CHRISTOPH BERNHARD JASTER

A ESTRUTURA COMO INDICADORA DO NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL DE COMUNIDADES ARBÓREAS DA RESTINGA

- UMA PROPOSTA METODOLÓGICA -

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

Co-orientador: Prof. Dr. Sandro Menezes Silva

CURITIBA

2002

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 – http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

PARECER

Defesa nº 495

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o doutorando *CHRISTOPH BERNHARD JASTER* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "A ESTRUTURA COMO INDICADORA DO NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL DE COMUNIDADES ARBÓREAS DA RESTINGA – UMA PROPOSTA METODOLÓGICA". É de parecer favorável à *APROVAÇÃO* do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor em Ciências Florestais*, na área de concentração em Manejo Florestal.

Dr. Carlos Roberto Sanquetta
Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora

Dr. Ademir Reis
Universidade Federal de Santa Catarina-SC
Primeiro examinador

Dr. Marco Fábio Maia Correa
Centro de Ciências do Mar da UFPR
Segundo examinador

Dr. Henrique Soares Koehler
Departamento Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR
Terceiro examinador

Dr. Sandro Menezes Silva
Fundação O Boticário
Quarto examinador

Curitiba, 13 de dezembro de 2002.

Nivaldo Eduardo Rizzi
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Franklin Galvão
Vice-coordenador

Dedico este trabalho ao tesouro mais valioso que possuo: minha família

AGRADECIMENTOS

Em nenhum momento estamos sozinhos. Estamos constantemente rodeados por pessoas as quais, felizmente, em sua maioria, nos são bem intencionadas. Por isto este trabalho também é fruto de uma saudável interação entre amigos, companheiros, professores, colegas e parentes que, de forma direta ou indiretamente, intensiva ou discretamente, muitos até sem perceber, contribuíram para sua conclusão. A todos desejo agradecer da maneira mais sincera, em especial:

- Aos meus pais e familiares, cujo apoio e amor nunca me foi negado, mesmo por parte daqueles que se encontram em além-mar.
- Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta, cujo apoio se estendeu até muito além do estritamente técnico.
- Ao meu co-orientador Prof. Dr. Sandro Menezes Silva, não somente por toda ajuda empreendida nas questões técnico-científicas, mas também por mais uma vez assumir a árdua e ingrata tarefa de identificação do material botânico.
- À Érika, minha querida amiga, que esteve tão próxima durante muitas das etapas do trabalho, não somente em campo, mas também durante as análises e a redação, demonstrando paciência, persistência e um valioso senso crítico.
- Ao amigo Prof. Dr. Marco Fábio M. Correa, pela dedicação empreendida e pelo que pude aprender com ele durante todas as curtas, porém intensas e proveitosas discussões.
- Ao amigo e professor Dr. Júlio E. Arce, cujo dia parece ser composto por 48 horas, de modo a sempre dispor de um tempinho para uma co-orientação extra-oficial.
- Ao Carioca e à Denise, os quais mais uma vez me acolheram em sua casa na Barra do Superagüi durante as fases de campo, oferecendo, além do carinho e de uma maravilhosa amizade, todo tipo de apoio, desde o gastronômico até o técnico-mecânico em motores de popa.
- Ao professor Henrique Soares Koehler, pela motivação e pelo auxílio na análise estatística dos dados.
- Ao pesquisador Gustavo Curcio, da EMBRAPA – Solos, pela assessoria técnica em assuntos de pedologia.
- Ao professor e pesquisador Sérgio Aparecido Ignácio, da PUC – Paraná, pelo auxílio em algumas das etapas da análise estatística.
- À Guadalupe Vivekananda, Diretora do Parque Nacional do Superagüi, pelo auxílio nos trâmites burocráticos da licença de pesquisa e pela amizade.
- Ao pessoal da vila Barra do Superagüi, pelas boas estórias à beira-mar, ao Roberto e ao "Irmão" Nata, pela identificação popular do material coletado.
- Ao Prof. Alexandre Uhlmann, pelas sugestões feitas.

- Aos professores e funcionários do CEM – Centro de Estudos do Mar da UFPR, em Pontal do Paraná, por ceder o espaço para guardar meu barco e pelo apoio prestado nas mais diversas situações.
- À Marília Borgo e demais pessoas do herbário do Depto. de Botânica da UFPR que auxiliaram no processo de identificação e tombamento do material botânico.
- Aos professores e pesquisadores Rodolfo Angulo e Guilherme Lessa, pelas informações e sugestões referentes à questão geomorfológica.
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior – CAPES, pela bolsa concedida durante o tempo de realização deste trabalho.
- Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Reinaldo, Elinor e Soraya pela atenção e pelos competentes serviços prestados durante meu curso.
- À bibliotecária Tânia, do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, pelo auxílio na normalização das referências.
- Ao IBAMA, pela concessão da licença de pesquisa na Unidade de Conservação Parque Nacional do Superagüi
- Além disso, existe um grupo de pessoas sem as quais seria impossível executar um trabalho como este. São aquelas pessoas que não medem esforços para auxiliar nas coletas de campo, em condições nem sempre confortáveis e cujo mérito supera em muito o que pode ser expresso nestas poucas linhas. São elas: meu grande amigo Christopher T. Blum, que, além de possuidor de uma inquestionável competência técnica, foi também excelente companhia para os trabalhos de campo, além de participar direta e indiretamente de muitas das demais etapas do trabalho. Também Renata Souza, Luciano "Polvo" Pohl, Luís Augusto Mestre, Juarez Michelotti, Patrick Reydams e Thomas Bornemann. Em especial também a Thomas Berger, com sua valiosa visão multidisciplinar e seu germânico senso crítico, além do incansável empenho em uma das fases mais difíceis do levantamento de campo.
- E, por último, ao Pai-do-Mato, tenha ele a forma e a imagem que tiver, existindo somente na nossa crença e na imaginação ou fora dela, onipresente, que acolhe e protege aqueles que, humildes e bem intencionados, procuram tratar a natureza com respeito.

A tudo e a todos o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS xi

LISTA DE TABELAS xvi

LISTA DE ANEXOS xix

LISTA DE ABREVIATURAS xx

RESUMO xxi

ABSTRACT xxii

1 INTRODUÇÃO GERAL 1

1.1 SUCESSÃO FLORESTAL E CLÍMAX: UMA BREVE EXPLANAÇÃO 3

1.2 O ESTUDO DA SUCESSÃO POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS (CRONOSEQÜÊNCIAS) 5

1.3 O AMBIENTE DE RESTINGA: CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS E VEGETACIONAIS 7

1.4 OBJETIVOS 10

1.4.1 Objetivo Geral 10

1.4.2 Objetivos Específicos 10

1.5 JUSTIFICATIVA 11

1.6 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 13

1.6.1 Localização Geográfica e Informações Gerais 13

1.6.2 Clima 14

1.6.2.1 Classificação climática 15

1.6.2.2 Precipitação e umidade relativa 16

1.6.2.3 Ventos 17

1.6.2.4 Temperatura 18

1.6.3 Geologia e Geomorfologia 19

1.6.4 Solos 22

1.6.5 Vegetação 23

1.6.5.1 Considerações sobre estado de conservação e dinâmica sucessional ... 23
1.6.5.2 Classificação da vegetação ... 26
1.6.6 Aspectos Históricos ... 26
1.6.7 Aspectos Conservacionistas ... 28
1.6.8 Descrição do Local de Amostragem ... 29
1.6.8.1 Descrição fitofisionômica e fisiográfica do ambiente ... 29
1.6.8.2 Classificação e caracterização morfológica do solo ... 32
2 MATERIAL E MÉTODOS (DESCRIÇÃO GERAL) ... 33
2.1 SISTEMA AMOSTRAL E TOMADA DE DADOS ... 33
2.1.1 Instalação das Parcelas ... 33
2.1.2 Critérios de Inclusão, Marcação dos Indivíduos e Tomada de Dados ... 36
2.2 IDENTIFICAÇÃO E COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO ... 38
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO ... 38
2.4 CRITÉRIOS TAXONÔMICOS PARA ESPÉCIES, SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO E DEMAIS NOMENCLATURAS ADOTADAS ... 39
2.5 ESTRATÉGIA GERAL NO PROCESSAMENTO DOS DADOS E OBTENÇÃO DE RESULTADOS ... 40
3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA ... 43
3.1 INTRODUÇÃO ... 43
3.2 MATERIAL E MÉTODOS ... 44
3.2.1 Processamento dos Dados ... 44
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ... 45
3.3.1 Composição Florística ... 45
3.3.2 Índices Fitossociológicos Básicos ... 49
4 ANÁLISE DO PADRÃO ESPACIAL ... 54
4.1 INTRODUÇÃO ... 54

4.2 MATERIAL E MÉTODOS 56
4.2.1 Processamento dos Dados 56
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 57
4.3.1 Presença das Espécies 57
4.3.2 Diagramas de Distribuição Espacial (Mapeamento dos Indivíduos) 61
4.3.3 Dispersão 66
4.3.3.1 Detecção da dispersão por meio de Métodos de Variância Quadrática ... 66
4.3.3.2 Detecção da dispersão por meio de Métodos de Distância 75
4.3.3.3 Análise comparativa entre Métodos de Variância Quadrática e Métodos de Distância 81
5 CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO DE TIPOLOGIAS 83
5.1 INTRODUÇÃO 83
5.2 MATERIAL E MÉTODOS 84
5.2.1 Processamento dos Dados 84
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 86
5.3.1 Análise de Freqüência 86
5.3.2 Curva espécies-área 87
5.3.3 Análise de Agrupamento 92
5.3.4 Classificação: Subdivisão por Tipologias 95
5.3.5 Avaliação Estatística por Tipologia 96
5.3.6 Similaridade florística 99
6 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO 105
6.1 INTRODUÇÃO 105
6.2 MATERIAL E MÉTODOS 107
6.2.1 Processamento dos dados 107
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 108
6.3.1 Distribuição Diamétrica 111

6.3.2 Estrutura Vertical e Estratificação de Copas 119
6.3.2.1 Reconhecimento de estratos arbóreos com base em diagramas de freqüência 119
6.3.2.2 Reconhecimento de estratos arbóreos com base em critérios de massa 121
6.3.2.3 Reconhecimento de estratos arbóreos por meio do diagrama h-M 123
7 O GRADIENTE ECOLÓGICO E A VARIAÇÃO ESTRUTURAL DA FLORESTA 125
7.1 INTRODUÇÃO 125
7.1.1 A Área de Estudo e o Gradiente Ecológico 126
7.1.2 A Existência do Gradiente Ecológico como Premissa Básica para a Presente Abordagem 127
7.1.3 Paralelismo entre Crescimento, Desenvolvimento Estrutural e Sucessão 129
7.2 OBJETIVOS 129
7.2.1 Objetivo Geral 129
7.2.2 Objetivos Específicos 130
7.3 MATERIAL E MÉTODOS 130
7.3.1 Processamento dos Dados 130
7.3.1.1 As variáveis estudadas 130
7.3.1.2 A detecção do gradiente ecológico 131
7.3.1.3 Estimativa da tendência do comportamento das variáveis e dos valores máximos teóricos 132
7.3.1.4 A definição das variáveis de maior poder de determinação 133
7.4 RESULTADOS 134
7.4.1 Avaliação das Variáveis Florístico-Estruturais ao Longo do Transecto 134
7.4.2 A Escolha das Variáveis 145
7.4.3 A Posição Relativa da Comunidade Amostrada na Série Sucessional 149
7.4.4 A Escala Relativa de Tempo 150

7.4.5 Ajuste das Equações de Crescimento e Estimativa dos Valores Máximos Teóricos das Variáveis 151
7.4.5.1 Estimativa do ponto zero t_0 e da idade relativa da floresta e readequação dos valores da idade relativa da floresta 152
7.4.5.2 Ajuste das equações de crescimento e estimativa dos valores máximos teóricos das variáveis 154
7.4.6 O Índice de Desenvolvimento Estrutural NDE 158
7.4.6.1 Justificativa e considerações referentes ao modelo proposto 159
7.4.6.2 Cálculo do NDE máximo 160
7.4.6.3 O nível de desenvolvimento de uma comunidades qualquer 161
7.5 COMENTÁRIOS FINAIS SOBRE O MÉTODO PROPOSTO 167
8 CONCLUSÕES 172
8.1 EM RELAÇÃO AO AMBIENTE ESTUDADO 172
8.2 EM RELAÇÃO AO MÉTODO PROPOSTO 173
8.3 PERSPECTIVAS FUTURAS, CONTINUIDADE DE PESQUISA 174

REFERÊNCIAS 177

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E REGIÃO DE ENTORNO 13

FIGURA 2 - DIAGRAMA DE BALANÇO HÍDRICO PARA A CIDADE DE PARANAGUÁ 16

FIGURA 3 - PRINCIPAIS FEIÇÕES FISIOGRÁFICAS E FITOFISIONÔMICAS DA ÁREA DE ESTUDO 31

FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA AMOSTRAL 34

FIGURA 5 - ORGANOGRAMA REFERENTE ÀS ETAPAS DE OBTENÇÃO, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS 42

FIGURA 6 - PROPORÇÃO DO NÚMERO DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA BOTÂNICA. NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES DETECTADAS: 64; NÚMERO DE FAMÍLIAS: 26. TOTAL DE FAMÍLIAS COM APENAS UMA ESPÉCIE: 12 48

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES SEGUNDO SUAS PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PREFERENCIAIS *E/OU EXCLUSIVAS* DA RESTINGA ARBÓREA. OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2) 58

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES SEGUNDO SUAS PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PREFERENCIAIS E/OU EXCLUSIVAS DO CAXETAL (JOVEM E AVANÇADO). OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2) 58

FIGURA 9 - ESPÉCIES INDIFERENTES QUANTO AO TIPO DE AMBIENTE: OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2) 59

FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE TODOS OS INDIVÍDUOS, INDIVÍDUOS MORTOS, *CALOPHYLLUM BRASILIENSE* E *TABEBUIA CASSINOIDES* 62

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *CLUSIA CRIUVA*, *OCOTEA PULCHELLA*, *TAPIRIRA GUIANENSIS* E *PSIDIUM CATTLEIANUM* 63

FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *MYRCIA MULTIFLORA*, *ILEX THEEZANS*, *TERNSTROEMIA BRASILIENSIS* E *ILEX PSEUDOBUXUS* 64

FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *POUTERIA BEAUREPAIREI* E *ANDIRA FRAXINIFOLIA* 65

FIGURA 14 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DA VARIÂNCIA DA DISPERSÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES (SEGUNDO IVI, RANKINGS 1 A 6), DE TODOS OS INDIVÍDUOS E INDIVÍDUOS MORTOS, POR MEIO DOS MÉTODOS TTLQV (LINHA AZUL) E PQV (LINHA VERMELHA) ... 72

FIGURA 15 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DA VARIÂNCIA DA DISPERSÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES EM TERMOS DE IVI (RANKINGS 9 A 16), POR MEIO DOS MÉTODOS TTLQV (LINHA AZUL) E PQV (LINHA VERMELHA) 73

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO E PORCENTAGEM DE ESPÉCIES POR CLASSES DE FREQÜÊNCIA (AMPLITUDE DE CLASSE = 20 %). 86

FIGURA 17 - CURVA ESPÉCIES-ÁREA CONSTRUÍDA COM BASE NAS LINHAS AMOSTRAIS E RIQUEZA FLORÍSTICA (NÚMERO DE ESPÉCIES POR LINHA AMOSTRAL), DEMONSTRANDO O INCREMENTO DO NÚMERO DE ESPÉCIES E A VARIAÇÃO TIPOLÓGICA AO LONGO DO TRANSECTO 90

FIGURA 18 - ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS LINHAS DE AMOSTRAGEM, TOMANDO-SE COMO BASE A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE ESPÉCIES (GRÁFICO SUPERIOR) E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR ESPÉCIE (GRÁFICO INFERIOR). AS LINHAS QUE NÃO SE ENQUADRARAM NA CLASSIFICAÇÃO PRÉVIA ESTÃO ASSINALADAS COM UM RETÂNGULO 93

FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA POR CLASSE DE DIÂMETRO, CONSIDERANDO O PERFIL EM SUA FORMA INTEGRAL, BASEADA NA PERCENTAGEM DO NÚMERO TOTAL DE INDIVÍDUOS. AMPLITUDE DE CLASSE = 10 CM 112

FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS POR TIPOLOGIA, COM BASE NO NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS (GRÁFICO SUPERIOR) E PORCENTAGEM DO NÚMERO DE INDIVÍDUOS NA TIPOLOGIA (GRÁFICO INFERIOR). AMPLITUDE DE CLASSE = 5 CM 113

FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS 12 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, CONSIDERANDO-SE OS FUSTES COM DAP ≥ 10 CM E PORCENTAGEM DO NÚMERO TOTAL DE FUSTES DA ESPÉCIE 115

FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE *TABEBUIA CASSINOIDES*, CONSIDERANDO AS DUAS POPULAÇÕES (CAXETAL JOVEM E CAXETAL AVANÇADO), COM BASE NO NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR HA E NA PORCENTAGEM DE INDIVÍDUOS (FUSTES COM DAP ≥ 10 CM) 118

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA VERTICAL POR MEIO DA FREQÜÊNCIA DE INDIVÍDUOS (FUSTES POR HECTARE) POR CLASSE DE ALTURA, CONSIDERANDO AS QUATRO TIPOLOGIAS AVALIADAS 120

FIGURA 24 - REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA VERTICAL COM BASE NA ÁREA BASAL DOS INDIVÍDUOS (FUSTES) POR CLASSE DE ALTURA, COMO PARÂMETRO ESTIMADOR DA BIOMASSA FOLIAR FORMADORA DOS ESTRATOS ARBÓREOS 122

FIGURA 25 - DIAGRAMAS H-M POR TIPOLOGIA, COM BASE NA ALTURA DOS INDIVÍDUOS (H) E NA MÉDIA ACUMULADA DA ALTURA DECRESCENTE (M) 124

FIGURA 26 - TRECHO DO TRANSECTO SELECIONADO, REPRESENTANDO UM GRADIENTE TEMPORAL/ESPACIAL DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL (CRONOSEQÜÊNCIA) 132

FIGURA 27 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO DAP MÉDIO AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 135

FIGURA 28 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO DAP DOMINANTE AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 136

FIGURA 29 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ALTURA MÉDIA (M) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 137

FIGURA 30 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ALTURA DOMINANTE (M) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 138

FIGURA 31 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA DENSIDADE (IND./HA) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 139

FIGURA 32 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ÁREA BASAL (M^2/HA) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 140

FIGURA 33 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO NÚMERO DE ESPÉCIES (POR SUB-PARCELA DE 400 M^2) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 141

FIGURA 34 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA DIVERSIDADE (ÍNDICE DE SHANNON) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 142

FIGURA 35 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO COEFICIENTE DE MISTURA (S/N) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3) 143

FIGURA 36 - POSIÇÃO RELATIVA DAS VARIÁVEIS SOBRE O PLANO FATORIAL (FATORES 1 E 2) 147

FIGURA 37 - ESTIMATIVA DE T_0 POR MEIO DE RETROSPECTIVA POR MEIO DA EQUAÇÃO DA RETA, COM BASE NO CONCEITO DE VARIÁVEL COMBINADA DE DIÂMETRO MÉDIO E ALTURA MÉDIA 153

FIGURA 38 - CURVAS DE AJUSTE DOS DADOS À EQUAÇÃO DE CHAPMAN-RICHARDS, SEGUNDO AS VARIÁVEIS SELECIONADAS: DIÂMETROS MÉDIO E DOMINANTE, ALTURAS MÉDIA E DOMINANTE, DENSIDADE 156

FIGURA 39 - ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL $NDE_{\%}$ POR LINHAS AMOSTRAIS, DEMONSTRANDO TENDÊNCIA CRESCENTE, EM CONFORMIDADE COM O GRADIENTE DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL 164

FIGURA 40 - VEGETAÇÃO ARBÓREA DA LINHA 09 (CAXETAL JOVEM, TRANSIÇÃO COM RESTINGA ARBÓREA), COM $NDE_{\%}$ = 40,3, MARCADO PELA ALTA DENSIDADE DE INDIVÍDUOS E BAIXAS DIMENSÕES 165

FIGURA 41 - ASPECTOS DA FLORESTA DA LINHA 10 (TRANSIÇÃO ENTRE CAXETAL JOVEM E RESTINGA ARBUSTIVA), COM $NDE_{\%}$ = 53,2 165

FIGURA 42 - RESTINGA ARBÓREA DA LINHA 16, COM $NDE_{\%}$ = 58,6, COM INDIVÍDUOS DE PORTE MAIOR E INÍCIO DE FORMAÇÃO DE ESTRATOS VERTICAIS 166

FIGURA 43 - RESTINGA ARBÓREA AVANÇADA DA LINHA 19 ($NDE_{\%}$ = 72,9), MARCADA PELA BAIXA DENSIDADE ARBÓREA E INDIVÍDUOS DE PORTE MAIS AVANTAJADO 166

FIGURA 44 - RESTINGA ARBÓREA AVANÇADA DA LINHA 19, COM $NDE_{\%}$ = 72,9. INDIVÍDUOS DE PORTE ELEVADO E ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL DEFINIDA 167

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUADRO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA AMOSTRAL UTILIZADO 35

TABELA 2 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS POR ESPÉCIE, AO NÍVEL DE LINHA (100X20M), SEM A INCLUSÃO DE INDIVÍDUOS MORTOS. N: NÚMERO DE INDIVÍDUOS; FA: FREQÜÊNCIA ABSOLUTA; DA: DENSIDADE ABSOLUTA (IND./HA); DOA: DOMINÂNCIA ABSOLUTA (M^2/HA); FR, DR E DOR: RESPECTIVOS VALORES RELATIVOS; IVI: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (FR+DR+DOR); IVC: ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA (DR+DOR). SEQÜÊNCIA DE ORDENAÇÃO DECRESCENTE COM BASE NO IVI 50

TABELA 3 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS DAS FAMÍLIAS BOTÂNICAS, CONSIDERANDO UNIDADES AMOSTRAIS DE 100X20M (LINHAS), SEM INDIVÍDUOS MORTOS. N: NÚMERO DE INDIVÍDUOS; S: NÚMERO DE ESPÉCIES; IVI: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (FR+DR+DOR); SEQÜÊNCIA DE ORDENAÇÃO DECRESCENTE POR IVI 52

TABELA 4 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS SUB-PARCELAS DA FAIXA CENTRAL DO TRANSECTO, CONSIDERANDO TODAS AS ESPÉCIES, INDIVÍDUOS MORTOS E AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI. N_{TOT} = NÚMERO TOTAL DE IND. POR TÁXON; N_{FAIXA} = NÚMERO DE IND. POR TÁXON NA FAIXA CONSIDERADA; IVI = ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA; RANKING = POSIÇÃO DE IMPORTÂNCIA POR IVI; NO SUB-PARC. = NÚMERO DE SUB-PARCELAS CONSIDERADAS. A ÁREA HACHUREADA INDICA OS TRECHOS NÃO INCLUÍDOS NA ANÁLISE 70

TABELA 5 - VARIÂNCIAS CALCULADAS PARA OS MÉTODOS TTLQV E PQV REFERENTES A SUCESSIVAS ETAPAS DE AGLOMERAÇÃO (ESPAÇAMENTO), CONSIDERANDO TODAS AS ESPÉCIES, INDIVÍDUOS MORTOS E AS 14 ESPÉCIES MAIS SIGNIFICATIVAS EM TERMOS DE IVI 71

TABELA 6 - DISTÂNCIAS PONTO-INDIVÍDUO (X_i) E INDIVÍDUO – VIZINHO MAIS PRÓXIMO (Y_i) PARA AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, INDIVÍDUOS MORTOS E TOTALIDADE DE ÁRVORES. AS ÁREAS HACHUREADAS CORRESPONDEM AOS TRECHOS NÃO INCLUÍDOS NA ANÁLISE 79

TABELA 7 - CÁLCULO DOS PADRÕES DE DISPERSÃO MEDIANTE MÉTODOS DE DISTÂNCIA PARA AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, BEM COMO PARA TODAS AS ESPÉCEIS E INDIVÍDUOS MORTOS. VALORES CALCULADOS PARA C (ÍNDICE T-SQUARE) E I (ÍNDICE DE DISTÂNCIA PARA DISPERSÃO), BEM COMO RESPECTIVOS VALORES Z. X_i MED. = DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE PONTOS E INDIVÍDUO MAIS PRÓXIMO, Y_i MED. = DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE INDIVÍDUO E VIZINHO MAIS PRÓXIMO. CAMPOS HACHUREADOS INDICAM DESVIO SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 95% DE PROBABILIDADE 80

TABELA 8 - COMPARAÇÃO DIRETA DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS DE VARIÂNCIA QUADRÁTICA TTLQV E PQV E OS MÉTODOS DE DISTÂNCIA T-SQUARE (C) E ÍNDICE DE DISTÂNCIA (I) PARA DISPERSÃO 81

TABELA 9 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS CALCULADAS AO NÍVEL DE LINHA, TOMANDO COMO BASE OS DADOS DA SUB-PARCELAS (SENDO CADA LINHA DE AMOSTRAGEM COMPOSTA POR 5 SUB-PARCELAS LADO A LADO) 97

TABELA 10 - ESTATÍSTICAS OBTIDAS (MÉDIA, NÚMERO, SOMA, DESVIO PADRÃO E VARIÂNCIA) PARA AS VARIÁVEIS, CALCULADA AOS NÍVEIS DE TIPOLOGIA E GERAL 98

TABELA 11 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE TIPOLOGIAS, REFERENTE ÀS VARIÁVEIS CONSIDERADAS 99

TABELA 12 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS ENTRE TIPOLOGIAS PARA AS VARIÁVEIS CONSIDERADAS, SEGUNDO TESTE DE TUKEY 99

TABELA 13 - COMPARAÇÃO DAS TIPOLOGIAS POR MEIO DE ÍNDICES (COEFICIENTES) DE SIMILARIDADE 103

TABELA 14 - PRINCIPAIS ESTATÍSTICAS ESTRUTURAIS E DE DIVERSIDADE FLORÍSITICA DA COMUNIDADE, AO NÍVEL GERAL E POR TIPOLOGIA 109

TABELA 15 - AJUSTE DOS DADOS DAS SUB-PARCELAS COM BASE EM DIVERSOS MODELOS LINEARES DE REGRESSÃO, BEM COMO QUALIDADE DE AJUSTE, SEGUNDO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2 E ERRO PADRÃO $S_{XY\%}$ 145

TABELAS 16 A-C - PRINCIPAIS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS: 16A) MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS; 16B) FATORES EXTRAÍDOS E VARIÂNCIA EXPLICADA; 16C) ESCORES FATORIAIS APÓS ROTAÇÃO DE FATORES 146

TABELA 17 - MODELOS DE CRESCIMENTO TESTADOS 154

TABELA 18 - QUALIDADE DE AJUSTE DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS POR MEIO DO MODELO DE CHAPMAN-RICHARDS E VALORES DOS COEFICIENTES 158

TABELA 19 - DADOS DAS VARIÁVEIS ESTRUTURAIS POR LINHA AMOSTRAL (MÉDIA DAS CINCO SUB-PARCELAS POR LINHA) E ESTIMATIVA DOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL, EM PERCENTAGEM 163

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO SOLO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM 188

ANEXO 2 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS, CONSIDERANDO DIFERENTES OPÇÕES DE PROCESSAMENTO 191

ANEXO 3 - RELAÇÃO DAS EXSICATAS TOMBADAS EM HERBÁRIO 194

ANEXO 4 - MODELOS DE FICHAS DE COLETAS E DE DADOS UTILIZADAS EM CAMPO 195

ANEXO 5 - RESULTADOS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS CALCULADOS AO NÍVEL DE SUB-PARCELA 196

LISTA DE ABREVIATURAS

DAP	Diâmetro à altura do peito (1,3 m)
DBH	Diameter at breast height
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUPEF	Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IAPAR	Fundação Instituto Agronômico do Paraná
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ITCF	Instituto de Terras, Cartografia e Florestas
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura de do Abastecimento
SEMA	Secretaria do Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SPVS	Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental

RESUMO

O objetivo principal desse trabalho foi a proposta de um método de fácil aplicação para a avaliação e quantificação objetiva do nível (estágio) de desenvolvimento sucessional de uma comunidade arbórea, tomando como base critérios estruturais. Para tal, foi analisado um trecho de floresta de restinga sobre a Ilha das Peças, litoral norte do Estado do Paraná/Brasil. Esse ambiente é parte da planície quaternária litorânea e apresenta uma especial condicionante geomorfológica, determinada pela deposição seqüencial de sedimentos marinhos, gerando substratos de diferentes idades. A vegetação lá existente exibe um arranjo ordenado de comunidades em diferentes níveis de desenvolvimento, do mais precoce, próximo ao mar, ao mais avançado, afastado da costa. Essa situação pode ser interpretada como uma série temporal (cronoseqüência), permitindo a avaliação simultânea de diferentes estágios sucessionais, substituindo o tempo pelo espaço. A área amostral foi formada por um transecto de 100 m de largura por 600 m de comprimento, perpendicular à praia, no qual foram consideradas todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) $\geq$ 10 cm. O eixo longitudinal do transecto foi subdividido em 30 segmentos de 20 m cada, por 100 de largura, os quais correspondiam às sub-unidades básicas de amostragem (denominadas linhas amostrais). A análise dos dados pode ser dividida em duas partes: a primeira visou a caracterização do ecossistema, por meio da avaliação florística, fitossociológica e estrutural da vegetação, bem como o reconhecimento de sub-grupos tipológicos. Foram detectadas 64 espécies arbóreas, das quais foram as de maior IVI (*importance value index*). A análise do padrão espacial detectou dispersão randômica para a maioria das espécies mais expressivas. Mediante técnicas de classificação e interpretação fitofisionômica foram identificadas quatro diferentes tipologias, denominadas de Restinga Arbustiva, Caxetal Jovem, Restinga Arbórea (Floresta de Restinga) e Caxetal Avançado. Na segunda parte da análise procurou-se definir o trecho do transecto que melhor retratasse a condição de gradiente de desenvolvimento sucessional. Essa situação foi verificada no segmento correspondente à Restinga Arbórea, situada na porção mediana da área amostral (linhas 09 a 20). Essas linhas foram consideradas unidades de tempo relativas que representavam cada uma um certo momento do processo sucessional. Nesse segmento avaliou-se o comportamento de diferentes variáveis florístico-estruturais, definindo aquelas que demonstrassem uma tendência nítida (ascendente ou descendente) em função do avanço da sucessão, priorizando aquelas de natureza estrutural. As variáveis escolhidas foram DAP (médio e dominante), ALT (Alturas média e dominante) e DENS (Densidade). O desenvolvimento futuro das mesmas foi estimado por meio de equação de crescimento (modelo de Chapman-Richards), sendo que os valores assintóticos (DAPmed = 27,22 cm; DAPdom = 74,14 cm; ALTmed = 12,44 m; ALTdom = 18,53 m, DENS = 568 ind./ha) obtidos nos ajustes podem ser vistos como um retrato teórico do padrão estrutural da floresta clímax. Foi elaborado um índice matemático (denominado NDE) que incorpora as cinco variáveis de interesse de modo a gerar um número crescente com o avanço do desenvolvimento estrutural-sucessional. Utilizando-se dos valores assintóticos, o NDE calcula o valor máximo teórico para a formação florestal em questão, correspondente à floresta clímax, número este denominado de Constante de Clímax - NDEmax. A Constante de Clímax é o valor de referência utilizado para estimar o nível de desenvolvimento sucessional de uma comunidade florestal qualquer, utilizando-se de uma escala

relativa (porcentagem). Entende-se que o método assim proposto, após devida validação, pode ter aplicação não somente no campo da pesquisa florestal, mas também na política de meio ambiente, na legislação ambiental e nos sistemas de manejo florestal.

Palavras-chave: Floresta de Restinga, sucessão, desenvolvimento estrutural, cronoseqüência, clímax, Superagüi.

