou-se a analisar a curva vista na figura 04, examinando-se a flutuação da média acumulada das espécies, em que com o aumento do número de amostras a flutuação da média diminuiu.

O mesmo comportamento apresentado pela curva espécie/área foi também observado na curva de flutuação da média, isto é com 35 unidades de amostra combinadas ocorreu uma grande flutuação da média, com uma nítida diminuição quando 65 unidades de amostra foram combinadas, a partir da qual decresceu para uma perfeita estabilização. O número de unidades de amostra foi então considerado suficiente quando as flutuações das médias tornaram-se insensitivas para a variação dos dados.

Apesar de tanto em área amostrada (5 ha) quanto em número

TABELA 07: Dados de número e média acumulada de espécies novas, utilizados para construção das figuras de números 04 e 05.

AMOSTRA Nº	Nº ACUMU. DE ESPÉCIES NOVAS	MÉDIA ACUMUL. DE ESPÉCIES NOVAS	AMOSTRA Nº	Nº ACUMU. DE ESPÉCIES NOVAS	MÉDIA ACUMUL. DE ESPÉCIES NOVAS
01	19	19,0	51	162	22,1
02	36	23,0	52	162	22,1
03	45	21,7	53	164	22,0
04	50	18,5	54	165	22,0
05	56	18,2	55	166	22,0
06	61	18,5	56	168	22,0
07	65	19,1	57	168	22,1
08	68	20,0	58	170	22,1
09	69	19,7	59	171	22,0
10	79	20,5	60	174	21,9
11	81	20,4	61	175	21,9
12	84	19,9	62	175	22,0
13	86	19,8	63	176	22,0
14	88	20,1	64	177	21,9
15	90	19,9	65	177	21,9
16	94	20,2	66	177	21,7
17	97	20,3	67	177	21,7
18	100	20,5	68	178	21,6
19	100	20,4	69	178	21,6
20	103	20,3	70	178	21,5
21	106	20,2	71	178	21,5
22	110	20,4	72	178	21,4
23	114	20,5	73	178	21,4
24	120	20,7	74	178	21,4
25	122	20,7	75	179	21,4
26	122	20,7	76	179	21,4
27	124	20,9	77	179	21,5
28	126	20,8	78	179	21,5
29	128	20,9	79	181	21,5
30	128	20,9	80	182	21,4
31	130	20,9	81	182	21,5
32	131	21,0	82	182	21,4
33	132	21,0	83	182	21,4
34	132	21,1	84	183	21,4
35	135	21,4	85	184	21,4
36	139	21,4	86	184	21,4
37	142	21,5	87	184	21,4
38	143	21,3	88	185	21,4
39	145	21,5	89	185	21,3
40	145	21,3	90	185	21,5
41	147	21,3	91	185	21,5
42	148	21,5	92	185	21,4
43	150	21,4	93	186	21,4
44	153	21,6	94	186	21,4
45	154	21,6	95	186	21,5
46	156	21,6	96	186	21,5
47	158	21,6	97	186	21,4
48	160	21,8	98	187	21,4
49	160	21,7	99	108	21,4
50	160	21,8	100	188	21,4

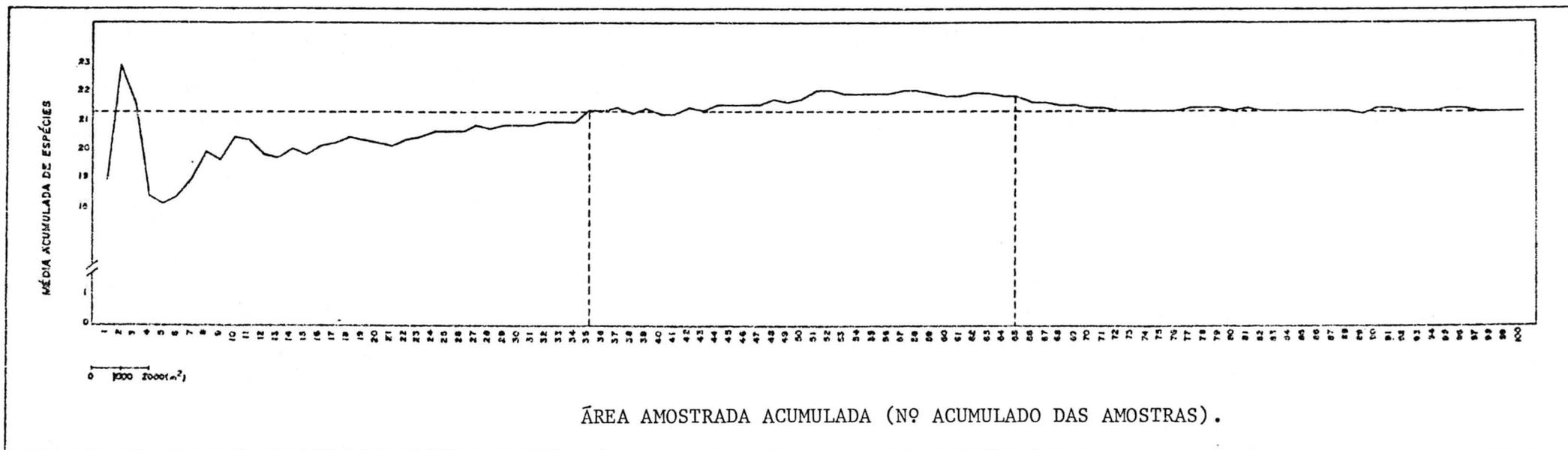


Figura 04: Curva da flutuação da média acumulada em relação ao número acumulado de unidades de amostras

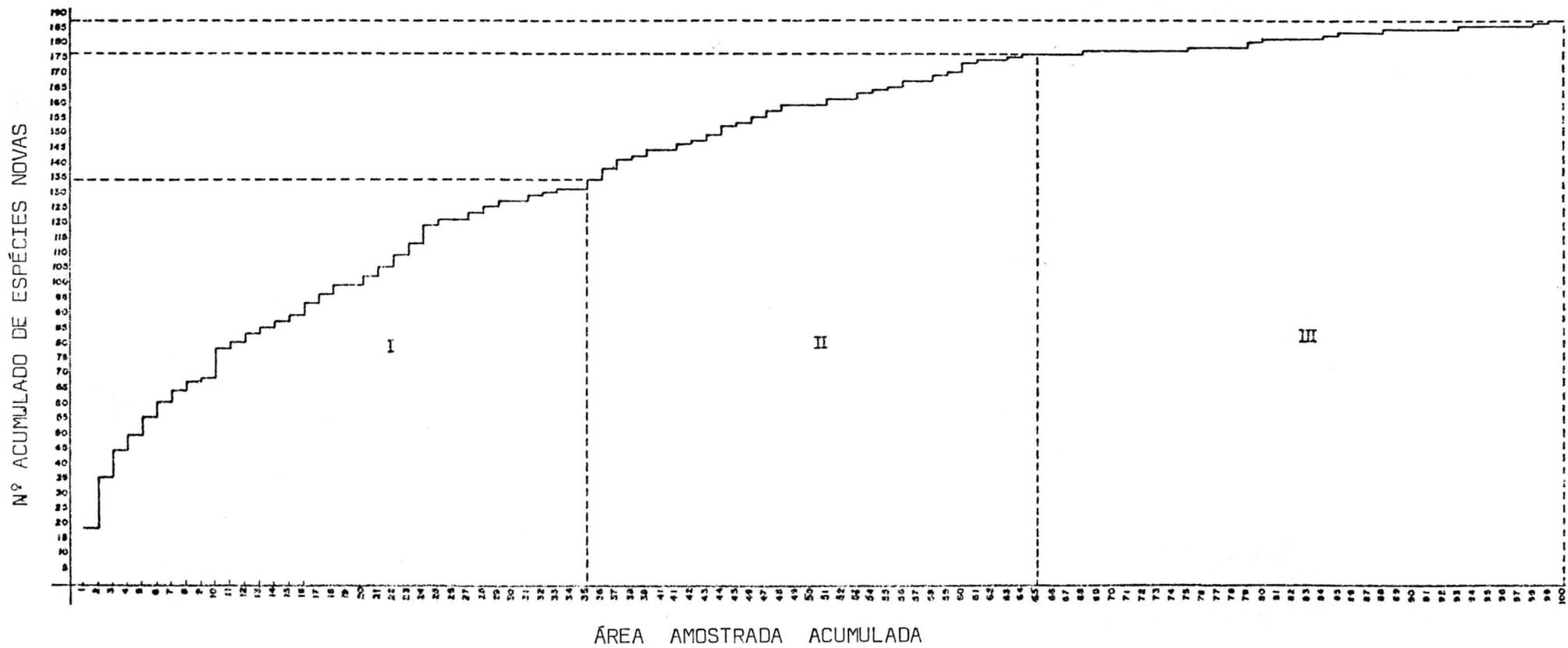


Figura 05 : Curva Espécie - Área

de unidades de amostra utilizadas (100 unidades de amostra terem sido consideradas o suficiente para cobrir a variação florística da área estudada (100 ha), ressalta-se que se somente muito poucas unidades de amostra são o suficiente, então a área de cada unidade de amostra é muito grande; por outro lado se um número muito grande de unidades de amostra é requerido, neste caso o tamanho de cada amostra é pequeno.

No caso de considerar-se que para inventariar uma área de 100 ha seria necessário um número maior do que 65 unidades amostrais, como sendo um número de unidades de amostra muito grande, provavelmente o tamanho das amostras utilizadas (20m x 25m), no presente trabalho foi muito pequeno.

#### 4.3. RELAÇÃO ESPÉCIE/ABUNDÂNCIA

Como apresentada na revisão bibliográfica, a medida mais óbvia de diversidade de espécies consiste no número de espécies na área da população estudada. Entretanto, a abundância de cada espécie constitui um fator importante que deve ser considerado em uma análise de vegetação, através da relação espécie/abundância.

Na figura 06 é mostrada a estrutura da comunidade constituída de 188 espécies, distribuídas entre 4956 indivíduos, na qual a distribuição de frequência de abundância foi obtida do número de espécies com dado número de indivíduos.

A distribuição de frequência esperada da série logarítmica tratada como uma função contínua é mostrada através da linha tracejada, a qual é interrompida pelo fato da cauda da distribuição ser muito longa. As frequências esperadas determinadas pela série logarítmica foram calculadas em função de  $X = 0,9922$  e  $\alpha = 38,9607$ , e são apresentadas na tabela nº 08.

Observa-se pela figura nº 06, que um elevado número de

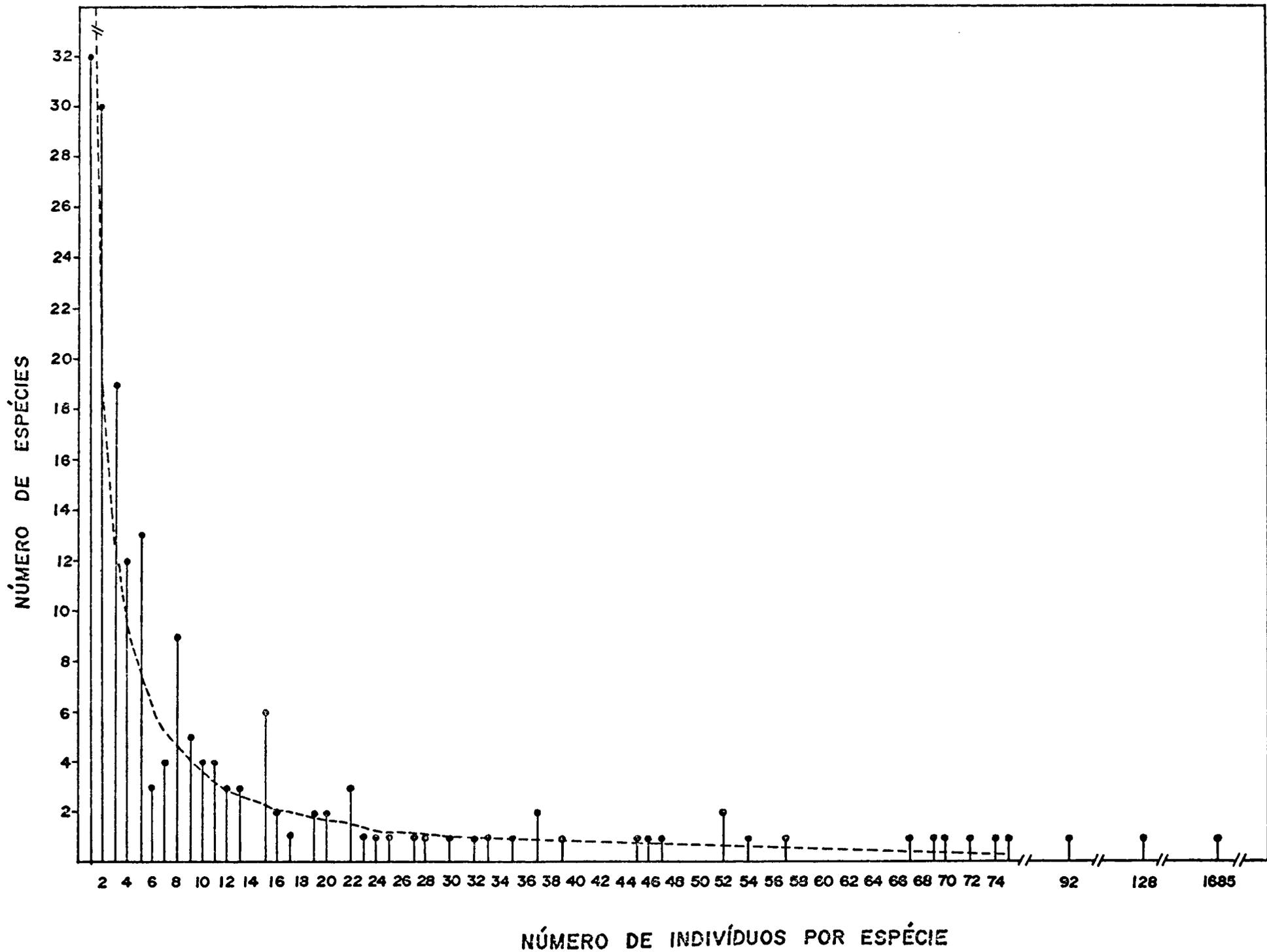


FIG. 106 : ESTRUTURA DA COMUNIDADE CONSTITUÍDA DE 188 ESPÉCIES E 4.956 INDIVÍDUOS.

espécies apresenta um baixo número de indivíduos, isto é, 55% das espécies apresenta uma frequência de indivíduos variando de 1 a 5; por outro lado, observa-se espécies com abundâncias muito altas, como é o caso da Aquariquarana com 1685 indivíduos. Deste modo, a relação espécie/abundância não se ajustou a uma distribuição logarítmica, apesar de que os 29 primeiros termos da série logarítmica tenham estimativas razoáveis para o número de espécies com determinados números de indivíduos como podem ser vistos na tabela 08.

Tabela nº 08: Frequência Esperada do número de espécies por número de indivíduos, estimada pela distribuição logarítmica

Nº de indivíduos $n_i$	Freq. Obs. (O)	Freq. Esp. (E)	PARÂMETROS
$n_1$	34	39,6	Série Logarítmica: $\alpha X; \alpha \frac{X^2}{2}; \alpha \frac{X^3}{3}; \dots, \alpha \frac{X^n}{n}$  $S = 188$  $N = 4956$  $X = 0,9922$  $\alpha = 38,9607$
$n_2$	30	19,0	
$n_3$	19	12,7	
$n_4$	8	9,4	
$n_5$	13	7,5	
$n_6$	4	6,2	
$n_7$	4	5,3	
$n_8$	9	4,6	
$n_9$	5	4,0	
$n_{10}$	4	3,6	
$n_{11}$	4	3,2	
$n_{12}$	3	2,9	
$n_{13}$	3	2,7	
$n_{14}$	0	2,5	
$n_{15}$	6	2,3	
$n_{16}$	2	2,1	
$n_{17}$	1	2,0	
$n_{18}$	0	1,9	
$n_{19}$	2	1,8	
$n_{20}$	2	1,7	
$n_{21}$	0	1,6	
$n_{22}$	3	1,5	
$n_{23}$	1	1,4	
$n_{24}$	1	1,3	
$n_{25}$	1	1,3	
$n_{26}$	0	1,2	
$n_{27}$	1	1,2	
$n_{28}$	1	1,1	
$n_{29}$	0	1,1	
.	.	.	
.	.	.	
.	.	.	

Dado o elevado número de espécies encontradas na área estudada, procurou-se verificar se do total de espécies muitas seriam moderadamente abundantes e poucas raras ou comuns. Para isso ajustou-se a distribuição lognormal obtendo-se a seguinte equação:

$$S_i = 38.e^{-(0,358.R)^2}$$

sendo  $S_i$  o número de espécies no  $R$ -ésimo octave.

A tabela 09 apresenta os dados de frequência observada e esperada pela equação lognormal por octave, enquanto que a figura 07, ilustra a curva lognormal.

Tabela 09: Frequências observadas e esperadas pela função lognormal

Nº de Octaves (Ri)	OCTAVES	FREQ. OBSERV.	FREQ. ESP.
1	1 - 2	32	33,4
0	2 - 4	38	38,0
1	4 - 8	31,5	33,4
2	8 - 16	30,5	22,8
3	16 - 32	15,5	12,0
4	32 - 64	12,5	5,9
5	64 - 128	7,5	1,5
6	128 - 256	2,5	0,4
7	256 - 512	2,0	0,07
8	≥ 512	1,0	0,01

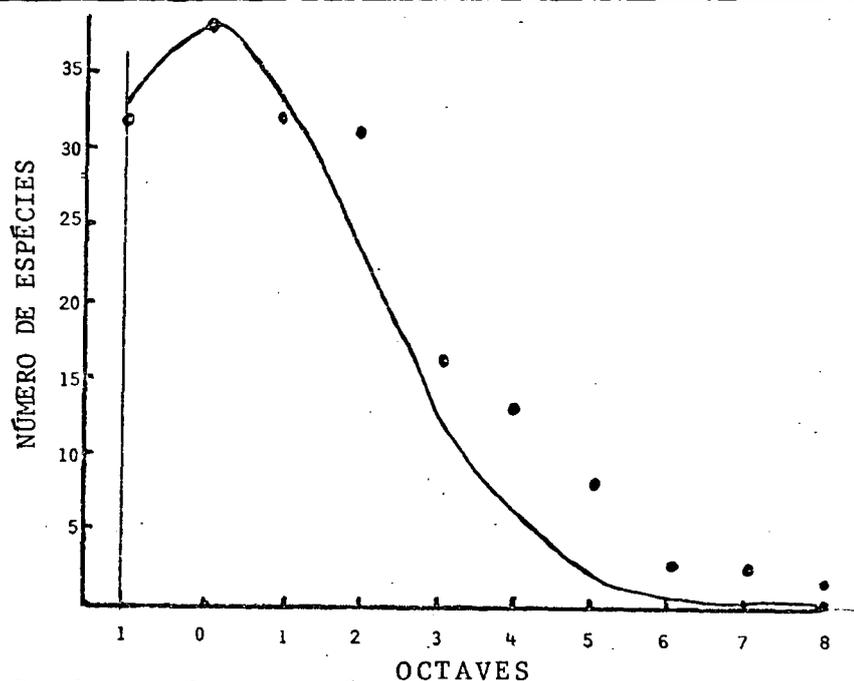


Fig. 07: Curva lognormal

Como foi observado na figura 07, a relação espécie/abundância para a área de 100 ha estudada, não é explicada pela distribuição lognormal. Os dados parecem mostrar que existem muitas espécies abundantes dado a subestimativa da distribuição lognormal para a maioria dos octaves à direita do octave modal, onde os intervalos aumentam em uma série geométrica, cujas amplitudes são múltiplos de dois, ao mesmo tempo em que aparecem uma frequência bastante grande de espécies pouco abundantes. Isto mostra uma grande desuniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, como pode ser observado pela grande extensão da curva.