ABSTRACT

The main objective of the present work was to propose a method of easy application for the objective determination of the successional development stage of arboreal communities, taking at base structural variables. For it was analyzed an area of Restinga Forest on Peças Island, at the northern coastal region of the State of Paraná / Brazil. The mentioned site is part of the quaternary coastal restinga-plain which presents a special geomorphological feature, determined by the sequential deposition of marine sandy sediments generating substrata of different ages. Its vegetation exhibits an ordered arrangement of communities in different development levels, from the most precocious close to the sea, to the most advanced further away from the coastline. This situation can be interpreted as a chronological series (chronosequence) allowing the simultaneous evaluation of different successional stages, substituting time by space. The sampling area was formed by a transect of 100 m width and 600 m length perpendicular to the beach, in which all trees with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were considered. The longitudinal axis of the transect was subdivided into 30 segments, each 20 m long and 100 m wide, which corresponds to the basic sampling sub-units (called "sampling lines"). The evaluation of the data can be divided in two parts: the first concerns the floristic, phytosociological and structural characterization of the ecosystem, as well as the recognition of typological sub-groups. 64 arboreal species were detected, from wich *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides*, *Clusia criuva*, *Ocotea pulchella* e *Tapirira guianensis* presented the highest values of IVI ("importance value index"). The *spatial pattern analysis* detected random pattern for the majority of the most expressive species. Through classification techniques (*cluster analysis*) and phyitofisionomical interpretation there were identified four different typologies, called *Restinga Arbustiva* (a shrubby restinga vegetation), *Caxetal Jovem* (an early successional stage of a riparian forest dominated by *Tabebuia cassinoides*), *Restinga Arbórea* (or "restinga forest") and *Caxetal Avançado* (a higher developed riparian forest with *Tabebuia cassinoides*). In the second part of data analysis it was defined the section of the transect that best described the condition of a successional development gradient. This situation was verified in the segment corresponding to the "Restinga Forest" *sensu strictu* placed in the medium portion of the sampling area (lines 09 to 20). These sampling lines were considered units of a relative time scale that represented each one a certain moment (stage or development level) of the successional process. In this segment the trend of different floristic and structural variables were evaluated, defining those that demonstrated a clear trend (increasing

or decreasing) in function of the elapsing of succession, prioritizing those of structural nature. The chosen variables were DBH (average and dominant), tree heights (average and dominant) and tree density (individuals per area). The future development of these variables was predicted by a biomathematical growth curve (Chapman-Richards model). The asymptotical values obtained in the fittings (DBHmed = 27.22 cm; DBHdom = 74.14 cm; Hmed = 12.44 m; Hdom = 18.53 m; density = 568 ind./ha) give a representation of the probable climax community that would settle under those environmental conditions. A mathematical index was elaborated (denominated NDE) which incorporates the five variables in the way to generate a growing number according to the progress of structural and successional development. Using the asymptotical values in the formula, the index calculates the theoretical maximum value for the forest in subject, corresponding to its climax stage. This number, denominated "climax constant" – NDE_{max}, is the reference value used to estimate the relative (percentage) successional development level of a forest community. It is assumed that the method proposed can have application not only in the field of forest research but also in environment politics, environmental legislation and in forest management systems.

Key-words: Restinga Forest, succession, structural development, cronosequence, climax, Superagüi.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A vegetação natural, mais especificamente comunidades arbóreas naturais, está submetida a constantes alterações, manifestadas em termos florísticos, fitossociológicos, fitofisionômicos e estruturais, em suas mais amplas escalas. Estes processos expressam a dinâmica do ecossistema, sendo que seus fatores causadores podem ser endógenos ou exógenos, naturais ou antrópicos.

Processos (sin)dinâmicos formam um importante ramo de pesquisa da ciência florestal, pelo qual procura-se entender e descrever seus mecanismos. A compreensão dos processos ecológicos é de vital importância para embasar as técnicas de manejo dos ecossistemas, permitindo a tomada de decisões mais apropriadas sob a ótica do aproveitamento racional dos recursos e do manejo sustentável. Este aspecto se torna especialmente relevante com relação às formações florestais naturais, as quais sempre constituíram importante fonte de recursos para o homem, estando, portanto, submetidas a fortes pressões. A constante redução das áreas de floresta natural em função da atividade antrópica expressa esta questão de forma mais do que clara. No caso da região de domínio da Floresta Atlântica, DEAN (1998) apresenta uma ampla revisão sobre o histórico da ocupação humana e a conseqüente destruição dos ecossistemas naturais do Brasil colonial.

Processos sucessionais da vegetação arbórea têm relação direta com as práticas conservacionistas e sua importância é tal a ponto de serem objeto dos textos de lei de proteção ao meio ambiente. O motivo disto reside no fato de que a evolução sucessional, de forma geral, revela uma crescente complexidade biológica. Assim sendo, as restrições de uso são mais rigorosas em comunidades avançadas do que nas precoces. Evidencia-se assim a importância da correta caracterização sucessional de comunidades arbóreas.

A dinâmica sucessional manifesta-se por meio de diferentes parâmetros, como por exemplo: composição florística, número de espécies (riqueza), diversidade, estrutura dimensional (ex. distribuição diamétrica) e vertical (estratificação de copas), características do sub-bosque, autoecologia das espécies e estabilidade do ecossistema. A definição do estágio sucessional de uma comunidade arbórea baseia-se no conjunto destas características, procurando enquadrá-la em uma classe pré-definida. Estas classes são os estágios sucessionais propriamente ditos, como por exemplo, estágios inicial, médio, avançado e floresta madura. A correta determinação do estágio sucessional, no entanto, é uma tarefa difícil, que exige experiência e conhecimento por parte do técnico pesquisador. Mesmo assim este procedimento é suscetível a interpretações subjetivas.

Nesse trabalho é apresentada uma proposta metodológica objetiva para caracterizar uma comunidade arbórea do ponto de vista sucessional, tendo como base variáveis quantitativas (*estruturais*).

Essa pesquisa tem como base dados coletados em um trecho de ambiente de Restinga na Ilha das Peças, no litoral norte do Paraná. Optou-se por organizar o texto sob forma de capítulos temáticos, de modo a facilitar a localização e a leitura de assuntos específicos. No Capítulo 1 são apresentadas a introdução geral ao assunto e uma revisão bibliográfica geral, bem como objetivos e justificativa da pesquisa, bem como a descrição da área de estudo e região de entorno. O Capítulo 2 expõem os métodos gerais adotados para o levantamento e processamento de dados. Os resultados da pesquisa são apresentados a partir do Capítulo 3 e divididos em duas partes: a primeira (Capítulos 3 a 6) compreende assuntos específicos, relacionados à caracterização do ecossistema estudado, visando seu melhor entendimento a fim de embasar as análises subseqüentes. A segunda parte (Capítulo 7) trata do gradiente ecológico e do desenvolvimento do modelo de

desenvolvimento estrutural. Finalmente, o Capítulo 8 apresenta as conclusões e as perspectivas futuras relacionadas à pesquisa aqui apresentada.

1.1 SUCESSÃO FLORESTAL E CLÍMAX: UMA BREVE EXPLANAÇÃO

A sucessão florestal constitui um processo manifesto em todos os ambientes providos de vegetação arbórea, processando-se a uma velocidade suficientemente alta a ponto de ser diretamente reconhecida e acompanhada pelo pesquisador. As alterações podem ser percebidas em pouco tempo, mesmo que séries sucessionais completas, desde a primeira ocupação do ambiente por plantas pioneiras, até o estabelecimento de um estado de equilíbrio dinâmico da floresta em seu mais alto grau de expressão (floresta clímax), podem estender-se por centenas ou milhares de anos, conforme as condições ambientais.

Na ecologia, processos sucessionais são classicamente tratados sob a ótica qualitativa, ou seja, da florística, fato que os torna um dos capítulos mais discutidos e controvertidos das ciências naturais. Como não foi o objetivo deste trabalho apresentar a revisão atualizada sobre o assunto, são destacados a seguir apenas alguns pontos de relevância.

Várias teorias e modelos têm sido propostos, os quais têm sofrido constantes adaptações técnicas, conceituais e mesmo filosóficas, manifestando uma permanente evolução científica. Nesse âmbito, mesmo que nem sempre universalmente aceitos ou até substituídos por conceitos mais modernos, destacam-se os trabalhos de CLEMENTS (1936), que interpretava a comunidade vegetacional como um organismo e defendia a *teoria do monoclímax*, ou seja, a convergência da evolução sucessional de diferentes comunidades rumo a um único tipo de comunidade clímax, cujas características eram determinadas pelo macro-clima regional. Apesar da teoria Clementsiana ter dominado o ramo da ciência da

vegetação durante várias décadas, ela encontrou diversos opositores, como GLEASON (1926) que procurou consolidar o conceito de associação vegetacional. Além deste, TANSLEY (1935) definiu uma série de conceitos referentes ao processo sucessional, especialmente o de *policlímax* (vários tipos possíveis de clímaces em uma mesma região climática) e *clímax edáfico* (desenvolvimento sucessional determinado e limitado por condições ambientais diferentes do clima regional). Posição semelhante foi defendida por WHITTAKER (1951), porém acrescentando que a sucessão deve ser entendida como um *continuum* variável e irregular, ao invés de uma seqüência ordenada de estágios distintos. MARGALEF (1963) ocupou-se com os processos ecológicos inerentes à comunidade ao longo da sucessão, com especial ênfase à estabilidade e à maturidade do ecossistema. Nesse sentido, parece pertinente a definição de clímax apresentada por KREEB (1983): "Clímax é uma condição duradoura estável, submetida a oscilações e flutuações dinâmicas, de um sistema biológico que se auto-sustenta, enquanto os fatores ambientais se mantiverem constantes."

Uma revisão a respeito de sucessão vegetal foi apresentada por DRURY e NISBET (1973), informando sobre os principais conceitos e teorias vigentes naquela época. Em 1977, CONNELL e SLATYER procuraram explicar os mecanismos da sucessão de comunidades vegetais naturais com base em três modelos teóricos: *facilitação*, *tolerância* e *inibição*, cada qual interferindo diferentemente sobre a estabilidade do sistema. PICKETT *et al.* (1987, cit. por COOK, 1996) refinaram os modelos de CONNELL e SLATYER, afirmando que normalmente dois ou mais dos citados mecanismos atuam simultaneamente no ecossistema. Em 1996, COOK apresentou uma detalhada revisão da evolução das teorias sucessionais modernas, associando-as à metodologia de classificação de hábitat.

Com o advento do processamento eletrônico de dados com o auxílio de computadores verificou-se uma tendência de desenvolvimento de modelos

matemáticos para caracterizar processos sucessionais e possibilitar estimativas futuras. Exemplos de trabalhos tanto sobre o desenvolvimento como de aplicação e avaliação de modelos já existentes são os trabalhos de HORN (1975), CATTELINO *et al.* (1979), BOTKIN, (1981), DOYLE (1981), SHUGART *et al.* (1981), SOLOMON *et al.* (1981), HUSTON e SMITH (1987), CLARK (1990), BUSING (1991), KOYAMA (1992), WISHEU e KEDDY (1992), SANQUETTA (1994) e TERBORG *et al.* (1996). Atualmente, simulações matemáticas e modelagem de processos sucessionais ocupam um considerável espaço no estudo da sindinâmica vegetacional.

BUDOWSKI (1961, 1965, 1966, 1970) descreveu as principais alterações de uma comunidade vegetacional no decorrer da sucessão, destacando o aumento de sua complexidade durante o processo. Entre as obras que apresentam uma síntese sobre sucessão vegetal, notadamente com base na escola européia de fitossociologia, podem ser citados BRAUN-BLANQUET (1950, 1964), MÜLLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974), DIERSSEN (1990), WILLMANNS (1989) e DIERSCHKE (1994).

1.2 O ESTUDO DA SUCESSÃO POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS (CRONOSEQÜÊNCIAS)

MÜLLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) dividem os métodos de estudo da sucessão em duas categorias básicas: estudos em uma mesma área e comparações lado-a-lado. Na primeira categoria, sob ponto de vista da sucessão florestal, incluem-se, por exemplo, os métodos baseados no monitoramento de parcelas permanentes, inferências com base em fotografias aéreas e relatos históricos. Por ser a sucessão um processo de longo prazo, via de regra somente é possível retratar uma fração do processo sucessional.

O segundo método implica na interpretação de uma série espacial de vegetação como representante de diferentes estágios de um processo sucessional, substituindo o tempo pelo espaço. Para LÜDI (1930, cit. por DIERSCHKE, 1994) as séries temporais da vegetação, ou *cronoseqüências*, transformam um arranjo espacial em uma seqüência temporal imaginária, tornando dinâmico aquilo que era estático. BRUBAKER (1981) citou que a avaliação de cronoseqüências é um dos três métodos básicos para estudar processos sucessionais de longo prazo, além de *reconstituição vegetacional* e *modelos de simulação*.

No estudo de cronoseqüências assume-se que a única fonte de variação é o próprio tempo, enquanto que todos os outros fatores ambientais tenham se mantido constantes. Por este motivo, este método depende sobremaneira de informações ecológicas adicionais sobre o ambiente, principalmente o histórico de formação do substrato e a já mencionada constância dos fatores do meio. Mesmo de posse destas informações, estudos sucessionais em séries temporais freqüentemente apresentam um elevado grau especulativo e hipotético. DIERSSEN (1990) e DIERSCHKE (1994) enfatizam este aspecto e acrescentam que há um elevado risco de uma interpretação equivocada de gradientes ecológicos como séries temporais singenéticas. Segundo estes autores, zonações ecológicas e seqüências temporais devem ser claramente diferenciadas.

O estudo de cronoseqüências normalmente está ligado a processos de sucessão primária, sempre que ocorre a formação seqüencial de um novo substrato, hábil a comportar uma cobertura vegetal. É o caso de bancos de areia em leitos de rio, associados a processos de meandramento, depósitos de lava vulcânica, ravinas no sopé de geleiras e dunas costeiras (estas últimas formando a base para o presente estudo). Uma das primeiras pesquisas dessa natureza foi a de COWLES (1899, cit. por TANSLEY, 1935) nas dunas marginais do lago Michigan (EUA). WALKER *et al.* (1981), analisaram o estabelecimento de uma série temporal de

vegetação em paralelo com processos de desenvolvimento de solo na costa leste da Austrália. GARCÍA NOVO *et al.*, (2002) efetuaram o monitoramento em longo prazo da vegetação de dunas no sudoeste da Espanha. No Brasil, OLIVEIRA-FILHO (1993), por meio de técnicas de ordenação, estudou a inter-relação de grupos vegetacionais ao longo de um gradiente ecológico em ambiente de Restinga do litoral da Paraíba.

1.3 O AMBIENTE DE RESTINGA: CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS E VEGETACIONAIS

O termo popular Restinga tem um sentido amplo. Do ponto de vista geomorfológico, a Restinga compreende a planície de substrato arenoso originada pela deposição seqüencial de sedimentos marinhos quaternários. Fitoecologicamente denomina-se Restinga a vegetação arbustivo-arbórea que se instala nestes ambientes. O sistema de classificação do IBGE (1992) denominou este tipo vegetacional de Formação Pioneira de Influência Marinha, em menção a algumas de suas mais importantes características: a de se tratar de um estágio pioneiro de uma série sucessional primária, cujo desenvolvimento é influenciado (e limitado) em função da proximidade do mar. Trata-se, portanto, de uma comunidade edáfica (vegetação azonal, segundo a escola européia de fitossociologia), não somente em função das propriedades do solo, mas de todo o conjunto de fatores ambientais. MÜLLER-HOHENSTEIN (1981) considerou as propriedades pedológicas, o vento e a maresia como sendo os condicionantes mais importantes para este ecossistema.

A marcante influência dos fatores ambientais associada à proximidade do mar condicionam a existência de um gradiente ecológico claramente delineado, que se faz presente em sentido perpendicular à linha da costa. A vegetação de Restinga,

cujas características espelham a ação conjunta destes fatores, apresenta uma zonação definida em função da distância que separa as comunidades da água do mar. Esta zonação foi mencionada por diversos autores, como HUECK (1955, 1966), HERTEL (1959), PFADENHAUER (1978), GRANDE e LOPES (1981), WAECHTER (1985), ARAÚJO (1992) e THOMAZ e MONTEIRO (1993).

No estado do Paraná, de modo geral, a vegetação da região costeira, na porção que se refere aos terrenos quaternários (portanto englobando os ambientes de Restinga), ainda é pouco estudada, apesar de sua extensão relativamente limitada. STELLFELD (1949), adotando a mesma base nomenclatural que RAWITSCHER (1944), caracterizou a vegetação dos principais ambientes da costa paranaense. MAACK (1968) descreveu a região da planície litorânea sob ponto de vista histórico, geofísico e fitogeográfico. Entre os levantamentos florísticos, fitofisionômicos e/ou fitossociológicos mais recentes, devem ser citados os seguintes trabalhos: RODERJAN e KUNIYOSHI (1988) na vegetação da Área de Proteção Ambiental - APA de Guaraqueçaba. SILVA (1990) descreveu um trecho de Floresta de Restinga da Ilha do Mel, enfatizando aspectos florísticos, fitossociológicos, estruturais e espaciais. ZILLER (1992) amostrou cinco comunidades de Caxetal em diversos pontos da planície litorânea, descrevendo-as sob ponto de vista florístico e fitossociológico. JASTER (1995) identificou seis diferentes tipologias vegetacionais ao longo de um transecto na Ilha do Superagüi (litoral norte), descrevendo-as com relação à sua composição florística, características fitossociológicas e estruturais. ESTADO DO PR/PNMA/NAATEC (1996) caracterizaram fitossociologicamente a vegetação dos terrenos baixos da APA de Guaratuba (litoral sul). Em estudo muito abrangente, SILVA (1998) descreveu as comunidades vegetacionais da Ilha do Mel sob ponto de vista florístico e estrutural. SVOLENSKI (2000) estudou a floresta aluvial junto ao Rio Guaraguaçu (porção litorânea central), destacando aspectos florísticos, fitossociológicos e edáficos.

Em áreas relativamente próximas, pertencentes aos estados vizinhos, podem ser citados ainda os trabalhos realizados no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (litoral sul do Estado de São Paulo). SUGIYAMA (1998) efetuou um levantamento florístico-fitossociológico em dois setores da Floresta de Restinga da referida área. GRANDE e LOPES (1981) e BARROS *et al.* (1991) descreveram as principais formações vegetacionais da Ilha do Cardoso, com especial ênfase à composição florística. NOFFS e BATISTA-NOFFS (1982a, 1982b) apresentaram um mapeamento da vegetação da área do parque, caracterizando as principais formações, bem como a vegetação secundária.

Já no litoral norte de Santa Catarina, NEGRELLE (1995), descreveu a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no município de Itapoá, litoral norte de Santa Catarina, sob ponto de vista florístico, fitossociológico e estrutural, abordando também alguns aspectos da dinâmica vegetacional. Com amostras de pólen coletadas na mesma área, BEHLING e NEGRELLE (2001) reconstituíram as feições da vegetação e as características climáticas do Quaternário recente.

O estudo dos ecossistemas do complexo da Restinga exige uma abordagem multidisciplinar, destacando-se nestes aspectos a questão geológica e geomorfológica da planície litorânea e da linha da costa. No Paraná destacam-se, além das obras de BIGARELLA (1964) e MAACK (1968), os trabalhos de ANGULO (1992, 1993a, 1993b), ANGULO e SUGUIO (1994), ANGULO e SOARES (1994) e SOARES *et al.* (1994).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Essa pesquisa tem por objetivo propor um método de fácil aplicação para estimar, por meio de um índice, o nível de desenvolvimento sucessional de uma comunidade florestal dentro de uma escala relativa, tomando como base características estruturais.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar um trecho de Floresta de Restinga sob ponto de vista florístico, fitossociológico e estrutural;
- detectar uma seqüência espacial cronológica (cronoseqüência) na vegetação analisada, ou seja, um gradiente espaço-temporal, representando diferentes estágios sucessionais da floresta;
- avaliar o comportamento de diferentes variáveis correlacionadas com o desenvolvimento sucessional de uma comunidade vegetal;
- definir as variáveis mais expressivas para o desenvolvimento sucessional, com ênfase àquelas de natureza estrutural;
- propor um índice matemático baseado em tais variáveis que expresse numa escala relativa (percentual) o nível de desenvolvimento estrutural/sucessional de uma comunidade florestal.

1.5 JUSTIFICATIVA

A correta definição do estágio sucessional de uma comunidade arbórea tem implicações em diferentes setores das ciências florestais e da política de meio ambiente. Uma vez que estágios sucessionais são mencionados nos textos das leis de proteção ambiental, torna-se obrigatoriamente necessário definir critérios técnicos para a diferenciação dos mesmos.

O Decreto Federal n^0 750, de 10 de fevereiro de 1993 (PARANÁ, 1996a) "*dispões sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências*".

Em diversos trechos o texto faz menção aos diferentes estágios sucessionais da vegetação natural, impondo restrições de uso com o objetivo da proteção dos ecossistemas da Mata Atlântica, como por exemplo:

Art. 1° – *Ficam proibidos o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.*

Art. 4° – *A supressão e a exploração da vegetação secundária, em estágio inicial de regeneração da Mata Atlântica, serão regulamentadas, por ato do IBAMA, ouvidos o órgão estadual competente e o Conselho Estadual do Meio Ambiente respectivo, informando-se ao CONAMA.*

Já a Resolução n° 2, de 18 de março de 1994 (PARANÁ, 1996a), procura definir os critérios técnicos para a caracterização e a diferenciação dos citados estágios inicial, médio e avançado das comunidades vegetacionais da Mata Atlântica (incluindo-se nesta as Florestas Ombrófilas Densa Atlântica, Mista, Aberta, as Florestas Estacionais Semidecidual e Decidual e demais ecossistemas associados) no Estado do Paraná. Em seu texto são apresentadas listas das espécies características para cada estágio, de acordo com a formação florestal

correspondente. Além disso, são fornecidos os valores-limite de altura média de seus elementos arbóreos e de área basal (m^2/ha) da floresta.

A aplicação prática destas definições esbarra em dois pontos fundamentais:

a) o reconhecimento das espécies exige um alto grau de especialização do técnico e pode não fornecer um quadro claro quando há uma mistura entre espécies citadas como típicas para diferentes estágios;

b) não é fornecido um limite diamétrico mínimo de inclusão, o que invalida os valores-limite de diâmetro e altura médios e impossibilita sua utilização para a diferenciação dos estágios.

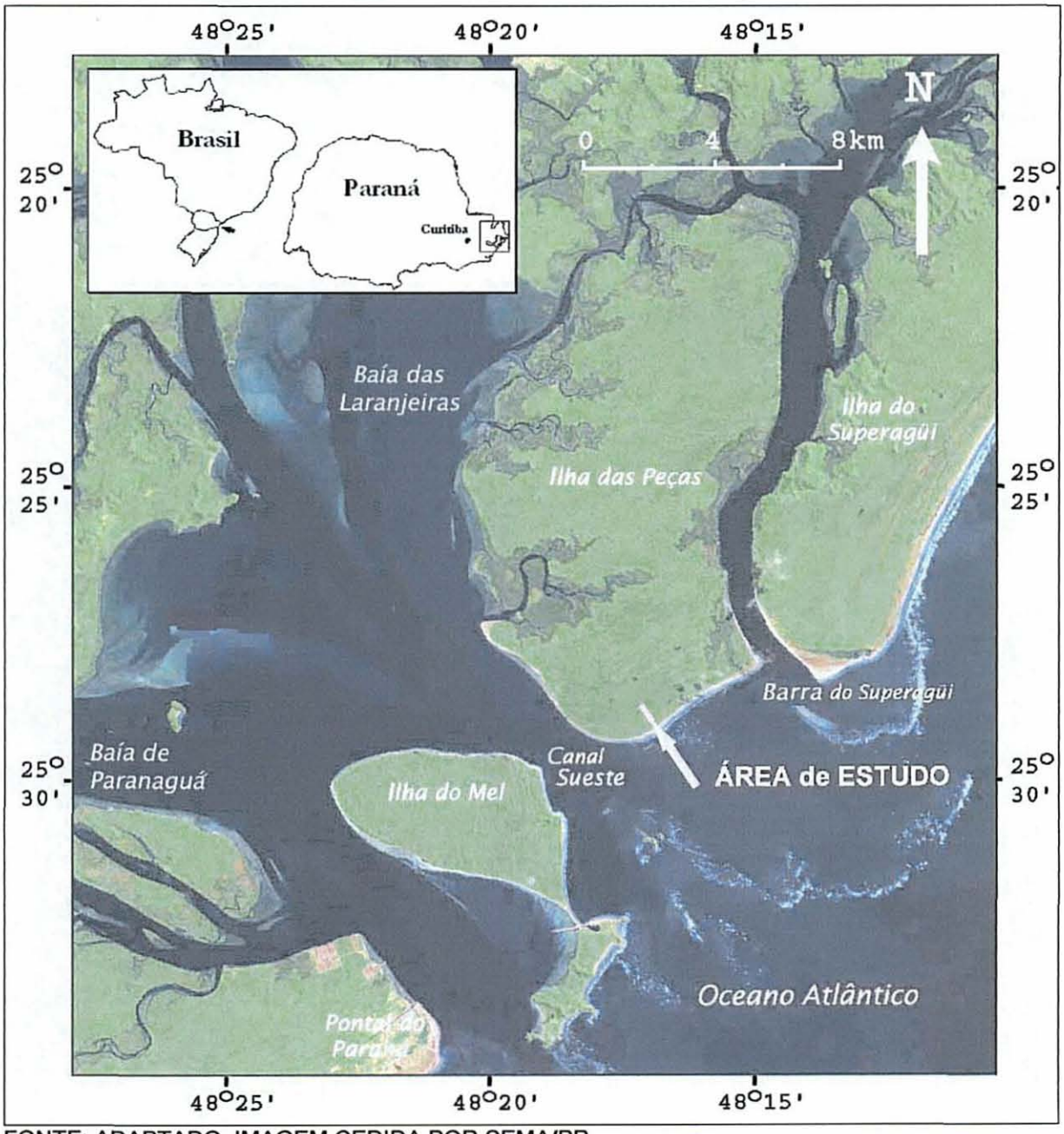
A existência destas diretrizes fornece uma base técnica para a diferenciação de estratos, mas ainda não permite que se o faça de forma inambígua, fato este ainda reforçado pela alta complexidade biológica dos ecossistemas em questão. Tradicionalmente, a classificação dos estágios ocorre de forma subjetiva e exige experiência por parte do técnico.

Um método objetivo, com fundamento matemático e biométrico, baseado em variáveis estruturais de fácil estimação, além de permitir um maior entendimento dos processos ecológicos ligados à sucessão, poderia contribuir para um manejo ambiental mais efetivo (referente à aplicação da lei). Sua aplicabilidade prática seria elevada por eliminar a necessidade da identificação de espécies, tarefa que exige um profundo conhecimento e um elevado nível de especialização dos técnicos envolvidos. Assim, além de fornecer os resultados com maior rapidez, espera-se também uma economia de recursos financeiros. O método apresentado neste estudo pretende ir de encontro a essas necessidades.

1.6 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.6.1 Localização Geográfica e Informações Gerais

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E REGIÃO DE ENTORNO.



FONTE: ADAPTADO, IMAGEM CEDIDA POR SEMA/PR

A área de estudo está localizada na extremidade meridional da Ilha das Peças, próximo à praia de mar aberto que une as barras dos canais do Superagüi e Sueste (figura 1). O início do transecto possui as coordenadas UTM 22 J 0.773.688 / 7.179.113 (25° 28' 47,3"S / 48° 16' 40,0"W), estando seu ponto final localizado a 600 a NW, nas coordenadas 22 J 0.773.331 / 7.179.565 (25° 28'32,9" S / 48° 16' 53,1" W).

A Ilha das Peças é porção integrante do Parque Nacional do Superagüi, município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná e possui uma área de aproximadamente 11.600 ha. Constitui a maior ilha natural do litoral paranaense, estando localizada entre a Ilha do Superagüi, a nordeste, e a Ilha do Mel, a sudoeste. O acesso por via marítima pode ser realizado tendo como ponto de partida as cidades de Pontal do Paraná, Paranaguá ou Guaraqueçaba.

1.6.2 Clima

Muitos fatores determinam em maior ou menor grau o clima da região litorânea paranaense:

- A corrente marítima do Brasil, que avança paralelamente à costa brasileira do norte para o sul, eleva a temperatura média e reduz sua amplitude de variação na região costeira, deslocando o caráter tropical úmido mais para o sul (MAACK, 1968).
- A presença da Serra do Mar, com uma extensão de aproximadamente 1000 km ao longo das costas sul e sudeste do Brasil, constituindo uma barreira física contra o deslocamento de massas de ar úmidas vindas do oceano e propiciando a formação de chuvas orográficas em sua face leste.

- A existência das massas de ar de origem polar, como a Frente Polar Atlântica, cuja influência na região costeira do Brasil pode atingir a latitude de 10°S durante o inverno e 20°S durante o verão (IPARDES, 1995).
- Os ventos alísios de sudeste, atuantes principalmente no verão, que são responsáveis pelo transporte de massas de ar úmido do oceano para o continente.
- A existência do anticiclone do Atlântico Sul que, durante o inverno, supre a região com massas de ar de alta pressão.
- A linha de contato mar-terra, aliada a fatores fisiográficos, originando ventos regionais ou locais em função da diferença de velocidade de aquecimento e resfriamento entre superfícies terrestres e aquáticas. Situação semelhante é verificada entre encostas ensolaradas e áreas sombrias.

1.6.2.1 Classificação climática

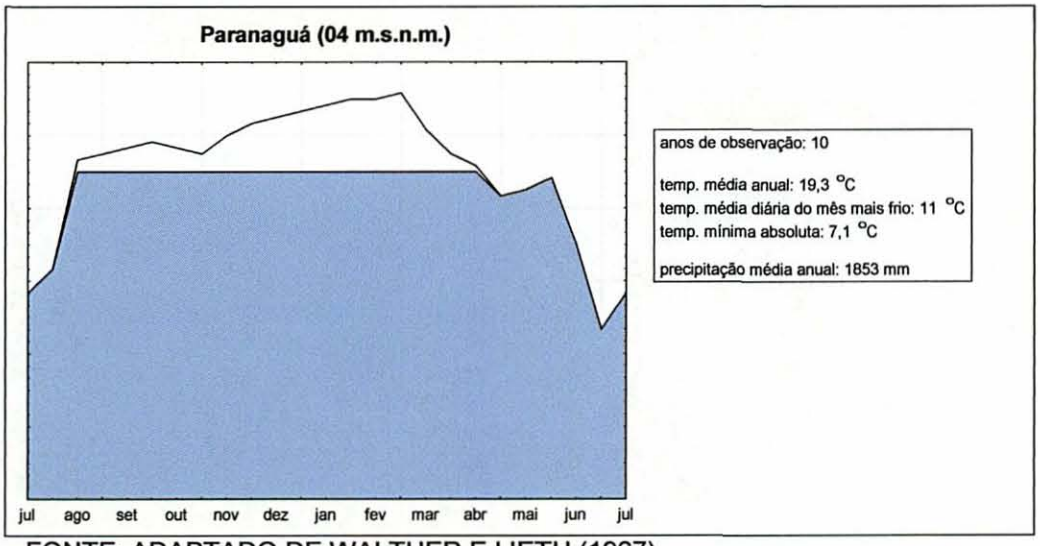
A área de estudo localiza-se no limite geoclimático tropical-subtropical. Baseando-se na classificação de KÖPPEN, o critério de diferenciação entre ambos é a temperatura média do mês mais frio, a qual é superior a 18 °C na região tropical e inferior na região subtropical. Em ESTADO DO PARANÁ (1987) as áreas planas da região litorânea do Paraná são classificadas como clima do tipo Af – Tropical superúmido, sem estação seca e isento de geadas. MAACK (1968), baseando-se em dados meteorológicos coletados na cidade portuária de Paranaguá, também defende o enquadramento do clima litorâneo na categoria Af, acrescentando, no entanto, a letra "t", como indicativo de transição para o clima subtropical. *Já segundo* IPARDES (1995), o tipo climático Af não ocorre no litoral paranaense, em função da temperatura média no inverno cair abaixo dos 18 °C, atingindo níveis inferiores a 16 °C no mês de junho. Em conseqüência, o clima desta região é classificado como Cfa

– Subtropical úmido mesotérmico com verão quente, com temperatura do mês mais frio entre –3 °C e 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C. As geadas são pouco freqüentes e não ocorre estação seca definida.

1.6.2.2 Precipitação e umidade relativa

WALTER e LIETH (1967) indicaram para a cidade de Paranaguá uma média de precipitação pluviométrica de 1853 mm anuais. MAACK (1968) citou 1976,4 mm para a mesma cidade, enquanto em IPARDES (1995) foi mencionada uma média de 2500 mm/ano para a planície litorânea como um todo. Não se verifica períodos de deficiência hídrica (quando a evapotranspiração supera o volume de precipitação), no entanto ocorrem diferenças ao longo do ano, como pode ser observado no diagrama de balanço hídrico para a cidade de Paranaguá, segundo WALTER e LIETH (1967) (figura 2).

FIGURA 2 - DIAGRAMA DE BALANÇO HÍDRICO PARA A CIDADE DE PARANAGUÁ



FONTE: ADAPTADO DE WALTHER E LIETH (1967)

Conforme o diagrama acima apresentado e ainda segundo IPARDES (1995), o maior volume pluviométrico é constatado durante o verão, caindo gradativamente até atingir um mínimo nos meses de inverno.

As chuvas no litoral são do tipo ciclônicas (originárias em função da ação de massas de ar de origem polar, atuantes principalmente no inverno), orográficas (causadas pela ascensão de massas de ar úmidas nas encostas serranas) e de convecção (ascensão de massas de ar úmido, resfriamento, condensação e precipitação). Este último tipo é o predominante na região, sendo o maior volume pluviométrico observado na baixada litorânea. A precipitação máxima em 24 horas é verificada principalmente no verão, com valores entre 50 e 400 mm e média de 100 mm. O número de dias com chuva no litoral é sempre superior a 100, sendo que a maioria das estações meteorológicas registra mais de 170 dias com chuva durante o ano (IPARDES, 1995).

Os fatores expostos e a proximidade do mar condicionam para a região litorânea do Paraná elevados índices de umidade relativa. Para a cidade de Paranaguá, MAACK (1968) apresenta uma média de 84,8 % e uma variação anual de 5 % para um período de medição de 26 anos.

1.6.2.3 Ventos

Os principais condicionantes para os ventos no litoral paranaense são o anticiclone do atlântico sul e os ventos alísios. O primeiro, no inverno (julho), juntamente com a frente polar, ocasiona ventos predominantes de sudeste. No verão (janeiro) predominam ventos de nordeste (ciclonal tropical), juntamente com ventos imperiódicos do anticiclone do Atlântico sul e ventos alísios, ambos provenientes de sudeste (IPARDES, 1995).

Dados anemométricos para a região litorânea são raros, em função da carência de estações medidoras apropriadas. A estação meteorológica do IAPAR, na cidade de Morretes (distância aproximada da área de pesquisa: 65 km) registrou entre 1975-86 velocidade menor ou igual a 1,4 m/s em 90 % dos dias do ano. Os valores máximos constam para as direções sudoeste, oeste e sul, com 30,0, 29,8 e 25,6 m/s, respectivamente (IAPAR, 1989). Observa-se, porém, que a cidade de Morretes, localizada nas proximidades do sopé da Serra-do-Mar, apresenta provavelmente condições de vento particulares e diferentes das da área de estudo. Para a cidade de Paranaguá, MAACK (1968) cita uma força média anual de 2,1 na escala Beaufort e afirma que os ventos vindos do setor sul, influenciados pelo alíseo de sudeste dominam com 22,8 % sobre os dos setores leste e sudeste. Os ventos continentais (SW, W e NW) ocorrem com 33,2 % de freqüência.

Ainda deve ser mencionada a existência de sistemas locais de vento, originários pela diferença de aquecimento entre terra e mar, da mesma forma como ventos causados por condições topográficas particulares.

1.6.2.4 Temperatura

Para a cidade de Paranaguá MAACK (1968) cita uma temperatura média anual de 21,1 °C, com média das máximas de 24,6 °C e média das mínimas de 16,7 °C. Em IPARDES (1995) são apresentadas estimativas de temperatura para a região litorânea do Paraná segundo o método de PINTO e ALFONSI. De acordo com este trabalho, as temperaturas médias máximas na planície litorânea situam-se entre 28,8 °C e 29,6 °C, dependendo da latitude. Respectivamente, as médias das temperaturas mínimas correspondem a 15,2 °C e 15,9 °C. A amplitude das temperaturas médias mensais ao nível do mar equivale a 9,8 °C, com máxima de 26,1 °C em janeiro e mínima de 16,3 °C em julho. Os dados climatológicos apresentados pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (BRASIL, 1992)

indicam para a citada região uma temperatura média anual de 19,6 ^{0}C, com média do mês mais quente de 24,0 ^{0}C, média do mês mais frio de 16,6 ^{0}C, mínima absoluta de 2,4 ^{0}C e precipitação anual de 1.932,2 mm.

1.6.3 Geologia e Geomorfologia

Na caracterização geológica da região da APA de Guaraqueçaba, a qual abrange a porção setentrional da planície litorânea do Paraná, IPARDES (1995) cita que ocorrem grupos distintos de rochas e sedimentos, os quais estão associados diretamente às grandes unidades geomorfológicas. Nesses termos, devem ser citados:

- Rochas metamórficas mais antigas: formam o grupo mais importante. São representadas principalmente por migmatitos e gnaisses do Complexo Pré-Setuva (rochas de até 2,5 bilhões de anos), os quais constituem a maior parte das áreas de planalto e os morros isolados, e também por granulitos do Complexo Serra Negra (com mais de 2,5 bilhões de anos), presentes principalmente nas áreas da serra litorânea.
- Granitos: ocorrem principalmente nas porções mais elevadas das serras, sendo divididos em granitos gnaissicos e de anatexia (mais antigos) e granitos alcalinos.
- Rochas intrusivas básicas, na forma de diques de diabásio com espessura média de 30 m, oriundos do magmatismo tafrogênico mesozóico e do vulcanismo basáltico do sul do Brasil, ocorrido há cerca de 140 milhões de anos.
- Sedimentos continentais: constituídos principalmente por materiais da Formação Alexandra (de aproximadamente 16 milhões de anos) e sedimentos

quaternários (de até 1,8 milhões de anos) do tipo colúvios, depósitos de tálus e leques aluviais.

- Sedimentos costeiros: são representados pelas planícies de Restinga, originárias da deposição de sedimentos marinhos compostos por areias quartzosas, com típica morfologia de cordões litorâneos. Sedimentos areno-argilosos podem ocorrer próximos à linha de costa ou em locais intermediários entre depósitos de Restingas e manguezais. Depósitos de mangue ocorrem em ambientes de baixa energia, tendo composição areno-argilosa, com considerável aporte de material orgânico.

Dentre os grupos citados, os sedimentos costeiros do tipo planície de Restinga perfazem a maior porção das ilhas Superagüi e Peças, constituindo o grupo mais importante para o presente estudo.

A origem das planícies de Restinga está relacionada com as variações do nível do mar ocorridas durante o período Quaternário. Ciclos climáticos em escala global (épocas glaciais e interglaciais) promoveram o maior ou menor acúmulo de água em forma de gelo sobre os continentes e as calotas polares, ocasionando abaixamento (regressão) ou elevação (transgressão) do nível do mar. IPARDES (1995) cita que durante as épocas glaciais do Quaternário o nível do mar sofreu rebaixamento de mais de uma centena de metros com relação ao nível atual. Durante os estágios interglaciais o mesmo atingia níveis semelhantes ou ligeiramente superiores ao atual. No período que antecedeu a última glaciação, a transgressão atingiu a ordem de oito metros acima do nível atual. BIGARELLA (1964) também frisa a grande instabilidade climática verificada durante o Quaternário e, baseado nas constatações de FAIRBRIDGE (1961 e 1962, cit. por BIGARELLA, 1964) sobre variações do nível do mar, correlaciona este fator com o surgimento de diversas porções da planície litorânea do Paraná. O autor menciona diferentes ciclos de flutuação ocorridos nos últimos 6.000 anos, indicando também a ocorrência de

variações menores. ANGULO (1992), com base em dados de SUGUIO (1985, cit. por ANGULO, 1992) e dados inéditos, apresenta uma curva de variação do nível do mar na região costeira do Paraná para o mesmo período, demonstrando a existência de três transgressões, cujos máximos ocorreram há aproximadamente 5.200, 3.600 e 2.500 anos antes do presente.

As planícies de Restinga constituem, portanto, superfícies que foram formadas durante as fases de regressão marinha, por meio de sucessivos depósitos de sedimento arenoso. Sua conformação suavemente ondulada é determinada pela presença dos chamados "cordões litorâneos", paralelos ou sub-paralelos à costa atual, delimitando áreas mais elevadas e secas de outras mais baixas e brejosas nos inter-cordões. Sua largura varia de poucos até algumas dezenas de metros. Segundo ANGULO (1992), o delineamento dos cordões litorâneos paralelo à costa indica que os mesmos não migraram (em função de atividade eólica) e que não houve variação significativa na direção da linha de costa.

As planícies de Restinga do Quaternário ainda podem ser divididas em pleistocênicas, mais antigas, que datam do período anterior à ultima glaciação, e holocênicas, mais recentes e com poucos milênios de existência. Em alguns pontos, como na Ilha do Superagüi, o contato entre sedimentos pleistocênicos e holocênicos é claramente definido, em outros, como na Ilha das Peças, os cordões apresentam alturas intermediárias e sem feições, o que torna difícil sua correta caracterização (ANGULO, 1992). Na região litorânea do Paraná, as planícies de Restinga insulares mais expressivas são as das ilhas Superagüi, Peças, do Mel e Rasa. No continente destacam-se as Restingas do Saco do Tambarutaca e toda a porção entre Pontal do Paraná e Matinhos, bem como ao sul da cidade de Guaratuba.

A energia mecânica da água do mar, decorrente do fluxo e refluxo das marés, é o principal fator geomorfológico a ser considerado. É responsável pela definição das linhas da costa por meio de erosão, transporte e sedimentação de

material. A dinâmica geomorfológica apresenta níveis distintos para os diferentes pontos marginais, tanto insulares como continentais. ANGULO (1993a, 1993b) analisou a variação da linha da costa no litoral paranaense, classificando diversos pontos com relação à sua instabilidade ambiental. A praia da Ilha das Peças nas proximidades da área de estudo foi classificada como "moderadamente instável", em função da variação da linha da costa naquele ponto não ter superado a algumas dezenas de metros no período considerado (quatro décadas).

1.6.4 *Solos*

Os solos da planície litorânea do Estado do Paraná têm formação litológica e geológica do Holoceno e sedimentos arenosos marinhos, predominando as areias quartzosas (Neossolos Quartzarênicos), solos aluviais (Neossolos Flúvicos), glei (Gleissolos), solos orgânicos (Organossolos) e podzol (Espodossolos) (IPARDES, 1989; KUNIYOSHI, 1993; EMBRAPA, 1999).

Os **Neossolos Quartzarênicos** (Areias Quartzosas) são constituídos essencialmente por partículas arenosas (sílica) na proporção de 85% ou mais. São muito pobres em nutrientes e apresentam baixa capacidade de retenção de água, sendo que tais características são exclusivamente dependentes da matéria orgânica presente (PARANÁ, 1996b; EMBRAPA, 1999).

Os **Neossolos Flúvicos** (solos Aluviais) ocorrem principalmente nas margens dos rios e são derivados de sedimentos aluviais. Têm horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas, sem relação pedogenética entre si. Subordinados à sua gênese, comumente têm alta fertilidade natural e texturas variáveis. Podem ser hidromórficos ou não, sofrerem ou não inundação e podem ser derivados de inúmeros tipos de sedimentos. Suas características morfológicas,

físicas e químicas são, da mesma forma, muito variáveis (PARANÁ, 1996a; EMBRAPA, 1999).

Os **Gleissolos** (Gleis) são solos hidromórficos, constituído por material mineral, que têm horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo ou a profundidade entre 50 a 125 cm, desde que imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou precedido de horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de *mosqueados abundantes com cores de redução* (EMBRAPA, 1999).

Sob a denominação de **Organossolos** (solos Orgânicos) estão compreendidos os solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico, *proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição*, acumulados em ambientes mal ou muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e com elevados teores de carbono orgânico. Possuem horizonte O ou H hístico, com espessura mínima de 40 cm, quer se estendendo em seção única, a partir da superfície, quer tomado cumulativamente, dentro de 80 cm da superfície do solo, ou, com no mínimo 30 cm de espessura, quando sobrejacente e contato lítico (EMBRAPA, 1999).

Os **Espodossolos** (podzóis) são solos minerais, com horizonte B espódico imediatamente abaixo do horizonte eluvial E, ou subjacente a horizonte hístico, com menos de 40 cm de espessura. Têm seqüência de horizontes A, E, Bh ou Bs e C, com nítida diferenciação entre eles (EMBRAPA, 1999).

1.6.5 Vegetação

1.6.5.1 Considerações sobre estado de conservação e dinâmica sucessional

A região litorânea do estado do Paraná destaca-se por apresentar uma cobertura vegetal em razoável estado de conservação. Mesmo na maior parte dos

casos tratando-se de vegetação secundária, as peculiaridades do processo de ocupação humana e uso da terra permitiram a manutenção ou a recomposição de consideráveis trechos de floresta. Esta situação pode ser observada principalmente na porção norte da planície litorânea e nas áreas de difícil acesso da Serra-do-Mar. As maiores alterações ambientais são verificadas no entorno das cidades, ao longo das estradas e na orla marítima (balneários) dos trechos entre Pontal do Paraná e Matinhos, bem como entre Guaratuba e a barra do Saí (divisa de Estado PR/SC).

Fitogeograficamente o litoral paranaense pode ser dividido, a priori, em duas porções, conforme sua situação fisiográfica: a planície litorânea e as partes elevadas das encostas serranas.

A feição da vegetação presente nas porções baixas do litoral está associada à dinâmica geomorfológica da planície quaternária, tanto pretérita como atual, bem como à natureza pedológica do substrato. Nas porções mais afastadas do mar, sobre sedimentos mais antigos (normalmente pleistocênicos), em áreas com pouca interferência antrópica e livres de condições edáficas extremas, encontra-se uma floresta bem desenvolvida, em estágio sucessional avançado e sob condições de equilíbrio dinâmico com o meio. Trata-se de uma vegetação cujo desenvolvimento é direcionado pelo macro-clima atuante na região. Em função disso pode ser denominada de *vegetação zonal*, termo este empregado pelas escolas européias de fitossociologia. Micro-variações em termos de florística, estrutura e fisionomia, quando não são intrínsecas à própria dinâmica sucessional da vegetação, podem ser atribuídas a heterogeneidades do substrato e a outros fatores de sítio, que alteram condições de solo e características de hidromorfia. No entanto, quando as condições ambientais influem sobremaneira, a ponto de alterar consideravelmente as características da vegetação, limitando ou impedindo seu desenvolvimento rumo ao clímax climático, a mesma é considerada de *clímax edáfico* ou *vegetação azonal*. É o caso da faixa mais próxima à orla marítima, associada aos sedimentos mais

recentes do Holoceno. O solo nestes locais encontra-se em franco processo de desenvolvimento, sendo ainda comuns fatores limitantes ao crescimento da vegetação, tais como: influência do vento, maresia, presença de sal no substrato (cunha salina), afloramento do lençol freático e inundações periódicas. As comunidades vegetais presentes nestes ambientes têm seu desenvolvimento limitado por fatores desta natureza, que lhes conferem características fisionômicas, estruturais e florísticas particulares. Em muitos casos, estas comunidades encontram-se em situação de sucessão primária, como pode ser observado principalmente na faixa mais próxima ao mar, sobre substratos arenosos recém formados em função da dinâmica dos processos geomorfológicos.

Uma outra situação refere-se às comunidades em sucessão secundária, ou seja, aquelas que sofreram profundas alterações ou mesmo corte raso no passado. O desenvolvimento dessas comunidades, a princípio, é limitado pela própria taxa de crescimento vegetal, sendo normalmente observados diferentes estágios sucessionais. As condições iniciais em uma sucessão secundária são muito diferentes das da sucessão primária, principalmente com relação ao grau de desenvolvimento do solo e pela existência de um banco de sementes no substrato. Tais fatores influenciam significativamente na velocidade de desenvolvimento da vegetação e na composição florística ao longo da série sucessional.

Nas porções serranas a vegetação apresenta feições diferenciadas daquela da planície. Sobre solos com características muito diferentes, as comunidades ainda são influenciadas pelas condições altimétricas, as quais definem grandemente as características climáticas locais. Fatores como exposição ao sol, afloramento de rocha e profundidade do lençol freático também são co-determinantes para o estabelecimento da cobertura vegetal. Com relação às condições de desenvolvimento sucessional primário ou secundário e dos tipos de comunidades clímaces (vegetação zonal ou azonal), valem os mesmos princípios como para a

floresta da planície. Alteram-se apenas os fatores causadores de cada situação. Ou seja, enquanto na planície uma sucessão primária pode ter início sobre sedimentos marinhos recém depositados, nas áreas de encosta isto normalmente acontece em terrenos que sofreram deslizamentos de terra ou em áreas de acumulação de material (ex. colúvios na base das encostas).

1.6.5.2 Classificação da vegetação

Este trabalho baseia-se no sistema de classificação da vegetação desenvolvido por VELOSO *et al.* (1991), adaptado às condições brasileiras e adotado pelo IBGE (1992). Segundo os autores, a área de estudo pode ser enquadrada como Vegetação Pioneira sob Influência Marinha e Vegetação Pioneira sob Influência Fluvial, ambas fazendo parte da formação Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. Tal sistema, apesar de amplamente difundido e utilizado no Brasil, apresenta um nível de detalhamento limitado, de modo que em certos casos pode tornar-se necessário lançar mão de sistemas específicos.

1.6.6 Aspectos Históricos

A região da baía de Paranaguá e do município de Guaraqueçaba, à qual pertence a área de estudo, foi objeto de diversas fases de ocupação antrópica. A provavelmente mais remota é testemunhada pela existência de sítios arqueológicos, os sambaquis, que estão distribuídos em grande número por toda a região. Segundo PARELLADA e GOTTARDI NETO (1994), material proveniente das camadas inferiores de alguns sambaquis foram datadas em até 8.000 anos de idade.

Ainda não está totalmente esclarecido se os povos que deram origem aos sambaquis foram desaparecendo naturalmente, permanecendo a região desabitada durante um certo período, ou se os mesmos foram expulsos pelos índios Carijós, do

grupo Tupi-Guarani, que formaram a segunda fase de ocupação antrópica no local (VON BEHR, 1992).

Os índios Carijós, tendo a pesca como uma de suas fontes de sobrevivência, acabaram por influenciar a forma de vida dos habitantes subseqüentes da região, miscigenando-se com os colonizadores europeus e com negros africanos, influenciando assim a base etnológica e cultural dos habitantes locais.

A presença do homem europeu na região de Guaraqueçaba e baía de Paranaguá teve seu início já na primeira década do século XVI, através de portugueses vindos de Cananéia (SP). Estabelecendo-se primeiramente na Ilha da Cotinga, no interior da Baía de Paranaguá, os portugueses apoderaram-se também das terras que a circundavam (MAACK, 1968). No entanto, um dos impulsos de maior relevância para o para o desenvolvimento político e econômico da região foi dado com o estabelecimento de colonos suíços, franceses, alemães e italianos na região da Ilha do Superagüi, a partir de 1852. Em seu apogeu econômico por volta de 1879, a colônia era composta por 150 casas, estabelecidas principalmente na área marginal da Baía dos Pinheiros (SCHERER, 1960; VON BEHR, 1992). Sua base de subsistência era o cultivo agrícola e a exploração madeireira, entre outras atividades. O declínio da então Colônia Superagüi ocorreu por volta da virada para o século XX, motivado principalmente por um período de grande instabilidade política. Atualmente, restam apenas ruínas das instalações originais em meio à mata, tornando-se difícil estabelecer seus limites geográficos.

A breve existência da Colônia Superagüi merece destaque pela influência que seus moradores exerceram sobre os ecossistemas naturais, condicionada principalmente pelas suas práticas extrativistas e hábitos agrícolas (VON BEHR, 1982). Este fato permite afirmar que boa parte das terras baixas e dos terrenos de início de encosta é formada por vegetação secundária, o que também foi constatado por JASTER (1995).

1.6.7 Aspectos Conservacionistas

A região do Lagamar, englobando o sistema estuarino do litoral sul do estado de São Paulo e litoral norte do Paraná, destaca-se pela qualidade e estado de conservação de seus ecossistemas. Este fato, reconhecido tanto a nível estadual como federal, levou à criação de diversas unidades de conservação. Entre os mais importantes destacam-se: A Estação Ecológica de Guaraqueçaba, com 13.600 ha, criada em 1982; a APA – Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, com 315.243 ha; a ARIE – Área de Especial Interesse Ecológico das Ilhas Pinheiro e Pinheirinho, com 109 ha, ambas criadas em 1985, e o Parque Nacional do Superagüi (SPVS, 1992). Esta Unidade de Conservação, criada em 1989, inicialmente contava com uma área de 21.400 ha, englobando a maior parte das ilhas Superagüi e das Peças. Em 1996 teve seus limites ampliados, passando a incluir também a porção continental referente à bacia do Rio dos Patos, além das ilhas Pinheiro e Pinheirinho, bem como uma parte da Baía dos Pinheiros (SENADO FEDERAL, 1996). Com isso a área do Parque Nacional do Superagüi aumentou para 34.254 ha (MATER NATURA, 1998).

Em virtude de mecanismos legais institucionalizados pelos órgãos ambientalistas estaduais e federais, o litoral norte do Paraná tem verificado na última década o surgimento de reservas particulares de proteção ao meio ambiente (RPPN). Na região abrangida pela APA de Guaraqueçaba são elas:

- Reserva Natural Salto Morato (1.108 ha)
- Reserva Natural Sebuí (456 ha)

Outras propriedades com finalidade prioritária de conservação ambiental ou futuramente podendo constituir RPPNs são:

- Reserva Natural Serra do Itaqui (6.690 ha)
- Área Particular Protegida Morro da Mina (2.307 ha)

- Fazenda Jurueri – Serra do Tromomô (1.300 ha)

A importância ecológica da região foi reconhecida também a nível internacional. Em 1991 a UNESCO criou ali a primeira Reserva da Biosfera em território brasileiro, denominada Reserva da Biosfera Vale do Ribeira – Serra da Graciosa (SPVS, 1992).

1.6.8 Descrição do Local de Amostragem

1.6.8.1 Descrição fitofisionômica e fisiográfica do ambiente

A linha da costa próxima à área de estudo apresentava um delineamento SW-NE, com um rumo aproximado de 60° em relação ao norte verdadeiro. A vegetação, predominantemente arbustivo-lenhosa, iniciava logo acima da linha de preamar.

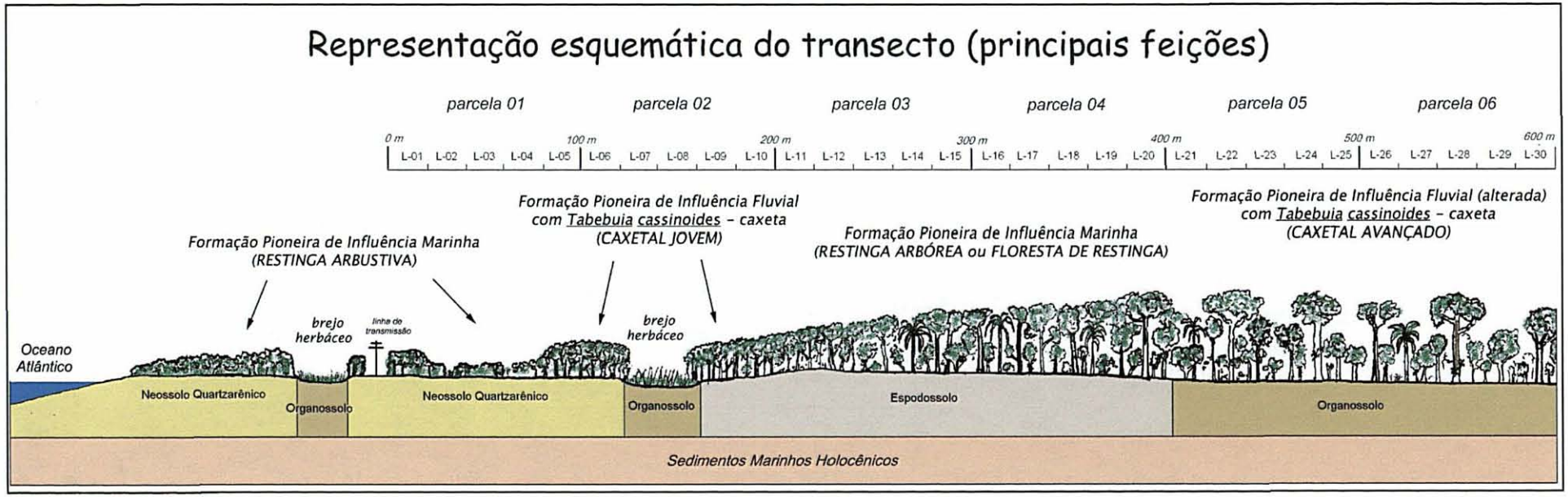
A área de amostragem foi constituída por um transecto de 100 m de largura por 600 m de comprimento, perpendicular à linha da costa, conforme descrito em maiores detalhes no Capítulo 2.1, cujo início foi estabelecido a aproximadamente 120 m da praia. Uma das características mais visíveis da área era a baixa variação das características da vegetação em sentido transversal ao eixo do transecto e sua grande variabilidade ao longo do mesmo.

A primeira porção do perfil era formada por terreno plano, ocupado por vegetação de Restinga Arbustiva densa e baixa, com aspecto esclerofítico, entremeada de manchas abertas dominadas por gramíneas e liquens. A aproximadamente 90 m do início do transecto (ou 220 m do mar), a vegetação assumia caráter hidromórfico em função da presença de um brejo, dominado por vegetação herbácea (Taboal) com *Typha dominguensis*. Em suas bordaduras observava-se vegetação arbórea (Caxetal), onde predominavam *Tabebuia cassinoides* e *Tibouchina trichopoda*.

A aproximadamente 160 m do início do transecto o terreno sofria uma elevação suave, na ordem de aproximadamente 1,0 m, ocasionando mudança dos fatores ambientais, principalmente o regime de drenagem sub-superficial. Observava-se neste ponto uma nítida transição tipológica, especialmente do ponto de vista florístico. O Caxetal, que dominava o ambiente hidromórfico, passou a ceder lugar para a Floresta de Restinga (ou Restinga Arbórea), associada a um substrato melhor drenado. No trecho do transecto ocupado pela Floresta de Restinga a variação estrutural gradativa da vegetação arbórea foi marcante, evidenciada principalmente pelos diâmetros máximos das árvores, pela definição dos estratos verticais e pelo aumento da altura do dossel, conforme elucidado nos Capítulos 5 a 7. Este tipo de vegetação pôde ser observado até o final da parcela 04 (a 400 m do início do transecto) onde o terreno sofria nova depressão, reassumindo o caráter hidromórfico. A partir desse ponto, a vegetação era novamente do tipo Caxetal, mais evoluído que o primeiro, porém com nítidos sinais de exploração antrópica, evidenciado por seu dossel irregular e pouco denso e pela presença de indivíduos de *Tabebuia cassinoides* (caxeta) de múltiplos fustes. A exploração madeireira desta espécie no litoral paranaense é comentada por ZILLER (1992), que cita que o início do ciclo de exploração se deu há aproximadamente 50 anos. Com relação ao local de estudo, diversos moradores da vila Barra do Superagüi citam que esta atividade ocorreu no início da década de 70.

A figura 3 mostra uma representação esquemática da área de estudo, apresentando as principais feições fisiográficas e fitofisionômicas.

FIGURA 3 - PRINCIPAIS FEIÇÕES FISIOGRÁFICAS E FITOFISIONÔMICAS DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: JASTER, 2002

1.6.8.2 Classificação e caracterização morfológica do solo

Apesar da variação contínua de alguns fatores ambientais ao longo do perfil (caracterizando um gradiente ecológico), foi possível reconhecer três classes de solo (segundo nomenclatura adotada em EMBRAPA, 1999):

- **Neossolo Quartzarênico** (Areias Quartzosas): predominando na porção *inicial do transecto, englobando* quase totalmente a parcela 01 (linhas 01 a 04, ou de 0 a 80 m ao longo do transecto);
- **Espodossolo** (Podzóis): verificados na porção central do transecto, em terreno um pouco mais elevado (paleo-duna ou cordão litorâneo). Ocorreu desde a segunda metade da parcela 02 até o final da parcela 04 (linhas 10 a 20, ou de 180 a 400 m)
- **Organossolo** (Solos Orgânicos): verificados em duas porções descontínuas: final da parcela 01 e início da parcela 02 (linhas 05 a 09) e a partir do início da parcela 05 (linhas 21 a 30).

O resultado do levantamento morfológico do solo da área de estudo é apresentado no anexo 1.

2 MATERIAL E MÉTODOS (DESCRIÇÃO GERAL)

O acesso à área de estudo era possível somente por via marítima, partindo-se da vila Barra do Superagüi, localizada a aproximadamente 4,0 km a NE-E da mesma. Para o transporte foi utilizado um barco inflável com fundo rígido, equipado com motor de popa de 25 hp, apropriado para a navegação em áreas não-abrigadas e zonas de arrebentação.

2.1 SISTEMA AMOSTRAL E TOMADA DE DADOS

Este estudo baseou-se em um sistema amostral do tipo parcelas de área fixa. Frente à forte tendência verificada atualmente no Brasil e no mundo de implementação de experimentos de longo prazo para estudos de processos da dinâmica florestal e pela carência de informações e dados dessa natureza, especialmente relacionados ao Bioma Mata Atlântica, optou-se pela instalação de um sistema amostral do tipo permanente. Apesar do monitoramento de longo prazo da floresta não constituir o foco central do presente trabalho, abriu-se assim a possibilidade de implementação de pesquisas futuras, uma vez que a área de estudo faz parte de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (Parque Nacional), cujo propósito, entre outros, é subsidiar a pesquisa científica. Pelo mesmo motivo é de se esperar que a proteção de tal ambiente esteja razoavelmente garantida, condição esta fundamental para experimentos de longo prazo.

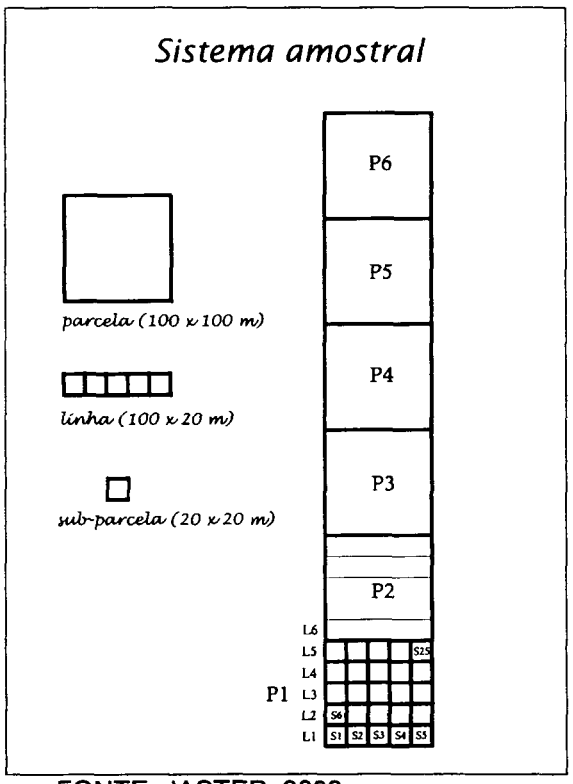
2.1.1 Instalação das Parcelas

O sistema amostral foi formado por uma área retangular, medindo 100 m de largura por 600 m de comprimento (correspondendo a 60.000 m^2 ou 6,0 ha),

formando um transecto cujo eixo longitudinal era disposto em direção perpendicular à linha da praia.

Em função da existência de uma faixa desmatada por onde se estendia uma linha de energia elétrica, o transecto iniciou a aproximadamente 120 m da costa (linha de preamar), na coordenada UTM 22J 0.773.707 / 7.179.089 (vértice esquerdo inferior) e se estendeu por 600 m no rumo de 339 graus em relação ao norte geográfico. A figura 4 mostra uma representação esquemática do sistema amostral utilizado.

FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA AMOSTRAL



FONTE: JASTER, 2002

O sistema amostral foi dividido em diferentes tipos de sub-unidades: seis parcelas de 1,0 ha cada (porém não consideradas para o processamento do presente estudo, servindo apenas como referência) e sub-parcelas de 100 x 20 m (em direção transversal e longitudinal ao transecto, respectivamente). Estas sub-

unidades, denominadas linhas amostrais constituíram as unidades básicas de processamento. Estas, por sua vez, foram divididas em cinco unidades de 20 x 20 m cada, para permitir a análise estatística dos dados.

A área de amostragem como um todo, portanto, foi constituída por um conjunto de 150 sub-parcelas justapostas de 400 m^2 (20 x 20 m) cada, permitindo assim múltiplas formas de abordagem (tabela 1). Formava-se assim um sistema amostral altamente versátil, apto a subsidiar pesquisas futuras de diferentes naturezas.

As parcelas de 1,0 ha foram delimitadas por meio de picadas abertas ao longo de seus limites externos. A navegação em campo foi auxiliada por uma bússola prismática com precisão de visada de até 0,5° e um navegador de satélite do sistema GPS. A marcação dos vértices das parcelas (de 1,0 ha) foi feita com canos de 1,5 m de comprimento, cujo ápice era provido de uma fita adesiva alaranjada, para aumentar sua visibilidade. As sub-unidades de 20 x 20 m foram marcadas com canos de 1,0 m, sem fita adesiva, o que auxiliava a orientação no local.

A tabela 1 fornece as principais informações referentes ao sistema amostral utilizado.

TABELA 1 – QUADRO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA AMOSTRAL UTILIZADO

dimensões das parcelas	100 x 100 m (1,0 ha), divididas em 25 sub-parcelas de 20 x 20 m (400 m^2) cada
número de parcelas e sub-unidades	6 parcelas, 30 linhas, 150 sub-parcelas
área total de amostragem	60.000 m^2 (6,0 ha)
critérios de inclusão	DAP ≥ 10 cm (CAP ≥ 31,4 cm)

FONTE: JASTER, 2002

A tomada de dados foi realizada nas sub-parcelas de 20 x 20 m. As mesmas foram enumeradas de 1 a 25, iniciando-se no vértice esquerdo inferior (vértice SW) e terminando-se no vértice direito superior (vértice NE). A primeira linha amostral (de 100 x 20 m) de cada parcela era composta pelas sub-parcelas 1 a 5, a segunda linha pelas sub-parcelas 6 a 10 e assim por diante.

Para possibilitar a tomada de dados e facilitar a orientação durante os trabalhos de campo, as sub-parcelas eram demarcadas temporariamente com trenas, tanto nos seus limites como também em sua linha transversal central, subdividindo-se cada unidade em duas faixas de 10 x 20 m. As trenas eram recolhidas após o término da tomada de dados na sub-parcela.

2.1.2 Critérios de Inclusão, Marcação dos Indivíduos e Tomada de Dados

Foram incluídos na amostragem os indivíduos que apresentaram um DAP (diâmetro à altura do peito - 1,30 m) mínimo de 10 cm, correspondendo a um CAP (circunferência à altura do peito) de 31,4 cm. Os indivíduos bifurcados foram incluídos na amostragem se pelo menos um dos fustes apresentava um DAP igual ou superior a 10 cm, medindo-se então todos os fustes com DAP igual ou superior a 5 cm (CAP ≥ 15,7 cm). Foram considerados como pertencentes ao mesmo indivíduo os fustes cuja bifurcação se localizava acima do nível do solo, ou se ao nível deste fosse possível constatar uma continuidade lenhosa. As bifurcações localizadas abaixo do solo foram ignoradas, sendo os fustes, portanto, considerados como pertencentes a indivíduos diferentes. Fustes mortos de árvores bifurcadas vivas foram ignorados.