Este fato provavelmente é devido a área estudada ter sido limitada (100 ha), e o padrão de distribuição das espécies ter influenciado tanto para a ocorrência de espécies extremamente abundantes quanto para o elevado número de espécies pouco abundantes. Com o aumento da área, novos indivíduos seriam adicionados às espécies pouco abundantes e provavelmente diminuiria o aparecimento de indivíduos muito abundantes dado que o nicho das espécies depende de muitos fatores.

A relação espécie/abundância também foi estudada independentemente do ajuste de distribuições matemáticas, através da curva de Abundância Relativa mostrada na figura 08.

Observa-se na figura 08 que, as espécies que ocupam as 8 primeiras posições na sequência de ocorrência, isto é, Aquariquarana, Breu Preto, Breu Branco, Captiú, Abiurana seca, Tachi Pitomba, Mata Mata Vermelho e Muiratinga fazem com que a curva de abundância relativa torne-se bastante íngreme em sua extremidade caracterizando assim que o povoamento estudado apresenta um relativo grau de dominância por essas espécies. Porém, a partir da oitava posição a curva assume um aspecto mais horizontal dis

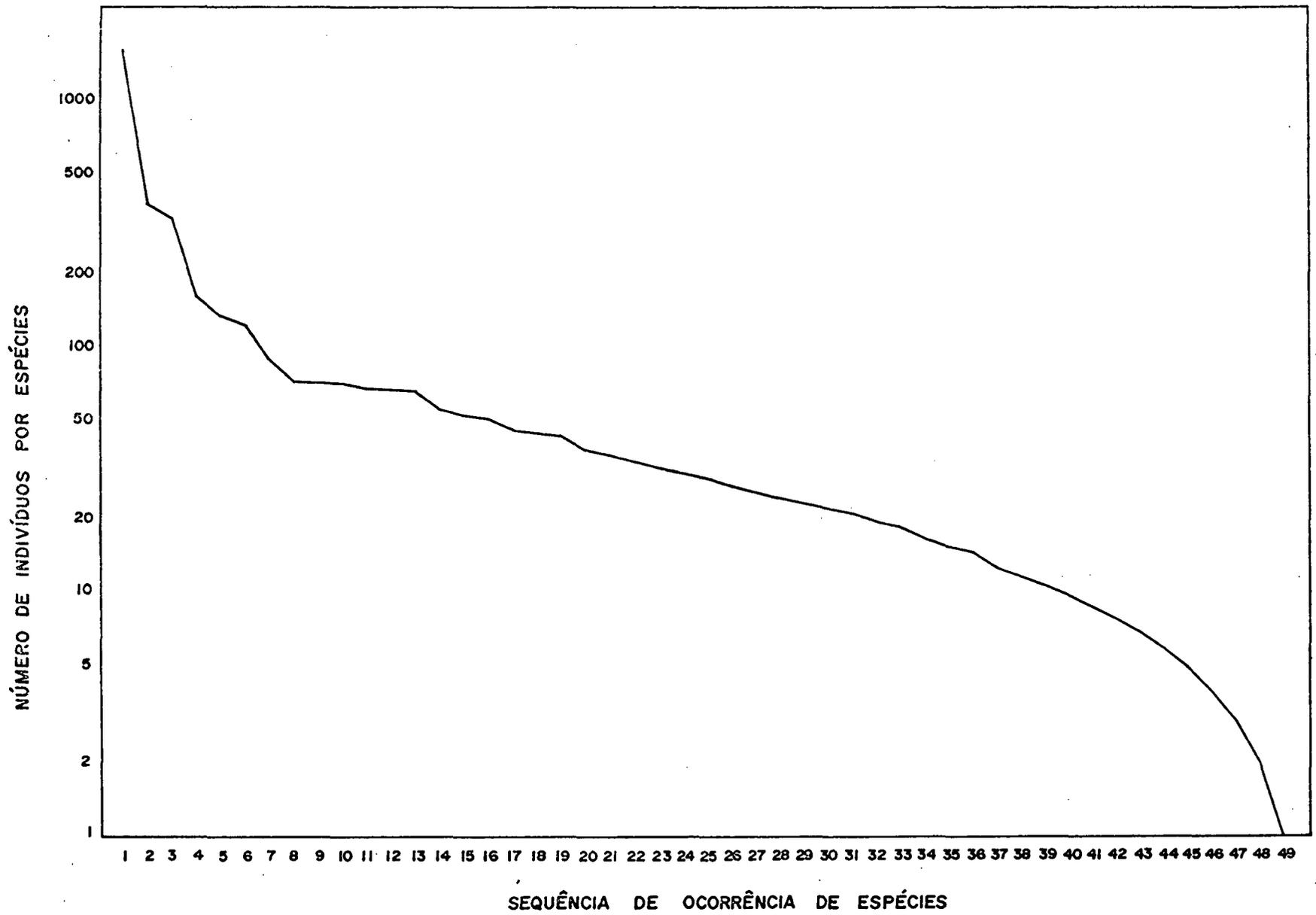


FIG. 08 : CURVA DE ABUNDÂNCIA RELATIVA.

tribuindo-se sobre uma vasta amplitude de posições de ocorrências das espécies, denotando a existência de uma alta diversidade de espécies.

#### 4.4. DIVERSIDADE, UNIFORMIDADE E DOMINÂNCIA DAS ESPÉCIES

A curva espécie-abundância apresentada no item anterior foi de grande interesse no estudo, dada suas relações com a diversidade de espécies da área estudada.

Como visto anteriormente, entre as duas distribuições matemáticas utilizadas para explicar o modo pelo qual os 4956 indivíduos da população estudada se distribuíram entre as 188 espécies, isto é, a maior ou menor suavidade da inclinação da curva Espécie/Abundância, a distribuição logarítmica apesar de não ter explicado tal relação, o seu parâmetro  $\alpha = 38,96$ , se considerado como uma medida de diversidade, dado seu aumento em função do número de espécies, mostra a existência de uma alta diversidade na área estudada. Por outro lado, apesar da distribuição lognormal não ter apresentado um ajuste satisfatório para a relação Espécie/abundância, mesmo assim, dado o elevado número de espécies (38) no octave modal e aliado à sua vasta extensão, isto é, oito octaves sendo que cada um com intervalos de múltiplos de 2, pode-se também inferir a existência de uma alta diversidade de espécies no povoamento estudado.

Pela curva de Abundância Relativa pode-se observar que dada a suavidade da inclinação da curva a partir da oitava posição de ocorrência, inferiu-se também que a concentração de dominâncias das 8 primeiras espécies não foram capazes de caracterizar uma baixa diversidade de espécies.

A fim de melhor quantificar a diversidade, a Uniformidade

e a concentração de dominância das espécies da área estudada, foi determinado o índice de Simpson ( $D_7$ ) para melhor explicar a concentração da abundância das espécies mais comuns do povoamento, bem como o índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para expressar a uniformidade relativa da abundância entre todas as espécies.

Na tabela 10 são apresentados os valores das medidas de diversidade, Uniformidade e Dominância de Simpson e de Shannon-Weaver. Pelas medidas de Simpson, todas podendo variar no intervalo de 0 - 1, a medida de concentração de dominância ( $C = 0,132$ ), foi tido como um valor relativamente baixo, sendo inversamente proporcional as medidas de Diversidade ( $D_7 = 0,868$ ) e Uniformidade ( $U_7 = 0,873$ ). Deste modo, o aspecto íngreme da extremidade da curva Abundância/Relativa (fig 08) não caracterizou uma forte dominância pelas espécies mais abundantes. Por outro lado, a medida de Diversidade ( $D_7$ ) que por sua vez é diretamente proporcional a medida de Uniformidade ( $U_7$ ) mostram como as abundâncias das espécies estão próximas para diversidade máxima possível ( $D_{7\text{máx}} = 0,995$ ), demonstrando assim que o povoamento estudado caracteriza-se por uma alta diversidade e uma concentração de dominância relativamente baixa.

Pelo fato do índice de Shannon-Weaver expressar a uniformidade relativa entre todas as espécies, é observado um aumento na medida de concentração de dominância ( $C_1 = 0,369$ ) quando comparado com  $C = 0,132$  de Simpson e conseqüentemente um decréscimo nas medidas de diversidade e de Uniformidade. Mesmo assim, as considerações feitas para o índice de Simpson são válidas para as medidas de Shannon-Weaver.

Utilizando-se o fator de 1,4427 para converter o valor do índice  $H' = 3,3256$  calculado com  $\lg_e$  para  $\log_2$ , tem-se que  $H' = 4,8$ . Após a conversão pôde-se então comparar a diversidade

TABELA 10 : ÍNDICES DE DIVERSIDADE, UNIFORMIDADE E CONCENTRAÇÃO DE DOMINÂNCIA

ÍNDICES DE	DIVERSIDADE DE ESPÉCIES	DIVERSIDADE MÁXIMA	UNIFORMIDADE	CONCENTRAÇÃO DE DOMINÂNCIA
Simpson	$D_7 = 1 - c$ $= 0,868$	$D_{7máx} = \frac{[S-1]/S}{[N(N-1)]}$ $= 0,995$	$U_7 = D_7 / D_{7máx}$ $= 0,873$	$c = \left[ \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right]$ $= 0,1318452$
Shannon-Weaver (H')	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i = 3,3256$ $E(H') = H' - [(S-1)/2N] = 3,3066$ $[3,2781 \leq H' \leq 3,3351]$	$H'_{máx} = \ln S = 5,24$	$J' = E(H') / H'_{máx} = 0,6308$	$c_1 = (1 - J') = 0,369$ $c_2 = (1/J') = 1,585$

da área estudada com o valor de  $H' = 4,37$  para uma floresta semi-decíduas do Caribe o qual foi comparado com  $H' = 4,8$  registrado para as florestas das ilhas de Baixo Colorado no Panamá, valores esses considerados extremamente altos por FORMAN & HAHN<sup>17</sup>.

FORMAN & HAHN<sup>17</sup> atribuíram a existência da diversidade extremamente alta em seus estudos devido o fato de uma Uniformidade muito alta ( $J' = 0,9$ ) refletindo assim uma baixa abundância relativa das espécies mais frequentes.

Comparando o valor de  $H' = 4,8$  da área estudada foi verificado que a floresta de 100 ha da Estação Experimental de Curuá-Una, representativa do Planalto é mais diversa do que a floresta semiperene do Caribbean estudada por FORMAN & HAHN<sup>17</sup> e é tão diversa quanto as florestas das ilhas de Barro Colorado, Panamá. Porém, a Uniformidade da área em Estudo ( $J' = 0,63$ ) é bem menor do que a da floresta do Caribe do que podemos inferir que a alta diversidade encontrada nas florestas da Estação Experimental de Curuá-Una não é refletida unicamente pela maneira na qual os indivíduos são distribuídos pelas espécies, mas também pelo elevado número de espécies tolerantes e intolerantes a sombra que vivem em associação conjunta no povoamento, caracterizando uma heterogeneidade nos micro ambientes verticais demonstrando que na área estudada provavelmente houve interferência humana por menor que tenha sido a escala.

#### 4.5. SELEÇÃO DE ESPÉCIES

Como foram codificadas 188 espécies nas 100 quadras utilizadas durante o levantamento de campo, a matriz de dados resultante foi então de  $188 \times 100$ , a qual é demasiadamente grande para sua manipulação durante as análises subsequentes.

Para minimizar este problema, optou-se pela redução do número de espécies, em lugar da redução do número de unidades de amostra, considerando-se a opção mais lógica devido a existência de correlação entre muitas das espécies.

Para reduzir o número de espécies, a seleção foi feita através da determinação do índice de valor de Importância - IVI para cada espécie, e agrupadas em 4 classes conforme mostra a classificação abaixo.

Tabela 11. - Classes de Índices de valor de Importância - IVI

CLASSES	Intervalos de classes de IVI	Nº de Espécies	% do IVI total
I	0,00 - 0,99	130	15,67
II	1,00 - 3,99	42	28,65
III	4,00 - 14,99	15	37,74
IV	≥ 15,00	1	17,94
		58	84,33

Através dos dados da tabela 11 tomou-se como critério de seleção a exclusão das 130 espécies pertencentes a classe I. Deste modo foram selecionadas as 58 espécies pertencentes às demais classes, o equivalente a 30,8% do total das espécies e 84,3% do Índice de valor de Importância total.

A figura 09, ilustra o decréscimo do IVI das 58 espécies selecionadas para representar a estrutura da área estudada.

#### 4.5.1. PARTICIPAÇÃO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS NA ESTRUTURA DA ÁREA ESTUDADA

Na tabela 12, são apresentados os indivíduos segundo suas classes diamétricas das 58 espécies selecionadas pelo critério do Índice de valor de Importância. Foram então relacionados

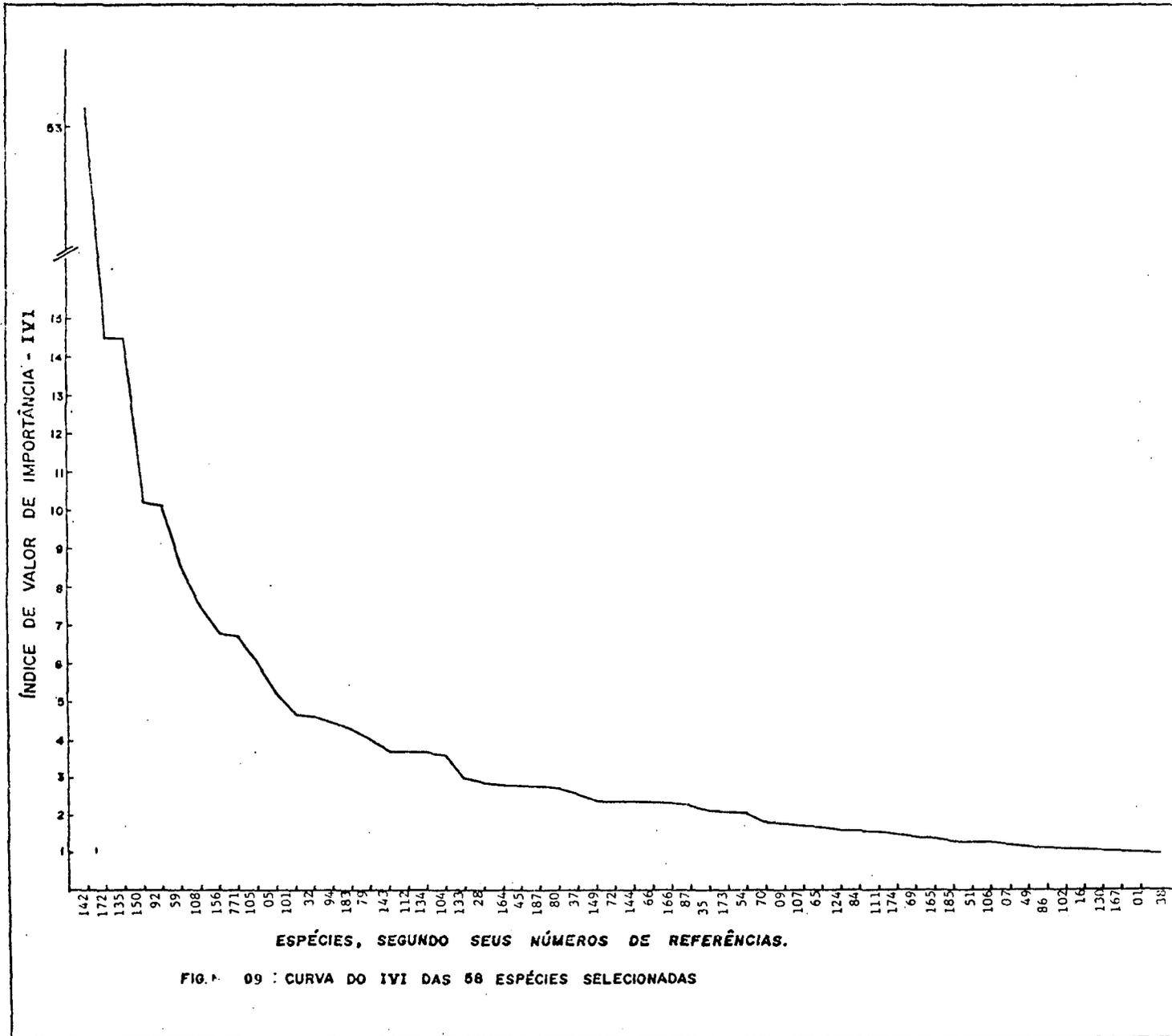


FIG. 09 : CURVA DO IVI DAS 58 ESPÉCIES SELECIONADAS

os valores de abundância e dominância relativas de cada uma das 58 espécies com as respectivas abundâncias e dominâncias calculadas levando-se em consideração o total de espécies levantadas na área estudada. Por outro lado, foi comparada com a distribuição diamétrica das espécies selecionadas em relação ao total das espécies.

Pela análise da tabela 12, observa-se que tanto a Abundância relativa (Ar) quanto a Dominância relativa individual para cada espécie calculada, considerando-se o povoamento em sua totalidade quando comparado com as porcentagens correspondentes, determinadas em função apenas das espécies selecionadas apresentam praticamente os mesmos valores, com exceção de pequenas diferenças das 3 primeiras espécies. Em termos globais observa-se que em 4956 indivíduos distribuídos nos 100% das espécies levantadas, 4432 indivíduos pertencem aos 30,8% das espécies as quais foram selecionadas, isto é, as 58 espécies selecionadas representam 89,4% da abundância total.

Com relação à dominância, verificou-se que dos 149,44 m<sup>2</sup>/5 ha de área basal total, 128,84m<sup>2</sup>/5ha. pertencem às espécies selecionadas, representando assim 86,22% da área basal do povoamento.

Não obstante, comparou-se o comportamento da distribuição diamétrica das espécies selecionadas com o total de espécies observando-se que a porcentagem de ocorrência de indivíduos nas diferentes classes diamétricas permaneceram praticamente iguais, não afetando assim a tendência da distribuição diamétrica, como é mostrada através dos dados da tabela 12, e ilustrada pela figura 10.

Muitos autores utilizam como critério de escolha de espécies, apenas a frequência de ocorrência, selecionando aquelas mais frequentes, ao contrário do critério do IVI, que leva em consideração

TABELA 12 : Distribuição Diamétrica, Abundâncias e Dominâncias das 58 espécies selecionadas

ESPÉCIES	CLASSES DIAMÉTRICAS (cm) DAP																Aa /Sha	%	Ar'	Da /Sha	%	Dr	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA IVI			
	5-15	15-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95	95-105	105-115	115-125	125-135	135-145	145-155	155-165								165		
ACUARIQUARANA	1286	324	71	2	1												1685	38,0	34,0	21,9091	17,1	14,71	53,46			
BREU PRETO	286	81	15	4	3	1											390	8,8	7,9	6,3711	4,9	2,25	14,53			
BREU BRANCO	253	61	23	3	1												341	7,7	6,9	5,1876	4,0	3,47	14,44			
TACHI PITOMBA	81	14	9	8	6	7	1	1	1								128	2,9	2,6	7,0000	5,4	4,89	10,20			
MAÇARANDUBA	12	2	6	3	7	7	11										52	1,2	1,0	10,9039	8,4	7,23	10,13			
MATAMATA VERMELHO	43	17	14	6	5	6	2			2							93	2,1	1,9	5,7309	4,4	3,94	8,50			
ABURANA SECA	102	24	10	1	1												138	3,1	2,8	2,2810	1,8	1,53	7,56			
CAPITIU	163	1	1														165	3,7	3,3	0,7126	0,5	0,47	6,82			
CUPIUBA	6	3	2	1	3	2	3	1									23	0,5	0,5	6,0316	6,2	5,36	6,75			
MURUBA FOLHA MIÚDA	19	14	20	8	5												67	1,5	1,3	4,1459	3,2	2,77	6,07			
LOURO AMARELO	43	14	6	4													71	1,6	1,4	2,4590	1,9	1,65	5,25			
ABURANA VERMELHA	26	7	4	4	1												45	1,0	0,9	2,9561	2,3	2,00	4,72			
PAU DE REMO	31	11	5	2	2	2											54	1,2	1,1	2,4855	1,9	1,56	4,65			
MURATINGA	61	9	4														75	1,7	1,5	1,1179	0,87	0,75	4,49			
ACAPU	32	8	4	9	4												57	1,3	1,1	2,6877	2,1	1,80	4,35			
INGÁ	51	14	3	1													6,9	1,5	1,4	1,0597	0,8	0,72	4,05			
ENVIRA ATA	73	1															74	1,7	1,5	0,3809	0,3	0,25	3,74			
LOURO BRANCO	25	9	8	3	1												46	1,0	0,9	1,5624	1,2	1,04	3,74			
BREU MANGA	29	15	6	2	1												53	1,2	1,1	1,3843	1,1	0,93	3,72			
MURALBA	70	1															71	1,6	1,4	0,3952	0,3	0,25	0,64			
ROSADINHO	22	6	4	2	2	1											37	0,8	0,7	1,4684	1,1	0,99	3,03			
PIÇUMA	1		1														5	0,1	0,1	3,9404	3,0	2,56	2,90			
PAU D'ARCO	3						2										9	0,2	0,2	3,3833	2,6	2,26	2,06			
ANGELIM PEDRA	2	1															5	0,1	0,1	3,7707	2,9	2,52	2,25			
ANGELIM RAJADO	32	6		1													39	0,9	0,8	0,5099	0,4	0,34	2,60			
UCURUBANA	44	2															46	1,0	0,9	0,3120	0,2	0,21	2,76			
CARAÍFERANA	23	6	3	2	1												37	0,8	0,7	0,8899	0,7	0,60	2,60			
TACHI PRETO, FOLHA MIÚDA	17	4	1	3	2	1											27	0,6	0,5	0,9745	0,8	0,65	2,41			
SEBINGA ITAUBA	1																5	0,1	0,1	3,2515	2,3	2,17	2,41			
UXURANA	5	6	3	1		3											20	0,5	0,4	1,9971	1,5	1,35	2,40			
ABURANA BRANCA	18	2	1														24	0,6	0,5	1,2626	1,0	0,85	2,35			
TACHI PRETO FOLHA GRAÚDA	16	2	4	4													27	0,6	0,5	1,3074	1,0	0,87	2,34			
MACUCU DE SANGUE	22	9	2														33	0,7	0,7	0,5039	0,4	0,33	2,30			
FRELO BRANCO	34	1															35	0,8	0,7	0,2057	0,2	0,14	2,14			
CACAU DA MATA	32	1															33	0,7	0,7	0,2314	0,2	0,17	2,12			
UXI LISO	6		3	3													15	0,3	0,3	1,6152	1,2	1,07	2,07			
ENVIRA PRETA	9	2	3	1													25	0,6	0,5	0,4469	0,3	0,30	1,82			
CARAPANAUBA	3	2															9	0,2	0,2	1,7681	1,4	1,19	1,79			
ABURANA PITOMBA DE LEITE	7	2	1	3	1												15	0,3	0,3	1,2031	0,9	0,80	1,75			
ABURANA CASCA FINA	16	2	1	3	1												22	0,5	0,4	0,5680	0,4	0,38	1,70			
FAVA FOLHA FINA	5	2	1	3	1		2										12	0,3	0,2	1,2134	0,9	0,91	1,61			
CASTANHA SAPUCAIA																	3	0,1	0,1	2,0694	1,8	1,39	1,59			
LOURO CANELA	17		2														20	0,5	0,4	0,5082	0,4	0,34	1,54			
PAFO DE MUTUM	16	5															21	0,5	0,4	0,1905	0,1	0,13	1,49			
JATALBA	9	8	2														19	0,5	0,4	0,3819	0,3	0,25	1,47			
TACHI BRANCO	4		2	1	2												10	0,2	0,2	1,1779	0,9	0,79	1,41			
ENVIRA VERMELHA	13	6															19	0,5	0,4	0,2244	0,2	0,15	1,32			
PURUÍ GRANDE	9	5	3														17	0,4	0,3	0,3919	0,3	0,25	1,30			
MURUBA FLOR ROXA	20	2															22	0,5	0,4	0,1549	0,1	0,10	1,29			
UPUCURANA	29	1															30	0,7	0,6	0,1870	0,1	0,12	1,24			
ENVIRA SURUCUCU	14		2														16	0,4	0,3	0,1777	0,1	0,12	1,19			
CARAÍPÉ	9	5	2	2	1												15	0,3	0,3	0,3416	0,3	0,23	1,18			
ABURANA ROSADINHA	6	3	2	2													13	0,3	0,3	0,4572	0,3	0,30	1,17			
CASTANHA DO PARÁ	1																3	0,1	0,1	1,3642	1,1	0,91	1,11			
ABURANA GOIABINHA	6		4														11	0,2	0,2	0,5147	0,4	0,35	1,08			
PITOMBA	15	1															16	0,4	0,3	0,0782	0,05	0,05	1,07			
PURUÍ	13	2															15	0,3	0,3	0,1105	0,08	0,07	1,03			
TAUARI	4																5	0,1	0,1	1,000	0,8	0,67	0,01			
<b>Σ</b>	<b>3208</b>	<b>727</b>	<b>251</b>	<b>90</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4432</b>									
<b>%</b>	<b>72,4</b>	<b>16,4</b>	<b>5,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>128,3437</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>84,33</b>				
EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ESPÉCIES (188)																										
<b>Σ</b>	<b>3565</b>	<b>795</b>	<b>291</b>	<b>116</b>	<b>69</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4956</b>						<b>149,44031</b>			
<b>%</b>	<b>71,9</b>	<b>16,0</b>	<b>5,9</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,15</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>100%</b>						<b>100%</b>			
% DAS 58 ESP. EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ESPÉCIES																										
<b>%</b>	<b>64,7</b>	<b>14,7</b>	<b>5,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,29</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>89,4%</b>						<b>86,22%</b>			

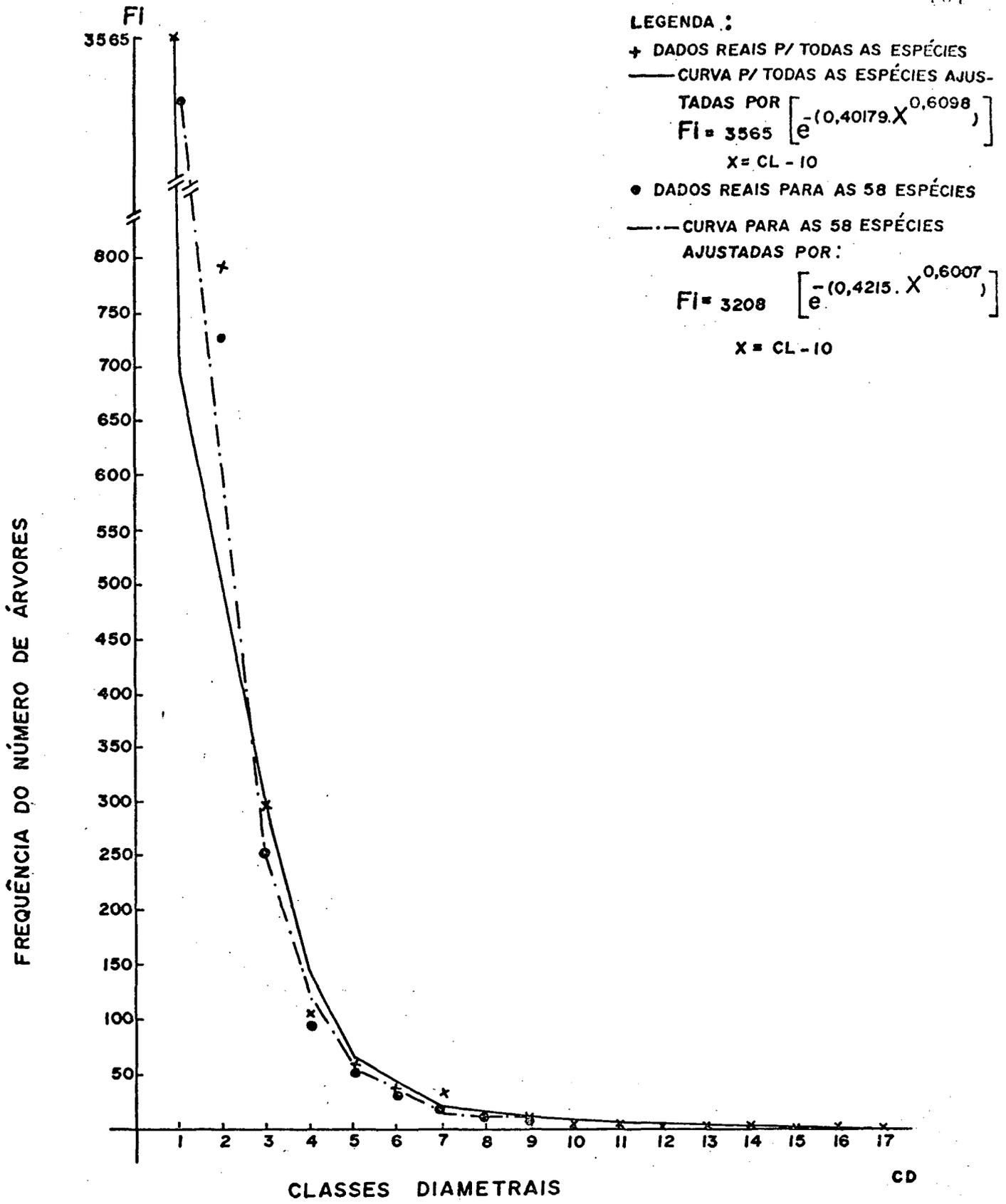


FIG. 10 : Tendência da distribuição diamétrica de todas as 188 espécies e das 58 espécies selecionadas.

a abundância, dominância e a frequência. Por esta razão, espécies como a Castanha Sapucaia, Castanha do Pará, Piquiá, Pau D'Arco, Seringa, Itaúba e Tauari que são espécies de baixa frequência na área de estudo, seriam preteridas no caso de se adotar apenas a frequência como critério de seleção. No entanto, observa-se na tabela 12 que tais espécies apesar de pouco frequentes, elas apresentam indivíduos nas classes maiores de diâmetro, sendo importantes para manter a representatividade da estrutura diamétrica pelas espécies selecionadas, bem como a estrutura vertical em virtude destas serem árvores de grande porte e normalmente espécies dominantes.

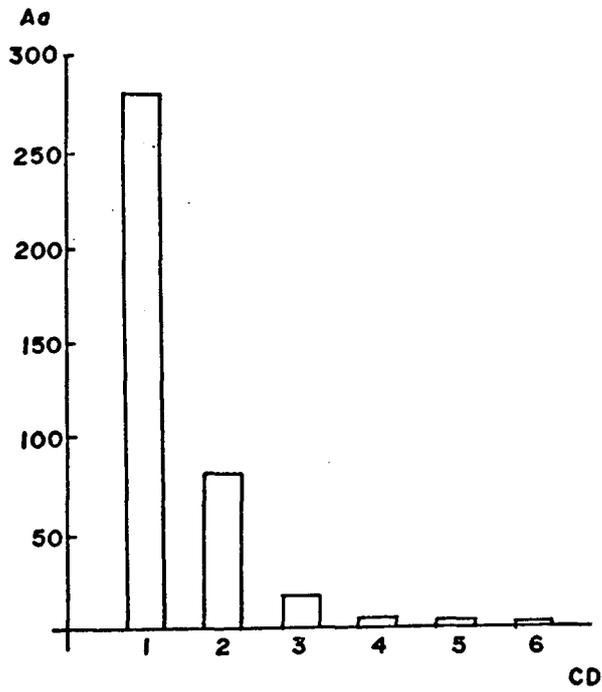
A figura 11, mostra a distribuição diamétrica de algumas espécies que ao contrário daquelas pouco frequentes, porém de grandes dominâncias, são muito abundantes e de menores diâmetros.

#### 4.6. PADRÃO DE DISPERSÃO DAS ESPÉCIES

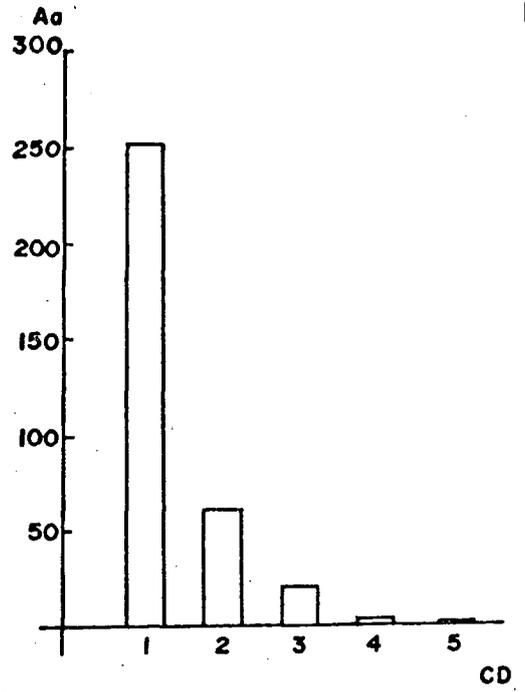
Os padrões espaciais das árvores  $\geq 5$  cm de DAP, foram estudados para as 58 espécies selecionadas, bem como para 20 outras espécies que apresentam a ocorrência de pelo menos uma amostra com dois indivíduos, perfazendo assim um total de 78 espécies estudadas.

A interpretação dos padrões de distribuição Espacial das espécies foi obtida através da análise da razão Variância/Média e do Índice de agregação de Morisita, tendo-se como base a significância do teste Qui-quadrado a nível de 0,05 de probabilidade para que o padrão de dispersão fosse considerado agregado.

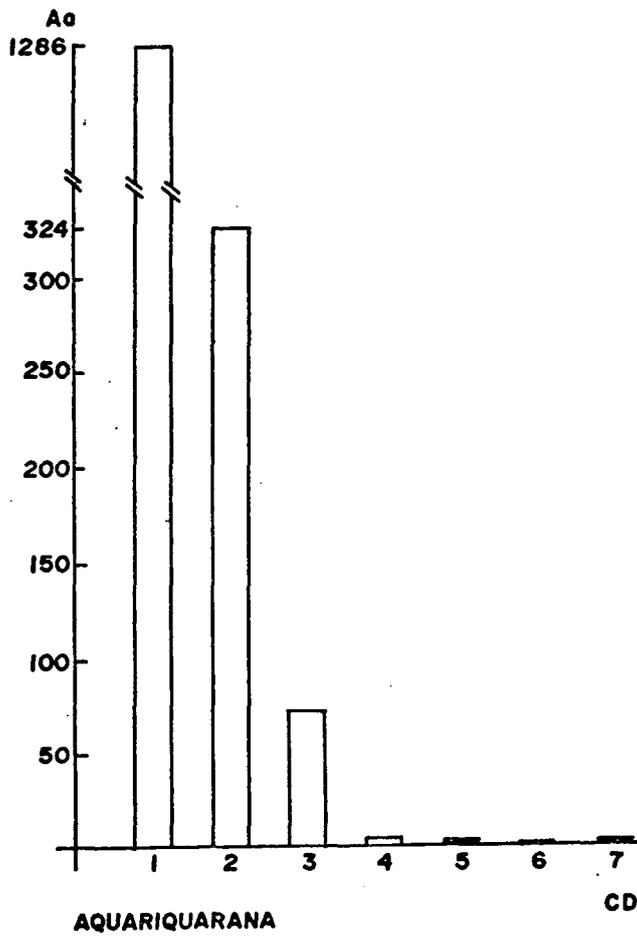
Essa interpretação dos padrões de distribuição espacial das 78 espécies estudadas (tabelas 13 e 14) indicou distribuições agregadas para 28 das espécies, com tendência ao Agrupamento



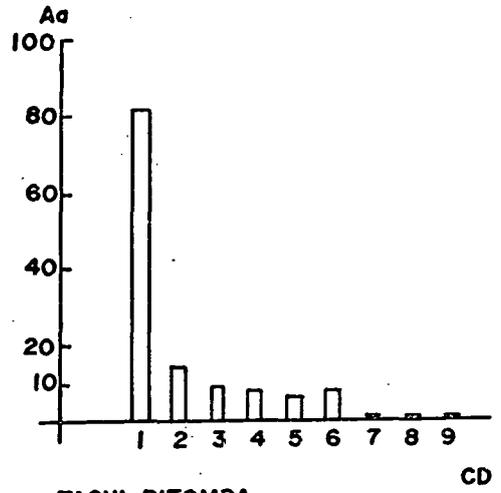
BREU PRETO



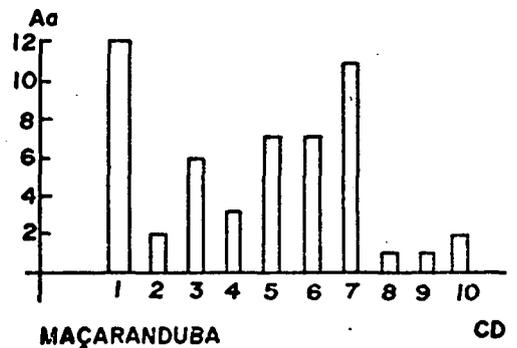
BREU BRANCO



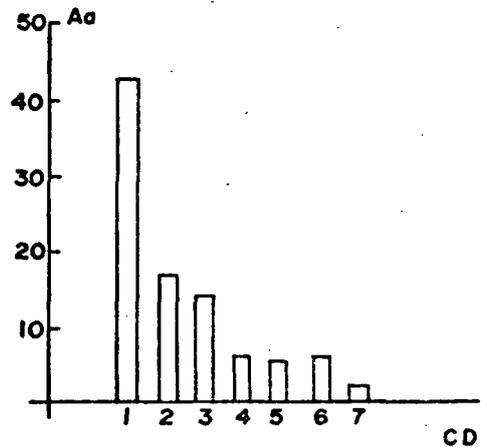
AQUARIQUARANA



TACHI PITOMBA



MAÇARANDUBA



MATÁ MATÁ VERMELHO

FIG. 11 : DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ALGUMAS ESPÉCIES

TABELA 13. DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO NÚMERO DE AMOSTRA POR NÚMERO DE INDIVÍDUOS E INTERPRETAÇÃO DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS 58 ESPÉCIES SELECIONADAS PELO CRITÉRIO DO IVI