Cada indivíduo foi marcado, tomando-se os dados de CAP, altura, espécie e posição com relação ao vértice inferior esquerdo (SW) da sub-parcela (coordenadas X/Y).

As árvores foram marcadas por meio de plaquetas de alumínio com dimensões aproximadas de 2 x 4 cm, fixadas nos troncos por meio de pregos galvanizados (medida 13x15). Nelas foram gravados o número da sub-parcela e o número da árvore. Para tal, as plaquetas foram colocadas sobre uma base de borracha macia, escrevendo-se os algarismos com uma caneta esferográfica comum, de modo a marcá-la em baixo-relevo. Em cada nova sub-parcela a contagem foi reiniciada.

As plaquetas foram fixadas à altura do peito (1,3 m da base), definindo a altura da medição do CAP. Epífitas e lianas que pudessem vir a interferir na medição foram removidas, medindo-se em seguida o CAP com auxílio de uma fita métrica comum. Na impossibilidade de medir o CAP na altura pré definida, em função de fustes encostados ou existência de ramificações ou bifurcações, esta medida foi tomada acima ou abaixo destas, anotando-se o fato na ficha de campo.

A altura dos indivíduos mais baixos foi medida com auxílio de uma régua dendrométrica telescópica de 5 m, a qual permitia a medição de indivíduos com até 7 m de altura. As árvores mais altas, em geral, tiveram suas alturas estimadas simultaneamente por dois membros da equipe de campo, a fim de reduzir o erro nessa tomada. Regularmente utilizava-se um hipsômetro do tipo Blume-Leiss, a fim de aferir a estimativa, ficando esta prática limitada pela densidade do sub-bosque.

A posição de cada árvore foi registrada similarmente a um sistema cartesiano, cuja origem se encontrava no canto esquerdo inferior de cada sub-parcela (correspondente a seu vértice SW). As coordenadas X e Y eram tomadas com auxílio de trenas que eram esticadas ao longo dos limites da sub-parcela, obtendo uma precisão nominal de 10 cm. Estas coordenadas, consideradas parciais, em função de referirem-se à sub-parcela, foram posteriormente convertidas a coordenadas definitivas, referentes ao vértice inferior esquerdo do sistema amostral integral, variando o valor X de 0 a 100 m e o valor de Y de 0 a 600 m.

2.2 IDENTIFICAÇÃO E COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO

Sempre que possível, a identificação dos indivíduos era efetuada em campo, tomando-se como base critérios florísticos e dendrológicos. Em caso de dúvidas ou mesmo na impossibilidade da identificação das árvores *in situ*, foram coletadas exsicatas dos indivíduos em questão para permitir sua posterior identificação em laboratório. Para tal, procurou-se coletar amostras providas de estruturas reprodutivas (material fértil), na quantidade de no mínimo três ramos. As mesmas foram borrifadas com álcool, prensadas entre folhas de jornal e papelão, devidamente etiquetadas (adotando-se o modelo de etiqueta utilizado no herbário de destino, apresentado no anexo IV) e, assim que possível, colocadas em estufa para secagem. O material assim preparado foi encaminhado ao botânico Prof. Dr. Sandro Menezes Silva e demais especialistas do Depto. de Botânica da Universidade Federal do Paraná, que procederam sua identificação.

A coleta botânica estendeu-se para além do período de coleta de dados, procurando obedecer a um cronograma periódico, a fim de obter material botânico de boa qualidade (fértil de flores e/ou frutos). O material coletado foi colocado à disposição do herbário do Depto. de Botânica da UFPR para ser incorporado à coleção. A listagem do material assim tombado e os respectivos números de tombo encontram-se no anexo 5.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo da área de amostragem foi caracterizado sob ponto de vista morfológico. Com o auxílio de um trado de 1,5 m e uma carta de Munsell para determinação de cores, foram verificados o número, a espessura e a consistência

dos horizontes e/ou camadas no ponto central de cada uma das 150 sub-parcelas. Além disso, mediu-se ainda a profundidade do lençol freático.

2.4 CRITÉRIOS TAXONÔMICOS PARA ESPÉCIES, SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO E DEMAIS NOMENCLATURAS ADOTADAS

A nomenclatura científica para as espécies vegetais foi baseada no sistema de CRONQUIST (1988). Os respectivos nomes foram revisados com base no INDEX KEWENSIS, versão 2,0 de 1997, em CD-Rom.

Na denominação das tipologias vegetacionais tomou-se como referência o sistema de classificação do IBGE (1992), desenvolvido por VELOSO e GOES-FILHO (1982) para o PROJETO RADAMBRASIL. Sua escala limitada ao nível de sub-formação vegetacional (fácies), no entanto, fez necessária a utilização de outros termos para descrever situações locais específicas.

A Formação Pioneira de Influência Marinha é popularmente denominada de "vegetação de Restinga" e apresenta grande variação estrutural com relação ao seu estágio de desenvolvimento. No presente trabalho denominou-se de **Restinga Arbustiva** a Formação Pioneira de Influência Marinha com baixo nível estrutural, caracterizada por formas arbustivas e fisionomia xerofítica e caráter esclerófilo. Quando apresentava um nível estrutural mais avançado, sendo constituída por população predominantemente arbórea, foi denominada de **Restinga Arbórea** ou **Floresta de Restinga**, frente ao fato de ainda não constituir a formação "clímax" (vegetação zonal) para as condições locais.

A Formação Pioneira de Influência Fluvial, quando constituída de vegetação lenhosa arbórea, era dominada por *Tabebuia cassinoides* (caxeta). Popularmente esta tipologia é denominada de **Caxetal**, termo este adotado em diversas ocasiões

neste estudo, subdividindo-se ainda o mesmo quanto ao seu estágio de desenvolvimento em **Caxetal Jovem** e **Caxetal Avançado**.

Na descrição da importância ecológica de táxons (espécies, famílias, etc.) adotou-se o *Importance-Value-Index* ou *Índice de Valor de Importância*, obtido pela soma dos valores relativos de freqüência, densidade e dominância. Alguns autores preferem a denominação simplificada de *Importance-Value* ou *Valor de Importância* ("VI"), como em MÜLLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) e KREEB (1983). A denominação original, abreviada por "IVI", no entanto, por ser mais freqüentemente utilizada, como em LAMPRECHT (1986), ODUM (1988), MARTINS (1991), HAHN-SCHILLING (1994), também foi adotada no presente trabalho.

É interessante lembrar que as variáveis utilizadas para o cálculo do IVI (freqüência, densidade e dominância) são consideradas sob pesos iguais, o que é questionado por diversos pesquisadores. Além disso, evidentemente há na comunidade ainda outros fatores de relevância ecológica, além dos três citados, de modo que o IVI deve ser visto apenas como uma de várias interpretações possíveis. Mesmo assim, a consideração deste índice tem se mostrado útil, podendo auxiliar nas decisões quanto às práticas de manejo florestal.

2.5 ESTRATÉGIA GERAL NO PROCESSAMENTO DOS DADOS E OBTENÇÃO DE RESULTADOS

A primeira etapa do processamento dos dados consistiu na caracterização florística e fitossociológica (índices básicos) da vegetação como um todo (área integral, Capítulo 3).

A análise do padrão espacial (dispersão) considerou o transecto na íntegra, sendo efetuada apenas para os táxons mais importantes segundo o IVI (Capítulo 6).

Em seguida efetuaram-se diversas análises para detecção da heterogeneidade tipológica (diversidade beta) da área de estudo (análise de freqüência, curva espécies-área e análises de agrupamento), para fins de classificação da vegetação e identificação sub-unidades fitofisionômicas (tipologias). Esta etapa ainda considerou os dados provenientes do levantamento morfológico do solo e a interpretação fitofisionômica do ambiente, permitindo assim atribuir cada setor do transecto a uma tipologia específica (Capítulo 5).

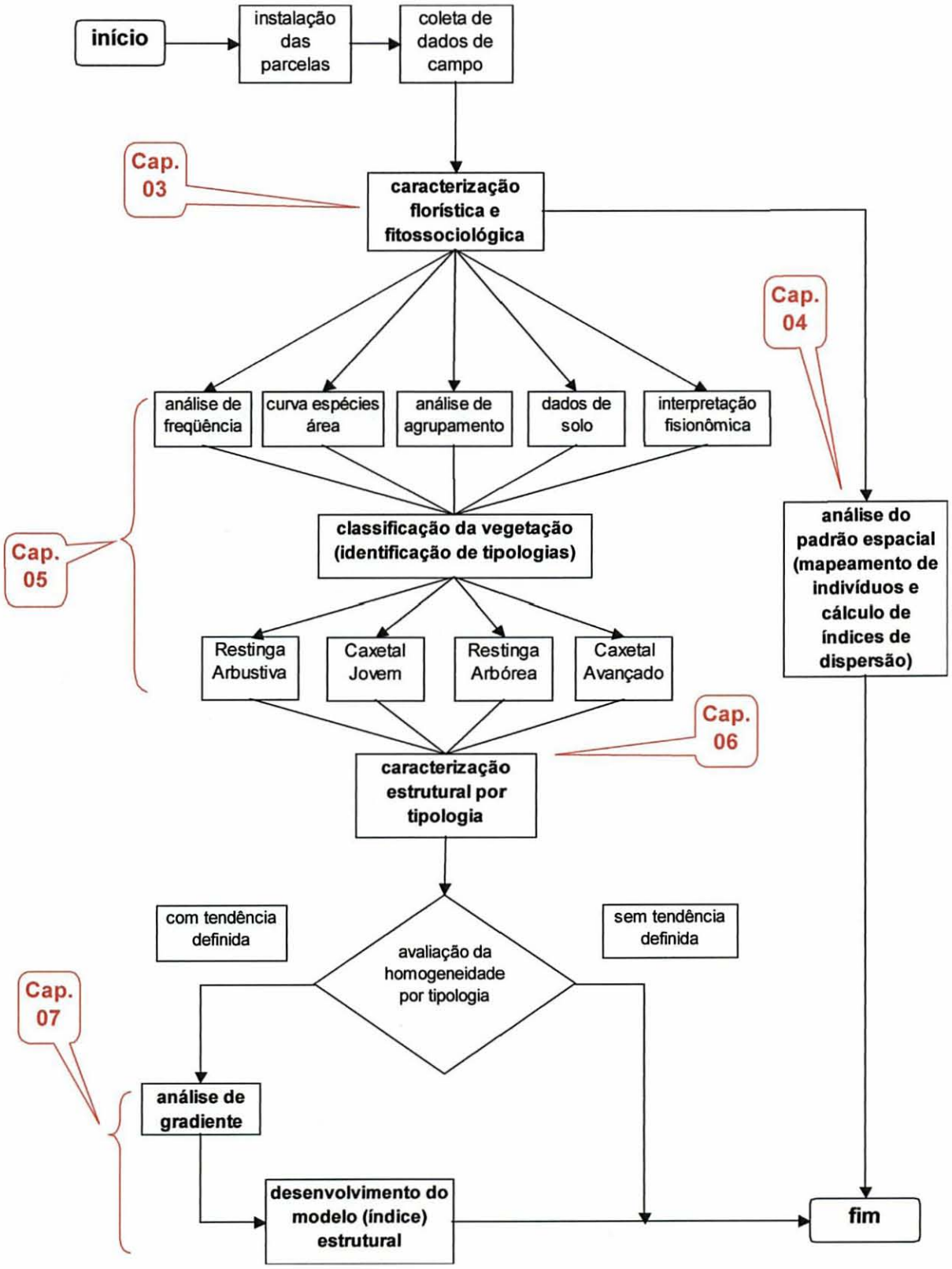
A análise da estrutura foi efetuada por tipologia e/ou para os táxons mais importantes, segundo o IVI (Capítulo 6).

A análise de gradiente (avaliação da variação das características da vegetação ao longo do eixo longitudinal do transecto) considerou, num primeiro momento, o transecto na íntegra, envolvendo todas as tipologias. Diferentes variáveis foram avaliadas, com o objetivo de selecionar a tipologia na qual tais características apresentassem uma tendência definida. Este tipo de comportamento formou uma das bases de argumentação para interpretar o determinado setor do transecto como uma cronoseqüência.

A tipologia que atendesse a essa premissa passaria a ser objeto central para os demais estudos, referentes ao desenvolvimento sucessional da floresta, com especial atenção à sua componente estrutural. Embasaria então o modelo a ser proposto.

A figura 5 mostra o organograma referente às atividades desenvolvidas no presente estudo.

FIGURA 5 - ORGANOGRAMA REFERENTE ÀS ETAPAS DE OBTENÇÃO, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS



FONTE: JASTER, 2002

3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA

3.1 INTRODUÇÃO

A região litorânea paranaense destaca-se pela variabilidade de suas condições fisiográficas, conseqüência direta do forte dinamismo dos fatores geomorfológicos atuantes em tempos pretéritos, especialmente no Período Quaternário. Durante esta fase, que se caracterizou por profundas variações climáticas a nível global, o nível do mar sofreu oscilações, determinando transgressões e regressões marinhas. Cada um destes ciclos interferiu em maior ou menor grau na moldagem do ambiente costeiro (ANGULO, 1992).

Em função da estreita relação que existe entre os meios biótico e abiótico, a vegetação pode ser considerada um excelente indicador das condições ambientais e do estado de conservação dos ecossistemas. A heterogeneidade fisiográfica da região determina uma alta diversidade tipológica da vegetação. Grau de desenvolvimento do solo, condições de drenagem, influência das marés, vento, maresia e o nível de alteração antrópica são alguns dos fatores co-determinantes para a variabilidade dos ambientes. A vegetação espelha de maneira fiel o resultado da ação conjunta destes fatores, sendo típica para o meio que habita.

Para subsidiar a correta caracterização do ecossistema, um dos primeiros passos é o estudo da componente florística e da estrutura fitossociológica da vegetação. Este procedimento fornece as primeiras informações sobre a diversidade do sistema, tanto dentro como entre comunidades.

Os índices fitossociológicos freqüência (porcentagem das unidades amostrais com ocorrência da espécie), densidade (número de indivíduos da espécie por hectare), dominância (área basal da espécie por hectare), índice de valor de importância – IVI (somatório dos valores relativos de freqüência, densidade e

dominância) e índice de valor de cobertura – IVC (somatório dos valores relativos de densidade e dominância) permitem uma análise preliminar da estrutura horizontal dos indivíduos e das relações inter-específicas das espécies presentes na comunidade, abordando critérios quantitativos. Difere, portanto, da análise da composição florística, que é qualitativa.

O objetivo deste capítulo é a descrição florística e fitossociológica da vegetação através da listagem das espécies arbóreas detectadas e dos índices fitossociológicos básicos por espécie e por família.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Processamento dos Dados

Os dados coletados em campo foram processados por meio de computador do tipo PC, utilizando-se planilha eletrônica para sua tabulação. O cálculo dos índices fitossociológicos básicos foi executado com auxílio do módulo FLOREXEL para Excel/Windows (ARCE *et al.*, 2000).

Os índices fitossociológicos foram calculados ao nível de fuste, com base em unidades amostrais de 100 x 20 m (2.000 m^2), correspondendo às faixas transversais ao transecto, aqui denominadas de linhas amostrais, conforme representado na figura 4. Conforme descrito anteriormente, cada uma das 30 linhas era formada por cinco sub-parcelas lado-a-lado. Indivíduos mortos não foram incluídos no cálculo dos parâmetros. As demais formas de cálculo (ao nível de linha com inclusão das árvores mortas e ao nível de sub-parcela (20 x 20 m), com e sem inclusão das mortas foram efetuadas para fins de comparação, sendo seus resultados apresentados no anexo 2).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Composição Florística

Foram encontradas 64 espécies arbóreas, pertencentes a 26 famílias e 46 gêneros, conforme listagem a seguir.

Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.
Annonaceae	*Annona glabra* L.
	Guatteria australis St. Hil.
	Xylopia brasiliensis Spreng.
	Xylopia langsdorffiana St. Hil e Tulasne
Aquifoliaceae	*Ilex dumosa* Reissek
	Ilex pseudobuxus Reissek
	Ilex theezans Mart.
Araliaceae	*Schefflera angustissima* Merril
Arecaceae	*Euterpe edulis* Mart.
	Syagrus romanzoffianum (Cham.) Glassm.
Bignoniaceae	*Jacaranda puberula* Cham.
	Tabebuia cassinoides (Lam.) DC.
	Tabebuia cf *umbellata* (Sond.) Sandwith
Cecropiaceae	*Cecropia pachystachya* Trec.
	Coussapoa microcarpa (Schott.) Rizzini
Chloranthaceae	*Hedyosmum brasiliense* Mart. Ex Miq.
Clusiaceae	*Calophyllum brasiliense* Camb.
	Clusia criuva Camb.

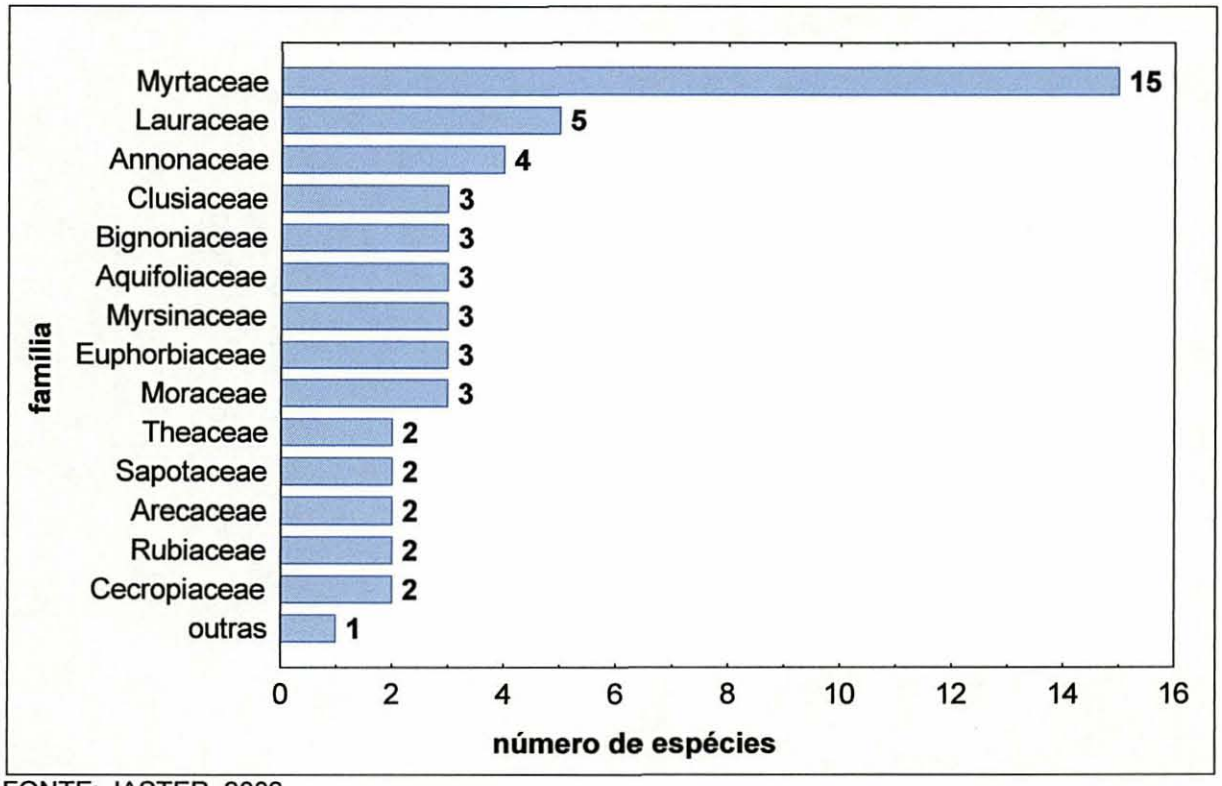
	Garcinia gardneriana (Planch. e Triana) D. C. Zappi
Elaeocarpaceae	*Sloanea lasiocoma* K.Schum.
Erythroxylaceae	*Erythroxylum amplifolium* (Mart.) O. E. Schulz
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. *Hyeronima alchorneoides* Fr. All. *Pera glabrata* (Schott.) Baill.
Fabaceae	*Andira fraxinifolia* Benth.
Lauraceae	*Aiouea saligna* Meissn. *Nectandra oppositifolia* Nees e Mart. Ex Nees *Ocotea pulchella* (Nees) Mez *Ocotea pulchra* Vattimo *Ocotea* sp
Malpighiaceae	*Byrsonima ligustrifolia* Adr. Juss.
Melastomataceae	*Tibouchina trichopoda* Baill.
Mimosaceae	*Albizia* sp
Moraceae	*Ficus gomelleira* Kunth et Bouché *Ficus organensis* (Miq.) Miq. *Ficus pulchella* Schott. Ex Spreng.
Myrsinaceae	*Myrsine intermedia* A. DC. *Myrsine parvifolia* A. DC. *Myrsine venosa* A. DC.
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg *Calyptranthes rubella* (Berg.) Legr. *Siphoneugena guylfoyleiana* C. E. Proença *Eugenia sulcata* Spring

	Eugenia umbelliflora Berg
	Gomidesia palustris (DC.) Legr.
	Gomidesia schaueriana Berg
	Myrcia acuminatissima Berg
	Myrcia bicarinata (Berg) Legr.
	Myrcia dichrophylla CD. Legr.
	Myrcia grandiflora Niedenzu.
	Myrcia insularis Gardn.
	Myrcia multiflora (Lam.) DC.
	Myrtaceae 5-21-20
	Psidium cattleianum Sabine
Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz
Oleaceae	*Linociera mandiocana* Echl.
Rubiaceae	*Amaioua guianensis* Aubl.
	Posoqueria latifolia (Rudge) R. e S.
Sapindaceae	*Matayba guianensis* Aubl.
Sapotaceae	*Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard
	Pouteria beaurepairei (Glaz. e Raunk.) Baehni
Theaceae	*Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng
	Ternstroemia brasiliensis Camb.

Observa-se a predominância da família Myrtaceae que, com 15 espécies, mostrou presença marcante na vegetação estudada. Além disso, tiveram expressão ainda as famílias Lauraceae (5 espécies) e Annonaceae (4 espécies). Aquifoliaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Moraceae e Myrsinaceae e Bignoniaceae foram representadas com 3 espécies cada uma. Cinco famílias foram representadas por duas espécies e 12 famílias por apenas uma espécie.

A proporção do número de espécies por família botânica está representada na figura 6.

FIGURA 6 – PROPORÇÃO DO NÚMERO DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA BOTÂNICA. NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES DETECTADAS: 64; NÚMERO DE FAMÍLIAS: 26. TOTAL DE FAMÍLIAS COM APENAS UMA ESPÉCIE: 12



FONTE: JASTER, 2002

Em trabalho anterior realizado na Ilha do Superagüi, a aproximadamente 12 km rumo NE da área de estudo, JASTER (1995) encontrou 56 espécies arbóreas com DAP ≥ 10 cm em tipologia similar (vegetação de Restinga *lato sensu*, incluindo as Formações Pioneiras de Influência Marinha e Fluvial), sobre área de amostragem de 10.500 m^2 (1,05 ha) em terreno holocênico. SILVA (1990), considerando um CAP (circunferência à altura do peito – 1,30 m) mínimo de 5,0 cm, aponta 53 espécies em 5.600 m^2 (0,56 ha) em um trecho de Floresta de Restinga da Ilha do Mel, localizada a aproximadamente 5 km a sudoeste da área de estudo. O mesmo autor (SILVA, 1998), em estudo muito abrangente sobre a vegetação da Ilha do Mel, apontou 43,

36, 59 e 78 espécies arbóreas para quatro diferentes comunidades florestais do ambiente de Restinga, adotando como critério mínimo de inclusão um CAP de 15 cm.

Apesar das condições diferenciadas de levantamento, principalmente com relação à área de amostragem e ao limite mínimo de inclusão, pode-se afirmar que a riqueza florística da área de estudo não se diferencia nitidamente daquela detectada nos trabalhos acima citados.

3.3.2 Índices Fitossociológicos Básicos

A tabela 2 apresenta o resultado do cálculo dos índices fitossociológicos básicos por espécie, realizado ao nível de linha amostral (100 x 20 m) sem inclusão de indivíduos mortos.

É necessário observar que os valores das freqüências absolutas e relativas, bem como do IVI são dependentes do tamanho da unidade amostral, portanto verificam-se pequenas diferenças ao se efetuar a análise fitossociológica ao nível de linha (30 linhas de 100x20 m) e ao nível de sub-parcelas (150 sub-parcelas de 20x20 m). Da mesma maneira a inclusão dos indivíduos mortos, sob forma de um táxon independente, altera os valores relativos das demais espécies consideradas.

No anexo 2 são fornecidos os resultados das análises efetuadas com base em outros critérios (ao nível de linha, com inclusão de indivíduos mortos e ao nível de sub-parcela, com e sem inclusão de árvores mortas), permitindo uma avaliação comparativa das diferentes formas de cálculo.

TABELA 2– PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS POR ESPÉCIE, AO NÍVEL DE LINHA (100X20M), SEM A INCLUSÃO DE INDIVÍDUOS MORTOS. N: NÚMERO DE INDIVÍDUOS; FA: FREQÜÊNCIA ABSOLUTA; DA: DENSIDADE ABSOLUTA (IND./HA); DOA: DOMINÂNCIA ABSOLUTA (M^2/HA); FR, DR E DOR: RESPECTIVOS VALORES RELATIVOS; IVI: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (FR+DR+DOR); IVC: ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA (DR+DOR). SEQÜÊNCIA DE ORDENAÇÃO DECRESCENTE COM BASE NO IVI

Espécie	N_{tot}	FA	DA	DoA	FR	DR	DoR	I V I	I V C	H_{med}
Calophyllum brasiliense	477	93.33	79.50	6.2043	5.57	12.55	36.12	54.24	48.67	12.40
Tabebuia cassinoides	860	53.33	143.33	2.3061	3.18	22.63	13.42	39.24	36.06	9.49
Clusia criuva	295	73.33	49.17	1.2090	4.37	7.76	7.04	19.18	14.80	9.53
Ocotea pulchella	263	60.00	43.83	1.4687	3.58	6.92	8.55	19.05	15.47	12.25
Tapirira guianensis	176	70.00	29.33	1.0279	4.17	4.63	5.98	14.79	10.62	12.10
Psidium cattleianum	207	73.33	34.50	0.4838	4.37	5.45	2.82	12.64	8.26	9.39
Myrcia multiflora	180	56.67	30.00	0.6189	3.38	4.74	3.60	11.72	8.34	8.81
Ilex theezans	125	70.00	20.83	0.5887	4.17	3.29	3.43	10.89	6.72	10.69
Ternstroemia brasiliensis	129	73.33	21.50	0.2961	4.37	3.39	1.72	9.49	5.12	8.63
Ilex pseudobuxus	139	56.67	23.17	0.3522	3.38	3.66	2.05	9.09	5.71	10.54
Pouteria beaurepairei	79	56.67	13.17	0.2981	3.38	2.08	1.74	7.19	3.81	10.46
Andira fraxinifolia	101	43.33	16.83	0.2446	2.58	2.66	1.42	6.67	4.08	8.76
Byrsonima ligustrifolia	105	46.67	17.50	0.1787	2.78	2.76	1.04	6.59	3.80	6.66
Pera glabrata	68	43.33	11.33	0.2578	2.58	1.79	1.50	5.88	3.29	12.00
Myrsine intermedia	82	40.00	13.67	0.1780	2.39	2.16	1.04	5.58	3.19	9.52
Syagrus romanzoffianum	44	56.67	7.33	0.1566	3.38	1.16	0.91	5.45	2.07	10.44
Calyptranthes rubella	42	53.33	7.00	0.1053	3.18	1.11	0.61	4.90	1.72	10.19
Tibouchina trichopoda	52	30.00	8.67	0.0879	1.79	1.37	0.51	3.67	1.88	5.82
Posoqueria latifolia	21	46.67	3.50	0.0381	2.78	0.55	0.22	3.56	0.77	9.70
Schefflera angustissima	41	26.67	6.83	0.1487	1.59	1.08	0.87	3.54	1.94	11.14
Eugenia sulcata	26	33.33	4.33	0.0625	1.99	0.68	0.36	3.04	1.05	9.43
Gomidesia schaueriana	24	26.67	4.00	0.1222	1.59	0.63	0.71	2.93	1.34	12.05
Ilex dumosa	24	33.33	4.00	0.0468	1.99	0.63	0.27	2.89	0.90	9.05
Myrsine venosa	22	30.00	3.67	0.0415	1.79	0.58	0.24	2.61	0.82	10.34
Alchornea triplinervia	17	30.00	2.83	0.0580	1.79	0.45	0.34	2.57	0.78	11.18
Ocotea sp	17	30.00	2.83	0.0440	1.79	0.45	0.26	2.49	0.70	10.54
Hedyosmum brasiliense	16	30.00	2.67	0.0260	1.79	0.42	0.15	2.36	0.57	6.51
Albizia sp	10	26.67	1.67	0.0484	1.59	0.26	0.28	2.14	0.54	9.71
Jacaranda puberula	20	20.00	3.33	0.0599	1.19	0.53	0.35	2.07	0.88	9.93
Gordonia fruticosa	13	16.67	2.17	0.0738	0.99	0.34	0.43	1.77	0.77	11.46
Amaioua guianensis	21	13.33	3.50	0.0501	0.80	0.55	0.29	1.64	0.84	7.26
Garcinia gardneriana	9	20.00	1.50	0.0149	1.19	0.24	0.09	1.52	0.32	8.06
Sloanea lasiocoma	6	16.67	1.00	0.0401	0.99	0.16	0.23	1.39	0.39	13.50
Myrtaceae 5-21-20	7	16.67	1.17	0.0188	0.99	0.18	0.11	1.29	0.29	8.67
Hyeronima alchorneoides	5	13.33	0.83	0.0168	0.80	0.13	0.10	1.02	0.23	9.02
Myrcia acuminatissima	5	13.33	0.83	0.0089	0.80	0.13	0.05	0.98	0.18	9.34
Eugenia umbelliflora	4	13.33	0.67	0.0081	0.80	0.11	0.05	0.95	0.15	9.50
Myrcia insularis	6	10.00	1.00	0.0106	0.60	0.16	0.06	0.82	0.22	8.45
Gomidesia palustris	5	10.00	0.83	0.0115	0.60	0.13	0.07	0.79	0.20	7.68
Siphoneugena guylfoyleiana	4	10.00	0.67	0.0102	0.60	0.11	0.06	0.76	0.16	9.30
Erythroxylum amplifolium	4	10.00	0.67	0.0063	0.60	0.11	0.04	0.74	0.14	7.98
Myrcia grandiflora	4	10.00	0.67	0.0072	0.60	0.11	0.04	0.74	0.15	8.20
Myrcia dichrophylla	3	10.00	0.50	0.0061	0.60	0.08	0.04	0.71	0.11	9.83
Aiouea saligna	4	6.67	0.67	0.0189	0.40	0.11	0.11	0.61	0.22	13.13
Manilkara subsericea	2	6.67	0.33	0.0183	0.40	0.05	0.11	0.56	0.16	13.25
Annona glabra	4	6.67	0.67	0.0047	0.40	0.11	0.03	0.53	0.13	5.85
Myrsine parvifolia	3	6.67	0.50	0.0057	0.40	0.08	0.03	0.51	0.11	6.40
Guatteria australis	3	6.67	0.50	0.0042	0.40	0.08	0.02	0.50	0.10	10.33
Nectandra oppositifolia	3	6.67	0.50	0.0039	0.40	0.08	0.02	0.50	0.10	9.17
Blepharocalyx salicifolius	2	6.67	0.33	0.0034	0.40	0.05	0.02	0.47	0.07	8.15
Euterpe edulis	2	6.67	0.33	0.0028	0.40	0.05	0.02	0.47	0.07	8.50
Ficus pulchella	2	6.67	0.33	0.0031	0.40	0.05	0.02	0.47	0.07	9.50
Matayba guianensis	2	6.67	0.33	0.0033	0.40	0.05	0.02	0.47	0.07	10.25
Myrcia bicarinata	2	6.67	0.33	0.0030	0.40	0.05	0.02	0.47	0.07	9.75
Tabebuia cf umbellata	2	6.67	0.33	0.0040	0.40	0.05	0.02	0.47	0.08	11.50
Xylopia brasiliensis	2	3.33	0.33	0.0135	0.20	0.05	0.08	0.33	0.13	13.00
Ficus gomelleira	1	3.33	0.17	0.0144	0.20	0.03	0.08	0.31	0.11	10.50
Ocotea pulchra	1	3.33	0.17	0.0139	0.20	0.03	0.08	0.31	0.11	14.50
Coussapoa microcarpa	2	3.33	0.33	0.0030	0.20	0.05	0.02	0.27	0.07	9.00
Ficus organensis	1	3.33	0.17	0.0072	0.20	0.03	0.04	0.27	0.07	11.50
Cecropia pachystachya	1	3.33	0.17	0.0019	0.20	0.03	0.01	0.24	0.04	11.50
Guapira opposita	1	3.33	0.17	0.0026	0.20	0.03	0.02	0.24	0.04	9.50
Linociera mandiocana	1	3.33	0.17	0.0018	0.20	0.03	0.01	0.24	0.04	12.50
Xylopia langsdorffiana	1	3.33	0.17	0.0016	0.20	0.03	0.01	0.23	0.04	6.80
TOTAL	3800		633.33	17.1777	100.00	100.00	100.00	300.00	200.00	9.84

FONTE: JASTER, 2002

Adotando-se os critérios freqüência, densidade e dominância com pesos iguais, como indicadores da importância ecológica de um táxon na comunidade, o IVI fornece uma noção preliminar das espécies mais expressivas da fitocenose. Como pode ser observado na tabela acima, *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Tabebuia cassinoides* (caxeta), *Clusia criuva* (mangue-do-mato), *Ocotea pulchella* (canela-lageana) e *Tapirira guianensis* (cupiúva) são as cinco espécies mais expressivas na área estudada, somando juntos quase metade do valor total do IVI (146,5 de 300, ou 48,8 %). Sua participação, no entanto, pode ser explicada de diferentes maneiras: *Calophyllum brasiliense* apresenta os maiores indivíduos na área, sendo também abundante, resultando em alto valor de dominância relativa (36,12 %). Já *Tabebuia cassinoides* ocorre maciçamente nos ambientes hidromórficos, resultando em alto valor de densidade relativa (22,63 %). As demais espécies apontadas apresentam valores mais equilibrados de freqüências, densidades e dominâncias relativas.