ESPÉCIES	NÚMERO DE INDIVÍDUOS																			RAZÃO $\Delta^2/X$	ÍNDICE DE MORISITA I	$\chi^2$	PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	
	X=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					18
AQUARIQUARANA	f(x)																				4,16	1,19	411,8 **	AGRUPADA
BREU PRETO	f(x)	5	12	22	12	14	17	3	6	0	4	0	2	1	1	0	1				2,15	1,29	231,3 **	AGRUPADA
BREU BRANCO	f(x)	12	19	26	14	3	3	6	6	3	2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	3,64	1,77	360,3 **	AGRUPADA
TACHI PITOMBA	f(x)	37	28	18	9	4	3	1													1,52	1,40	150,1 **	AGRUPADA
MACARANDUBA	f(x)	60	29	10	1																0,99	0,98	98,0 NS	ALEATORIA
MATA MATA VERMELHO	f(x)	40	33	23	3	1															0,91	0,91	90,6 NS	ALEATORIA
ASIURANA SECA	f(x)	30	28	26	12	0	3	1													1,20	1,15	119,2 NS	TENDÊNCIA AO AGRUPAMENTO
CAPITIÚ	f(x)	35	26	13	9	7	6	1	2	0	1										2,19	1,72	217,1 **	AGRUPADA
CUPIÚBA	f(x)	80	17	3																	1,04	1,19	102,9 NS	ALEATORIA
MUIRÁUBA FOLHA FINA	f(x)	58	23	15	2	2															1,33	1,49	131,5 *	AGRUPADA
LOURO AMARELO	f(x)	53	30	13	2	1	0	1													1,40	1,56	139,1 **	AGRUPADA
ABIURANA VERMELHA	f(x)	61	31	8																	0,88	0,74	87,0 NS	ALEATORIA
PAU DE REMO	f(x)	59	29	11	1																0,99	0,98	97,9 NS	ALEATORIA
MUIRATINGA	f(x)	52	30	11	5	2															1,28	1,37	126,3 *	AGRUPADA
ACAPÚ	f(x)	70	16	8	3	2	1														2,28	3,26	225,4 **	AGRUPADA
INGÁ	f(x)	58	26	8	5	3															1,51	1,75	149,8 **	AGRUPADA
ENVIRA ATA	f(x)	57	24	13	3	1	1	1													1,71	1,96	169,2 **	AGRUPADA
LOURO BRANCO	f(x)	62	31	6	1																0,94	0,87	93,2 NS	ALEATORIA
BREU MANGA	f(x)	63	27	7	1	2															1,34	1,66	132,6 *	AGRUPADA
MUIRÁUBA	f(x)	58	24	9	8	1															1,43	1,61	141,4 *	AGRUPADA
ROSADINHO	f(x)	72	21	6	1																1,10	1,28	108,9 NS	TEND. AO AGRUP.
PIQUIÁ	f(x)	95	5																		0,96	0,00	95,0 NS	ALEATORIA
FAU D'ARCO	f(x)	91	9																		0,92	0,00	91,3 NS	ALEATORIA
ANGELIM PEDRA	f(x)	95	5																		0,96	0,00	95,0 NS	ALEATORIA
ANGELIM RAJADO	f(x)	64	33	3																	0,77	0,40	76,4 NS	TEND. A UNIFORMIDADE
UCUUBARANA	f(x)	65	27	6	2																1,09	1,21	108,2 NS	ALEATORIA
CARAIPERANA	f(x)	73	18	8	1																1,24	1,65	122,5 NS	TEND. AO AGRUPAMENTO
TACHI PRÊTO FOLHA MIUDA	f(x)	73	26	1																	0,80	0,26	79,2 NS	TEND. A UNIFORMIDADE
SERINGA ITAUBA	f(x)	97	1	2																	1,77	20,00	175,0 **	AGRUPADA
UXIRANA	f(x)	86	9	4	1																1,51	3,68	150,0 **	AGRUPADA
ABIURANA BRANCA	f(x)	78	20	2																	0,94	0,72	92,8 NS	ALEATORIA
TACHI PRÊTO FOLHA GRAÚDA	f(x)	80	16	2	1	1															1,56	3,13	154,4 **	AGRUPADA
MACUCU DE SANGUE	f(x)	72	23	5																	0,98	0,95	97,2 NS	ALEATORIA
FREIJO BRANCO	f(x)	72	21	7																	1,06	1,18	104,9 NS	ALEATORIA
CACAU DA MATA	f(x)	72	24	4																	0,94	0,81	93,1 NS	ALEATORIA
UXI LISO	f(x)	85	15																		0,86	0,00	85,1 NS	ALEATORIA
ENVIRA PRÊTA	f(x)	78	19	3																	1,00	1,00	99,0 NS	ALEATORIA
CARAANAUBA	f(x)	90	10																		0,91	0,00	90,0 NS	ALEATORIA
ABIURANA PITOMBA DELEITE	f(x)	86	13	1																	0,99	0,95	98,3 NS	ALEATORIA
ABIURANA CASCA FINA	f(x)	81	17	1	1																1,16	1,73	114,3 NS	TEND. AO AGRUPAMENTO
FAVA FOLHA FINA	f(x)	83	12																		0,89	0,00	88,3 NS	ALEATORIA
CASTANHA SAPUCAIA	f(x)	97	3																		0,98	0,00	97,0 NS	ALEATORIA
LOURO CANELA	f(x)	83	15	1	1																1,21	2,1	119,8 NS	TEND. AO AGRUP.
PAPO DE MUTUM	f(x)	79	20	1																	0,88	0,43	86,8 NS	ALEATORIA
JATAUBA	f(x)	82	17	1																	0,92	0,58	91,7 NS	ALEATORIA
TACHI BRANCO	f(x)	91	9																		0,92	0,00	91,3 NS	ALEATORIA
ENVIRA VERMELHA	f(x)	83	15	2																	1,03	1,17	102,1 NS	TEND. AO AGRUP.
PURUI GRANDE	f(x)	85	14	0	1																1,19	2,21	118,2 NS	TEND. AO AGRUP.
MUIRÁUBA FLOR ROXA	f(x)	84	11	4	1																1,43	3,03	141,7 **	AGRUPADA
URUCURANA	f(x)	89	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,70	20,46	663,3 **	AGRUPADA
ENVIRA SURUCUCU	f(x)	84	16																		0,85	0,00	84,1 NS	ALEATORIA
CARAIPÉ	f(x)	86	13	1																	0,99	0,95	98,3 NS	ALEATORIA
ABIURANA ROSADINHA	f(x)	87	13																		0,88	0,00	86,8 NS	ALEATORIA
CASTANHA DO PARÁ	f(x)	97	3																		0,98	0,00	97,0 NS	ALEATORIA
ABIURANA GOIABINHA	f(x)	89	11																		0,90	0,00	89,1 NS	ALEATORIA
PITOMBA	f(x)	85	14	1																	0,97	0,83	96,5 NS	ALEATORIA
PURUI	f(x)	86	13	1																	0,99	0,95	98,3 NS	ALEATORIA
TAUARI	f(x)	95	5																		0,96	0,00	95,0 NS	ALEATORIA

Tabela 14: Padrões de distribuição espacial das 20 espécies que apresentaram a ocorrência de pelo menos uma amostra com dois indivíduos.

ESPÉCIES	Razão $s^2/\bar{X}$	Índice de Morisita I	$(s^2/\bar{X}) \cdot \chi^2 \cdot (n-1)$	Interpretação dos Padrões de Distribuição Espacial
Macucu	1,53	4,76	151,8 **	Agrupada
Breu Sucupira	1,40	3,81	137,9 **	Agrupada
Molongô	2,07	10,61	204,6 **	Agrupada
Molongô de Espinho	1,06	1,52	104,8 NS	Tend. ao Agrup.
Tinteiro Branco	2,73	18,18	270,9 **	Agrupada
Bacabinha Quina	1,27	3,64	125,1 *	Agrupada
Café Brabo	1,11	2,22	110,0 NS	Tend. ao Agrup.
Louro Pimenta	1,31	4,44	129,7 *	Agrupada
Envira Branca	1,14	2,78	113,2 NS	Tend. ao Agrup.
Muirapixuna	1,37	5,55	135,4 *	Agrupada
Abiurana	1,18	3,57	117,0 NS	Tend. ao Agrup.
Macucurana	1,18	3,57	117,0 NS	Tend. ao Agrup.
Janitã	1,18	3,57	117,0 NS	Tend. ao Agrup.
Mata Matã-Ci	1,94	14,29	192,0 **	Agrupada
Ucuúba	1,23	4,76	121,6 NS	Tend. ao Agrup.
Muiracatiara	1,23	4,76	121,6 NS	Tend. ao Agrup.
Mututi Branco	1,29	6,67	127,3 *	Agrupada
Cocão	1,36	10,00	135,0 *	Agrupada
Ginja	1,08	1,82	107,1 NS	Tend. ao Agrup.
Muirapinima	1,03	1,28	102,0 NS	Tend. ao Agrup.

para 17 espécies, com distribuição aleatória para 31 espécies e somente duas espécies com tendências a uma distribuição uniforme.

Dentre as espécies que apresentam padrões agregados destacam-se as espécies Acapú, Seringa Itaúba, Tinteiro Branco, Mata Matá-ci e Molongó, sendo que apresentam os maiores graus de agregação pelo Índice de Morisita, contrastando assim com as espécies Angelim Rajado e Tachi Preto folha miúda com padrões com tendências a Uniformidade com os mais baixos valores da razão Variância/média.

O resultado da presente pesquisa vem de encontro aos estudos realizados por HEINSDIJK<sup>101</sup> na Amazônia brasileira, onde a maioria das espécies com ocorrência ocasional estão distribuídas ao acaso. Por outro lado, os resultados são compatíveis com a evidência de muitas outras publicações que indicam a prevalência de padrões de distribuições agregadas e ou com tendências ao agrupamento e a escassez de padrões de distribuição Uniformes para as espécies de árvores em florestas tropicais.

Do mesmo modo que FORMAN & HAHN<sup>17</sup> encontraram em uma floresta do Caribe, na presente pesquisa pode-se observar a combinação da existência de uma alta diversidade de espécies, com muitas espécies com padrões de distribuição agregados e com tendências ao agrupamento. Isso indica que outros mecanismos, além de espécies de predadores específicos, como hipotetizado por HANZEN, que influenciam a ocorrência de padrões de distribuição regular, são importantes, ressaltando-se a importância do microhabitat, demonstrando assim que sem dúvida existem espécies florestais que se desenvolvem melhor em sítios específicos de acordo com um fator de agrupamento que caracterize os diferentes microhabitat. Na ausência, de grandes variações de luminosidade dentro da floresta, as condições de solo, água e tipo de dispersão das sementes parecem exercer maior controle nos

padrões de distribuições espaciais das espécies das florestas tropicais.

#### 4.7. ASSOCIAÇÃO DE ESPÉCIES

O termo associação é utilizado aqui, como uma medida de similaridade de ocorrência de duas espécies. Neste sentido foi utilizado como medida de associação interespecífica, o índice de COLE<sup>42</sup> modificado por HURLBERT<sup>43</sup> e corrigido por RATLIFF<sup>41</sup> somente para os pares de espécies que quando arranjados os dados de presença/ausência em tabelas de contingência 2 x 2, estes apresentaram um qui-quadrado significativo ao nível 5% de probabilidade, usado para determinar se a ocorrência mútua das duas espécies foi mais ou menos frequente do que o esperado.

Os valores dos índices de associação variam de -1 a +1, indicando assim tanto o grau de associação quanto a natureza, isto é, associação positiva ou negativa. Espécies negativamente associadas são aquelas cujos números observados de quadras com somente uma das espécies é mais frequente do que o esperado. Entretanto, este fato não indicou necessariamente que a presença de uma, cause a ausência da outra, porém é mais provável que elas não correspondam para uma combinação similar de fatores ambientes.

Após a análise de todos os possíveis pares entre as 58 espécies anteriormente selecionadas, as espécies que mais se destacaram em relação ao índice de associação interespecífico são visíveis na tabela 15.

Como foi observado pelos valores dos índices de associação, todos eles apresentaram-se negativos, indicando assim que as espécies são negativamente associadas, evidenciando a existência de diferentes combinações dos fatores ambientais (microhabitat)

na área estudada, as quais são mais ou menos favoráveis às diferentes espécies.

Além das associações entre os pares de espécies apresentados na tabela 15, todos os demais pares possíveis, não apresentaram significância na associação entre as espécies, sendo assim consideradas como independentes uma da outra, não sendo assim exigentes em microhabitat específicos.

Tabela 15: Associação interespecífica das espécies que apresentaram os maiores graus, segundo o Índice Modificado de Cole, e corrigido por Ratliff<sup>41</sup>

ASSOCIAÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE ESPÉCIES		GRAU DE ASSOCIAÇÃO
AQUARIQUARANA	MUIRAÚBA FOLHA MIÚDA	-0,60
	LOURO AMARELO	-0,66
	ENVIRA ATA	-0,61
	ANGELIM RAJADO	-0,54
	MACUCU DE SANGUE	-0,46
	PAPO DE MUTUM	-0,39
SERINGA ITAÚBA	ANGELIM RAJADO	-0,76
	ABIURANA VERMELHA	-0,72
	PAU DE REMO	-0,69
	MUIRAÚBA	-0,68
	MATÁ MATÁ VERMELHO	-0,52
CARAPANAÚBA	TACHI PITOMBA	-0,50
	URUCURANA	-0,86
	FAVA FOLHA FINA	-0,82
	ABIURANA PITOMBA DE LEITE	-0,78
	CARAIPÉ	-0,78
	JATAÚBA	-0,78
URUCURANA	PITOMBA	-0,76
	ENVIRA PRETA	-0,57
	CARAPANAÚBA	-0,86
	FAVA FOLHA FINA	-0,79
	PURUI	-0,75
	UXIRANA	-0,75
	MUIRAÚBA FLOR ROXA	-0,72
	ACAPÚ	-0,44

ASSOCIAÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE ESPÉCIES		GRAU DE ASSOCIAÇÃO
PIQUIÁ	ABIURANA BRANCA	-0,83
	ENVIRA PRETA	-0,83
	TACHI PRETO FOLHA MIÚDA	-0,74
	ACAPÚ	-0,71
JATAÚBA	PAU D'ARCO	-0,81
	CARAPANAÚBA	-0,78
	ABIURANA PITOMBA DE LEITE	-0,71
	LOURO CANELA	-0,55
PAU D'ARCO	JATAÚBA	-0,81
	PURUÍ	-0,81
	ENVIRA VERMELHA	-0,75
ABIURANA PITOMBA DE LEITE	JATAÚBA	-0,71
	PURUÍ GRANDE	-0,59
	PITOMBA	-0,59
CASTANHA DO PARÁ	ABIURANA VERMELHA	-0,72
	MUIRAÚBA FOLHA MIÚDA	-0,68
CASTANHA SAPUCAIA	BREU MANGA	-0,75
	MUIRAÚBA	-0,68
TACHI BRANCO	CARAIPÉ	-0,81
	UCUUBARANA	-0,43
ANGELIM PEDRA	TACHI PRETO FOLHA MIÚDA	-0,87
	PAPO DE MUTUM	-0,85
MIURAÚBA FLOR ROXA	TACHI PRETO FOLHA GRAÚDA	-0,46
	CUPIÚBA	-0,46
ABIURANA ROSADINHO	PURUÍ GRANDE	-0,71
	PITOMBA	-0,70
ABIURANA GOIABINHA	PURUÍ	-0,75
ENVIRA PRETA	ENVIRA VERMELHA	-0,42
UXI LISO	CARAPANAÚBA	-0,76
TACHI PRETO FOLHA MIÚDA	TAUARÍ	-0,81

Apesar do índice de associação utilizado minimizar as tendências de ocorrência das espécies nas amostras, o resultado é dependente do tamanho das quadras, uma vez que os da

dos utilizados são as frequências de presença ou ausência das es  
pécies nas quadras. Deste modo é possível que a ocorrência de um  
grande número de associações negativas tenha sido influenciado pe  
lo pequeno tamanho (20 m x 25 m) das quadras utilizadas.

#### 4.8. CLASSIFICAÇÃO

Apesar de que a presença ou a ausência de determinadas es  
pécies florestais em uma unidade amostral esteja diretamente re  
lacionada com os fatores ecológicos que condicionam os microhabi  
tat na área, os grupos de unidades de amostra nem sempre carac  
terizam áreas contínuas dentro da população, o mesmo acontecendo  
entre os grupos de espécies. Por esta razão, procurou-se detec  
tar essas descontinuidades com a intenção de refletir a variabi  
lidade ecológica capaz de realçar a existência de distintas asso  
ciações florestais, provenientes das exigências e aptidões pró  
prias de cada espécie, em se desenvolver em determinados microha  
bitat formados por diferentes combinações dos fatores ambientais.

A detecção das descontinuidades foi determinada através  
de procedimentos formais de classificação, os quais proporcionam  
um maior grau de objetividade pela determinação de classes den  
tro das quais existam um alto grau de associação entre os membros  
da mesma classe e baixo entre membros de classes diferentes. Tal  
classificação foi baseada sobre informação florística, e para tan  
to foi adotado os procedimentos da Análise de Associação.

##### 4.8.1. ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO NORMAL

Através da Análise de Associação Normal foi possível sub  
dividir o conjunto total de quadras (unidades amostrais) de modo

que em cada subgrupo todas as associações entre espécies não se apresentaram significante ao nível de 5% de probabilidade através do teste qui-quadrado, sendo assim considerado como homogêneas.

O método proporcionou uma dicotomização hierárquica do total de quadras em 11 grupos sendo que cada grupo foi caracterizado pela presença e ausência de uma espécie particular, conforme é mostrado na figura 12.

Cada um dos grupos foi constituído por diferentes números de quadras, como é mostrado na tabela 16, caracterizados pela presença das espécies discriminantes visto na figura 12.

Tabela 16 Números de identificação das quadras por agrupamentos obtido pela Análise de Associação Normal

AGRUPAMENTOS DAS QUADRAS	Q U A D R A S P O R A G R U P A M E N T O													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
01	03	10	17	24	30	31	38	79	80	91				
02	02	04	29	36	58	64	68	93						
03	13	18	21	54	57	69	73	74	76	81	90	94	100	
04	06	16	19	20	32	33	42	44	45	51	59	62	85	95
05	22	39	40	41	43	46	47	61	75					
06	23	35	37	72	88									
07	05	07	08	09	77	98								
08	27	49	56	67	70	96								
09	25	26	50	53	60	86	87	89	92					
10	14	15	28	34	48	52	63	65	66	78				
11	01	11	12	55	71	82	83	84	97	99				

O resultado da Análise de Associação foi, evidentemente influenciado pelo tamanho da área das amostras utilizadas e, juntamente com a utilização de dados qualitativos, presença ou ausência, de uma única espécie para estabelecer uma divisão entre quadras, levou algumas vezes a incluir parcelas em subgrupos indevidamente a cada vez que a presença ou ausência da espécie discriminante ocorreu de forma ocasional.

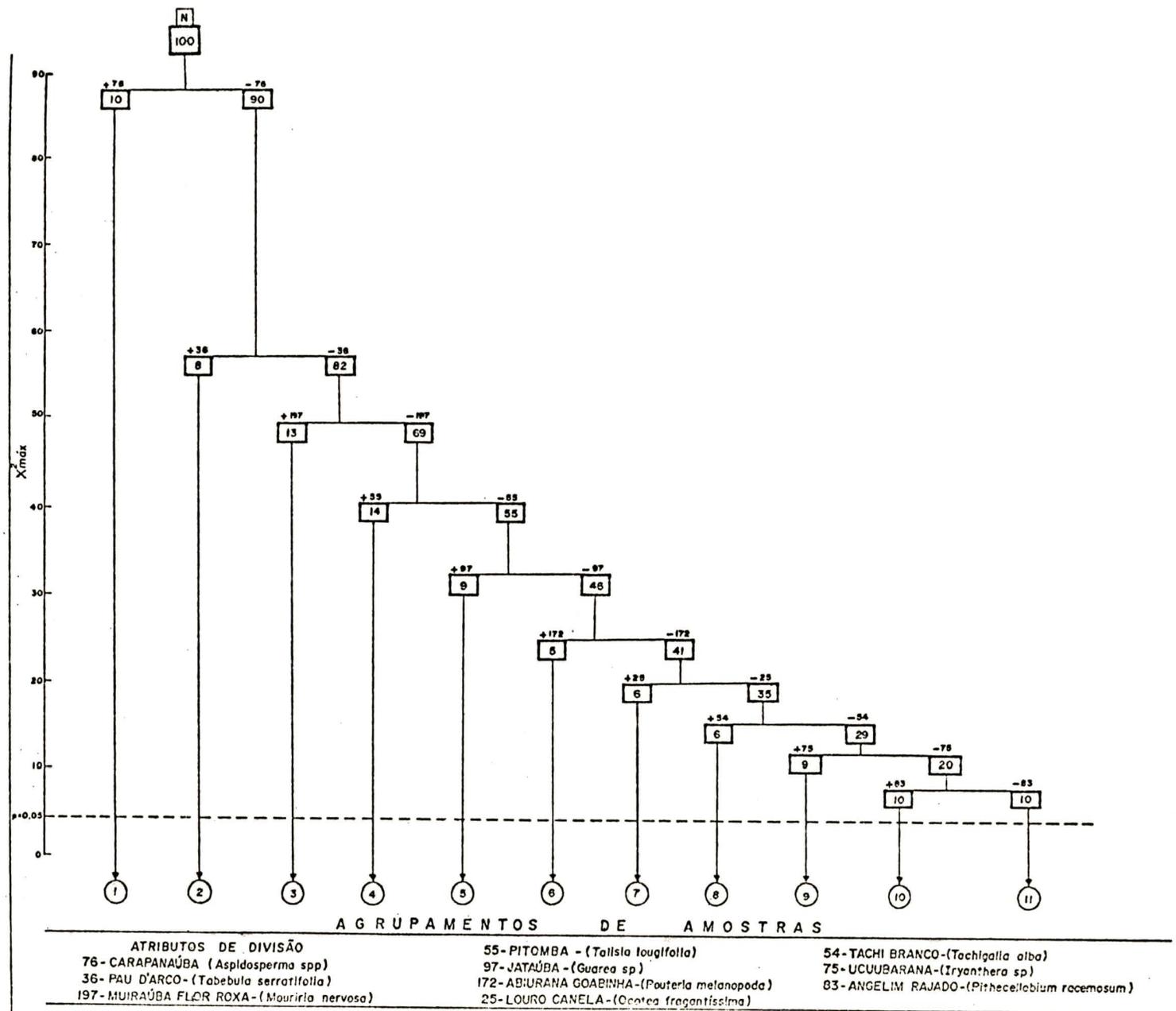


FIG. 12 : GRUPOS DE AMOSTRAS ATRAVÉS DE UMA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO NORMAL HIERÁRQUICA.

Não obstante, tendo-se como base a localização das quadras na área (Fig. 03) foi possível localizar os 11 agrupamentos de quadras resultante da Análise de Associação Normal. A figura 13, ilustra a delimitação dos agrupamentos de quadras, que revelaram ter uma significação ecológica, considerando-se que o procedimento de agrupamento proporciona grupos de quadras homogêneas no que diz respeito à sua composição florística e, heterogênea entre grupos. Deste modo, pode-se então inferir que os grupos obtidos pela Análise de Associação Normal constituem unidades ecológicas distintas.

Apesar de que as linhas limites dos grupos como apresentado na figura 13, não podem definir rigorosamente os limites das unidades ecológicas, mesmo assim distinguem com clareza as diferentes formações, indicando as descontinuidades de variação existente na composição florística.

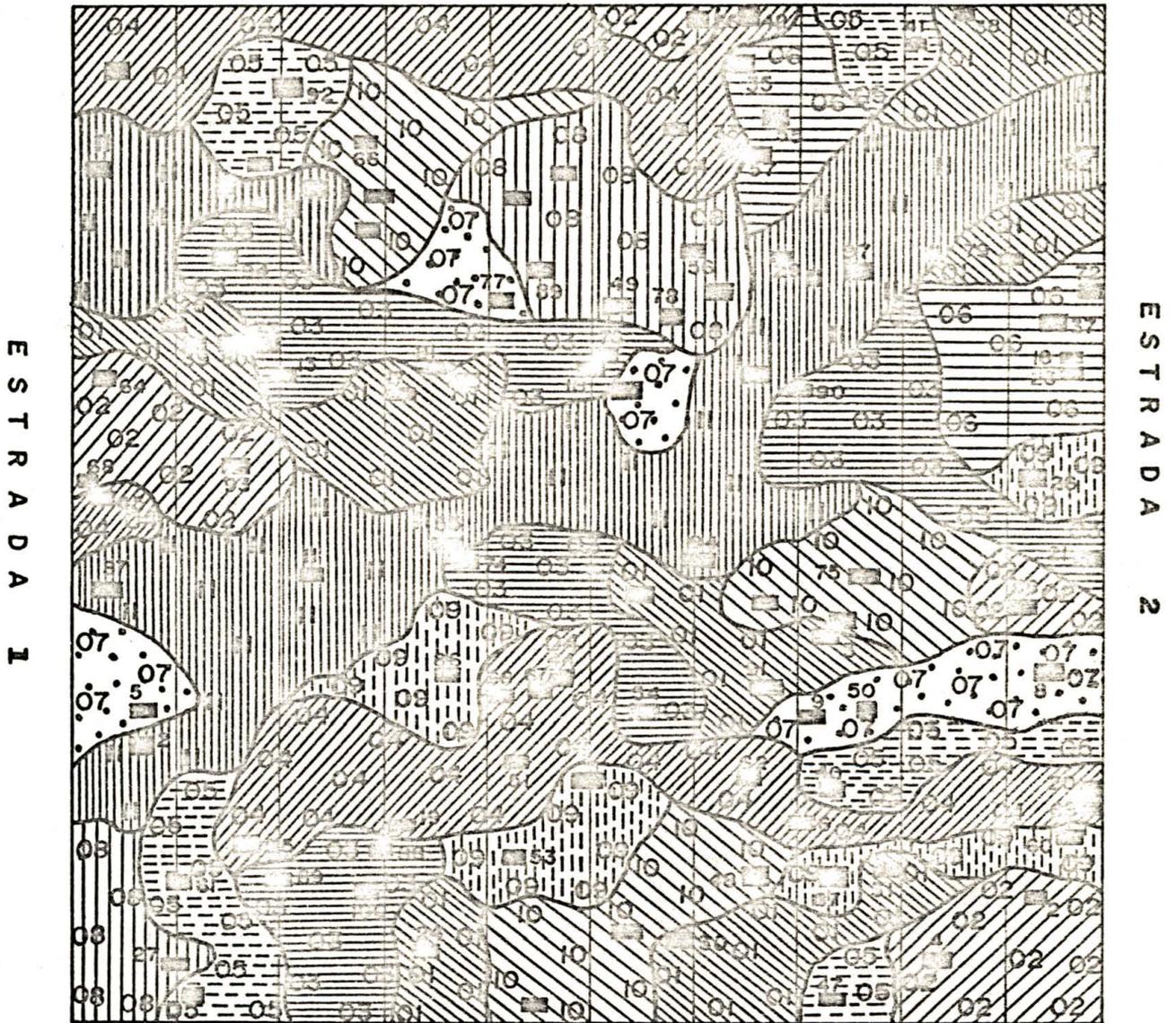
Cada unidade ecológica é caracterizada por uma determinada associação de espécies, porém as espécies que participaram de tais associações não são exclusivas, uma vez que muitas das espécies que apresentaram padrões espaciais aleatórios, e com associação interespecífica entre espécies independentes uma da outras, podem ocorrer em outras unidades ecológicas. Mesmo assim, existe algum tipo de associação que permite atribuir características capazes de diferenciar as diversas unidades ecológicas.

#### 4.8.2. ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO INVERSA

A Análise de Associação Inversa permitiu agrupar as 58 espécies em 7 agrupamentos, como é mostrado pela figura 14.

Considerando o resultado do estudo de Associação Interespecífica entre todos os possíveis pares de espécies, foi observa

## TALHÃO 18



## TALHÃO 20

FIG. Nº 13 : LOCAÇÃO DOS SÍTIOS SEGUNDO O RESULTADO FINAL DA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO NORMAL.

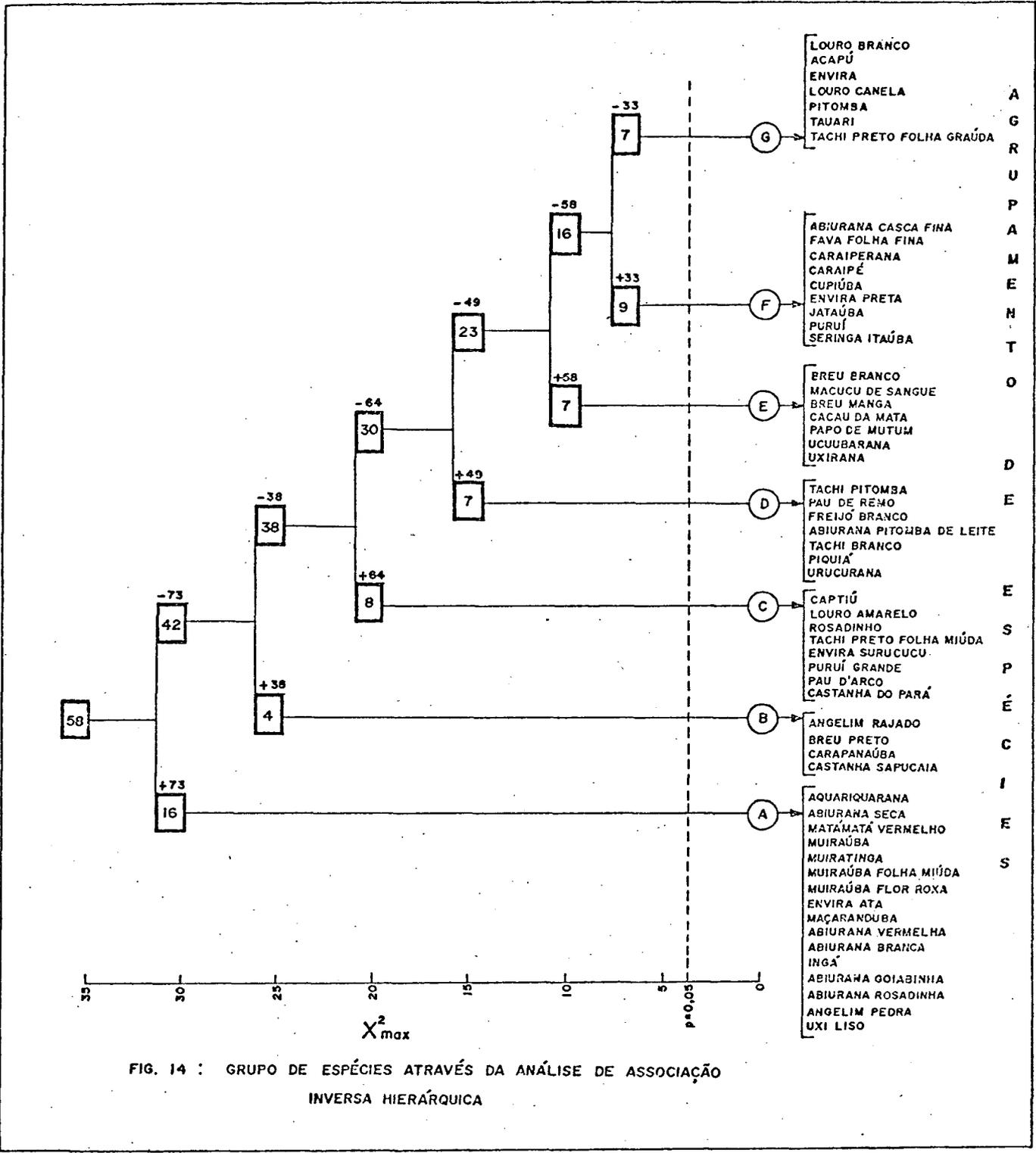


FIG. 14 : GRUPO DE ESPÉCIES ATRAVÉS DA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO INVERSA HIERÁRQUICA

do que com exceção das associações negativas entre as espécies apresentadas na tabela 15, todas as outras combinações entre as espécies apresentaram-se independentes.

Comparando-se os resultados dos grupos de espécies obtidos pela análise de Associação Inversa com os resultados do estudo de Associação Interespecífica, observou-se que com exceção do grupo A que contém a espécie Aquariquarana e que por sua vez é associada negativamente com as espécies Muiraúba Folha miúda e Envira Ata, todos os outros grupos foram constituídos por associações de espécies independentes.

A inclusão das espécies Muiraúba Folha Miúda e Envira Ata no grupo A onde está presente a Aquariquarana, se deu provavelmente pelo fato, deste grupo ser o maior em número de espécies, e deste modo apenas as duas espécies dentro da associação conjunta entre as demais não ter influenciado no valor do  $\chi^2_{\text{máx}}$  capaz de torná-lo significativo. Porém, pode ser uma decisão lógica, para informações mais específicas, constituir um novo grupo apenas com as duas espécies, isto é, Muiraúba folha Miúda e Envira Ata.

Como nos demais grupos, no grupo B por exemplo onde está presente a espécie carapanaúba, nenhuma das espécies associadas negativamente com esta, pertencem a este grupo.

A aplicação da Análise de Associação Inversa se reveste de grande importância em estudo de comunidades com alta diversidade, considerando-se o fato de que, apesar de espécies serem consideradas independentes uma da outra, quando comparadas par a par, através de índices de Associação Interespecífica, a Análise de Associação Inversa revela a associação de grupos de espécies, fato que não seria possível obter através de uma análise visual dos dados ou até mesmo com o emprego de outras técnicas univariadas. Por outro lado, a capacidade do método de descobrir associações de gru

pos de espécies, faz com que seus resultados sejam de fundamental importância como subsídio no planejamento silvicultural com vistas ao manejo de áreas de florestas com grande diversidade florística, como é o caso das florestas tropicais da Amazônia.

#### 4.8.3. ANÁLISE NODAL

Na Análise de Associação Normal as variações do número de quadras ocupadas pelas espécies são minimizadas, pois a técnica visa uniformizar as variáveis florísticas. Já na Análise de Associação Inversa o que são minimizadas são as diferenças do número de espécies entre as parcelas.

Embora os resultados obtidos pelos dois métodos, normal e Inversa, sejam de classes qualitativas diferentes, uma análise conjunta de ambos os resultados dentro de uma única tabela de dupla entrada, alguma coincidência entre os resultados pôde ser obtida.

Deste modo procurou-se analisar os grupos de espécies os quais pudessem revelar certas características das Unidades ecológicas (sítios) e vice versa.

Para tanto foi construída a tabela 17, na qual os grupos finais da Análise de Associação Normal foram arranjados horizontalmente e os grupos finais da análise Inversa, verticalmente. Por esta tabela pode-se verificar a complexidade da estrutura do povoamento estudado, não havendo uma composição florística definida em cada uma das unidades ecológicas, pois a grande maioria das espécies ocorrem indistintamente em vários grupos. Por esta razão, é que uma análise por espécie individual não é possível ser feita. Entretanto, se analisarmos em termos de associação de conjunto de espécies foi possível fazer muitas inferências válidas sobre a caracterização das unidades ecológicas.



Pela análise da tabela 17, pode-se fazer as seguintes inferências, capazes de diferenciar as diversas unidades ecológicas (sítios) vistos na figura 13.

#### Sítios 1, 10 e 11

O sítio 1 caracteriza-se fundamentalmente pela ocorrência conjunta das espécies Breu Preto e Carapanaúba com ocorrência esporádica das espécies Angelim rajado e Castanha sapucaia. O sítio 10 por sua vez caracteriza-se pela associação do Angelim rajado com a espécie Breu Preto, porém na ausência da Carapanaúba e Castanha sapucaia. Já o sítio 11 é caracterizado pela ocorrência do Breu Preto na ausência das espécies Angelim rajado, Carapanaúba e Castanha Sapucaia.

#### Sítio 2

O sítio 2 é caracterizado pela ocorrência em todas as quadras da espécie Pau D'Arco, distinguindo-se do grupo 1 no qual a espécie Pau D'Arco se faz presente pela ausência das espécies carapanaúba e castanha sapucaia. Por outro lado, diferencia-se o sítio 2 dos demais sítios pela ausência da espécie Pau D'Arco.

#### Sítios 3 e 6

O sítio 3 caracteriza-se fundamentalmente pela presença da espécie Muiraúba Flor Roxa, distinguindo-se dos sítios 1 e 2 nos quais ocorrem essa espécie pela ausência das espécies carapanaúba e Pau D'Arco respectivamente. Os demais sítios são diferenciados do sítio 3 pela ausência da espécie Muiraúba Flor Roxa.

O sítio 6 caracteriza-se pela presença da associação das espécies Abiurana Goiabinha e Abiurana Rosadinha, distinguindo-se do sítio 3 principalmente pela ausência das espécies Mata Mata Vermelho e Muiraúba Flor Roxa. Distingue-se dos sítios 1, 2, 4 e 5 pela ausência das espécies Carapanaúba, Pau D'Arco, Pitomba e Jataúba respectivamente. Enquanto que diferencia-se dos demais sítios pela ausência da associação entre as espécies Abiurana Goia

binha e Abiurana Rosadinha.

#### Sítio 4

O sítio 4 caracteriza-se pela ocorrência da espécie Pitomba em todas as 14 quadras. Distingue-se do sítio 1 pela ausência das espécies Pitomba e Tauari e dos sítios 2 e 3 pela ausência das espécies Muirauá Flor Roxa e Pau D'Arco respectivamente. Diferencia-se dos demais sítios pela ausência da espécie Pitomba.