Calophyllum brasiliense e *Tabebuia cassinoides* constituem espécies formadoras da fitofisionomia da planície litorânea do Paraná, figurando entre as espécies mais destacadas do ambiente de Restinga, especialmente nos locais sujeitos à inundação e/ou hidromórficos, como pode ser constatado nos trabalhos de SILVA (1990 e 1998), ZILLER (1992), JASTER (1995) e ESTADO DO PR/PNMA/NAATEC (1996). Sua dominância em relação às outras espécies presentes na comunidade é responsável pelo valor relativamente baixo da equabilidade (ou equitabilidade) de 68,6 %.

A tabela 3 apresenta as principais informações fitossociológicas por família botânica, com os cálculos realizados ao nível de linha amostral (100 x 20 m), sem inclusão de indivíduos mortos.

TABELA 3 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS DAS FAMÍLIAS BOTÂNICAS, CONSIDERANDO UNIDADES AMOSTRAIS DE 100X20M (LINHAS), SEM INDIVÍDUOS MORTOS. N: NÚMERO DE INDIVÍDUOS; S: NÚMERO DE ESPÉCIES; IVI: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (FR+DR+DOR); SEQÜÊNCIA DE ORDENAÇÃO DECRESCENTE POR IVI

Espécie	N_{tot}	**S**	**I V I**
Clusiaceae	781	3	72,66
Bignoniaceae	882	3	44,04
Myrtaceae	521	15	29,06
Lauraceae	288	5	22,72
Aquifoliaceae	288	3	20,06
Anacardiaceae	176	1	17,04
Theaceae	142	2	12,62
Myrsinaceae	107	3	10,24
Sapotaceae	81	2	9,48
Euphorbiaceae	90	3	9,20
Malpighiaceae	105	1	8,08
Fabaceae	101	1	8,06
Arecaceae	46	2	7,34
Rubiaceae	42	2	6,21
Melastomataceae	52	1	4,63
Araliaceae	41	1	4,39
Chloranthaceae	16	1	3,32
Mimosaceae	10	1	2,99
Elaeocarpaceae	6	1	1,92
Annonaceae	10	4	1,63
Moraceae	4	3	1,17
Erythroxylaceae	4	1	1,06
Cecropiaceae	3	2	0,72
Sapindaceae	2	1	0,68
Nyctaginaceae	1	1	0,35
Oleaceae	1	1	0,34
TOTAL	3800	64	300,00

FONTE: JASTER, 2002

A tabela acima aponta a família Clusiaceae como a mais importante na comunidade em termos de IVI. Isto em função de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), o qual também foi o mais expressivo ao nível de espécie, e a forte participação de *Clusia criuva* (mangue-do-mato). Ambos são os principais responsáveis pelo elevado IVI de 72,66.

A família Bignoniaceae, com IVI de 44,04, ocupa o segundo lugar, tendo como principal suporte os 860 indivíduos de *Tabebuia cassinoides* (caxeta). As demais espécies desta família, *Jacaranda puberula* (caroba) e *Tabebuia* sp (somando juntas 22 indivíduos) apresentam pequena contribuição.

A terceira família mais importante é Myrtaceae, com IVI de 29,06, o que se deve principalmente ao elevado número de espécies presentes na comunidade (15), gerando altos valores de freqüência. O porte relativamente baixo de seus indivíduos é parcialmente compensado pelos valores de freqüência e densidade, atribuindo a esta família uma posição de destaque na vegetação de Restinga. O número de espécies propriamente dito, critério de indiscutível "importância ecológica", no entanto, não é computado no cálculo do IVI por família, o que certamente representa uma limitação do uso deste índice para este nível taxonômico.

Lauraceae e Aquifoliaceae estão ambas representadas por 288 indivíduos e apesar dos maiores valores de freqüência da última, as Lauraceae atingem um IVI maior em função dos valores de dominância, resultantes do maior porte de seus indivíduos.

Essas relações de importância para famílias botânicas podem ser consideradas normais para este tipo de vegetação. Na Ilha do Superagüi JASTER (1995), analisando separadamente o Caxetal e a vegetação de Restinga, apontou para a primeira as mesmas famílias como as cinco mais importantes, enquanto na última apenas a família Anacardiaceae entra no grupo no lugar de Bignoniaceae

4 ANÁLISE DO PADRÃO ESPACIAL

4.1 INTRODUÇÃO

Os membros de uma fitocenose podem ocupar o espaço horizontal de diversas maneiras, o que pode ser determinado pelas relações entre os meios biótico e abiótico, bem como por relações inter e intraespecíficas. A forma de arranjo dos indivíduos das populações sobre o terreno determina a estrutura horizontal da vegetação e, com isso, sua sinmorfologia (DIERSCHKE, 1994). Trata-se de uma importante característica da comunidade vegetacional e seu estudo pode auxiliar na detecção de fatores causais, levando a uma melhor compreensão do funcionamento do ecossistema como um todo. GREIG-SMITH (1979) aponta herbivoria, inter-relações entre plantas, padrões de propagação, fogo e outros distúrbios como exemplos de fatores que podem determinar o arranjo espacial horizontal de plantas sobre o terreno, tanto ao nível de populações como de comunidades. Com relação à forma de ocupação do espaço horizontal, RICKLEFFS (1996) reconhece três conceitos:

- *Distribuição*: descreve a abrangência geográfica e ecológica de uma população, a qual é determinada primordialmente pela presença ou ausência de hábitat adequado.
- *Densidade*: é definida pelo número de indivíduos por unidade de área.
- *Dispersão*: caracteriza o espaçamento dos indivíduos entre si.

A dispersão permite detectar condições intra e interespecíficas de competição e coexistência na comunidade vegetal (DIERSSEN, 1990). Existem basicamente três formas de dispersão: agrupada ou agregada, aleatória ou randômica e uniforme ou homogênea (LUDWIG e REYNOLDS, 1988; RICKLEFFS, 1996). Dentro do padrão agregado, ODUM (1988) diferencia ainda a maneira de

como os próprios grupos ocupam o terreno, citando ainda as formas agregado aleatório, agregado uniforme e agregado agregado.

O enfoque dado por ODUM (1988) está relacionado com a diferença de escalas consideradas no estudo dos padrões de dispersão dos indivíduos. LUDWIG e REYNOLDS (1988) também salientam a importância da escala adotada nas análises, mas apontam que a SPA - *Spatial Pattern Analysis* ou *Análise do Padrão Espacial* normalmente está restrita aos padrões de arranjo horizontal de pequena escala. Segundo estes autores, podem ocorrer diversos graus de agregação das espécies dentro da comunidade, que podem ser detectados ou não, conforme a escala adotada nas análises.

As técnicas de detecção da dispersão de indivíduos, segundo LUDWIG e REYNOLDS (1988), fundamentalmente diferenciam-se conforme a natureza das unidades amostrais. PIELOU (1977, 1979 cit. por LUDWIG e REYNOLDS, 1988) reconhece unidades amostrais naturais (como troncos caídos, folhas de árvores, frutas, etc.) fisicamente delimitadas e, por isso, de natureza discreta, bem como unidades amostrais arbitrárias, como parcelas delimitadas em meio a uma floresta, tendo, portanto, caráter contínuo. Muitos dos métodos de SPA orientam-se de acordo com esta premissa.

O objetivo do presente capítulo é a caracterização da estrutura horizontal da vegetação aplicando diversos métodos para demonstrar a distribuição espacial e a dispersão das espécies, e apresentar uma análise comparativa entre os mesmos.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Processamento dos Dados

Com base nas coordenadas X/Y, medidas para cada indivíduo arbóreo, foram construídos os diagramas de distribuição espacial dos indivíduos sobre a área de amostragem, tanto de todas as árvores como também separadamente por espécie e indivíduos mortos. Estes diagramas permitem uma visualização gráfica preliminar do arranjo horizontal dos indivíduos sobre o terreno, detectando preferências associativas e com relação a um determinado tipo de ambiente.

Para a avaliação de padrões de dispersão dos indivíduos por espécie, foram adotados os métodos de variação quadrática (*quadrat-variance methods*) TTLQV (*two-term local quadrat variance*), de HILL (1973 cit. por LUDWIG e REYNOLDS, 1988) e PQV (*paired-quadrat variance method*), apresentados por LUDWIG e REYNOLDS (1988). Foram consideradas para tal as sub-parcelas da faixa central do transecto, correspondentes aos valores de 40 a 60 m na abscissa (ou no eixo transversal do transecto), somando 30 sub-parcelas contíguas de 20 x 20 m. Neste sub-transecto foram considerados, para cada análise, apenas os trechos (contínuos) em cujas proximidades se constatava a presença da espécie em questão, ou seja, dentro do ambiente de ocorrência da mesma. Como exemplo cita-se *Pera glabrata*, que ocorreu predominantemente na Floresta de Restinga. A análise da dispersão desta espécie considerou apenas as sub-parcelas centrais das linhas 9 a 23 (de 180 a 460 m). Na sub-parcela central das linhas 09 e 10 não foram constatados indivíduos da mesma (vide tabela 4), mesmo assim estas foram incluídas na análise por se tratar do ambiente de ocorrência da espécie em questão. Não foi considerada a área referente ao Caxetal Jovem, devido sua pequena extensão, impossibilitando a aplicação dos métodos aqui utilizados.

Além dos métodos de variação quadrática, foram ainda adotados os métodos distância (*distance methods*) (LUDWIG e REYNOLDS, 1988), que se

baseiam nas relações de distâncias existentes entre indivíduos do táxon analisado ou com relação a um ponto sistematicamente definido.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo apresentou diferentes setores, conforme suas características fitofisionômicas e fisiográficas, a saber:

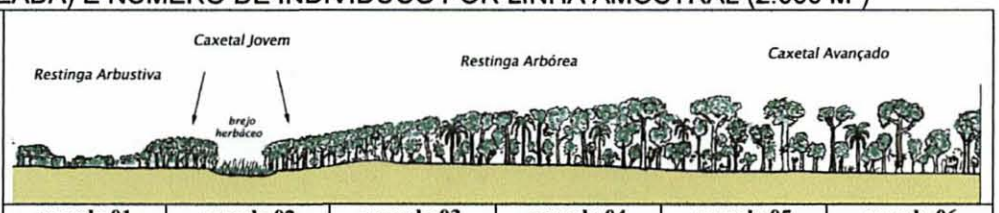
- **linhas 01 a 04**: Formação Pioneira de Influência Marinha (Restinga Arbustiva), intercalada por manchas de poáceas. Solo do tipo Neossolo Quartzarênico;
- **linhas 05 a 09**: Formação Pioneira de Influência Fluvial (Caxetal, estágio precoce) intercalado por brejo herbáceo. Neossolo Quartzarênico e Organossolo;
- **linhas 10 a 20**: Formação Pioneira de Influência Marinha (Restinga Arbórea em estágio sucessional mais avançado), sobre Espodossolo em diferentes níveis de evolução;
- **linhas 21 a 30**: Formação Pioneira de Influência Fluvial (Caxetal, estágio mais avançado) explorado, sobre Organossolo.

Esta subdivisão tipológica será abordada em detalhes e embasada tecnicamente mais adiante (Capítulo 5).

4.3.1 Presença das Espécies

A análise qualitativa da presença das espécies pode confirmar informações referentes às condições ecológicas da área de estudo, detectando preferências das espécies por um determinado tipo de ambiente e apontando espécies diferenciais.

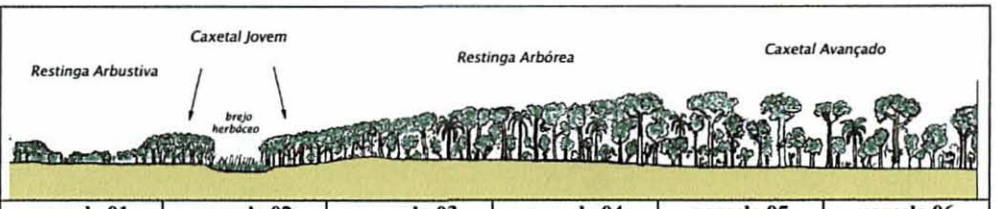
FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES SEGUNDO SUAS PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PREFERENCIAIS E/OU EXCLUSIVAS DA RESTINGA ARBÓREA. OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2)



	parcela 01				parcela 02					parcela 03						parcela 04					parcela 05					parcela 06				
tipologia	Restinga				Caxetal Jovem					Restinga Arbórea (Floresta de Restinga)											Caxetal Avançado									
espécies / linhas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Guapira opposita											1																			
Erythroxylum amplifolium									1			1		2																
Pera glabrata										3	8	7	8	3	3	3	9	7	1	7	3	6								
Andira fraxinifolia											1	9	1	1	1	1	1	2	2	4	1	1		1						
Hedyosmum brasiliense									1	1			5	2	1			3	1	1		1								
Myrsine venosa										1	3	4	3	3	3	3	1						1							
Jacaranda puberula											1	2	8			3	5	1												
Schefflera angustissima											1		1	1	3	3	9	2	3											
Albizia sp					2						1	1	2	1	1			1		1										
Myrcia acuminatissima																1	2	1	1											
Guatteria australis											1						2													
Amaioua guianensis																7	1	3		2										
Hyeronima alchorneoides																	1	1	1	2										
Garcinia gardneriana																	1	3	1	2	1	1								
Ocotea pulchra																	1													
Xylopia brasiliensis																	2													
Aiouea saligna																	3	1												
Xylopia langsdorffiana																	1													
Ficus organensis																	1													
Eugenia umbelliflora															1				1	1			1							
Myrcia insularis																3			1				2							
Myrcia dichrophylla																		1	1	1										
Linociera mandiocana																				1										

FONTE: JASTER, 2002

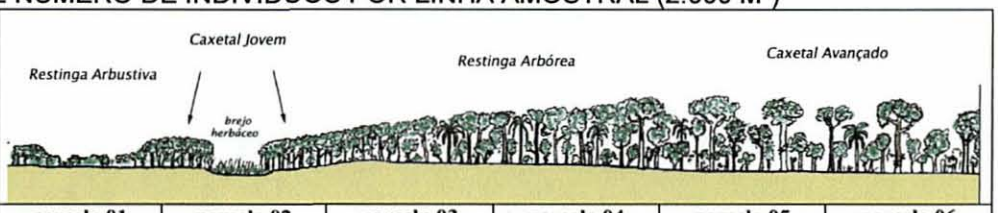
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES SEGUNDO SUAS PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PREFERENCIAIS E/OU EXCLUSIVAS DO CAXETAL (JOVEM E AVANÇADO). OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2)



	parcela 01				parcela 02					parcela 03						parcela 04					parcela 05					parcela 06				
tipologia	Restinga				Caxetal Jovem					Restinga Arbórea (Floresta de Restinga)											Caxetal Avançado									
espécies / linhas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Annona elabra					3	1																								
Cecropia pachystachya									1																					
Blepharocalyx salicifolius									1															1						
Tibouchina trichopoda						7	1	1	8				3								1		1	1		1				
Tabebuia cassinoides					6	9	3	8	#	2											9	1	6	7	7	6	5	3	2	33
Myrsine parvifolia								2	1																					
Siphoneugena guifoyl.										2													1		1					
Ilex dumosa												1	1		1	1					2	3	7	5	2	1				
Ocotea sp																		1	1	1		3	3	3		3	1	1		
Myrtaceae 5-21-20									1										1				1		1	3				
Manilkara subsericea																					1	1								
Sloanea lasiocoma																			1			1	1	2			1			
Myrsine intermedia										1			1								6	7	1	1	1	6	7	3	5	4
Myrcia multiflora									2	1		3			1	1		1	2		2	3	5	1	1	2	1	2	2	18
Byrsonima ligustrifolia										4		5	1					3			4	3	1	5	7	9	1	1	1	17

FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 9 - ESPÉCIES INDIFERENTES QUANTO AO TIPO DE AMBIENTE: OCORRÊNCIA (ÁREA HACHUREADA) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR LINHA AMOSTRAL (2.000 M^2)



	parcela 01				parcela 02					parcela 03						parcela 04					parcela 05					parcela 06				
tipologia	Restinga				Caxetal Jovem					Restinga Arbórea (Floresta de Restinga)											Caxetal Avançado									
espécies / linhas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Calophyllum brasiliense	2	6	2	2	1	2			7	6	1	2	1	1	9	1	1	2	3	1	8	2	1	1	1	1	1	9	1	14
Ternstroemia brasiliensis	3	1			4					3	26	11	3	9	18	13	1	2		1		1	1	5	2	2	2	6	6	9
Clusia criuva	2					1		3	3	1	2	4	2	1	2	2	1				2	4	5	9	9	9	6	5	1	7
Ilex theezans	3								1	7	3	9	5	1	1	4	1	7	2			1	3	1	1	4	5	3	4	1
Syagrus romanzoffianum						2			1	1	1	2	6	6	3	3		1	3	1	2	3	1	6	2					
Calyptranthes rubella									4	1	1						1	2	2	1		1	2	4	2	4	1	1	1	2
Ilex pseudobuxus									3	2	6	2	2	4	2	4		1				6	3	8	2	2	3	2		5
Posoqueria latifolia									1						1	1	1	1	2		1	5	2	1	1	1		1	2	
Psidium cattleianum									1	1	2	1	5	1	1	1	2	2	8	7	2	8	7	9	6	1	1	1	1	11
Tapirira guianensis										9	9	9	1	6	1	1	1	1	1	7	6	1	1	4	3	4	3	3	3	2
Ocotea pulchella										1	4	3	1	3	3	2	7	1	9	7	1	1	4			1	1		4	5
Gordonia fruticosa										1	9	1										1	1							
Pouteria beaurepairei													4	8	3	1	1	9	2	1	3		4	2	5	3	7	3	8	5
Gomidesia schaueriana													1	1		1		1	5	1	1	3								
Gomidesia palustris										3																			1	1
Eugenia sulcata											2		1	2					7	4	4			3		1			1	
Tabebuia cf *umbellata*														1							1									
Alchornea triplinervia															1			1	3	2	3	2	3	1	1					
Nectandra oppositifolia															2							1								
Coussapoa microcarpa																					2									
Ficus gommelleira																					1									
Euterpe edulis																						1								
Myrcia grandiflora																			2		1				1					
Matayba guianensis																			1				1							
Ficus pulchella																				1	1									
Myrcia bicarinata																		1												1

FONTE: JASTER, 2002

Os diferentes setores fisiográficos e fitofisionômicos, descritos anteriormente, conferem à área de estudo um caráter heterogêneo, com limites razoavelmente nítidos. Em função disso, considerando-se o perfil como um todo, a análise da presença das espécies por linha não demonstrou o padrão de um *continuum*, comumente verificado ao longo de gradientes ambientais, como o descrito por JASTER (1995) para um ambiente de Restinga e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas na Ilha do Superagüi. Isto se dá em função da menor variabilidade fisiográfica da área de pesquisa em comparação com aquela estudada pelo autor na Ilha do Superagüi. Esta variabilidade é conseqüência da escala abordada nos dois trabalhos, principalmente em função da distância horizontal e das condições topográficas.

O contato entre as diferentes tipologias constitui um micro-ecótono, cuja escala espacial é tanto menor quanto mais nítida (brusca) for a transição ambiental. Mesmo assim, verifica-se uma mescla de espécies nesses pontos, de modo que o traçado dos limites entre tipologias e a definição das preferências ambientais de cada espécie é, de certa forma, subjetiva. Além disso, para reconhecer a preferência ambiental de uma espécie, é necessário que a mesma apresente um certo nível de expressão, o que pode ser determinado pela freqüência absoluta e/ou pelo número de indivíduos por área (densidade). Com relação ao primeiro item, KREEB (1983) afirma que as espécies de freqüência média possuem o maior poder indicador. As de freqüência muito elevada são indiferentes quanto ao ambiente, enquanto que a ocorrência das espécies de freqüência muito baixa pode ser considerada aleatória.

A avaliação da figura acima apresentada demonstra que as espécies possuem preferências ambientais diferenciadas. Algumas podem ser citadas como altamente preferenciais para determinada tipologia, como por exemplo:

No Caxetal: principalmente *Tabebuia cassinoides*. Fortemente associadas a ela ocorrem *Tibouchina trichopoda*, *Myrcia multiflora*, *Myrsine intermedia* e *Byrsonima ligustrifolia*. Alguns exemplares destas espécies também foram observados na Floresta de Restinga, onde, porém, ocorreram com menor expressão, no que se refere ao número de indivíduos e ao número de unidades amostrais.

Na Restinga, entre as 23 espécies classificadas como preferenciais para a Floresta de Restinga destacaram-se: *Andira fraxinifolia*, *Amaioua guianensis*, *Hedyosmum brasiliense*, *Jacaranda puberula*, *Myrsine venosa*, *Pera glabrata* e *Shefflera angustissima*.

No total, 26 espécies foram consideradas indiferentes quanto às exigências ambientais, ocorrendo tanto na Floresta de Restinga como nos Caxetais (jovem e avançado). As mais importantes deste grupo foram *Calophyllum brasiliense*, *Clusia criuva*, *Ilex pseudobuxus*, *I. theezans*, *Ocotea pulchella*, *Pouteria beaurepairei*,

Psidium cattleianum, *Syagrus romanzoffianum*, *Tapirira guianensis* e *Ternstroemia brasiliensis*.

Não foi observada nenhuma espécie preferencial ou exclusiva da Restinga Arbustiva, que ocupou as quatro primeiras linhas transversais do transecto. Esta tipologia se caracterizou pela baixa densidade e riqueza arbórea, sendo que todas as espécies nela verificadas foram constatadas nas demais tipologias. É importante lembrar que estas constatações somente são válidas para as condições de amostragem do presente estudo, ou seja, indivíduos arbóreos com um DAP igual ou superior a 10 cm.

4.3.2 Diagramas de Distribuição Espacial (Mapeamento dos Indivíduos)

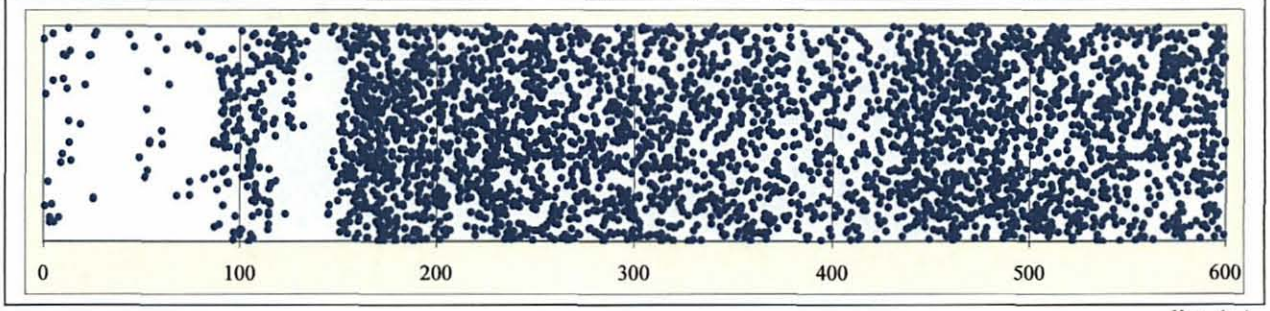
Os diagramas de distribuição permitem uma visão analítica preliminar do arranjo espacial dos indivíduos de um táxon (espécie, família, indivíduos mortos, etc.) sobre o terreno. Com isso são revelados alguns aspectos da estrutura horizontal, principalmente relativos aos padrões de densidade e dispersão do grupo. Em análise conjunta com as características fisiográficas da área de estudo, permite-se obter informações referentes à preferência do táxon por um determinado ambiente.

As figuras 10 a 13 mostram os diagramas de distribuição espacial de todas as árvores medidas em campo, dos indivíduos mortos e das espécies mais expressivas em termos de IVI, além de suas informações fitossociológicas mais importantes: nome, N total, densidade absoluta (fustes/ha, calculado com base na área total de amostragem), IVI e ranking de IVI.

FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE TODOS OS INDIVÍDUOS, INDIVÍDUOS MORTOS, *Calophyllum brasiliense* E *Tabebuia cassinoides*

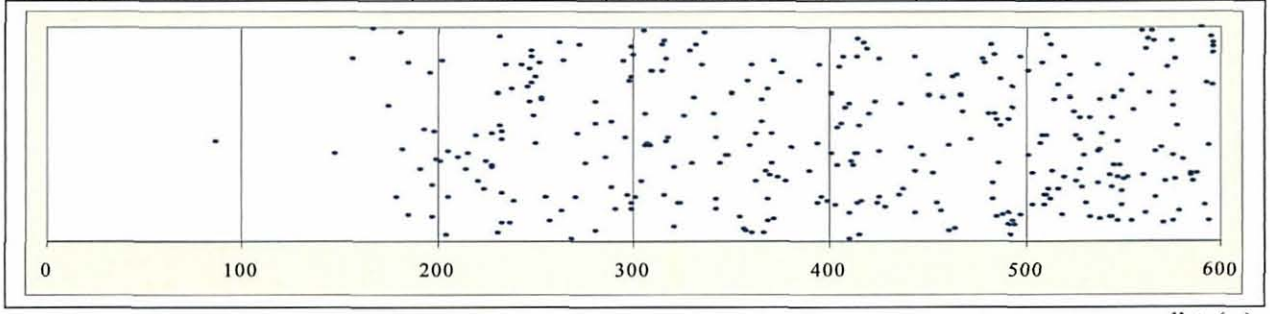
dist. (m)

todos os fustes (com mortos)	N = 4137	DA (ind/ha) = 689,5	IVI / ranking = - / -



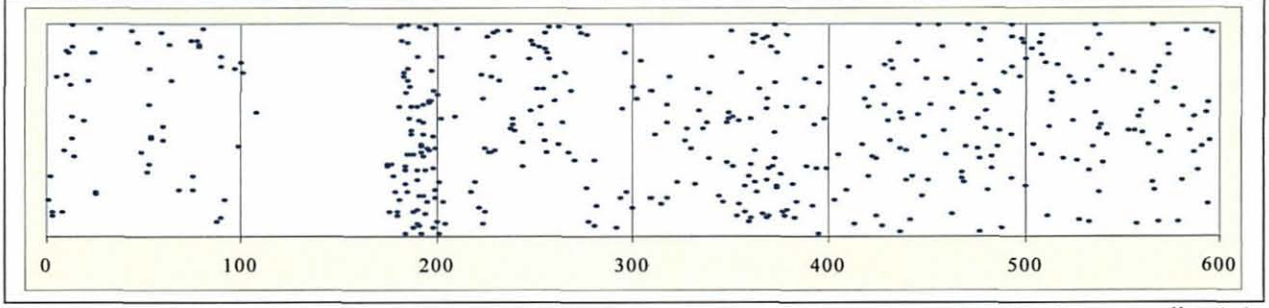
dist. (m)

indivíduos mortos	N = 337	DA (ind/ha) = 56,2	IVI / ranking = - / -



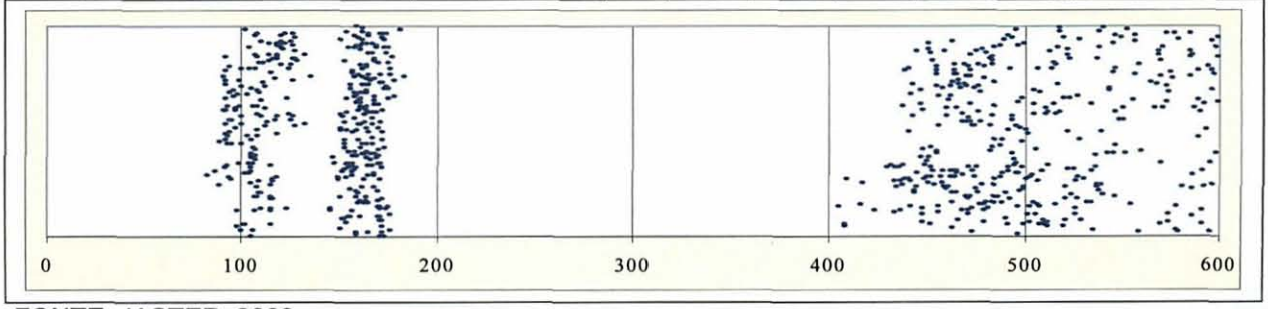
dist. (m)

Calophyllum brasiliense	N = 477	DA (ind/ha) = 79,5	IVI / ranking = 54,24 / 01



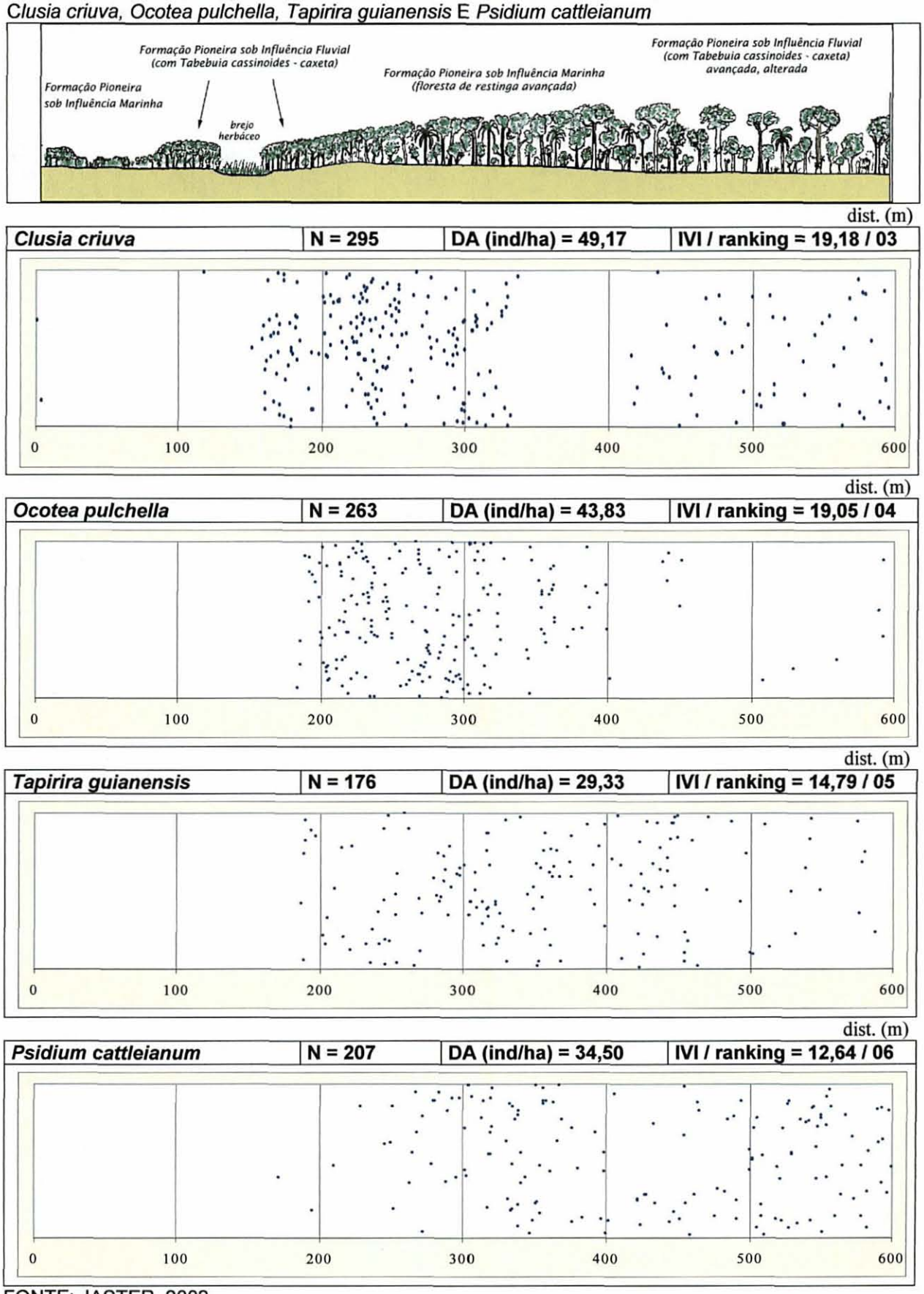
dist. (m)