#### Sítio 8

O sítio 8 caracteriza-se pela presença da espécie Tachi Branco, distinguindo-se dos sítios 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 pela ausência dessa espécie. Por outro lado diferencia-se dos sítios 3 e 4 onde pode ocorrer a presença do Tachi Branco pela ausência das espécies Muirauá Flor Roxa e Pitomba respectivamente.

#### Sítio 9

O sítio 9 caracteriza-se pela presença da espécie Ucuubarana, distinguindo-se através desta dos sítios 8, 10 e 11. Diferencia-se dos demais sítios pelas características intrínsecas de cada um deles.

#### Sítio 5

O sítio 5 caracteriza-se pela presença da espécie Jataúba, distinguindo-se através desta dos sítios 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Dos sítios 3 e 4 nos quais ocorrem a espécie jataúba diferencia-se pela ausências das espécies Muirauá Flor Roxa e Pitomba respectivamente.

#### Sítio 7

O sítio 7 é caracterizado pela ocorrência da espécie Louro Canela, distinguindo-se dos sítios 5, 8, 9, 10 e 11 pela ausência dessa espécie. Por outro lado o sítio 7 é diferenciado dos sítios 1, 2, 3, 4 e 6 onde ocorrem a espécie louro canela pela ausência das espécies que os caracterizam.

Com a tabela nº 17, a figura 13 e as inferências feitas sobre a caracterização de cada um dos sítios, aliado a conhecimentos de campo, sem dúvida é possível se localizar na área estudada uma grande parte das unidades ecológicas definidas pelos resultados das Análises de Associação Normal e Inversa. Porém, uma diferenciação mais precisa entre os diversos sítios poderia ser feita através do conhecimento de outras variáveis como, o tipo de solo, volume, área basal, DAP e Altura média, um perfil vertical de cada um dos sítios, aliado a informação ecológica oriunda da composição florística, a qual foi utilizada na presente pesquisa.

#### 4.9. ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL

Devido a existência de correlações entre as variáveis (espécies) utilizadas na Análise de Associação (Análise de agrupamentos), grandes possibilidades de redundância podem ocorrer o que pode afetar a estrutura do fenograma. Por esta razão, a Análise de Componente Principal foi usada a fim de se obter um novo conjunto composto de Componentes Principais, oriundos de transformações matemáticas do rol de dados.

Deste modo, o procedimento analítico da Análise de Componente Principal foi aplicado utilizando-se as 15 espécies com os maiores Índices de valor de importância, as quais constituíram as 15 variáveis originais do conjunto das 100 quadras, a saber:

$X_1$ = Aquariquarana	$X_6$ = Mata Matã Vermelho	$X_{11}$ = Louro Amarelo
$X_2$ = Breu Preto	$X_7$ = Abiurana seca	$X_{12}$ = Abiurana Vermelha
$X_3$ = Breu Branco	$X_8$ = Captiú	$X_{13}$ = Pau de Remo
$X_4$ = Tachi Pitomba	$X_9$ = Cupiúba	$X_{14}$ = Muiratinga
$X_5$ = Maçaranduba	$X_{10}$ = Muiraúba Folha Miúda	$X_{15}$ = Acapú

A análise de Componente Principal produziu um conjunto de combinações lineares de variáveis que explicaram a variância total dos dados das 15 espécies nas 100 quadras utilizadas. Os dois primeiros Componentes Principais representaram juntos 89,84% da variação total existente nos dados, sendo que o primeiro componente principal foi o que melhor sumarizou a relação linear dos dados, explicando 58% da variação total. O segundo componente principal explicou 31,84% da variância residual através da segunda melhor combinação linear, dado que o segundo componente principal é ortogonal ao primeiro. Do mesmo modo, os subsequentes componentes foram determinados até toda a variância ter sido absorvida.

Apesar de todos os componentes principais terem sido determinados (tanto quanto as 15 variáveis), apenas os dois primeiros absorveram  $\approx 90\%$  da variância, sendo que os 10% foram absorvidas pelos 13 componentes restantes. Deste modo a aplicação da técnica de Análise de Componentes principais reduziu a influência das variáveis altamente correlacionadas visto que apenas dois componentes absorveram a máxima variância residual entre os dados, capaz de representar o conjunto total dos dados apenas em 2 eixos, como é mostrado pela tabela 18.

Tabela 18: Autovalores (Eigenvalues), porcentagem e porcentagem acumulada de variação associada com os autovetores da Análise de componentes principal das 15 espécies com maiores IVI

	Autovalores ( $\lambda_i$ )	% de Variação Associada	% Acumulada de Variação Associada
1	114,71200	58,0	58,0
2	62,94120	31,8	89,8
3	6,97183	3,5	93,3
4	3,54163	1,8	95,1
5	1,93631	0,98	96,1
6	1,54907	0,78	96,7

Cont. tabela 18

	Autovalores ( $\lambda_i$ )	% de Variação Associada	% Acumulada de Variação Associada
7	1,19182	0,60	97,5
8	1,07168	0,54	98,0
9	0,928256	0,47	98,5
10	0,877744	0,44	98,9
11	0,664084	0,34	99,2
12	0,460665	0,23	99,5
13	0,36893	0,19	99,7
14	0,35032	0,18	99,9
15	0,18551	0,10	100,0

Como cada autovalor é a variância associada a um "autovetor" definido como um vetor coluna, seus coeficientes ( $b_{hi}$ ) são mostrados na tabela 19.

O coeficiente  $b_{hi}$  é a relação entre a h-ésima espécie (variável) e o i-ésimo componente Principal. Então, a relação da primeira espécie ( $X_1$ ) para o primeiro componente principal é -0,3869 e para o segundo componente é de 0,9155. Deste modo a espécie Breu Branco, ( $X_3$ ), foi a que apresentou maior relação com o primeiro componente, enquanto que as espécies Aquariquarana e Breu Preto foram as mais correlacionadas com o segundo e terceiro componente respectivamente.

Sendo os componentes Principais definidos como combinações lineares das 15 variáveis (espécies), os escores componentes foram então calculados, representando a locação de cada uma das 100 quadras, com respeito a composição das variáveis (espécies), os quais são apresentados na tabela 20.

Os dados dos escores componentes para os dois primeiros componentes Principais, foram utilizados como coordenadas de ordenação e "plotados" para formar um diagrama de dispersão a fim de

Tabela 19 - Autovetores (Eigenvectors) da Análise de Componente Principal para as 15 espécies com maiores IVI

VARIÁVEIS	EIGENVECTORS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X <sub>1</sub> Aquariquarana	-0,3869	0,9155	0,0872	0,0283	0,0345	0,0248	-0,0152	0,0065	-0,0130	-0,0292	-0,0063	-0,0165	-0,0129	-0,0071	0,0026
X <sub>2</sub> Breu Preto	0,1229	-0,0460	0,9583	0,1873	-0,0758	0,0238	0,0664	0,0778	-0,0081	-0,0805	-0,0723	-0,0086	-0,0190	0,0066	0,0191
X <sub>3</sub> Breu Branco	0,9123	0,3959	0,3959	-0,0292	0,0084	-0,0278	0,0126	0,0099	0,0101	-0,0088	-0,0073	0,0029	0,0013	-0,0055	-0,0022
X <sub>4</sub> Tachi Pitomba	0,0170	-0,0329	0,1020	0,0343	0,8841	-0,2826	-0,2718	-0,0393	-0,1154	0,1085	0,1057	-0,0063	-0,0968	0,0647	0,0119
X <sub>5</sub> Maçaranduba	-0,0074	0,008	-0,0222	-0,0281	0,0217	0,0493	-0,1182	0,2772	0,0029	-0,1517	-0,1694	0,8025	0,0471	0,3759	-0,2561
X <sub>6</sub> Mata Mata Vermelho	-0,0047	0,0133	0,0397	0,0762	0,0156	-0,1104	0,2838	-0,2443	0,5533	-0,0505	0,6697	0,2161	-0,0472	0,1657	0,0781
X <sub>7</sub> Abiurana Seca	0,0416	-0,0064	0,0662	-0,0812	0,1316	0,8571	-0,1981	-0,2789	0,0082	0,2985	0,0981	0,0589	-0,1044	0,0720	-0,0026
X <sub>8</sub> Captiú	0,0185	-0,0071	-0,1892	0,9676	-0,0128	0,0890	-0,1196	0,0116	0,0227	0,0142	-0,0449	0,0007	0,0439	-0,0034	0,0201
X <sub>9</sub> Cupiúba	-0,0037	0,0014	-0,0230	-0,0370	0,0362	0,0422	0,0206	0,1353	-0,0189	0,0344	-0,1085	0,2209	0,1143	0,0206	0,9490
X <sub>10</sub> Muir. F. Miúda	0,0078	0,0091	0,0056	0,0329	-0,1379	0,0256	0,0414	0,4774	-0,3378	0,2766	0,6173	0,0025	0,0228	0,0423	-0,0178
X <sub>11</sub> Louro Amarelo	0,0150	-0,0299	-0,0269	-0,0683	0,0296	0,2198	-0,4289	0,2505	0,1069	-0,7192	0,2439	-0,2850	0,1174	0,1006	0,0656
X <sub>12</sub> Abiurana Vermelha	0,0023	0,0038	0,0113	-0,0084	0,0424	-0,0072	0,1474	-0,0573	0,0031	0,1748	-0,1001	-0,3161	0,5901	0,6953	-0,0267
X <sub>13</sub> Pau de Remo	-0,0079	0,0063	0,0328	-0,0307	0,2049	0,1305	0,0772	0,2029	0,2247	0,0917	0,0426	0,1309	0,6914	-0,5622	-0,1402
X <sub>14</sub> Muiratinga	-0,0077	0,0077	0,0118	-0,0497	-0,0856	-0,0593	-0,2960	0,5246	0,5704	0,4424	-0,0983	-0,1895	-0,2229	0,0844	-0,0109
X <sub>15</sub> Acapú	-0,0097	-0,0215	-0,0215	-0,1002	0,0457	0,3475	0,2995	0,6868	0,3863	0,0525	-0,1904	-0,1440	-0,1494	0,0516	-0,0403

TABELA 20 : Escores componentes para as 15 espécies utilizadas para locar as quadras no diagrama de dispersão visto na figura nº 15.

ESCORES COMPONENTES	COMPONENTES (YIJ)														
TES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	-0.1181	-0.4956	0.3530	-0.0986	-0.0271	-0.0193	-0.0246	-0.0953	-0.0979	0.0666	-0.0411	-0.0275	-0.0296	-0.0610	-0.0039
2	-0.2384	-0.2293	0.0285	-0.0651	-0.0806	-0.1327	-0.0514	-0.0399	0.0449	0.0238	-0.1176	-0.1522	-0.0573	-0.0987	-0.0092
3	-0.0702	-0.2633	0.1124	-0.1450	-0.0793	-0.0402	-0.0676	0.1232	-0.0460	-0.0238	-0.1301	-0.0169	-0.0772	-0.1250	-0.0621
4	-0.1130	-0.4115	0.1624	-0.3355	-0.0927	-0.0655	0.1245	-0.1298	-0.1607	-0.0441	-0.0523	0.0222	-0.0499	-0.0180	-0.0399
5	-0.3990	-0.0150	0.1205	-0.0974	-0.0311	-0.0027	0.0006	-0.1340	-0.0157	0.0136	-0.0522	0.0952	-0.0465	-0.0038	-0.0301
6	-0.7536	0.5822	-0.1664	0.0409	0.3701	-0.1016	0.0487	0.0270	0.0788	-0.1120	0.0521	0.0759	0.0441	-0.0627	-0.0502
7	-0.6426	0.0000	0.1159	0.1197	0.0158	0.1055	-0.0513	0.0520	-0.0773	0.0444	-0.0797	0.1020	-0.0467	-0.0449	-0.0544
8	-0.4303	0.0000	0.2456	-0.1246	0.4570	-0.1388	-0.0052	0.0542	-0.1282	-0.0308	-0.0286	-0.0133	0.1196	0.0771	-0.0344
9	-1.1475	1.5757	0.4416	0.3932	-0.0426	-0.0392	0.2120	0.1309	0.0580	-0.1038	0.0456	0.0156	0.0360	0.0459	0.0300
10	-0.0609	0.0000	0.1744	-0.1191	-0.0867	-0.0604	-0.0155	-0.1272	-0.1209	-0.1209	0.0466	-0.0290	-0.0544	-0.0474	-0.0200
11	-0.3400	0.2754	0.3953	-0.0965	-0.0487	-0.0388	-0.0637	-0.0353	-0.1202	-0.0475	-0.1118	-0.0146	0.0566	0.0214	0.0399
12	-0.6596	0.0000	0.2245	-0.0155	-0.0257	-0.0585	-0.0266	-0.1237	-0.0931	-0.0016	-0.0948	-0.0261	-0.0630	-0.0460	-0.0042
13	-0.1935	0.2299	0.2411	-0.0333	-0.0347	-0.1153	-0.0000	0.0194	-0.1014	-0.0375	0.1343	-0.0200	-0.0525	-0.0995	-0.0165
14	-0.0170	-0.0000	0.3175	-0.1521	0.0910	-0.1406	-0.0293	-0.0190	-0.0297	-0.0744	0.0444	0.0042	-0.0103	-0.0365	-0.0371
15	-0.3729	-0.0000	0.3026	-0.1108	-0.0218	-0.0682	-0.0154	-0.0627	-0.0299	0.0969	0.0440	-0.0524	-0.0655	0.0396	-0.0124
16	-0.1271	-0.0000	0.1593	-0.2033	0.0323	-0.0620	-0.0190	-0.0645	-0.0830	-0.1311	0.0928	0.0585	0.0134	-0.0159	-0.0301
17	-0.1241	-0.0000	0.1657	-0.1386	0.1179	-0.0292	-0.0319	-0.0808	-0.1604	-0.0923	-0.0237	-0.0213	-0.0619	0.0360	0.0342
18	-0.3921	1.3636	0.1598	-0.0110	0.2551	-0.1127	-0.0794	-0.0626	-0.1847	-0.0288	-0.0224	-0.0744	-0.0264	0.0414	0.0662
19	-0.8314	1.3132	0.0141	-0.1755	-0.1209	-0.0628	-0.1698	0.3810	0.0920	0.0374	0.1314	0.0417	0.0645	0.0270	0.0213
20	-0.0648	-0.0000	0.0948	-0.0871	-0.0058	-0.0686	-0.0009	-0.0196	-0.2440	-0.1871	0.1652	-0.0627	0.0791	0.1004	-0.0218
21	-0.1333	1.1111	0.2507	0.2477	-0.1049	0.1329	-0.0637	-0.0129	-0.0406	-0.2634	0.0661	-0.0184	0.0686	0.0318	-0.0140
22	-0.6563	0.9339	0.0447	-0.0608	0.0207	0.1051	-0.0845	-0.0002	-0.1170	-0.0459	-0.0213	0.0572	0.0357	-0.0479	-0.0529
23	-0.2792	0.0000	0.1776	-0.0828	0.3176	0.3036	-0.3115	0.0917	-0.0263	-0.0809	-0.1106	-0.1451	-0.0693	-0.0150	-0.0455
24	1.0374	-1.1068	0.3512	-0.0321	-0.1399	-0.0868	-0.0123	0.2422	-0.0434	0.0723	0.0937	-0.0117	0.0633	-0.0123	0.0554
25	-0.4132	0.3929	0.9389	0.3586	-0.1122	-0.1607	-0.1448	0.1042	-0.2597	0.1551	-0.0048	-0.0530	0.0633	0.0413	0.0011
26	-0.1378	0.4233	0.1950	-0.2929	0.0680	0.1944	-0.0511	-0.0899	-0.0373	0.0589	0.0204	0.1009	0.0322	-0.0498	0.0304
27	0.0968	0.7319	0.4452	0.2931	-0.1235	-0.1486	0.1291	-0.0418	-0.0373	-0.0466	-0.0891	0.0921	0.0259	-0.0938	-0.0022
28	0.9950	-0.5724	0.0643	-0.1166	0.1905	-0.0329	-0.1737	-0.0745	-0.0706	-0.0815	-0.0201	-0.0563	-0.0695	-0.0239	-0.0118
29	-0.6143	0.5413	0.0632	-0.0273	0.0689	-0.1916	0.0694	-0.1644	-0.1198	-0.0628	-0.1694	0.1318	0.0601	0.0479	-0.0093
30	-0.4447	0.4207	0.2415	-0.2004	-0.0614	-0.0610	-0.1735	-0.0406	0.0189	0.0248	-0.0607	-0.0759	-0.0434	0.0194	0.0358
31	-0.1654	0.1716	0.0132	0.5833	-0.1294	-0.0141	-0.1866	-0.0646	-0.0433	-0.0350	0.0812	-0.0092	-0.0531	-0.0237	-0.0067
32	-0.4718	1.1090	-0.1103	-0.0823	-0.0692	0.1349	-0.0649	-0.0650	0.1802	0.1948	-0.0784	-0.1014	0.0655	0.0716	-0.0029
33	-0.1636	-1.3010	0.2503	-0.1159	-0.0073	-0.2099	-0.0124	-0.0289	-0.0370	-0.0578	-0.0568	-0.1296	0.0216	0.0998	-0.0612
34	-0.4367	0.4444	0.1324	-0.0269	-0.0116	-0.0058	0.0551	-0.0414	-0.0684	-0.0353	0.0317	-0.1107	0.0620	0.1179	-0.0514
35	-0.1938	0.8944	-0.2498	-0.1312	-0.1585	-0.0572	0.0160	-0.0620	-0.0002	0.0916	-0.1164	-0.0301	0.0324	0.0056	0.0758
36	-0.2007	0.6949	0.2240	-0.2441	0.1341	0.3218	-0.0132	-0.2211	-0.0034	0.1165	-0.0400	0.0048	-0.0023	0.0444	-0.0445
37	-0.0526	-1.0758	0.3145	-0.2131	-0.3333	-0.1243	-0.2978	0.1299	-0.0750	0.0539	-0.0580	0.0045	-0.0156	-0.0226	-0.0547
38	-0.5678	0.2288	0.0624	-0.1671	-0.1039	-0.0254	-0.0754	-0.1544	-0.0220	0.0192	-0.0399	-0.0657	0.0783	0.0929	-0.0112
39	-0.2024	0.3880	0.0572	-0.0680	0.0141	-0.0659	-0.0820	0.0413	-0.1414	0.1422	-0.0239	0.0762	-0.0574	0.0083	0.0550
40	-0.4573	0.3880	0.4440	-0.6971	-0.0706	-0.0637	-0.1690	-0.0890	-0.1296	-0.1022	-0.0472	0.0342	0.0438	0.0629	-0.0299
41	-0.5305	0.5996	0.2333	-0.1194	0.0395	-0.0245	0.1063	-0.1086	0.0666	-0.0291	0.0277	0.0144	0.0075	-0.0622	-0.0116
42	-0.3345	-0.0000	0.1900	-0.1023	-0.0435	-0.1619	-0.0603	-0.2001	-0.1977	-0.0531	-0.0959	-0.0451	-0.1220	0.0237	0.0173
43	-0.8658	1.1020	0.1233	-0.1793	-0.0633	-0.0711	-0.0109	0.0454	-0.0101	-0.0158	-0.1567	0.1023	-0.0507	-0.0309	-0.0128
44	-0.4774	0.5114	0.7184	-0.0931	0.3837	-0.0270	-0.1011	-0.0314	0.0240	0.1083	-0.0181	0.1043	-0.0683	0.0547	-0.0410
45	-0.1910	0.1560	0.1249	-0.1560	-0.0324	-0.0127	-0.0561	0.1341	-0.0866	0.0761	-0.0366	0.1458	-0.0683	-0.0579	-0.0774
46	-0.2562	-0.3537	0.0177	0.0403	-0.1374	-0.0557	0.0470	-0.0901	-0.1039	0.0089	-0.0095	0.0045	-0.1347	-0.0270	0.0065
47	-0.1064	0.5870	0.1066	-0.0579	0.1696	-0.0014	-0.1222	-0.1048	-0.0097	0.0737	-0.1691	-0.0320	-0.0607	0.0133	0.0041
48	-0.3185	0.2602	0.2937	-0.1096	0.1509	-0.1119	-0.2868	-0.2900	-0.1494	-0.0348	-0.0638	-0.0739	-0.0458	-0.1215	-0.1066
49	-0.0879	0.0000	0.3465	-0.1087	0.2057	-0.0367	-0.0805	-0.0813	-0.0243	-0.0288	0.0150	0.0803	0.0611	-0.0268	-0.0279
50	-0.4857	-0.0000	0.1563	0.1154	0.0430	-0.0288	-0.0274	-0.0174	-0.0217	-0.0853	0.1371	-0.0510	0.1288	-0.0195	-0.0065



ilustrar a distribuição conjunta das quadras em relação aos com ponentes Principais I e II, como visto na figura 15.