Tabebuia cassinoides	N = 860	DA (ind/ha) = 143,33	IVI / ranking = 39,24 / 02



FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *Clusia criuva, Ocotea pulchella, Tapirira guianensis* E *Psidium cattleianum*

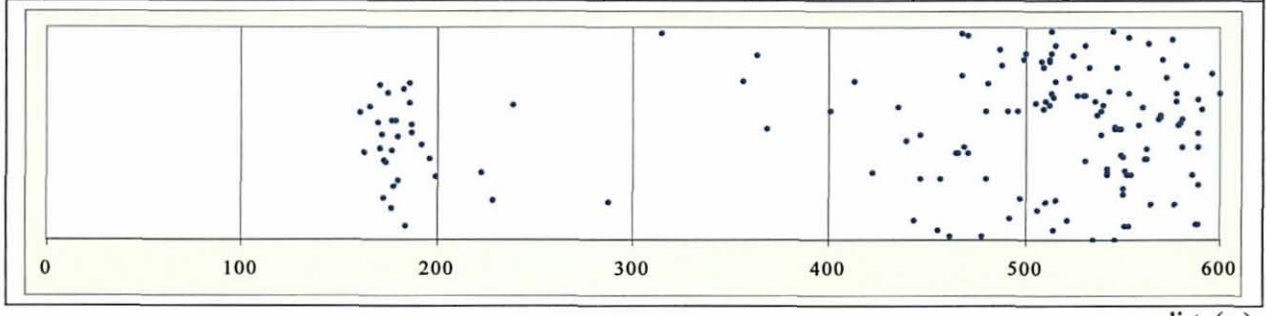


FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *Myrcia multiflora, Ilex theezans, Ternstroemia brasiliensis* E *Ilex pseudobuxus*

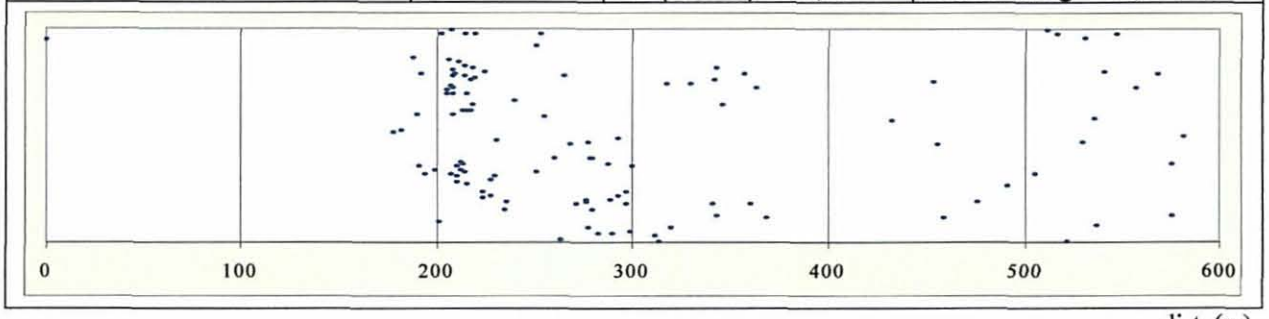
dist. (m)

Myrcia multiflora	N = 180	DA (ind/ha) = 30,00	IVI / ranking = 11,72 / 07



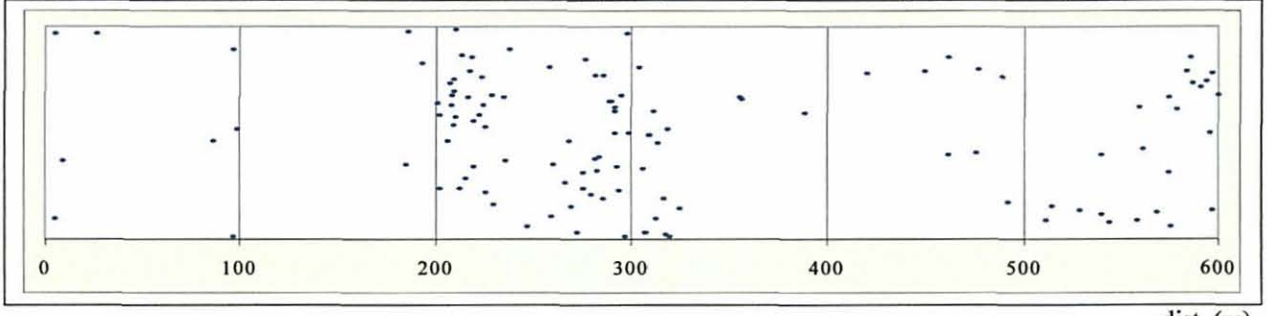
dist. (m)

Ilex theezans	N = 125	DA (ind/ha) = 20,83	IVI / ranking = 10,89 / 08



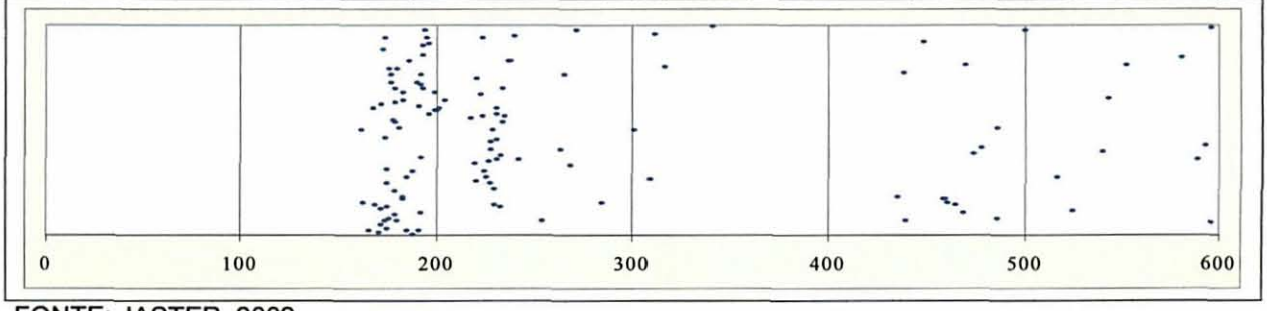
dist. (m)

Ternstroemia brasiliensis	N = 129	DA (ind/ha) = 21,5	IVI / ranking = 9,49 / 09



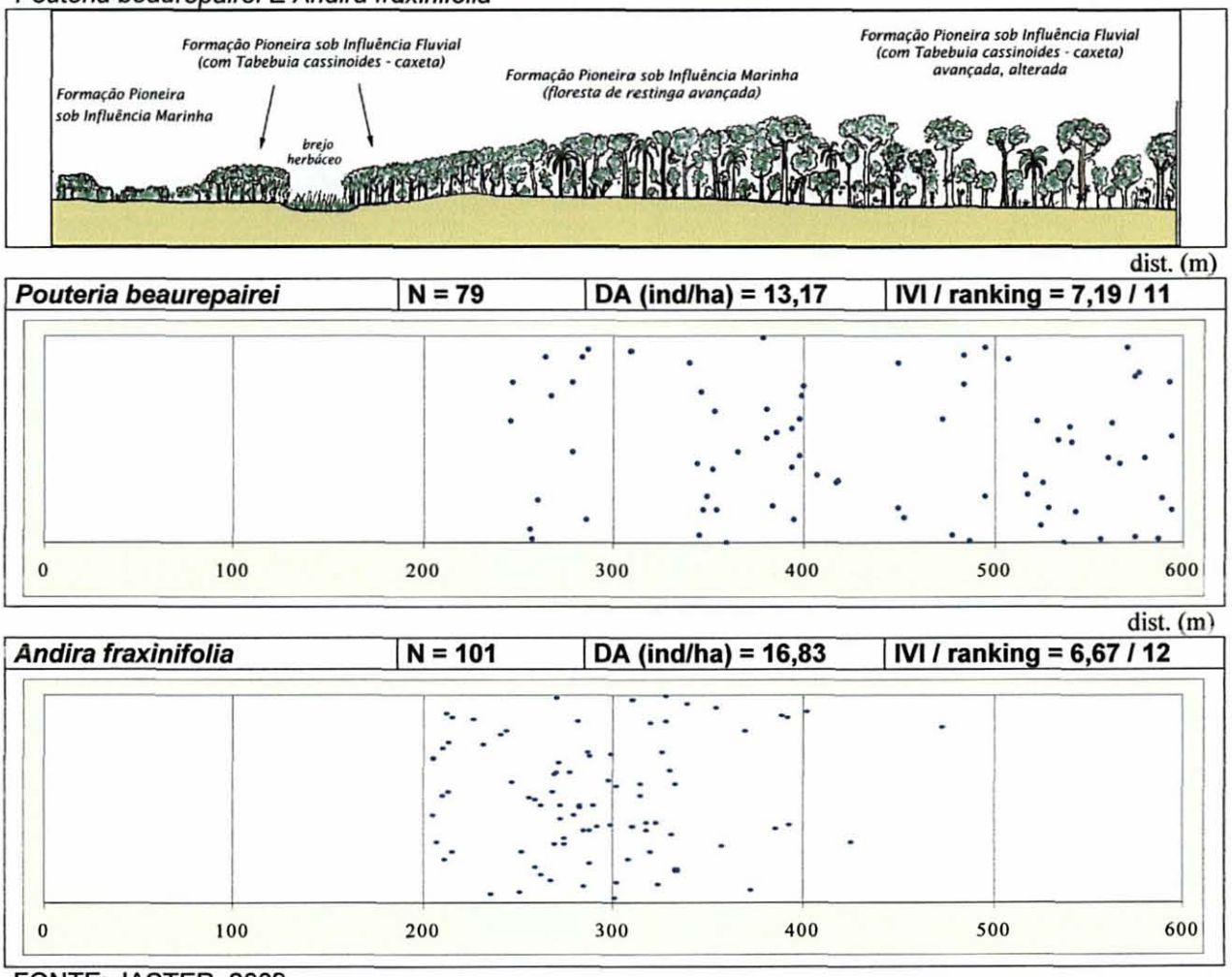
dist. (m)

Ilex pseudobuxus	N = 139	DA (ind/ha) = 23,17	IVI / ranking = 9,09 / 10



FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 13 – DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E PRINCIPAIS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE *Pouteria beaurepairei* E *Andira fraxinifolia*



FONTE: JASTER, 2002

A avaliação dos diagramas fornece informações interessantes sobre a estrutura horizontal e a preferência ambiental das espécies. O diagrama de todos os fustes demonstra claramente a redução da densidade arbórea no trecho correspondente à Restinga Arbórea (Floresta de Restinga), em conformidade com o gradiente ambiental já mencionado e abordado em detalhes no Capítulo 7. Indivíduos mortos praticamente não ocorreram na Restinga Arbustiva, nos demais trechos sua ocorrência não permite visualizar um padrão definido. *Calophyllum brasiliense* demonstra total indiferença quanto ao ambiente, ocorrendo com maior densidade no trecho correspondente ao Caxetal Jovem, em terreno de transição

para a Restinga Arbórea. *Psidium cattleianum* e *Pouteria beaurepairei* também se mostraram indiferentes.

O padrão mais claro de preferência ambiental é demonstrado pela caxeta (*Tabebuia cassinoides*), a qual somente ocorreu nos terrenos hidromórficos sobre solo orgânico, ou seja, nas margens do brejo herbáceo e no trecho final do transecto (parcelas 05 e 06). Estreitamente associada a esta estão *Myrcia multiflora* e *Ilex pseudobuxus*. Já *Ocotea pulchella* e *Andira fraxinifolia* demonstram nítida preferência pela Restinga Arbórea. Para *Ilex theezans* e *Ternstroemia brasiliensis* verifica-se uma preferência parcial pela Restinga Arbórea.

4.3.3 Dispersão

4.3.3.1 Detecção da dispersão por meio de Métodos de Variância Quadrática

Os Métodos de Variância Quadrática TTLQV (*two-term local quadrat variance*) e PQV (*paired quadrat variance*) baseiam-se na ocorrência de indivíduos em uma faixa composta por unidades amostrais contíguas. Estes métodos se utilizam de uma área de amostragem em forma de transecto (*belt-transect*) subdividido em parcelas contíguas de mesmo tamanho. Calcula-se a variância do número de indivíduos por área após sucessivas etapas de aglomeração das sub-unidades amostrais. A forma da curva correspondente aos valores da variância em função dos consecutivos níveis de aglomeração revela os padrões de dispersão dos indivíduos do táxon analisado. O método TTLQV é um aprimoramento do método de variância quadrática BQV (*blocked quadrat method*), pois, ao contrário deste, não exige um número de unidades amostrais em potência de dois (LUDWIG & REYNOLDS, 1988)

Os métodos TTLQV e PQV diferenciam-se pelos esquemas de aglomeração das unidades amostrais. Enquanto o primeiro detecta a dispersão através do

incremento de tamanho das unidades amostrais (*quadrats*), o último se utiliza da variação da distância relativa (espaçamento) entre as mesmas. Ambos os métodos apresentam uma limitação quanto ao número de etapas de aglomeração a serem computadas com relação ao número total de unidades amostrais presentes para descrever a curva da variância. LUDWIG e REYNOLDS (1988) observam que este número não deve superar à metade do número total de unidades amostrais que compõem o transecto (N/2), em função da perda de exatidão nas últimas etapas de aglomeração. Os autores recomendam uma relação de 10:1 (10 % do número total de unidades amostrais do transecto), mas afirmam que uma proporção de até 5:1 (20 %) pode ser considerada aceitável sem perdas relevantes de exatidão. Isto significa que, para um transecto composto por 30 sub-parcelas, como é o caso neste trabalho, o número de etapas de aglomeração não deve superar a seis.

Os esquemas de aglomeração de unidades amostrais e as fórmulas para o cálculo das variâncias dos métodos TTLQV e PQV são apresentados a seguir, a exemplo de um transecto composto por oito parcelas:

Método TTLQV:

passo 1: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

passo 2: (1,2) (3,4) (5,6) (7,8)

passo 3: (1,2,3) (4,5,6)

passo 4: (1,2,3,4) (5,6,7,8)

Cálculo da variância no passo 1:

$$VAR(X)1 = [1/(N-1)]\left\{\left[\frac{1}{2}(x_1 - x_2)^2\right] + \left[\frac{1}{2}(x_2 - x_3)^2\right] + \ldots + \left[\frac{1}{2}(x_{N-1} - x_N)^2\right]\right\}$$

Cálculo da variância no passo 2:

$$VAR(X)1 = [1/(N-3)]\left\{\begin{array}{l}\left[\frac{1}{4}(x_1 + x_2 - x_3 - x_4)^2\right] + \left[\frac{1}{4}(x_2 + x_3 - x_4 - x_5)^2\right] + \ldots \\ + \left[\frac{1}{2}(x_{N-3} - x_{N-2} - x_{N-1} - x_N)^2\right]\end{array}\right\}$$

onde:

N = número de unidades amostrais (quadrats)

x_i = número de indivíduos presentes na unidade amostral i

O cálculo das variâncias para os espaçamentos subseqüentes segue de forma análoga:

método PQV:

espaçamento 1: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

espaçamento 2: (1,2) (2,3) (3,4) (4,5) (5,6) (6,7) (7,8)

espaçamento 3: (1,3) (2,4) (3,5) (4,6) (5,7) (6,8)

espaçamento 4: (1,4) (2,5) (3,6) (4,7) (5,8)

espaçamento 5: (1,5) (2,6) (3,7) (4,8)

espaçamento 6: (1,6) (2,7) (3,8)

espaçamento 7: (1,7) (2,8)

cálculo da variância no espaçamento 1 (idêntica ao método TTLQV):

$$VAR(X)1 = [1/(N-1)]\left\{\left[\frac{1}{2}(x_1 - x_2)^2\right] + \left[\frac{1}{2}(x_2 - x_3)^2\right] + \ldots + \left[\frac{1}{2}(x_{N-1} - x_N)^2\right]\right\}$$

cálculo da variância no espaçamento 2:

$$VAR(X)1 = [1/(N-2)]\left\{\left[\frac{1}{2}(x_1 - x_3)^2\right] + \left[\frac{1}{4}(x_2 - x_4)^2\right] + \ldots + \left[\frac{1}{2}(x_{N-2} - x_N)^2\right]\right\}$$

onde:

N = número de unidades amostrais (quadrats)

x_i = número de indivíduos presentes na unidade amostral i

Neste estudo calculou-se o padrão de dispersão dos indivíduos da comunidade (todas as espécies), dos indivíduos mortos e individualmente das 14 espécies mais expressivas em termos de IVI. A tabela 4 apresenta o número de indivíduos por sub-parcela da faixa central da área de estudo.

TABELA 4 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS SUB-PARCELAS DA FAIXA CENTRAL DO TRANSECTO, CONSIDERANDO TODAS AS ESPÉCIES, INDIVÍDUOS MORTOS E AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI. N_{TOT} = NÚMERO TOTAL DE IND. POR TÁXON; N_{FAIXA} = NÚMERO DE IND. POR TÁXON NA FAIXA CONSIDERADA; IVI = ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA; RANKING = POSIÇÃO DE IMPORTÂNCIA POR IVI; N° SUB-PARC. = NÚMERO DE SUB-PARCELAS CONSIDERADAS. A ÁREA HACHUREADA INDICA OS TRECHOS NÃO INCLUÍDOS NA ANÁLISE

táxon	linhas	espaçamento (m)	todos	ind. mortos	*Calophyllum brasiliense*	*Tabebuia cassinoides*	*Clusia criuva*	*Ocotea pulchella*	*Tapirira guianensis*	*Psidium cattleianum*	*Myrcia multiflora*	*Ilex theezans*	*Ternstroemia brasiliensis*	*Ilex pseudobuxus*	*Pouteria beaurepairei*	*Andira fraxinifolia*	*Byrsonima ligustrifolia*	*Pera glabrata*
$N_{tot.}$			3743	309	477	860	295	263	176	207	180	125	129	139	79	101	105	68
N_{faixa}			742	69	96	131	63	41	38	27	39	14	19	24	17	18	19	13
IVI			-	-	54,24	39,24	19,18	19,05	14,79	12,64	11,72	10,89	9,49	9,09	7,19	6,67	6,59	5,88
ranking			-	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
n° sub-parc.	30		30	23	30	10	23	10	21	20	10	22	22	21	18	10	10	15
linhas (sub-parcelas) consideradas	1	20	4		4													
	2	40	0		0													
	3	60	2		2													
	4	80	2		2													
	5	100	22		1													
	6	120	17		1													
	7	140	5		0													
	8	160	20	1	0		2							0				
	9	180	50	0	0		8					1		5				0
	10	200	35	3	13		4		1			2	0	3				0
	11	220	41	3	2		8	8	1	1		1	5	2		3		1
	12	240	39	4	6		10	4	0	0		1	2	9		0		1
	13	260	37	2	4		7	4	2	0		1	0	0	1	3		4
	14	280	28	1	2		3	5	2	2		2	1	1	1	4		1
	15	300	32	3	3		8	4	6	0		1	2	0	0	4		0
	16	320	31	6	2		1	3	3	4		0	4	1	0	3		0
	17	340	22	1	6		0	2	2	1		0	0	0	0	1		2
	18	360	28	5	6		0	3	3	2		0	0	0	0	0		1
	19	380	20	3	3		0	3	3	1		0	0	0	1	0		1
	20	400	23	2	2		0	3	2	3		0	1	0	5	0		0
	21	420	16	6	1	0	1		2	0	0	0	0	0	0		0	0
	22	440	23	1	6	0	0		4	0	1	1	0	0	0		1	2
	23	460	38	2	3	9	1		3	0	1	1	0	0	0		5	0
	24	480	36	2	4	9	2		1	0	5	0	0	1	1		2	
	25	500	28	4	5	13	2		1	0	0	0	0	1	0		0	
	26	520	29	4	2	11	0		0	6	0	0	0	0	0		2	
	27	540	34	8	5	3	2		1	2	2	2	0	0	3		3	
	28	560	28	2	5	5	1		1	1	7	0	0	0	1		2	
	29	580	27	4	3	0	1		0	2	6	0	1	0	3		4	
	30	600	25	1	5	3	2		0	2	5	1	1	1	1		0	

FONTE: JASTER, 2002

O número de unidades amostrais consideradas na análise variou de 10 e 30, sendo estipulado um número de cinco etapas de aglomeração. Com isso, a

proporção entre número de unidades amostrais e etapas de aglomeração variou entre 16,7 e 50 %. Conforme citado anteriormente, proporções superiores a 20 % apresentam reduzida exatidão, de modo que os resultados das análises realizadas sob estas condições devem ser analisados com cautela.

A tabela 5 apresenta o resultado do cálculo das variâncias de cinco etapas de aglomeração, com base nos métodos TTLQV e PQV.

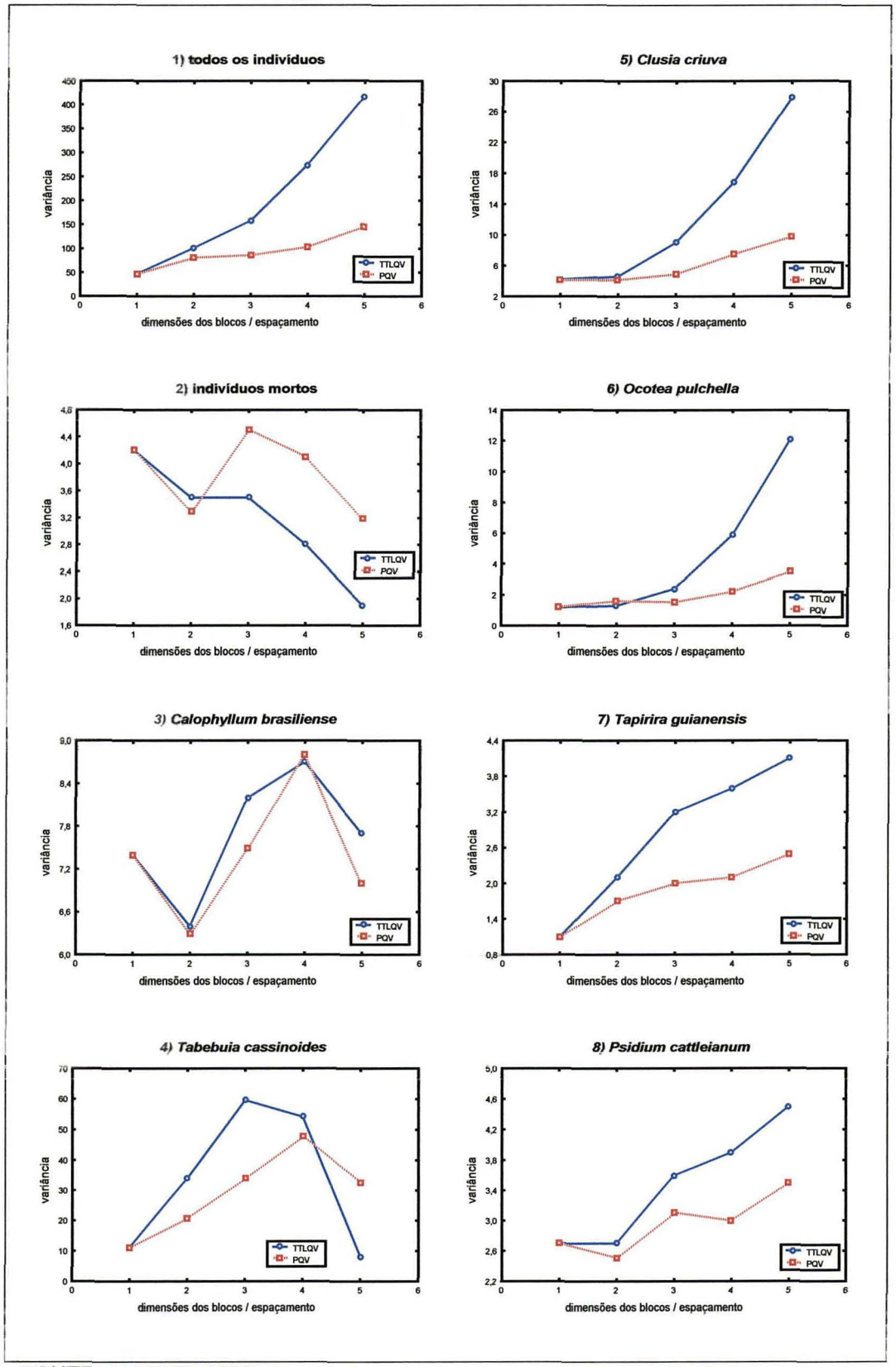
TABELA 5 – VARIÂNCIAS CALCULADAS PARA OS MÉTODOS TTLQV E PQV REFERENTES A SUCESSIVAS ETAPAS DE AGLOMERAÇÃO (ESPAÇAMENTO), CONSIDERANDO TODAS AS ESPÉCIES, INDIVÍDUOS MORTOS E AS 14 ESPÉCIES MAIS SIGNIFICATIVAS EM TERMOS DE IVI

método	etapas de aglomeração	todos	ind. mortos	*Calophyllum. brasiliense*	*Tabebuia cassinoides*	*Clusia criuva*	*Ocotea pulchella*	*Tapirira guianensis*	*Psidium cattleianum*	*Myrcia multiflora*	*Ilex theezans*	*Ternstroemia brasiliensis*	*Ilex pseudobuxus*	*Pouteria beaurepairei*	*Andira fraxinifolia*	*Byrsonima ligustrifolia*	*Pera glabrata*
TTLQV	1	47,1	4,2	7,4	11,3	4,2	1,2	1,1	2,7	4,1	0,4	1,6	3,8	1,9	1,4	3,1	1,2
	2	101,3	3,5	6,4	34,1	4,6	1,3	2,1	2,7	10,2	0,5	1,8	2,5	2,4	3,9	3,5	1,9
	3	157,8	3,5	8,2	59,6	9,0	2,4	3,2	3,6	13,3	0,5	1,2	3,4	2,9	8,0	1,3	1,6
	4	274,2	2,8	8,7	54,2	16,8	5,9	3,6	3,9	11	0,7	1,1	5,2	3,0	9,3	0,4	0,7
	5	416,6	1,9	7,7	8,1	27,8	12,1	4,1	4,5	16,9	1,0	1,9	7,4	1,9	10,0	0,9	0,6
PQV	1	47,1	4,2	7,4	11,3	4,2	1,2	1,1	2,7	4,1	0,4	1,6	3,8	1,9	1,4	3,1	1,2
	2	80,4	3,3	6,3	20,7	4,1	1,6	1,7	2,5	7,3	0,5	1,8	3,0	2,1	2,3	4,1	1,5
	3	86,7	4,5	7,5	33,9	4,9	1,5	2,0	3,1	9,3	0,4	1,6	3,0	2,4	3,7	2,3	1,8
	4	102,7	4,1	8,8	47,9	7,5	2,2	2,1	3,0	5,6	0,3	0,9	4,9	2,3	4,6	2,1	1,4
	5	144,1	3,2	7,0	32,7	9,8	3,5	2,5	3,5	6,3	0,4	0,9	3,1	2,5	4,2	2,1	0,6

FONTE: JASTER, 2002

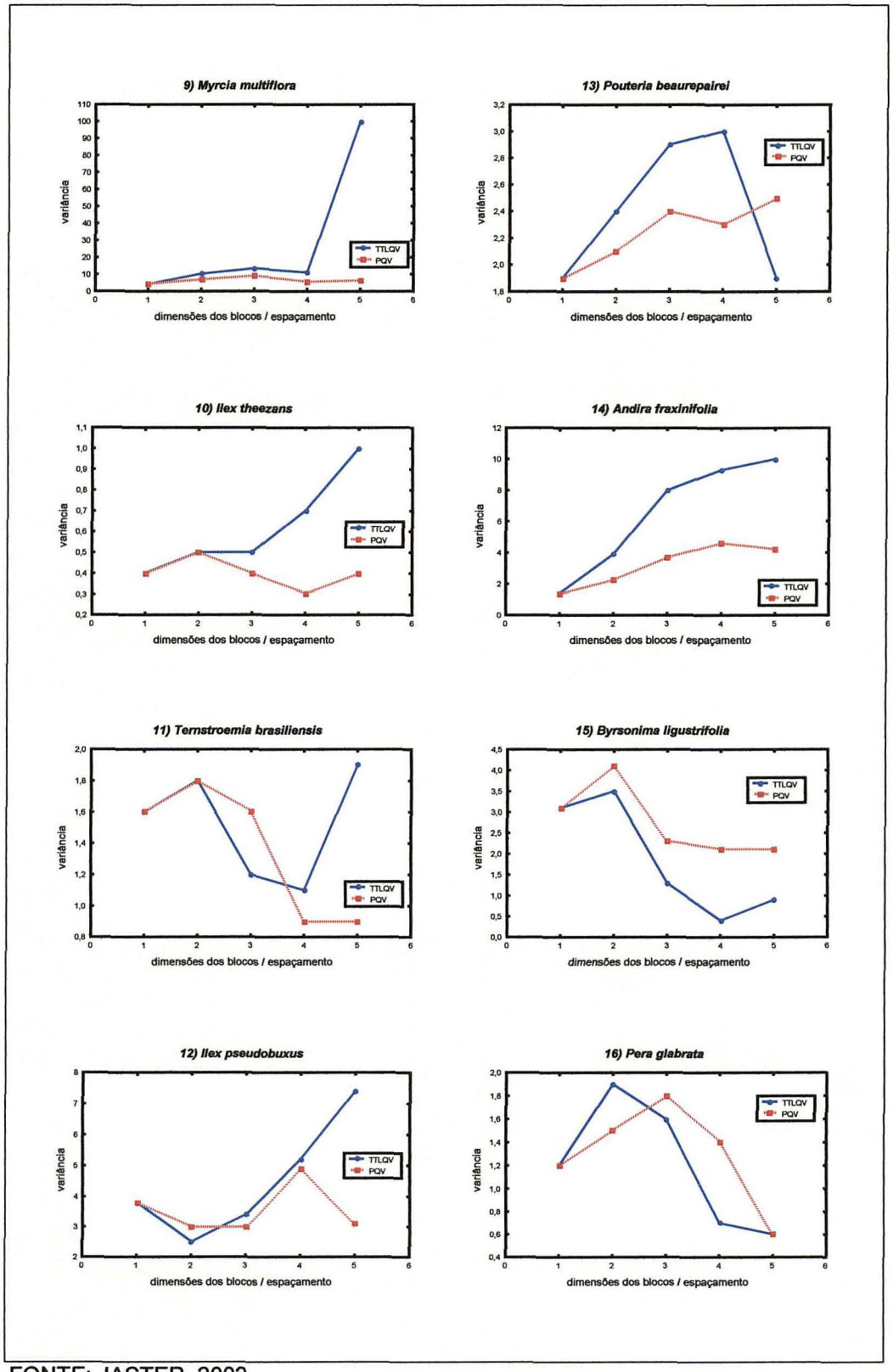
As figuras 14 e 15 mostram a representação gráfica dos valores acima apresentados.

FIGURA 14 – CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DA VARIÂNCIA DA DISPERSÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES (SEGUNDO IVI, RANKINGS 1 A 6), DE TODOS OS INDIVÍDUOS E INDIVÍDUOS MORTOS, POR MEIO DOS MÉTODOS TTLQV (LINHA AZUL) E PQV (LINHA VERMELHA)



FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 15 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DA VARIÂNCIA DA DISPERSÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES EM TERMOS DE IVI (RANKINGS 9 A 16), POR MEIO DOS MÉTODOS TTLQV (LINHA AZUL) E PQV (LINHA VERMELHA)



FONTE: JASTER, 2002

A forma das curvas de variância permite detectar o padrão de dispersão dos indivíduos do táxon (espécie) em questão. LUDWIG e REYNOLDS (1988) apresentam três padrões básicos:

- flutuação aleatória da curva de variância indica dispersão **aleatória**;
- variâncias baixas e sem flutuações consideráveis indicam dispersão **uniforme**;
- valores das variâncias apresentando picos indicam dispersão **agrupada**.

O ponto da abscissa onde ocorre o pico (multiplicado pela largura da sub-parcela) corresponde ao raio do agrupamento e a distância média entre os centros de cada agrupamento equivale ao dobro deste valor. Quando os agrupamentos propriamente ditos apresentam-se regularmente distribuídos, a curva, após o pico, decresce até um valor baixo. Um pico alto e estreito indica agrupamentos claramente definidos no terreno, com amplos espaços entre os mesmos. Por outro lado, se o pico é pouco pronunciado e se estende por vários valores na abscissa (dimensões dos blocos / espaçamento), o padrão de agrupamento é pouco nítido, com reduzida definição dos grupos.

Em virtude de seus esquemas de aglomeração das unidades amostrais, os métodos TTLQV e PQV reagem diferentemente aos padrões de dispersão dos indivíduos, principalmente no que se refere à variação de escala. No método TTLQV pode ocorrer uma sobreposição de agrupamentos de diferentes escalas, sendo que os de menor escala são encobertos pelos de maior escala. Já no método PQV as oscilações de menor escala não são influenciadas, uma vez que cada variância é calculada com base em apenas um par de unidades amostrais. Em função destas características, ambos os métodos podem ser utilizados em conjunto, sendo que as diferenças constatadas entre eles podem fornecer informações adicionais (LUDWIG e REYNOLDS, 1988).

Pelo acima exposto e observando os diagramas apresentados, pode-se concluir que poucas das espécies analisadas apresentam um padrão de dispersão claramente definido. De uma forma geral, nota-se uma tendência para um ou outro tipo. No entanto a interpretação dos gráficos é, até certo ponto, subjetiva. Apenas *Myrcia multiflora* apresenta dispersão próxima do padrão uniforme. Indivíduos mortos, *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Byrsonima ligustrifolia* e *Pera glabrata* apresentam padrão de dispersão aglomerado. *Psidium cattleianum* e *Ilex theezans* demonstram dispersão randômica. Nos demais táxons a interpretação é dificultada em função das curvas assumirem uma forma intermediária, como é o caso de *Clusia criuva*, *Ocotea pulchella*, *Tapirira guianensis*, *Ilex pseudobuxus*, *Pouteria beaurepairei*, *Andira fraxinifolia* e todos os indivíduos em conjunto, cujo padrão de dispersão pode ser considerado randômico com tendência de aglomeração.

4.3.3.2 Detecção da dispersão por meio de Métodos de Distância

Os Métodos de Distância permitem uma rápida avaliação dos padrões de dispersão em comunidades nas quais os indivíduos se encontram claramente definidos e espaçados. Estes métodos são eficientes em comunidades de baixa densidade, nas quais os indivíduos são raros e separados por distâncias relativamente grandes, uma vez que a utilização dos métodos de variância quadrática se tornaria inviável, em função da dificuldade de instalar grandes unidades amostrais e proceder a contagem integral dos indivíduos contidos nas mesmas. Enquanto os métodos de variância quadrática fornecem um amplo nível de informações, como por exemplo a distinção simultânea de padrões de dispersão em diferentes escalas, os métodos de distância são indicados para uma análise preliminar da dispersão, quando se deseja facilidade e rapidez no método (LUDWIG e REYNOLDS, 1988).

Foram considerados dois métodos de distância, descritos por LUDWIG e REYNOLDS (1988): o *Indice T-Square de Padrão Espacial* (C) e o *Indice de Distância (I) para Dispersão*, de JOHNSON e ZIMMER (1985 cit. por LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Os métodos consideram a relação de distâncias entre pontos alocados aleatória ou sistematicamente no terreno e as árvores mais próximas da espécie a ser analisada ou ainda do vizinho mais próximo. Os índices são calculados com base no conjunto de distâncias assim detectadas para cada espécie.

Índice T-Square de Padrão Espacial (C):

Baseia-se na relação entre duas distâncias para cada ponto considerado. A primeira distância, x, corresponde àquela entre o ponto (O) e a árvore mais próxima (P), independentemente da direção. A segunda distância, y, equivale àquela entre a árvore (P) e seu vizinho mais próximo localizado além de uma linha imaginária perpendicular à linha O-P, passando por P. O índice (C) é calculado com base nas distâncias xi e yi:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[x_i^2 / \left(x_i^2 + \frac{1}{2}y_i^2\right)\right]}{N}$$

onde N é o número total de pontos amostrais. O resultado de C é aproximadamente 0,5 quando as árvores seguem um padrão de dispersão aleatório. Um valor de C significantemente superior a 0,5 corresponde a uma dispersão aglomerada e significantemente inferior a 0,5 indica dispersão uniforme. Para calcular a significância do desvio de C de 0,5 é calculado o valor de z pela fórmula:

$$z = \frac{C - 0{,}5}{\sqrt{1/(12N)}}$$

A significância de z, a partir de C, é obtida de uma tabela de probabilidades da distribuição normal (z = 1,96 para uma probabilidade de 95 %), uma vez que C apresenta uma distribuição aproximadamente normal, com uma variância estimada por 1/(12N) (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Se o z calculado exceder o valor tabelado de 1,96 (independentemente do sinal), rejeita-se a hipótese nula de um padrão de dispersão randômico. Um valor de C<0,5 indica dispersão uniforme, enquanto C>0,5 determina dispersão aglomerada.

Índice de Distância (I) para Dispersão de JOHNSON e ZIMMER (1985)

Considera somente as distâncias entre pontos e árvores mais próximas (x_i), sendo calculado pela fórmula:

$$I = (N+1)\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i^2\right)^2}{\left[\sum_{i=1}^{N}\left(x_i^2\right)^2\right]}$$

onde N é o número total de pontos amostrais. O resultado de I é aproximadamente 2,0 para um padrão de dispersão aleatório ou randômico. Um valor de I significantemente superior a 2,0 indica dispersão aglomerada e significantemente inferior a 2,0 corresponde a uma dispersão uniforme. Para calcular a significância do desvio de I de 2,0 é calculado o valor de z pela fórmula:

$$z = \frac{I - 2{,}0}{\sqrt{4(N-1)/(N-2)(N+3)}}$$

A significância do desvio é determinada pela comparação do valor de z calculado com o z tabelado, ignorando-se o sinal, de forma similar ao Índice T-

Square de Dispersão. Quando z >1,96, rejeita-se a hipótese nula de um padrão de dispersão randômico.

Os índices (C) e (I) e respectivos valores z foram calculados por meio do programa *tsqare.bas*, de LUDWIG e REYNOLDS (1988), considerando-se as 14 espécies de maior IVI, bem como dos indivíduos mortos e de todas as árvores em conjunto. Os pontos foram estabelecidos no centro das sub-parcelas consideradas, nas coordenadas parciais x = 10,0 / y = 10,0 m a partir de seu vértice inferior esquerdo. O número de pontos considerados variou de 10 a 30, conforme o táxon analisado. As distâncias x_i e y_i dos táxons analisados são apresentados na tabela 6. Não foi possível calcular as distâncias y_{29} das espécies *Ilex theezans* e *Ternstroemia brasiliensis*, em função da disposição geométrica das árvores no terreno em relação ao limite da área de amostragem, uma vez que o indivíduo mais próximo pertencia à faixa vizinha, não podendo ser considerado.

A Tabela 7 apresenta os resultados do cálculo dos índices de dispersão (C) e (I), respectivos valores z e distâncias x_i e y_i médias para o Índice T-Square de Padrão Espacial e Índice de Distância para Dispersão para as 14 espécies de maior IVI na comunidade, bem como para todas as espécies e indivíduos mortos.

TABELA 6 – DISTÂNCIAS PONTO-INDIVÍDUO (X_i) E INDIVÍDUO – VIZINHO MAIS PRÓXIMO (Y_i) PARA AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, INDIVÍDUOS MORTOS E TOTALIDADE DE ÁRVORES. AS ÁREAS HACHUREADAS CORRESPONDEM AOS TRECHOS NÃO INCLUÍDOS NA ANÁLISE

			menores distâncias em relação aos pontos de referência (x_i) em metros distância ao vizinho mais próximo (y_i) em metros															
	linhas	coord. ponto referência (X/Y)	todos	ind. mortos	*Calophyllum brasiliense*	*Tabebuia cassinoides*	*Clusia criuva*	*Ocotea pulchella*	*Tapirira guianensis*	*Psidium cattleianum*	*Myrcia multiflora*	*Ilex theezans*	*Ternstroemia brasiliensis*	*Ilex pseudobuxus*	*Pouteria beaurepairei*	*Andira fraxinifolia*	*Byrsonima ligustrifolia*	*Pera glabrata*
IVI			-	-	**54,24**	**39,24**	**19,18**	**19,05**	**14,79**	**12,64**	**11,72**	**10,89**	**9,49**	**9,09**	**7,19**	**6,67**	**6,59**	**5,88**
rank.			-	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
linhas (sub-parcelas) consideradas	1	50/10	5,22 6,41		5,22 6,41													
	2	50/30	11,98 6,18		11,98 6,18													
	3	50/50	5,34 1,12		5,34 1,12													
	4	50/70	9,69 7,72		9,69 7,72													
	5	50/90	2,05 2,00		11,55 25,63													
	6	50/110	1,87 5,48		7,97 20,34													
	7	50/130	4,03 3,25		23,65 17,61													
	8	50/150	1,06 0,40	8,83 37,56	29,65 1,58		1,75 9,01							12,20 11,29				
	9	50/170	1,41 3,35	13,99 12,81	15,28 6,41		2,52 6,00					8,10 4,30	21,65 20,60	5,81 8,49				29,18 20,70
	10	50/190	1,78 7,44	3,92 5,17	3,20 2,70		3,83 5,32		8,76 19,90			8,35 4,30	14,96 5,73	8,52 3,74				14,80 20,42
	11	50/210	1,00 0,99	9,27 6,16	5,80 14,04		4,08 8,59	3,90 2,82	1,32 27,16	3,18 32,52		12,33 6,30	2,92 4,16	9,36 5,87		1,00 4,28		8,43 20,42
	12	50/230	1,00 3,80	1,80 8,99	7,50 2,10		4,39 1,02	1,53 4,51	16,09 8,73	19,20 4,49		2,56 17,35	5,32 5,83	1,00 6,08		16,89 4,28		4,83 22,19
	13	50/250	2,86 3,80	4,30 24,51	3,72 8,41		3,38 8,69	2,86 4,94	3,96 12,51	10,98 25,48		10,02 21,87	18,72 10,26	16,18 2,37	9,23 19,23	6,66 3,26		8,08 18,56
	14	50/270	1,25 5,51	1,25 10,47	6,69 10,98		6,60 6,40	6,11 11,54	4,91 9,95	6,65 13,51		4,29 9,77	4,49 13,88	11,76 8,68	10,85 33,71	3,54 8,46		9,29 20,20
	15	50/290	1,75 2,00	6,06 8,05	10,97 8,77		4,22 4,61	4,19 9,17	2,36 5,74	11,56 14,80		3,67 13,38	1,75 7,51	10,81 25,28	12,39 33,71	3,45 6,61		15,27 23,60
	16	50/310	1,57 3,76	5,30 1,35	2,50 14,75		9,53 5,95	5,87 8,13	2,32 7,56	9,66 14,12		16,78 13,38	1,57 5,25	9,21 36,22	31,46 29,22	4,05 6,25		15,84 16,29
	17	50/330	2,18 2,90	9,90 10,12	2,18 5,63		18,94 8,67	7,88 12,77	10,55 1,61	4,88 9,01		21,45 11,65	11,41 8,37	29,20 36,22	18,13 9,14	7,08 7,54		6,24 24,97
	18	50/350	2,72 1,22	8,01 12,23	3,94 2,48		32,36 3,30	7,27 3,41	2,72 13,24	5,75 7,65		15,10 11,65	16,67 0,73	45,10 16,48	13,54 12,01	18,93 7,54		9,00 15,21
	19	50/370	0,41 2,40	0,41 7,71	2,16 12,61		46,03 20,23	6,82 11,24	9,08 5,61	11,57 7,65		22,90 8,79	20,93 36,39	57,33 30,09	8,06 15,45	21,36 7,88		4,23 12,14
	20	50/390	1,72 1,03	5,25 8,94	2,97 6,60		26,21 20,23	8,08 10,51	2,10 15,47	9,88 14,32		34,70 8,79	9,07 33,97	54,68 18,58	5,48 5,75	12,50 7,88		13,28 24,75
	21	50/410	1,68 6,98	6,44 7,64	9,48 8,06	22,64 8,66	7,40 20,23		7,80 9,30	12,71 14,32	14,37 19,19	23,65 26,03	22,94 34,31	38,35 18,58	14,73 7,22		13,95 17,61	18,32 13,79
	22	50/430	1,20 2,73	9,57 10,77	4,52 7,06	10,30 7,52	14,91 2,97		1,20 2,73	22,13 1,14	10,12 7,95	7,72 27,29	29,07 65,75	27,39 18,58	23,33 0,98		7,38 30,24	9,46 25,43
	23	50/450	1,49 2,72	10,32 8,77	3,90 10,54	5,91 5,94	9,32 15,89		4,17 9,98	17,23 18,47	3,16 7,95	7,22 33,92	15,36 14,61	26,56 5,66	24,85 20,78		6,30 9,07	13,47 16,77
	24	50/470	0,73 3,83	3,16 17,28	7,90 5,66	4,10 1,36	5,30 1,17		0,73 22,09	19,41 6,13	6,17 3,44	14,84 26,03	11,61 28,28	12,02 30,37	9,87 20,78		7,88 8,08	
	25	50/490	1,14 2,52	5,01 4,10	2,71 6,83	1,14 4,34	3,54 15,22		8,10 33,18	11,87 12,37	10,57 4,73	23,96 28,61	17,29 14,61	3,86 12,28	19,43 33,14		10,88 5,84	
	26	50/510	1,14 4,39	1,14 4,39	3,00 12,32	7,60 1,49	16,44 14,65		17,82 25,17	3,07 7,03	11,71 0,51	19,23 14,73	32,30 20,65	23,81 12,28	16,03 14,01		9,80 0,22	
	27	50/530	0,94 1,89	2,77 3,05	6,52 12,32	4,92 11,34	4,72 16,22		0,94 27,06	4,10 1,39	8,50 8,27	3,55 28,61	15,07 20,65	14,36 32,39	3,52 7,62		6,85 7,20	
	28	50/550	1,44 1,30	4,10 9,36	3,81 2,62	5,22 4,55	10,62 9,35		1,44 16,78	9,08 14,00	2,42 0,28	16,57 21,69	13,76 17,49	14,64 26,67	8,96 7,08		6,02 5,43	
	29	50/570	4,81 1,14	6,30 4,25	4,81 8,42	11,22 3,19	5,10 13,66		15,72 16,90	5,88 0,30	6,94 1,44	12,21 -----	12,38 -----	23,32 7,61	10,96 22,80		6,45 2,69	
	30	50/590	0,81 0,54	6,27 14,68	5,41 11,74	3,21 12,28	8,35 18,09		19,88 16,90	8,20 14,89	0,81 0,54	7,82 14,63	6,34 18,22	8,93 7,61	3,76 26,70		12,39 5,21	

FONTE: JASTER, 2002

TABELA 7 – CÁLCULO DOS PADRÕES DE DISPERSÃO MEDIANTE MÉTODOS DE DISTÂNCIA PARA AS 14 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, BEM COMO PARA TODAS AS ESPÉCEIS E INDIVÍDUOS MORTOS. VALORES CALCULADOS PARA C (ÍNDICE T-SQUARE) E I (ÍNDICE DE DISTÂNCIA PARA DISPERSÃO), BEM COMO RESPECTIVOS VALORES Z. X_i MED. = DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE PONTOS E INDIVÍDUO MAIS PRÓXIMO, Y_i MED. = DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE INDIVÍDUO E VIZINHO MAIS PRÓXIMO. CAMPOS HACHUREADOS INDICAM DESVIO SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 95% DE PROBABILIDADE

			Índice T-Square de Padrão Espacial (C)			**Índice de Distância para Dispersão (I)**		
espécie / táxon	**x_i med.**	**y_i med.**	**C**	**z**	**disp.**	**I**	**z**	**disp.**
todos os indivíduos	2,54	3,18	0,52	0,4	rand.	6,45	13,42	aglom.
indivíduos mortos	5,8	10,36	0,44	-0,94	rand.	2,13	0,35	rand.
Calophyllum brasiliense	7,47	8,92	0,52	0,44	rand.	4,88	8,7	aglom.
Tabebuia cassinoides	7,63	6,07	0,65	1,66	rand.	3,87	3,9	aglom.
Clusia criuva	10,85	10,24	0,56	0,98	rand.	5,34	9,09	aglom.
Ocotea pulchella	5,45	7,9	0,48	-0,17	rand.	1,53	-0,98	rand.
Tapirira guianensis	6,76	14,65	0,34	-2,56	unif.	3,18	3,11	aglom.
Psidium cattleianum	10,35	11,68	0,59	1,34	rand.	2,07	0,18	rand.
Myrcia multiflora	7,48	5,43	0,78	3,04	aglom.	1,92	-0,17	rand.
Ilex theezans	13,56	16,84	0,53	0,54	rand.	2,36	0,95	rand.
Ternstr. brasiliensis	13,96	18,44	0,52	0,28	rand.	2,14	0,36	rand.
Ilex pseudobuxus	20,19	16,58	0,64	2,37	aglom.	3,14	3,11	aglom
Pouteria beaurepairei	13,59	17,74	0,53	0,4	rand.	2,2	0,51	rand.
Andira fraxinifolia	13,19	6,4	0,69	2,08	aglom.	3,79	3,73	aglom.
Byrsonima ligustrifolia	8,79	9,16	0,69	2,06	aglom.	1,52	-1	rand.
Pera glabrata	11,98	18,92	0,42	-1,12	rand.	2.38	0,88	rand.

FONTE: JASTER, 2002

A avaliação dos resultados apresentados acima demonstra como os métodos empregados reagem diferentemente ao padrão de dispersão dos indivíduos. Apenas em 9 táxons obteve-se unanimidade entre ambos os métodos: indivíduos mortos, *Ocotea pulchella*, *Psidium cattleianum*, *Ilex theezans*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Pouteria beaurepairei* e *Pera glabrata* demonstraram padrão de dispersão randômico. *Ilex pseudobuxus* e *Andira fraxinifolia* apresentaram dispersão aglomerada. Nos demais táxons obteve-se resultados distintos entre as duas fórmulas.

Os mesmos índices de distância C e I foram aplicados por MONTEIRO e CESAR (1995) na Floresta de Restinga de Ubatuba, litoral do Estado de São Paulo. Entre as espécies avaliadas no presente estudo, apenas *Pera glabrata* (tabocuva) foi

incluída também no citado trabalho, para a qual os autores também detectaram padrão de dispersão randômico.

4.3.3.3 Análise comparativa entre Métodos de Variância Quadrática e Métodos de Distância

O cruzamento dos resultados obtidos pelos métodos de distância com aqueles resultantes dos métodos de variância quadrática demonstra ainda mais claramente a diferença de reação entre os mesmos. A tabela 8 apresenta de forma resumida o resultado dos diferentes métodos empregados para os táxons analisados.

TABELA 8 – COMPARAÇÃO DIRETA DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS DE VARIÂNCIA QUADRÁTICA TTLQV E PQV E OS MÉTODOS DE DISTÂNCIA T-SQUARE (C) E ÍNDICE DE DISTÂNCIA (I) PARA DISPERSÃO

espécie / táxon	**Métodos de Variância Quadrática**		**Métodos de Distância**	
	TTLQV	**PQV**	**índice T-Square de padrão espacial (C)**	**índice de Distância (I) para Dispersão**
todos os indivíduos	randômico	aglomerado	randômico	aglomerado
indivíduos mortos	aglomerado	aglomerado	randômico	randômico
Calophyllum brasiliense	aglomerado	aglomerado	randômico	aglomerado
Tabebuia cassinoides	aglomerado	aglomerado	randômico	aglomerado
Clusia criuva	randômico	aglomerado	randômico	aglomerado
Ocotea pulchella	randômico	aglomerado	randômico	randômico
Tapirira guianensis	randômico	aglomerado	uniforme	aglomerado
Psidium cattleianum	randômico	aglomerado	randômico	randômico
Myrcia multiflora	uniforme	uniforme	aglomerado	randômico
Ilex theezans	randômico	randômico	randômico	randômico
Ternstroemia brasiliensis	aglomerado	aglomerado	randômico	randômico
Ilex pseudobuxus	randômico	aglomerado	aglomerado	aglomerado
Pouteria beaurepairei	randômico	aglomerado	randômico	randômico
Andira fraxinifolia	randômico	aglomerado	aglomerado	aglomerado
Byrsonima ligustrifolia	aglomerado	aglomerado	aglomerado	randômico
Pera glabrata	aglomerado	aglomerado	randômico	randômico

FONTE: JASTER, 2002

Observando-se os resultados acima, nota-se que a similaridade entre os métodos de avaliação da dispersão é apenas parcial. As diferenças resultam dos distintos parâmetros considerados pelas fórmulas. Além disso, a análise pelos métodos TTLQV e PQV é efetuada com base nas curvas da variância, sendo, portanto, parcialmente subjetiva. Estes métodos fornecem ainda informações em diferentes escalas espaciais, podendo até mesmo indicar os padrões de dispersão em diferentes níveis. Isto, no entanto, exige um sistema amostral de ampla escala e um elevado número de unidades amostrais no transecto, a fim de possibilitar o cálculo da variância em um número maior de etapas de aglomeração. Pela conformação do sistema amostral analisado no presente estudo, esta condição nem sempre pôde ser satisfeita, uma vez que o número de sub-parcelas consideradas variou de 10 a 30. Além disso, é importante observar que o tamanho das unidades amostrais (quadrats) também exerce influência nos valores das variâncias obtidos. Assim sendo, as curvas de distribuição das variâncias podem apresentar formas distintas, levando a diferentes classificações quanto ao padrão de dispersão.

Por outro lado, a diferença apresentada pelos métodos também pode representar uma fonte de informações. Para que esta possa ser convenientemente interpretada, é necessário considerar não somente os resultados dos índices calculados, mas também toda a estrutura do sistema amostral, além de particularidades dos ambientes biótico e abiótico.

5 CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO DE TIPOLOGIAS

5.1 INTRODUÇÃO

A avaliação conjunta dos dados coletados em campo representa uma primeira etapa da análise da vegetação, uma vez que ainda não se considerou diferenciações tênues, normalmente verificadas em sistemas complexos. Em certos casos, estas variações podem sugerir a existência de sub-grupos tipológicos, cada qual com características próprias, o que justificaria um tratamento diferenciado para cada um dos mesmos.

Vários aspectos podem indicar tal situação. Na própria vegetação merecem consideração a composição florística e as relações quantitativas dentro de uma espécie e inter-específicas, características estruturais e fisionômicas. Nas condições do meio devem ser observados principalmente aspectos pedológicos, condições de hidromorfismo, relevo, exposição a ventos, maresia, sol, pressão antrópica, etc.

WHITTAKER (1982) considera duas abordagens distintas no estudo de um complexo vegetacional: classificação e ordenação. O primeiro faz menção às sub-unidades vegetacionais distintas entre si em maior ou menor grau e que podem ser agrupadas sob forma de unidades abstratas, enquanto o segundo se baseia na concepção de mudanças ou transições graduais, interpretando o complexo vegetacional como um *continuum*. DIERSCHKE (1994) menciona que métodos de classificação e ordenação são mutuamente complementares e, quando empregados de forma combinada, representam uma valiosa ferramenta para a análise da vegetação.

A detecção de sub-grupos, portanto, é alvo da classificação e pode se sustentar em diversos métodos. Além da interpretação fisiográfica e fitofisionômica do objeto de estudo, muitas vezes de natureza subjetiva, porém não menos

importante, devem ser utilizados critérios objetivos, ou seja, métodos dirigidos à classificação da vegetação, baseados em informações (dados) provenientes do próprio ecossistema. Dessa forma é possível identificar tipologias específicas, alcançando-se uma abordagem mais precisa da fitocenose em questão.

Com o desenvolvimento dos computadores a partir da segunda metade do século XX e a conseqüente possibilidade de processamento de grandes volumes de informações, métodos bioestatísticos sofreram um notável desenvolvimento, determinando novos rumos na análise de dados fitossociológicos (GOODALL, 1970, DIERSCHKE, 1994, VALENTIN, 2000). Verificou-se um aprimoramento de métodos multivariados de classificação e ordenação, cujas bases conceituais muitas vezes datavam de tempos mais remotos, mas cuja aplicação prática era extremamente limitada em função de sua complexidade matemática e pelo próprio volume de processamento.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Processamento dos Dados

A heterogeneidade da vegetação foi avaliada por meio da análise de freqüência e da curva espécies-área. Além disso, efetuou-se uma análise de agrupamento pelo método de WARD, com base na Distância Euclidiana, considerando a similaridade florística entre linhas (presença e ausência de espécies). A classificação propriamente dita, ou seja, o reconhecimento das tipologias foi embasada nesses procedimentos, mas ainda considerou a interpretação fitofisionômica do terreno e o resultado da análise morfológica do solo.

Para corroborar a delimitação das classes tipológicas, avaliou-se a vegetação ao nível de tipologia com relação às seguintes variáveis:

- **DAPmed.:** Diâmetro à altura do peito (DAP) médio em cm;
- **DAPdom.:** Diâmetro dominante, ou seja, DAP médio das 100 árvores mais grossas por hectare (4 por sub-parcela de 20 x 20 m ou 20 por linha amostral);
- **ALTmed.:** Altura média das árvores em m;
- **ALTdom.:** Altura média das 100 árvores mais grossas por hectare (4 por sub-parcela de 20 x 20 m ou 20 por linha amostral), em m;
- **Densidade** (dens.): ou número de indivíduos por área, convertido para ind./ha;
- **Área basal** (G): soma das áreas transversais dos fustes amostrados, medidos à altura do peito, convertido para m^2/ha);
- **Riqueza florística** (S): número de espécies por unidade amostral;
- **Diversidade florística** (H');: medida por meio do Índice de Diversidade de SHANNON;
- **Coeficiente de mistura** (CM): número de espécies / número de indivíduos, como medida de diversidade, calculado ao nível de linha.

Os dados calculados ao nível de linha para cada uma das variáveis constituíram a base para a avaliação estatística. Efetuou-se a Análise de Variância entre tipologias para cada variável considerada, ao nível de 95 % de probabilidade ($p = 0,05$). Em seguida, aplicou-se para o teste de comparação de médias de TUKEY para determinar se houve diferença significativa entre as tipologias.

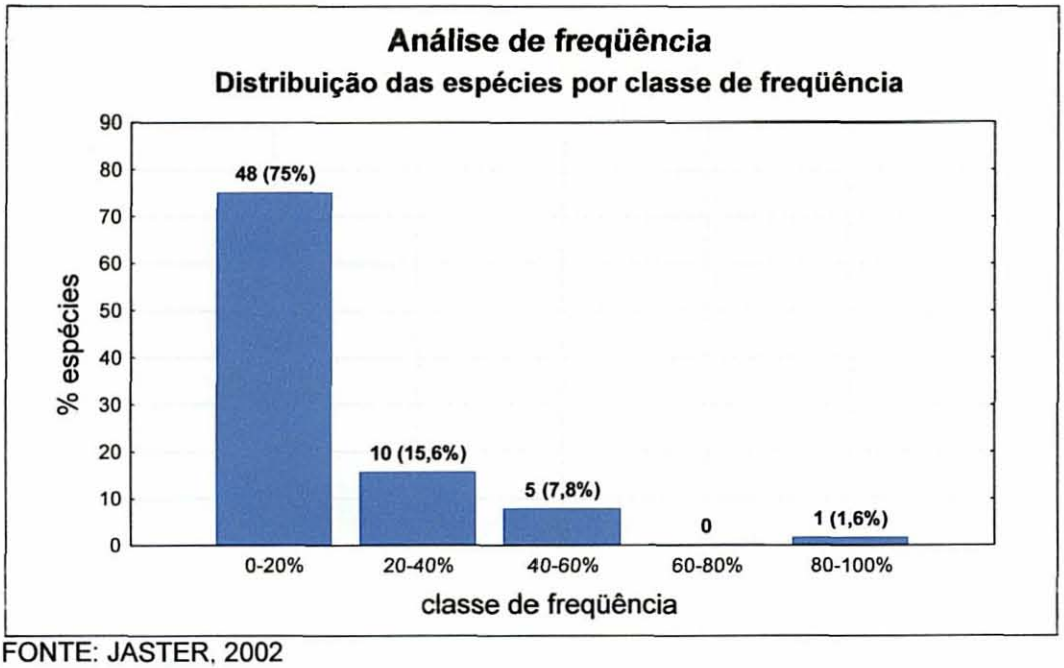
A similaridade entre tipologias foi avaliada mediante os índices de similaridade de JACCARD, SÖRENSEN (qualitativos), BRAY e CURTIS, SÖRENSEN modificado, Distância Euclidiana e Distância Euclidiana Média (quantitativos).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Análise de Freqüência

A análise de freqüência da comunidade baseia-se nos dados de freqüência absoluta das espécies e visa fornecer uma primeira aproximação referente ao grau de homogeneidade da vegetação. A figura 16 mostra a distribuição dos referidos valores por cinco classes de freqüência absoluta, excluindo-se os indivíduos mortos (amplitude de classe de 20 %), ao nível de sub-parcela de 20 x 20 m.

FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO E PORCENTAGEM DE ESPÉCIES POR CLASSES DE FREQÜÊNCIA (AMPLITUDE DE CLASSE = 20 %).



FONTE: JASTER, 2002

A figura 16 indica heterogeneidade na distribuição espacial das espécies, uma vez que a maior parte (48 espécies ou 75 % do total) ocorreu em menos de 20 % (em 30 ou menos) das unidades amostrais aqui consideradas (sub-parcelas de 20 x 20 m). Apenas 10 espécies (15,6 %) ocorrem em 20 a 40 % das sub-parcelas e 5 espécies (7,8 %) em 40 a 60 %. A classe de freqüência mais alta foi representada

por apenas uma espécie, *Calophyllum brasiliense*, que apresentou o maior IVI na comunidade (ver Capítulo 3), ocorrendo em 123 das 150 sub-parcelas (freqüência absoluta de 82 %).

A avaliação do histograma apresentado, no entanto, exige cautela, uma vez que esta análise é afetada pelo tamanho das unidades amostrais. À medida que aumenta o tamanho das mesmas, mais espécies estarão presentes em classes de freqüência mais elevada. A comparação direta de diferentes histogramas de freqüência somente é possível quando os mesmos foram construídos com base nas mesmas condições de amostragem (LAMPRECHT, 1986).

O mesmo histograma construído com base nas linhas amostrais de 2.000 m^2, cinco vezes a área de uma sub-parcela de 20 x 20 m, fornece o seguinte número de indivíduos por classe de freqüência:

- classe I: 34 espécies (53,13 %)
- classe II: 12 espécies (18,75 %)
- classe III: 11 espécies (17,18 %)
- classe IV: 6 espécies (9,38 %)
- classe V: 1 espécies (1,56 %)

Nota-se que um número maior de espécies se encontra em classes de freqüência mais elevada, no entanto, o caráter de heterogeneidade da vegetação ainda prevalece, mesmo com menor definição que na situação anterior, em função do tamanho da unidade amostral considerada neste caso.

5.3.2 Curva espécies-área

A curva espécies-área, também denominada "curva do coletor" ou "curva de saturação da amostragem", é uma ferramenta muito utilizada em levantamentos em

vegetação natural, cujas comunidades têm como principal característica o elevado número de espécies. Trata-se de um diagrama que correlaciona a freqüência acumulada de espécies com a intensidade de amostragem (área de levantamento, número de indivíduos coletados, etc.). Em geral, tratando-se de comunidades homogêneas, a curva apresenta inicialmente um crescimento pronunciado, tendendo a se estabilizar (horizontalizar) após um determinado número de unidades amostrais, em função do número de espécies novas incluídas no levantamento ser cada vez menor, ou mesmo nulo.

O estudo da relação entre área amostral e número de espécies data desde os primórdios da fitossociologia, sendo GLEASON (1922, cit. por EVANS *et al.*, 1955) um dos precursores neste ramo da ciência. O método da curva espécies-área para a definição da área mínima de amostragem foi mencionado ou utilizado por diversos autores, como RICE e KELTING (1955), CAIN *et al.* (1956), BRAUN-BLANQUET (1964), MÜLLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974), LAMPRECHT (1986) e, no Brasil, MARTINS (1991) e NAPPO *et al.* (1999). EVANS *et al.* se basearam na relação entre o número de espécies/área amostral para estimar o número total de espécies na comunidade. O método também pode ser aplicado adotando-se o número de fustes (ou indivíduos) como variável independente (CONDIT *et al.*, 1996)

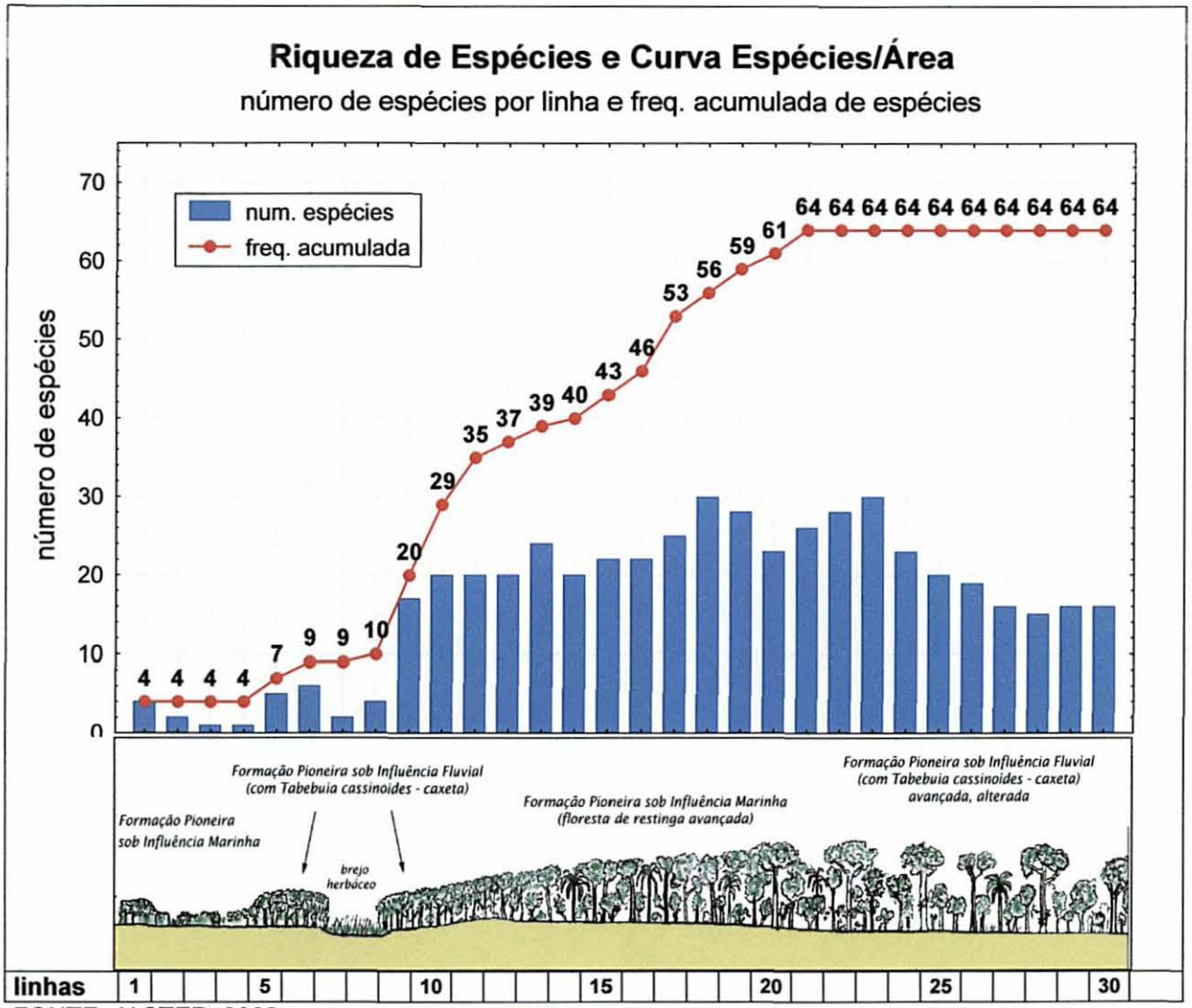
A aplicação mais tradicional da curva espécies-área é a definição da área mínima de amostragem, porém nesse âmbito é necessário considerar algumas particularidades do método. MÜLLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974), LAMPRECHT (1986), DIERSSEN (1990) e DIERSCHKE (1994) frisam a necessidade da homogeneidade da comunidade a ser estudada, condição esta muitas vezes ignorada ou menosprezada. GOODALL (1970) ainda menciona a necessidade da clara definição dos limites da comunidade a ser estudada. Na certeza do cumprimento destas premissas, a curva espécies-área poderá auxiliar na

definição da área mínima de amostragem (somente) para fins de levantamento florístico (qualitativo). A fitossociologia, no entanto, também procura obter informações quantitativas da comunidade, como relações de densidade ou dominância entre diferentes táxons, motivo pelo qual o método não pode constituir o único critério para definir o esforço amostral (JASTER, 2000). MEIJER-DREES (1954) cit. por DIERSCHKE (1994) e BARKMAN (1989) cit. por DIERSCHKE (1994) diferenciam entre área mínima qualitativa de amostragem e área mínima quantitativa de amostragem e observam que esta última pode ser de duas a quatro ou mais vezes maior que a primeira.