Na figura 15, a ordenada é representada pelo primeiro com ponente principal e na abscissa o segundo. Os valores em parêntes mostram a porcentagem de variação absorvida por cada compo nente. Os pontos "plotados" com os correspondentes números, repre sentam a locação e a identificação das quadras segundo a ordena ção pela Análise de Componente Principal, onde a distância entre os pontos é proporcional para o grau de dissimilaridade em ter mos de abundância das espécies (variáveis) consideradas na Análi se.

Como pode ser observado pelo diagrama de dispersão das qua dras na figura 15, não há evidências de uma distribuição equi distante das quadras na área de vegetação estudada com respeito aos I e II componentes. Pelo contrário são observado marcados agru pamentos das quadras, sendo que algumas delas, como é o caso das quadras de números 100, 95, 69, 24, 28, 93, 32, 70 e 9 apresenta ram-se grandemente dispersas. Este fato mostra que alguma ordena ção das quadras ocorreu, bem como confirma a utilização da Análi se de Associação, pois uma classificação pode ser obtida

Os componentes I e II foram interpretados como gradiente de ocorrência das espécies Breu Branco e Aquariquarana respecti vamente, uma vez que os maiores coeficientes dos autovetores fo ram correspondentes a essas espécies.

A grande variabilidade ocorrida entre as quadras referidas anteriormente foi atribuída como pertencente aos 10% de variân cia residual que não foram explicadas pelos componentes I e II. Entretanto, essa variação entre as quadras citadas, é em grande parte expli cada pelos componentes III e IV (Fig.16), interpretados como sendo os gradien tes de maior ocorrência das espécies Breu Preto e Capitú respectivamente.

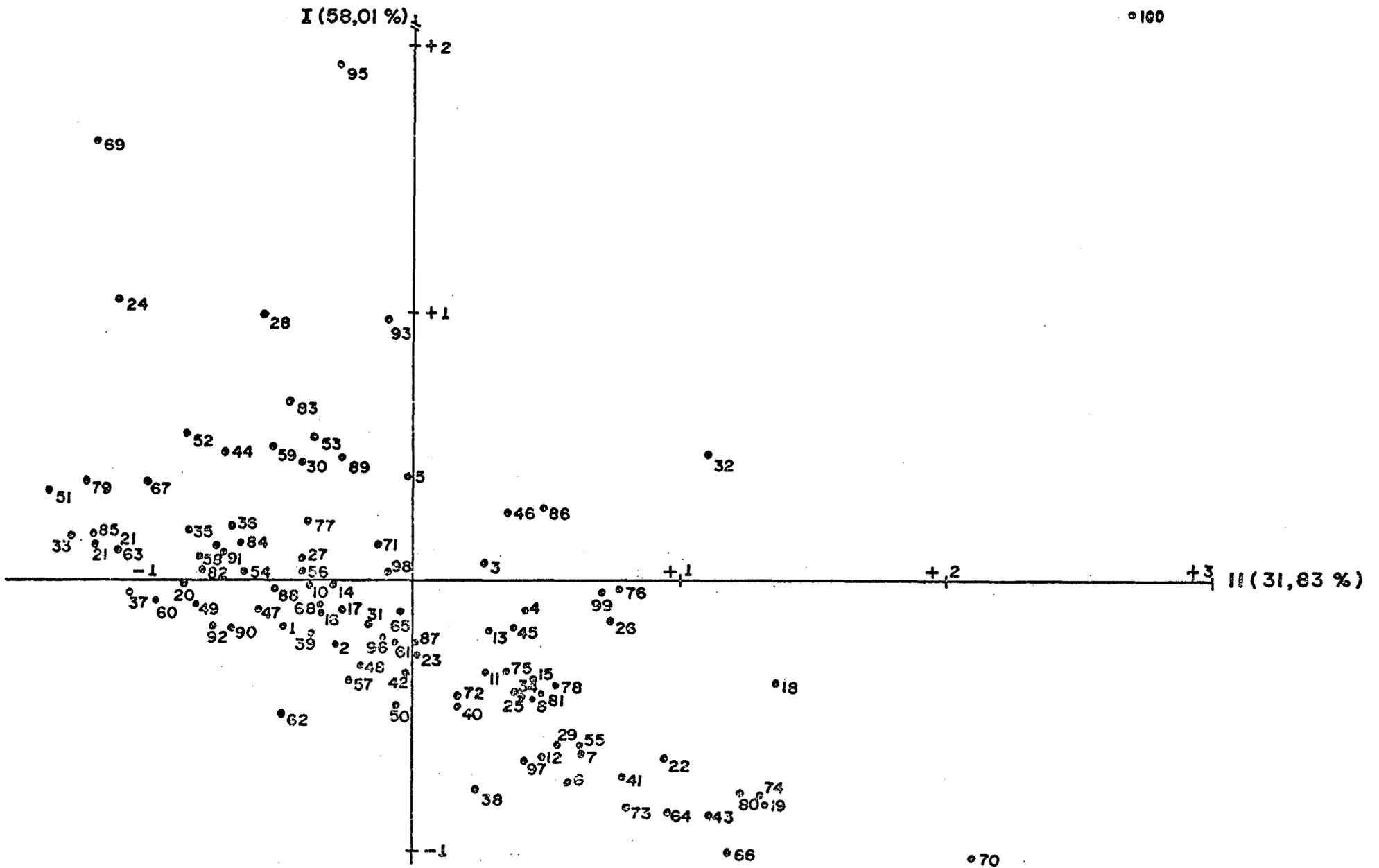


FIGURA 15 : ORDENAÇÃO DAS 100 QUADRAS SEGUNDO A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS COM RELAÇÃO AOS COMPONENTES I e II.

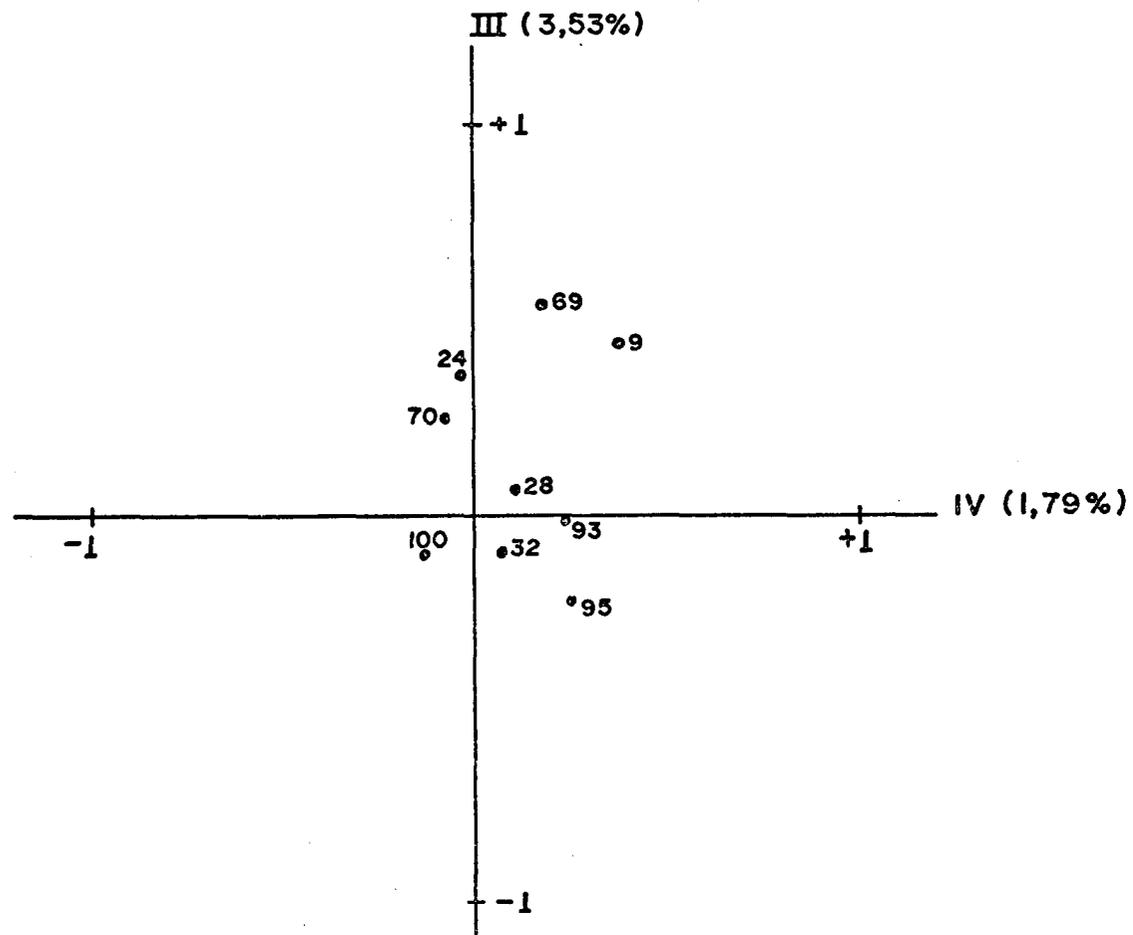


FIGURA 16 : ORDENAÇÃO SEGUNDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS QUADRAS QUE APRESENTARAM-SE MUITO DISPERSAS COM RELAÇÃO AOS COMPONENTES PRINCIPAIS I e II .

## 5. CONCLUSÕES

Após a análise dos dados das 100 quadras de 20 m x 25 m, levantadas no talhão 19, da Estação Experimental de Curuá-Una, com uma área de 100 ha representativa do Planalto e mediante os resultados obtidos concluiu-se sobre os seguintes aspectos:

### Composição Florística

1 - A composição florística da área de 100 ha estudada, constou de 188 espécies distribuídas entre 127 gêneros e 48 famílias. Do total de gêneros, 70,8% foram distribuídos entre 50% das famílias, sendo que as famílias Leguminosae, Sapotaceae e Apocynaceae foram as que contribuíram com o maior número de gêneros. Já 75% das espécies pertencem a 50% das famílias, sendo que as famílias Sapotaceae e Leguminosae através de suas subfamílias foram as responsáveis pelo maior número de espécies.

2 - Do total de 4956 indivíduos com DAP  $\geq$  5 cm levantados na área, 95,5% foram distribuídos entre 50% das famílias, 70,8% dos gêneros e 75% das espécies. A família Violaceae, através das espécies Rinorea spp identificadas pelo nome Vulgar de Aquariquarana, apresentou uma ocorrência de 1686 indivíduos o equivalente a 34% do total, sendo esta a espécie mais abundante, seguida das espécies Tetragastris panamensis, Protium sagotianum, Siparuna guianensis, Neoxythece cladantha e Sclerolobium paniculatum. Desse modo, apenas as 6 espécies mais abundantes participaram com 2847 indivíduos representando 57,4% do número total de indivíduos.

### Relação Espécie/Área

3 - O total de 100 unidades de amostra de 20 m x 25 m

utilizadas no estudo foi considerado suficiente para cobrir toda a variação florística existente na área, uma vez que com 65 unidades amostrais combinadas o equivalente a 3,25 ha, foi o bastante para estabilizar a curva Espécie/Área podendo ser esperado acima de 177 espécies (94%), bem como estabilizar a flutuação da média acumulada na curva de performance dos dados. Entretanto, o tamanho das unidades de amostras de 20 m x 25 m foi considerado pequeno.

#### Relação Espécie/Abundância

4 - A relação Espécie/Abundância não foi explicada pelas distribuições logarítmica e lognormal, demonstrando assim uma grande desuniformidade na distribuição dos 4956 indivíduos entre as 188 espécies. Entretanto, a curva de Abundância Relativa foi a que melhor explicou tal relação, demonstrando um relativo grau de dominância pelas espécies: Rinorea spp., Tetragastris pananensis, Protium sagotianum, Siparuma guianensis, Neoxythece cladantha, Sclerolobium paniculatum, Escheweilera odorata e Maquira guianensis, que ocuparam as oito primeiras posições em termos de número de indivíduos.

#### Diversidade, Uniformidade e Concentração de Dominância

5 - Tanto pelo índice de Diversidade de Simpson, quanto pelo índice de Shannon-Weaver, a área estudada foi caracterizada por uma alta diversidade de espécies e uma concentração de dominância relativamente baixa. Dada a existência de uma alta diversidade para uma uniformidade média na distribuição dos indivíduos igual a  $J' = 0,63$  demonstrou a existência de um elevado número de espécies tolerantes e intolerantes a sombra que vivem em associação conjunta no povoamento, caracterizando assim a ocorrência de diversos microhabitats na área estudada.

### Seleção de Espécies

6 - Dentre o total de 188 espécies foram selecionadas através do Índice de valor de Importância 58 espécies, o equivalente a 30,8% do total de espécies e 84,3% do Índice de valor de Importância total, para representar a estrutura do povoamento estudado.

7 - Entre as 58 espécies selecionadas através do IVI, estão distribuídos 4432 indivíduos representando 89,4% da Abundância total, 128,84 m<sup>2</sup>/5 ha representando 86,22% da área basal do povoamento. A tendência da curva de distribuição diamétrica do povoamento não foi alterada quando consideradas somente as 58 espécies selecionadas em relação ao total das espécies, caracterizando assim que as espécies selecionadas foram suficientes para representar perfeitamente a estrutura da vegetação estudada.

### Dispersão das Espécies

8 - Dentre as 78 espécies para as quais foram determinados os padrões de distribuição espacial, 28 apresentaram padrões de distribuição contagiosa e 17 com tendências ao agrupamento, perfazendo juntas 57,7% do total. Com padrões de distribuição aleatória foram consideradas 31 espécies (39,7% do total), enquanto que apenas duas apresentaram-se com tendências a uniformidade, representando assim 2,6% do total das espécies estudadas.

9 - Das espécies que apresentaram padrões de distribuição contagiosa destacaram-se: Vouacapoua americana, Hevea cuneata, Miconia spp, Eschweilera sagotiana e Ambelania ácida, enquanto que as espécies Pithecelobium racemosum e Sclerolobium micropetalum apresentaram padrões com tendência a Uniformidade.

10 - A alta diversidade de espécies aliado ao elevado número de espécies que apresentaram padrões de distribuição contagiosa e com tendências e este na área de vegetação estudada,

foi devido não apenas a predadores específicos, mas também a existência de um fator de agrupamento em virtude da constatação de diferentes microhabitats.

#### Associação de Espécies

11 - Apesar de possíveis influências do tamanho das quadras no Estudo de Associação Interespecífica das espécies, foi possível evidenciar altos graus de Associação negativa entre as espécies, caracterizando assim a existência de diferentes combinações de fatores ambientais, nos quais a ocorrência das espécies são mais ou menos favorecidas, muito embora a grande maioria das espécies tenham apresentado ocorrências independentes uma da outra.

12 - A evidência de altos graus de Associação negativa entre as espécies, mostra a necessidade de estudos desta natureza antes de qualquer plano de manejo Florestal para áreas de Florestas tropicais, principalmente no que tange à indicação de espécies para reflorestamento e ou florestamento.

#### Análise de Agrupamento

13 - Pelo agrupamento das unidades de amostras (quadras) através da Análise de Associação Normal foi possível obter 11 grupos (sítios) distintos.

14 - Pelo arranjo das espécies através da Análise de Associação Inversa, foram obtidos 7 agrupamentos distintos. Tais grupos evidenciaram as diferentes associações florestais provenientes das aptidões próprias de cada espécie, em se desenvolver em determinados micro habitat, formados por diferentes combinações dos fatores ambientais.

15 - Através da Análise nodal foi possível inferir sobre as características e a diferenciação entre os 11 sítios, previamente determinados, através da ocorrência de determinadas espécies e ou associação de espécies específicas de cada sítio.

## Ordenação dos dados

16 - A técnica de análise de componente Principal mostrou-se ser eficiente na redução da dimensionalidade da matriz de dados, pela diminuição da influência das variáveis (espécies) altamente correlacionadas, uma vez que apenas os dois primeiros componentes principais absorveram aproximadamente 90% da variância total dos dados, de modo a representar o conjunto total dos dados apenas em dois eixos. Dos 10% da variância residual não explicados pelos dois primeiros componentes, 5,3% foram explicados pelos componentes III e VI.

17 - Pela ordem as 4 espécies responsáveis pela maior parte da variação dos dados, e por conseguinte as espécies mais responsáveis pela estrutura do povoamento estudado foram: Protium sagotianum, Rinorea spp., Tetragastris panamensis e Siparuna guianensis, interpretados pelos quatro primeiros componentes principais respectivamente.

## 6 - RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa apresenta uma metodologia capaz de quantificar melhor as variáveis ecológicas, com vistas a obtenção de subsídios para a elaboração de Planos de Manejo para florestas nativas da Amazônia. Tal metodologia é baseada em técnicas e métodos formais utilizados nos estudos de Ecologia quantitativa principalmente as técnicas de Análise multivariada.

Baseando-se na experiência adquirida e no significado dos resultados, fazem-se aqui algumas recomendações de caráter geral:

a) Que seja intensificado o estudo das técnicas de Análise multivariada nos cursos de Pós-Graduação, em Engenharia Florestal, principalmente na área de Manejo Florestal.

b) Para o mapeamento dos estratos das diferentes associações florestais, obtidas através das técnicas de agrupamentos, recomenda-se a utilização de sistemas de amostragens, nos quais, as unidades de amostra devem ser distribuídas sistematicamente na área de estudo.

c) Em virtude de estudos, tais como Associação de Espécies, Distribuição Espacial, serem extremamente influenciados pelo tamanho das unidades de amostras, recomenda-se o estudo prévio do tamanho dessas unidades, assim como aspectos de subamostragem, que dependendo do objetivo devem ser considerados.

ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DE UMA FLORESTA TROPICAL  
UMIDA NO PLANALTO DE CURUÁ-UNA, AMAZÔNIA BRASILEIRA

Autor: PAULO LUIZ CONTENTE DE BARROS

Orientador: Prof. Dr. SEBASTIÃO DO AMARAL MACHADO

Co-Orientador: Prof. Dr. FLÁVIO FELIPE KIRCHNER e Prof. Dr. SYLVIO PÉLLICO NETO

7. RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo estudar a estrutura da vegetação com base em sua composição florística a fim de se obter informações ecológicas da área e servir de subsídios para elaboração de futuros planos de manejo.

Os dados para essa pesquisa foram obtidos em uma área de 100 hectares, que constitui o talhão nº 19, representativo de florestas de planalto na Estação Experimental de Curuá-Una, no Estado do Pará, sendo levantada a composição florística em 100 unidades de amostra de 500 m<sup>2</sup>, das árvores com diâmetro mínimo de 5 cm, perfazendo um total de 4.956 indivíduos distribuídos em 188 espécies.

Para descrever as características estruturais do povoamento para um melhor entendimento das florestas tropicais e, servir de base para uma prática racional de seu manejo, os seguintes aspectos foram estudados:

- a) As relações Espécie/Área e Espécie/Abundância;

- b) Classificação das espécies segundo suas frequências ; Abundâncias, Dominâncias e Índice de Valor de Importância;
- c) Distribuição diamétrica e Espacial das espécies;
- d) Diversidade e Associação de espécies;
- e) Estratificação do povoamento através do agrupamento de espécies e de quadras, usando Análise de Associação Normal e Inversa respectivamente.
- f) Inferências sobre as características típicas de cada sítio através de uma Análise Nodal;
- g) Redução da dimensionalidade da matriz de dados através da técnica de Análise de Componentes Principais.

O critério adotado para seleção de Espécies, foi o Índice de Valor de Importância, o qual propiciou a seleção de 58 espécies entre as 188 espécies identificadas na área, as quais representaram muito bem a estrutura do povoamento.

As 58 espécies selecionadas foram agrupadas em 7 grupos, representando assim as 7 distintas associações de espécies. Por outro lado, as 100 unidades de Amostras (quadras), foram arranjados em 11 grupos caracterizando 11 sítios.

A análise de Componentes Principais, através dos 4 primeiros componentes, conseguiu absorver 95,3% da variação total dos dados, representados pela sequência das seguintes espécies : *Protium sagotianum*, *Rinorea* spp, *Tetrâgastriis panamensis*, *siparuna guianensis*.

PHYTOSOCIOLOGICAL STUDY OF A TROPICAL RAINFOREST  
ON THE CURUÁ UNÁ PLATEAU, BRAZILIAN AMAZON.

Author: Paulo Luiz Contente de Barros

Principal adviser: Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado

Assistant advisers: Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner

Prof. Dr. Syvio Péllico Neto

7. S U M M A R Y

The objective of this research work was to study the structure of the forest based on floristic composition, with a view to gather ecological informations on the area and serve as a base for future forest management plans.

Field-data were collected in an area of 100 hectares (block 19), representative of the plateau high forest at the Curuá-Una Experimental Station, State of Pará, Brazilian Amazon. All trees with 5cm DBH and more were fully identified in 100 sampling plots (500 m<sup>2</sup> each). In total, 4.956 trees were identified, belonging to 188 species.

To better attend the objectives, special attention has been given to the following aspects:

- a) species/area and species/abundance relationship;

- b) classification of species in order of frequency, abundance, dominance and according to their importance, value index;
- c) species distribution, in space and diameter classes;
- d) species diversity and association;
- e) population stratification by species and by sampling plot grouping; analysis of respectively normal and inverse associations;
- f) deductions on typical characteristics of each site, by means of Nodal Analysis;
- g) reduction of dimensionality of the data matrix by means of Principal Components Analysis.

The choice of species was based in the importance value index enabling the selection of 58 species from the 188 species identified in the area. These 58 selected species were, in a very satisfactory way, representative of the tree population structure.

The 58 species selected were arranged in 7 groups, representing the 7 distinct species associations. On the other hand, the 100 sampling plots were arranged in 11 groups corresponding to 11 recognized sites.

The Principal Components Analysis, of the 4 firsts principal components (*Protium sagotianum*, *Rinorea* spp, *Tetragastris panamensis*, *Siparuna guianensis* absorbed 95,3% of the total range of data variation.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ANDERBERG, M.R.: Cluster Analysis for Applications, London , Academic Press, 361 p., 1973
02. ANDERSON, A.J.B.: Ordination Methods in Ecology. J.Ecology , 59 (3) : 713-726, 1972.
03. AUCLAIR, A.N. & GOFF, F.G.: Diversity relations of upland forests in the Western Great Lakes Area. Am. Nat., 105 : 499-528. 1971.
04. AUSTIN, M.P.: An ordination study of a chalk-grassland Community. J.Ecol., 56 (3): 739-757, 1968.
05. BARROS, P.L.C.: Estudo das Distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós-Pará. Curitiba, 1980, 123 p. , Tese de Mestrado. Setor de Ciências Agrárias. UPPr.
06. BARROS, P.L.C. & MACHADO, S.A.: Aplicação de índices de Dispersão em Espécies de florestas Tropicais da Amazônia brasileira. FUFEP, Série científica, nº 1, 44 p, 1984.
07. BATCHELER, C.L.: Estimation of Density from a sample of joint point and Nearest-Neighbor Distances. Ecology, 52 (4) : 703-709, 1971.
08. BAZZAR, F.A.: Plant species Diversity in old-field Successional Ecosystems in Southern Illinois. Ecology, 56 : 485-488, 1975.
09. BLISS, C.I. & FISHER, R.A.: Fitting the negative binomial distribution biological data and a note on the efficient fitting of the negative binomial, Biometrics 9: 176-200 , 1953.
10. BOCKOR, I.: Aplicacion de un metodo de classificacion Numerica para diferenciar tipos de Bosques. Univ. de los Andes/ Merida, Rev.Florest.Venez; nº 28:23-27, 1978.
11. BROWER, J.E. & ZAR, J.H.: Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company- 194 p, 1977.

12. CLARK, P. J & EVANS, F.C.: Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, 35:445-453, 1954.
13. COLE, L.C.: The measurement of interspecific association. Ecology, 50 (1):1-9, 1969.
14. CORMACK, R.M.: A review of classification. J.Roy.statist. soc, serie A, 134:321-353, 1971.
15. DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.; SOUZA, S.M. & LIMA, J.L.S.: So ciabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. Boletim de Pesquisa Florestal/EMBRAPA/URPFCS, nº 04; 47-59, 1982.
16. FINOL, U.H.: Nuevos parametros a considerar-se en el análisis estructural de las selvas virgenes tropicales. Rev.For. Venez., 14(21): 29-42, 1971.
17. FORMAN, R.T.T & HAHN, D.C.: Spatial Patterns of Trees in a Caribbean Semi. evergreen Forest. Ecology, 61(6):1267-1274, 1980.
18. FRACKER, S. & BRISCHLE, H.: Measuring the local distribution of Shrubes. Ecology, 25:283-303, 1944.
19. FUFEP. Inventário Florestal do Polo Juruá-Solimões Subprojeto Manejo Sustentado. Curitiba-PR; Fundação de Pesquisas Florestais., 219 p, 1981.
20. GAUCH, H.G.JR.; CHASE, G.B & WHITTAKER, R.H.: Ordination of vegetation samples by Gaussian species Distributions. Ecology, 55:1382-1390, 1974.
21. GAUCH, H.G. JR., & WHITTAKER, R.H.: Comparison of Ordination Techniques. Ecology, 53 (5) : 868 - 875, 1972.
22. GITTINS, R.: Multivariate approaches to a limestone grasslands communities. III. A Comparative study of ordination and association analysis. J.Ecol, 53: 411-425, 1965.
23. GOLDSMITH, F.B & HARRISON, C.H.: Methods in Plant Ecology III. Description and Analysis of Vegetation. Oxfor London Edinburgh Melbourne, 85-149 p. (155 p.) 1976
24. GOWER, J.C.: Some distance properties of latent root, and vector methods used in multivariate analysis. Biometric, 53 (3):325-338, 1966.

25. GOWER, J.C.: A comparison of some methods of cluster analysis. Biometric, 23 : 623-637, 1967.
26. GREIG-SMITH, P.: The use of Random and Continuous quadrats in the Study of the structures of plants communities, Ann. Bot., 16 : 293-316, 1952.
27. GUIMARÃES, D.P.: Curso de Mensuração Florestal, Trabalho Prático. (10 pag. datilografadas), 1984.
28. HALL, J.B. & OKALI, D.U.U.: A structural and Floristic Analysis of Wood Fallow Vegetation Near Idadan, Nigéria. Journal of Ecology, 67 : 321-346, 1979.
29. HARRIS, R.J.: A Primer of Multivariate Statistics., Academic. Press, New York, 332 p., 1975.
30. HAVEL, J.J.: Application of fundamental synecological Knowledge to Practical Problems in Forest Management.. I. Theory and methods. Forest Ecol.Manage, 3:1-29, 1980.
31. HAVEL, J.J.: Application of fundamental synecological Knowledge to Practical Problems in Forest Management. II. Application. Forest Ecol. Manage; 3 : 81-111, 1980.
32. HAZEN, W.: Analysis of spatical pattern in epiphytes. Ecology , 47(4):634-635- 1966.
33. HEINSDIJK, D.: Forest survey in the Amazon Valley. Unasyuva , 16 : 167-174, 1961.
34. HILL, M.O.; BUNCE, R.G.H. & SHAW, M.W: Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. J.Ecol., 63: 597-613, 1975.
35. HOLDRIDGE, W.E.: Ecologia basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica, 55 p., 1978.
36. HOLGATE, P.: Some new tests of randomness. J. Ecology, 53 : 261-266, 1965.
37. HOPKINS, B & SKELLAM, J.G.: A new method for determining the type of distribution of plant individuals. Ann. Bott, Lon don, 18 : 213-227, 1954.
38. HURLBERT, S.H.: A coefficient of Interspecific association Eco logy, 50 (1): 1-9, 1969.

39. HURLBERT, S.H.: The Nonconcept of Species Diversity: a critique and Alternative Parameters. Ecology, 52 : 577-586 , 1971.
40. ISEBRANDS, J.G. & CROW, T.R.: Introduction to uses and interpretation of Principal Component Analysis in Forest Biology. Forest Service-U.S. , 18 p., 1975.
41. JANKAUKIS, J.: Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas. Belém, SUDAM, 58 p., 1978.
42. JANZEN, D.H., Herbivores and the number of tree species in tropical forest. American Naturalist, 104 : 501 - 528 , 1970
43. JANZEN, D.H.: Ecologia Vegetal nos Trópicos. S. Paulo: EPU., Ed. da Univ. de São Paulo, Temas de Biologia, V. 7, 79 p, 1980.
44. KILBURN, P.D.: Analysis of the species - Area Relation, Ecology, 47 : 831 - 843, 1966.
45. LAMBERT, J.M. & DALE, M.B.: The use of statistics in phytosociology. Adv. Ecolog. Res.; 2 : 59 - 99, 1964.
46. LANCE, G.N. & WILLIAMS, W.T.: Computer Analysis for monothetic classification (Association Analysis). Comput.J., 8 : 246 - 249, 1965.
47. LAVEN, R.D.: Estabilishing homogeneity in studies of forest sucession. Forest. Ecol. Manage, 4 : 161-177, 1982.
48. LEAL, J.: Tabelas Estatísticas. 2<sup>a</sup> Ed. Setor de Ciências Exatas, Dept<sup>o</sup> de Informática da UFPr, 43 p., 1979.
49. LONGHI, S.J.: A estrutura de uma floresta de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. no sul do Brasil, Curitiba, UFPr , 198 p., 1980. Tese de Mestrado.
50. MAAREL, E. vander.: The Braun-Blanquet approach in perspective. Vegetatio, 30 (4) : 213 - 219, 1975.
51. MALLEUX, J.O.: Estudio de la relación Tipo de bosque- Espécie , en los bosques de la colonización de Jenaro Herrera. Rev. Forestal del Perú, Univ. Nac. Agrária, 5 : (1-2) : 67 - 72, 1971/74.

52. MARGALEF, D.R.: Information Theory in Ecology. Gen. Syst. 3: 36-71, 1958.
53. MATTEUCCI, S.D. & COLMA, A.: Metodologia para el estudio de la vegetacion. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C., Editora: Eva V. Chesneau, 168 p., 1982.
54. Mc.GUINNES, W.G.: The relationship between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semi-arid region. Ecology, 16:263-282, 1934.
55. McINTOSH, R.P.: Plant Communities. Science, 128: 115 - 120 , 1958.
56. McINTOSH, R.P.: An Index of Diversity and Relation of Certain Concepts to Diversity. Ecology, 48: 392-404, 1967.
57. MENHINICK, E.F.: A Comparison of some Species Individuals Diversity Indices Applied to samples of Field Insects. Ecology. 45 : 859-861, 1964.
58. MORRISON, D.F.: Multivariate Statistical Methods. Mc Graw-Hill, New York, 338 p., 1967.
59. NICHOLSON, S.A; SCOTT, J.T. & BREISCH, A.R.: Structure and sucession in the tree stratum at lake George, New York. Ecology, 60(6): 1240-1254, 1979.
60. NOY-MEIR, I.: Divise polythetic classification of vegetation data by optimized division on ordination components. J. Ecol. , 61 : 753-760, 1973.
61. NOY-MEIR, I. & AUSTIN, M.P.: Principal Component ordination and simulated vegetational Data. Ecology, 61 : 551-552 , 1970.
62. ORLÓCI, L.: Geometric in ecology. I. The theory and applica tion of some ordination methods. J. Ecol., 54: 193-215 , 1966.
63. ORLÓCI, L.: An agglomerative method for classification of plant Communities. J. Ecol., 55: 193-206, 1967
64. ORLÓCI, L.: A model for the analysis of structure in taxano mic colletions. Can. J. Bot; 46(4): 1093-1097, 1968.

65. ORLÓCI, L.: Definitions of structure in multivariate phytosociological samples. Vegetation, 15 : 281-291, 1968.
66. ORLÓCI, L.: Information analysis of structure in biological collections. Nature, 223 (4) : 483-484, 1969.
67. ORLÓCI, L.: Multivariate analysis in vegetation research. Boston, DR.W. JUNK B.V. 451 p., 1978.
68. OLIVEIRA, Y.M.M. & ROTTA, E.: Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de Araucária do primeiro planalto paranaense. Boletim de Pesquisa Florestal/EMBRAPA/URPFCS, nº 04: 1 - 46, 1982.
69. OTTESTAD, P.: Component analysis: an alternative system. Int. Stat.Rev., 43 (3) : 83-108, 1975.
70. PAYANDEH, H.: Comparison of methods for assessing spatial distribution of tree's. For.Sci, 16 (3): 312-317, 1970
71. PIELOU, E.C.: Runs of one species with respect to another in transects through Plant populations. Biometrics, 18: 579 - 593, 1962
72. PIELOU, E.C.: A Test for Random Mingling of the phases of a Mosaic. Biometrics, 23 : 657-670, 1967.
73. PIELOU, E.C.: Association tests versus homogeneity tests : their use in subdividing quadrats into groups. Vegetatio, 18: 4 -18, 1969.
74. POOLE, R.W.: An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill. New York, 532 p. 1974.
75. PRESTON, F.W.: The Commonness and rarity of Species. Ecology, 29 : 254-283, 1948.
76. RATLIFF, R.D.: A correction of COLE'S  $C_7$  and HURLBERT'S  $C_8$  coefficients of interspecific association. Ecology, 63(5) : 1605-1606, 1982.
77. RISSER, P.G. & RICE, E.L.: Diversity in tree species in Oklahoma upland forests. Ecology, 52: 876-880, 1971.
78. RISSER, P.G. & RICE, E.L.: Phytosociological Analysis of Oklahoma upland Forest species. Ecology, 52 (5): 940-945, 1971.

79. ROHLF, F.J.: Adaptive hierarchical clustering schemes. Syst. Zool., 18 (3) : 58-82, 1970.
80. SEARLE, S.R.: Matrix Algebra for the Biological Sciences. London, Wilfrid J. Dixon, 296 p., 1966.
81. SHANNON, C.E. & WEAVER, W.: The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press. Urbana, 117 p., 1963.
82. SIMBERLOFF, D.: Nearest Neighbor Assessments of spatial Configurations of circles Rather Than-Points. Ecology, 60(4) : 679-685, 1979.
83. SIMPSON, E.H.: Measurement of Diversity. Nature, 163: 688 , 1949.
84. SOKAL, R.R. & SNEATH, P.H.A.: Principles of numerical taxonomy. Freeman and Company, San Francisco, 450 p., 1963.
85. STOWE, L.G. & WADE, M.J.: The Detection of small-scale Patterns in Vegetation. Journal of Ecology, 67: 1047-1064 , 1979.
86. SWAN, J.M.A.: An Examination of some ordination Problems by use of simulated vegetational Data. Ecology, 51 (1): 89 - 102, 1970.
87. TORGERSON, W.S.: Multidimensional scaling. I. Theory and method. Psychometrika, 17 (3) : 401-419, 1952.
88. UFSM.: Inventário Florístico da Região de Influência da Barragem de Dona Francisca. Centro de Ciências Rurais - Deptº de Ciências Florestais - Santa Maria-R.S., 96 p., 1981.
89. VEBLEN, T.T.: Structure and dynamics of nothofagus forests near timberline south-central Chile. Ecology, 60 (5) : 937-945, 1979.
90. VILLANUEVA, G.A.: Avaliação Estrutural e Quantitativa de uma Floresta Tropical úmida em Iquitos-Perú., Curitiba, Tese de Mestrado, Setor de Ciências Agrárias da UFPR, 114 p. , 1981.
91. WARD, S.D.: The phytosociology of calluna-Autostaphylos heath in Scotland and Scandinávia. I. Dinnet Moor, Aberdeenshire. J.Ecol, 58 (4): 847-863, 1970.

92. WEST, N.E.: Matrix cluster analysis of montane forest vegetation of the Oregon cascades. Ecology, 47 (6) : 975 - 980, 1966.
93. WHITTAKER, R.H.: Classification of natural communities. Bot. Rev., 28 (4) : 1 - 239, 1962.
94. WHITTAKER, R.H.: Dominance and diversity in land plant Communities. Science, 147 : 250-260, 1965.
95. WHITTAKER, R.H.: Gradient analysis of vegetation. Rev. Biol., 42 (3) : 207-264, 1967.
96. WHITTAKER, R.H.: Communities and Ecosystems. 2<sup>a</sup> ed. New York, Mac.Millan Publishing co. Inc. 385 p., 1975.
97. WILLIAMS, C.B.: Patterns in the Balance of Nature. Academic Press. New York, 324 p., 1964.
98. WILLIAMS, W.T.: Principles of Clustering. Ann. Rev. Ecol.Syst., 2 : 303 - 326, 1971.
99. WILLIAMS, W.T. & DALE, M.B.: Fundamental problems in numerical taxonomy. Adv. Bot. Res; 2: 35 - 68, 1965.
100. WILLIAMS, W.T. & LAMBERT, J.M.: Multivariate methods in plant Ecology. I. Association - Analysis in plant Communities. J.Ecol., 47 : 83 - 101, 1959.
101. WILSON, M.V.: A statistical Test of the Accuracy and consistency of ordinations. Ecology, 62 (1): 8 - 12, 1981.