Outra aplicação da curva espécies-área diz respeito à detecção da própria heterogeneidade florística e tipológica do ambiente (diversidades alfa e beta), o que é particularmente válido quando as unidades amostrais estão dispostas sistematicamente ao longo de um transecto, como normalmente é o caso em análises de gradiente. Nessa situação o diagrama pode revelar mudanças ao nível de tipologia, quando o ingresso de um conjunto de novas espécies no levantamento provoca uma nova ascensão da curva.

No presente trabalho utilizou-se a curva espécies-área com a finalidade de demonstrar padrões de riqueza florísticos e tipológicos (diversidades alfa e beta) da comunidade estudada. Para tal, o diagrama foi construído com base no número acumulado de espécies (ordenada) por linha de amostragem de 20 x 100 m (abscissa), conforme demonstra a figura 17.

FIGURA 17 – CURVA ESPÉCIES-ÁREA CONSTRUÍDA COM BASE NAS LINHAS AMOSTRAIS E RIQUEZA FLORÍSTICA (NÚMERO DE ESPÉCIES POR LINHA AMOSTRAL), DEMONSTRANDO O INCREMENTO DO NÚMERO DE ESPÉCIES E A VARIAÇÃO TIPOLÓGICA AO LONGO DO TRANSECTO



FONTE: JASTER, 2002

A figura acima mostra a heterogeneidade florística e tipológica do ambiente estudado. As linhas 01 a 04 representam a Restinga Arbustiva, com apenas quatro espécies arbóreas. Até a linha 08 (referente a uma área de 16.000 m^2 ou 1,6 ha, incluindo o brejo herbáceo e dois trechos estreitos de vegetação do tipo Caxetal) o número total de espécies detectadas não ultrapassa a 10, indicando baixa riqueza florística. No trecho referente às linhas 09 a 11 a curva atinge seu incremento máximo, em função de um considerável acréscimo no número de espécies. Este fato alerta para uma transição ao nível de tipologia, uma vez que também a coluna

referente ao número de espécies demonstra tratar-se de um ambiente muito mais rico floristicamente.

O crescimento da curva se mantém elevado até a linha 21, onde é atingida a totalidade de 64 espécies arbóreas detectadas no levantamento. Este trecho (linhas 09 a 20) é ocupado pela Floresta de Restinga, com um nível florístico e estrutural mais elevado. A riqueza florística se mostra alta em relação aos demais trechos do transecto, com valor máximo de 30 espécies por linha amostral.

A partir da linha 21 nenhuma nova espécie foi detectada, o que provoca o traçado horizontal do diagrama nesse trecho. Com base apenas na interpretação da curva espécies-área, duas situações são possíveis:

a) nenhuma transição tipológica, assumindo representatividade amostral ao nível florístico (nenhuma nova espécie foi detectada no referido trecho);

b) transição tipológica, no sentido da passagem de uma comunidade rica floristicamente para uma mais pobre, cuja composição é definida por um sub-conjunto de espécies já contidas na primeira.

Considerando-se o número de espécies por linha, observa-se que a partir da linha 24 a riqueza diminui consideravelmente, o que sugere que a segunda situação retrata a realidade. Esta constatação é confirmada pelas feições fisiográficas do ambiente, uma vez que o trecho referente às linhas 21 a 30 corresponde a um terreno hidromórfico com solo orgânico, mais restritivo ao desenvolvimento arbóreo, com vegetação do tipo Caxetal.

Em levantamentos fitossociológicos (quantitativos) a curva espécies-área apresenta algumas restrições, podendo levar a falhas de interpretação. Recomenda-se, portanto, sua utilização em conjunto com outras ferramentas de análise, como por exemplo a riqueza florística das unidades amostrais, para fins de monitoramento da homogeneidade do ambiente. Da mesma maneira, outros parâmetros merecem

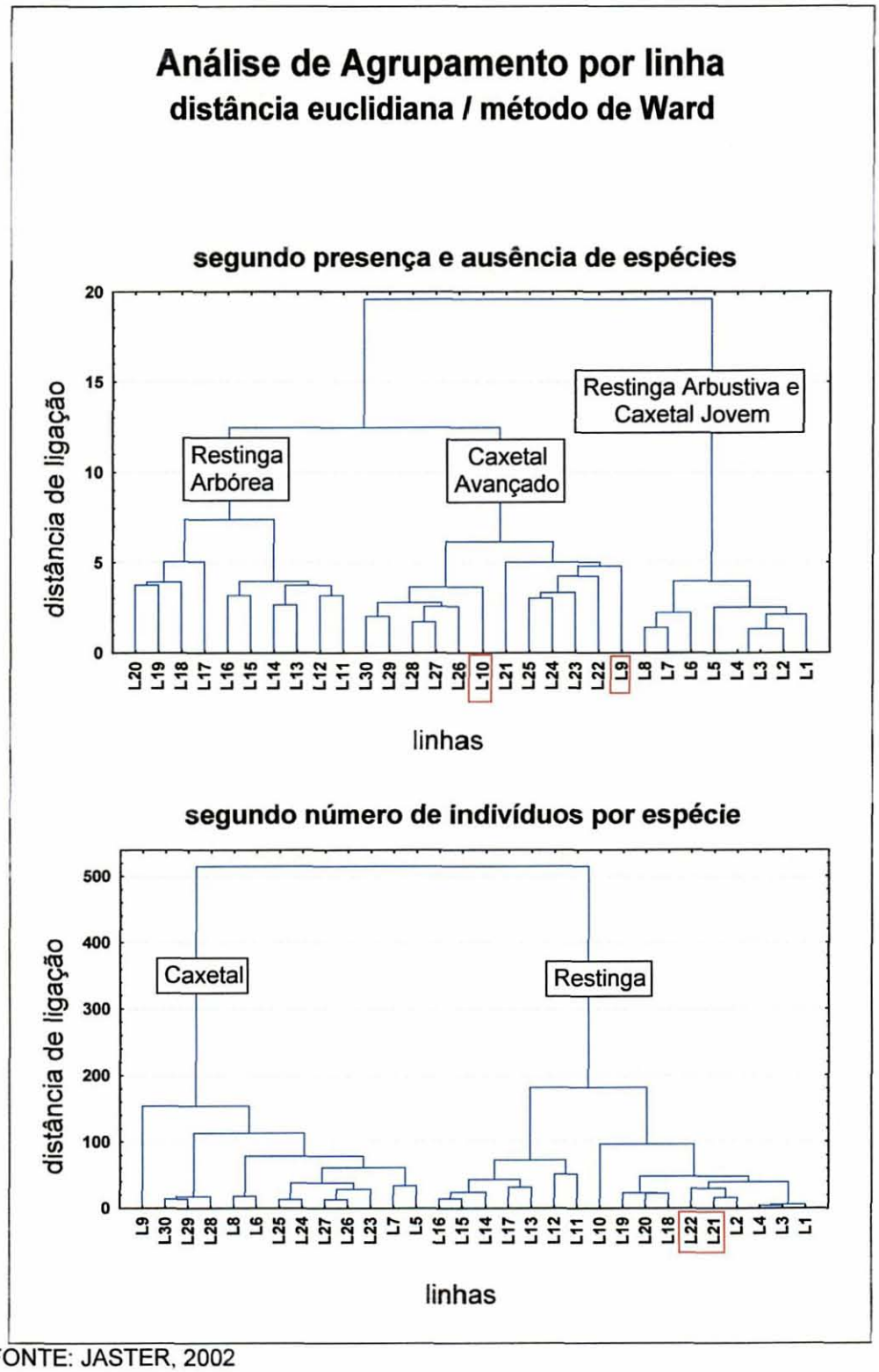
ser considerados, como as relações quantitativas (densidade, dominância) entre os táxons, o que pode ser expresso pela equabilidade (equitabilidade). A análise conjunta destes fatores pode auxiliar na descrição da situação real e na tomada de decisões.

5.3.3 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) é uma técnica de classificação que é baseada na alocação de objetos ou entidades semelhantes em grupos ou "clusters", constituindo um diagrama hierárquico denominado dendrograma. Dessa maneira os clusters ou grupos de amostras podem representar diferentes comunidades bióticas (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Entre os diferentes métodos de aglomeração, o de Ward (ou da variância mínima) é unanimemente o mais eficiente em estudos ecológicos (VALENTIN, 2000).

A figura 18 apresenta os dendrogramas resultantes das análises de agrupamento realizadas em função da ocorrência das espécies nas linhas amostrais, tomando como base sua presença/ausência bem como o número de indivíduos por espécie por linha de amostragem. O critério do cálculo de semelhança foi a Distância Euclidiana e o método de ligação utilizado foi o de WARD.

FIGURA 18 – ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS LINHAS DE AMOSTRAGEM, TOMANDO-SE COMO BASE A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE ESPÉCIES (GRÁFICO SUPERIOR) E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR ESPÉCIE (GRÁFICO INFERIOR). AS LINHAS QUE NÃO SE ENQUADRARAM NA CLASSIFICAÇÃO PRÉVIA ESTÃO ASSINALADAS COM UM RETÂNGULO



FONTE: JASTER, 2002

Observando-se o dendrograma referente à presença e ausência de espécies, nota-se uma elevada similaridade com relação à seqüência natural das unidades amostrais em campo. A maior similaridade é apresentada pelas linhas fisicamente mais próximas no terreno, excetuando-se desta regra apenas as linhas 09 e 10. De um modo geral, a formação dos grupos obedece à divisão fisiográfica e fitofisionômica do transecto citada anteriormente. Podem ser observados três grupos ao nível da distância de ligação de 10,0.

1. O primeiro grupo, formado pelas linhas 01 a 08, corresponde à porção inicial do transecto, incluindo a Restinga Arbustiva, o brejo herbáceo e o Caxetal Jovem. Em uma escala mais detalhada (distância de ligação 3,0), estas três unidades são devidamente separadas dentro do grupo.

2. O segundo grupo, composto pelas linhas 11 a 20, representa a Restinga Arbórea que se desenvolve sobre o Espodossolo, sob condições não-hidromórficas. Trata-se do setor de maior diversidade florística, com diversas espécies preferenciais e/ou exclusivas para este ambiente, como *Ocotea pulchella*, *Andira fraxinifolia* e *Pera glabrata*.

3. O terceiro grupo é formado pelas linhas 09, 10 e 21 a 30. As linhas 21 a 30 correspondem ao último trecho do transecto, representados por vegetação do tipo Caxetal Avançado (explorado) sobre Organossolo sob condições hidromórficas. A inclusão das linhas 09 e 10 não surpreende, pois apesar de existir uma considerável distância física com relação às demais (superior a 200 m), compõe a mesma tipologia sobre solo de características semelhantes (Organossolo), diferenciando-se apenas pelo grau de desenvolvimento estrutural (Caxetal Jovem).

Já o dendrograma baseado no número de indivíduos por espécie apresenta uma estrutura diferenciada. Observa-se dois grandes grupos:

1. O primeiro grupo, formado pelas linhas 05 a 09 e 23 a 30 compõe as áreas de Caxetal, não havendo diferenciação clara entre Caxetal Jovem (05 a 09) e avançado (23 a 30).
2. O segundo grupo, formado pelas linhas 01 a 04 e 10 a 22 corresponde à vegetação Restinga, excetuando-se as duas últimas linhas, 21 e 22, classificadas como Caxetal Avançado. Ao contrário do que se observa no primeiro grupo, os sub-grupos Restinga Arbustiva (01 a 04) e Restinga Arbórea (10 a 20) são mais claramente diferenciados.

Observa-se, portanto, que há uma clara definição de grupos tipológicos, nos quais vegetação de Restinga e Caxetal formam as unidades de maior expressão. Em uma escala mais detalhada, surgem diferenças entre os Caxetais Jovem e Avançado. A detecção destas feições na vegetação foi possível pela análise conjunta de dendrogramas construídos com base em critérios distintos, o que novamente reforça a necessidade de adoção de diferentes técnicas de processamento dos dados para alcançar um retrato mais próximo da realidade.

5.3.4 Classificação: Subdivisão por Tipologias

A heterogeneidade da área amostral em termos florísticos, que já havia sido indicada pelo histograma de freqüências, foi confirmada pela curva espécies-área. A análise de agrupamentos demonstrou a maior inter-relação entre unidades amostrais (linhas) mais próximas umas às outras e menor entre aquelas mais afastadas. Estas análises, baseadas em maior parte em critérios qualitativos (composição florística), indicam que as espécies possuem preferências quanto ao ambiente que habitam. Esta situação não somente justifica como também obriga adotar uma subdivisão das unidades amostrais em tipologias distintas.

Verificou-se por meio da curva espécies-área e da análise de agrupamento uma estreita relação entre os grupos florísticos e as características fisiográficas da área de estudo, o que faz necessário considerar ambos na definição dos grupos. Baseado nestas constatações, bem como na interpretação fitofisionômica do ambiente, a área de amostragem foi dividida em quatro setores distintos:

a) tipologia 01: linhas 01 a 04: Restinga Arbustiva

b) tipologia 02: linhas 05 a 09: Caxetal Jovem e brejo herbáceo

c) tipologia 03: linhas 10 a 20: Restinga Arbórea (Floresta de Restinga)

d) tipologia 04: linhas 21 a 30: Caxetal Avançado, explorado

As tipologias assim definidas constituem as unidades básicas para as análises subseqüentes.

5.3.5 Avaliação Estatística por Tipologia

A tabela 9 apresenta os valores médios das variáveis calculados por linha amostral, tomando como base os dados das sub-parcelas de 20 x 20 m.

TABELA 9 – MÉDIAS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS CALCULADAS AO NÍVEL DE LINHA, TOMANDO COMO BASE OS DADOS DA SUB-PARCELAS (SENDO CADA LINHA DE AMOSTRAGEM COMPOSTA POR 5 SUB-PARCELAS LADO A LADO)

linha	DAPmed.	DAPdom.	ALTmed.	ALTdom.	Dens.	G	S	H'	CM
1	16,03	17,32	4,69	4,96	150	2,98	2,2	0,44	0,027
2	15,02	15,02	3,83	3,83	35	0,74	1,0	0,11	0,057
3	10,87	13,12	2,83	2,89	125	2,19	0,8	0	0,008
4	11,27	13,27	3,08	3,19	105	2,01	0,8	0	0,010
5	12,38	15,96	6,19	6,64	405	5,13	2,8	0,61	0,012
6	12,51	17,52	6,97	7,93	550	7,20	2,8	0,42	0,011
7	9,39	11,52	4,64	5,30	250	2,89	1,2	0,27	0,008
8	14,24	19,23	7,48	8,46	500	8,30	2,4	0,47	0,008
9	13,86	24,61	8,87	10,78	1.340	22,39	7,4	1,33	0,013
10	17,69	32,60	11,64	13,53	920	25,87	10,4	1,87	0,022
11	16,16	27,84	10,57	12,53	1.035	23,49	10,2	1,94	0,019
12	15,56	28,02	11,62	14,25	1.020	21,70	11,0	2,03	0,020
13	16,99	29,76	10,76	12,95	790	20,83	13,4	2,36	0,029
14	18,24	35,38	10,70	13,83	830	26,44	12,6	2,25	0,024
15	17,68	30,59	11,02	13,28	815	23,24	10,4	2,03	0,027
16	19,03	36,67	11,37	14,35	780	27,20	11,6	2,18	0,028
17	18,43	34,04	10,75	14,23	630	20,28	12,0	2,32	0,040
18	19,63	40,48	11,58	15,20	655	26,14	12,2	2,27	0,046
19	24,20	44,72	13,37	17,23	510	30,40	11,4	2,13	0,055
20	21,48	40,05	12,83	17,20	450	22,76	9,2	2,09	0,051
21	18,27	31,90	10,84	13,80	340	13,69	8,4	1,97	0,076
22	19,59	44,96	11,75	17,33	595	25,58	12,0	2,28	0,047
23	16,00	36,43	9,99	14,49	890	24,85	13,6	2,15	0,031
24	15,31	37,41	10,51	14,95	965	25,94	11,8	1,96	0,024
25	16,21	36,05	11,45	17,07	810	22,06	10,4	1,79	0,025
26	15,21	31,55	9,63	13,65	830	19,74	9,4	1,83	0,024
27	16,28	31,73	9,60	12,55	725	18,92	9,8	1,90	0,022
28	14,48	23,09	8,88	11,12	630	12,79	8,2	1,76	0,024
29	15,46	30,53	9,10	12,21	645	15,77	10,0	2,08	0,025
30	14,61	26,47	9,32	13,00	675	13,62	10,6	2,11	0,024
média	**16,07**	**28,60**	**9,20**	**11,76**	**633**	**17,17**	**8,3***	**1,56***	**0,028***

FONTE: JASTER, 2002

***Obs.**: valores referentes às médias parciais e gerais de riqueza florística e índice de Shannon foram calculados com base em sub-unidades amostrais de 20 x 20 m. O coeficiente de mistura foi calculado ao nível de linha de 20 x 100 m. Estas unidades amostrais não constituem áreas mínimas representativas, de modo que sua utilização se limita a fins comparativos entre diferentes linhas.

O resultado das estatísticas obtidas para as variáveis vegetacionais por tipologia é apresentado na tabela 10.

TABELA 10 – ESTATÍSTICAS OBTIDAS (MÉDIA, NÚMERO, SOMA, DESVIO PADRÃO E VARIÂNCIA) PARA AS VARIÁVEIS, CALCULADA AOS NÍVEIS DE TIPOLOGIA E GERAL

variável	tipologia	Restinga Arbustiva	Caxetal Jovem	Restinga Arbórea	Caxetal Avançado	todas as tipologias
	número de unidades amostrais (linhas)	4	5	11	10	30
DAP médio (cm)	média (cm)	13,30	12,48	18,64	16,14	16,07
	desvio padrão (cm)	2,61	1,91	2,46	1,62	3,15
	coef. de variação (%)	19,63	15,29	13,19	10,03	19,59
DAP dominante (cm)	média (cm)	14,68	17,77	34,56	33,01	28,59
	desvio padrão (cm)	1,96	4,78	5,52	6,10	9,63
	coef. de variação (%)	13,34	26,89	15,96	18,49	33,68
Altura média (m)	média (m)	3,61	6,83	11,47	10,11	9,20
	desvio padrão (m)	0,84	1,57	0,90	0,99	2,92
	coef. de variação (%)	23,21	22,93	7,87	9,81	31,75
Altura dominante (m)	média (m)	3,72	7,82	14,42	14,02	11,76
	desvio padrão (m)	0,92	2,06	1,56	2,01	4,34
	coef. de variação (%)	24,65	26,30	10,85	14,35	36,88
Densidade (ind./ha)	média	103,75	609,00	766,82	710,50	633,33
	desvio padrão	49,39	424,33	190,80	177,65	308,27
	coef. de variação (%)	47,61	69,68	24,88	25,00	48,67
Área basal (m^2/ha)	média (m^2)	1,98	9,18	24,40	19,30	17,17
	desvio padrão (m^2)	0,93	7,67	3,08	5,17	9,16
	coef. de variação (%)	46,86	83,51	12,64	26,81	53,37
Número de espécies (média por sub-parcela)	média	1,20	3,32	11,31	10,42	8,33
	desvio padrão	0,67	2,37	1,22	1,67	4,29
	coef. de variação (%)	56,11	71,48	10,77	16,04	51,49
Número de espécies (por linha)	média	2,00	6,80	23,00	20,80	16,77
	desvio padrão	1,41	5,89	3,41	5,16	9,21
	coef. de variação (%)	70,71	86,63	14,81	24,81	54,92
Coeficiente de mistura (ao nível de linha)	média	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03
	desvio padrão	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02
	coef. de variação (%)	90,13	21,95	39,33	53,52	59,34
Índice de diversidade de SHANNON	média	0,14	0,62	2,13	1,98	1,57
	desvio padrão	0,21	0,42	0,16	0,17	0,81
	coef. de variação (%)	151,44	66,95	7,42	8,56	52,06

FONTE: JASTER, 2002

Os resultados da análise de variância entre tipologias para as diferentes variáveis vegetacionais são apresentados na tabela 11.

TABELA 11 – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE TIPOLOGIAS, REFERENTE ÀS VARIÁVEIS CONSIDERADAS

Variável	SQ Efeito	gl Efeito	QM Efeito	SQ Erro	gl Erro	QM Erro	F	p
DAP médio	**168,2942**	**3**	**56,09805**	**119,0928**	**26**	**4,580493**	**12,24716**	**0,0000349**
DAP dominante	**1946,723**	**3**	**648,9078**	**742,6356**	**26**	**28,56291**	**22,71855**	**0,0000002**
ALT média	**218,2782**	**3**	**72,7594**	**28,91434**	**26**	**1,11209**	**65,42582**	**0,0000000**
ALT dominante	**464,8257**	**3**	**154,9419**	**80,33802**	**26**	**3,089924**	**50,14425**	**0,0000000**
Densidade	**1380342**	**3**	**460113,9**	**1375625**	**26**	**52908,65**	**8,696384**	**0,0003657**
Área basal	**1861,463**	**3**	**620,4877**	**573,672**	**26**	**22,06431**	**28,12178**	**0,0000000**
núm. spp (médio)	**470,1536**	**3**	**156,7179**	**63,87309**	**26**	**2,456657**	**63,79313**	**0,0000000**
núm. spp (linha)	**1958,967**	**3**	**652,9889**	**500,4**	**26**	**19,24615**	**33,92828**	**0,0000000**
Coef. de mistura	0,002006	3	0,000669	0,00592	26	0,000228	2,937216	0,0519729
Shannon	**17,92021**	**3**	**5,973403**	**1,32954**	**26**	**0,051136**	**116,8137**	**0,0000000**

DADOS EM NEGRITO REPRESENTAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA AO NÍVEL DE P = 95 %. FONTE: JASTER, 2002

Observa-se que apenas o coeficiente de mistura (n° de espécies / n° de indivíduos) não manifestou diferenças significativas ao nível de 95 % de probabilidade.

A tabela 12 mostra os resultados do teste de comparação de médias de TUKEY entre tipologias para cada variável analisada.

TABELA 12 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS ENTRE TIPOLOGIAS PARA AS VARIÁVEIS CONSIDERADAS, SEGUNDO TESTE DE TUKEY

tipologia	*DAPmed*	*DAPdom*	*ALTmed*	*ALTdom*	*Dens.*	*G*	*S*	*H'*	*CM*
1	B	B	D	C	B	B	B	C	A
2	B	B	C	B	A	B	B	B	A
3	A	A	B	A	A	A	A	A	A
4	AB	A	A	A	A	A	A	A	A

TIPOLOGIAS REPRESENTADAS PELA MESMA LETRA NÃO DIFEREM SIGNIFICATIVAMENTE AO NÍVEL DE P = 95%. FONTE: JASTER, 2002

5.3.6 Similaridade florística

Coeficientes de similaridade permitem a análise comparativa entre diferentes tipologias, detectando o grau de semelhança entre as mesmas por meio de um valor

numérico. Vários métodos têm sido propostos, os quais fundamentalmente podem ser divididos em duas categorias: qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos ou de presença (KREEB, 1993) consideram apenas a ocorrência de determinada espécie na(s) comunidade(s). Atribui-se, portanto, o mesmo peso a espécies abundantes e raras, o que pode ocasionar erros de interpretação, principalmente ao se analisar comunidades adjacentes, em função da existência de zonas de transição (ecótonos) entre as mesmas. As fórmulas de JACCARD e de SÖRENSEN são os mais conhecidos coeficientes de similaridade qualitativos (de presença). A principal diferença é o maior peso atribuído às espécies comuns na fórmula de SÖRENSEN. Além disso, nessa fórmula o valor calculado cresce de forma linear com o número de espécies comuns a ambas as comunidades, o que não é verificado na fórmula de JACCARD. Esta característica pode representar uma vantagem da fórmula de SÖRENSEN, uma vez que fornece resultados mais fáceis de serem compreendidos.

Coeficiente de Similaridade de JACCARD

$$GP\% = \frac{\sum Pg}{\left(\sum Pg + \sum Pa + \sum Pb\right)}$$

onde:

$\sum Pg$ = Soma das espécies ocorrentes em ambas as comunidades florestais

$\sum Pa$ = Soma das espécies exclusivas da comunidade A

$\sum Pb$ = Soma das espécies exclusivas da comunidade B

Coeficiente de Similaridade de Sörensen

$$Ks = \frac{2c}{(A+B)} \cdot 100$$

onde:

A = Número de espécies na comunidade A

B = Número de espécies na comunidade B

c = Número de espécies comuns a ambas as comunidades

Os índices de similaridade quantitativos incorporam variáveis de massa na fórmula, assumindo-os como critério diferencial na comparação entre comunidades. Há, portanto, a distinção entre espécies abundantes e raras, fornecendo resultados mais condizentes com a realidade sob ponto de vista da fitossociologia. Alguns índices de similaridade quantitativos são:

Índice de Sörensen modificado segundo Bray e Curtis (1957)

$$C_N = \frac{2_{jN}}{(aN+bN)} \cdot 100$$

onde:

aN = Número de indivíduos na comunidade A

bN = Número de indivíduos na comunidade B

jN = Somatória dos respectivos menores valores de número de indivíduos das espécies ocorrentes em ambas as comunidades

Índice de Sörensen modificado

$$Kd = \frac{\sum {}^{c}d}{\sum {}^{a}d + \sum {}^{b}d}$$

onde:

$\sum$ad = Dominância total na comunidade A

$\sum$bd = Dominância total na comunidade B

$\sum$cd = Somatória dos respectivos menores valores de dominância das espécies ocorrentes em ambas as comunidades

Distância Euclidiana e Distância Euclidiana Ponderada

$$\Delta_{ij} = \sqrt{\sum (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

$$\delta_{jk} = \frac{\Delta^2{}_{ij}}{n}$$

onde:

Δij = distância euclidiana não-ponderada entre as amostras

Xij-Xik = diferença entre as abundâncias de uma espécie nas duas amostras

δjk = distância euclidiana ponderada entre as amostras

n = número de espécies nas duas amostras

As diferentes formas de cálculo apresentam características particulares, reagindo mais ou menos intensamente a uma determinada variável incorporada em sua fórmula. Considerando esses aspectos, os resultados devem ser analisados em

conjunto, a fim de fornecer as informações desejadas de acordo com os objetivos do estudo. A tabela 13 mostra o resultado dos índices de similaridade entre as quatro tipologias observadas na área de estudo.

TABELA 13 – COMPARAÇÃO DAS TIPOLOGIAS POR MEIO DE ÍNDICES (COEFICIENTES) DE SIMILARIDADE

	coeficientes de similaridade					
	qualitativos		***quantitativos***			
tipologias	**JACCARD**	**SÖRENSEN**	**BRAY E CURTIS (densidade)**	**SÖRENSEN modif. (área basal)**	**Distância Euclidiana**	**Distância Euclidiana média**
1 x 2 (Restinga Arbustiva x Caxetal Jovem)	0,2000	0,3333	0,0771	0,1020	429,42	21,4709
1 x 3 (Restinga Arbustiva x Restinga Arbórea)	0,0702	0,1311	0,2383	0,1501	181,49	3,1841
1 x 4 (Restinga Arbustiva x Caxetal Avançado)	0,0889	0,1633	0,2548	0,1860	250,46	5,5657
2 x 3 (Caxetal Jovem x Restinga Arbórea)	0,2623	0,4156	0,1757	0,1070	457,79	7,1530
2 x 4 (Caxetal Jovem x Caxetal Avançado)	0,2941	0,4615	0,5078	0,3566	231,13	4,5319
3 x 4 (Restinga Arbórea x Caxetal Avançado)	0,6190	0,7647	0,4328	0,5260	273,45	4,4829

FONTE: JASTER, 2002

Entre as diferentes formas de cálculo acima apresentadas, somente na distância euclidiana a similaridade é inversamente proporcional ao valor calculado, não havendo limite superior (valor elevado significa maior diferença entre as comunidades). Os demais variam entre 0 e 1, sendo as comunidades tanto mais semelhantes (similares) quanto mais próximo de 1 se situar o valor calculado.

Entre os índices qualitativos de JACCARD e SÖRENSEN, o último oferece mais facilidade de interpretação, em função de sua variação linear de acordo com o

número de espécies em comum, conforme citado anteriormente. O menor valor é constatado entre a Restinga Arbustiva e a Restinga Arbórea (13,11 %), sendo a maior similaridade verificada entre a Restinga Arbórea e o Caxetal Avançado (76,47 %). Conforme já observado, estes valores são fortemente influenciados pelo fato das comunidades em questão serem vizinhas (adjacentes) ou não. Nos dois casos citados, trata-se de comunidades não adjacentes e adjacentes, respectivamente, o que pode explicar parcialmente os resultados obtidos.

Para contornar esta distorção, os índices quantitativos fornecem um quadro mais real. Verifica-se um certo paralelismo entre as fórmulas de BRAY e CURTIS (baseado na densidade) e de SÖRENSEN modificado (segundo a área basal). A maior semelhança é verificada entre os dois tipos de Caxetal, bem como entre a Restinga Arbórea e o Caxetal Avançado. A maior diferença é verificada no Caxetal Jovem, tanto com relação à Restinga Arbustiva como com a Restinga Arbórea, ambas adjacentes ao mesmo, o que demonstra como estes índices reagem diferentemente dos índices qualitativos. Uma vez que o Caxetal Jovem era entremeado por um brejo herbáceo, os parâmetros quantitativos (densidade e dominância) são influenciados, ocasionando os baixos resultados dos índices.

A distância euclidiana cresce em função do número de descritores (espécies, no caso), por isso seu valor médio tem maior poder de expressão na avaliação dos resultados. De acordo com esta fórmula, a Restinga Arbustiva apresenta maior semelhança com a Restinga Arbórea e maior diferença com relação ao Caxetal Jovem. Isto permite concluir que as características físicas do ambiente, especialmente as propriedades do solo e condições de hidromorfia determinam a configuração da vegetação, ou seja, que as espécies apresentam maior sensibilidade a estes fatores do que à proximidade física entre tipologias.

6 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

6.1 INTRODUÇÃO

A avaliação da estrutura de uma comunidade arbórea representa um amplo campo de estudo, podendo ser subdividido em função de diferentes formas de abordagem. Na ciência florestal, a estrutura da floresta normalmente se refere ao arranjo horizontal e vertical das árvores, bem como às suas relações dimensionais ou etárias. Tratada sob estes aspectos, a estrutura da floresta revela informações referentes às relações intra e interespecíficas e com relação ao meio abiótico, permitindo reconstruções de situações passadas, previsões futuras, revelar processos dinâmicos, entre outros aspectos, contribuindo fundamentalmente para o entendimento do ecossistema.

A ocupação do espaço vertical pelas copas das árvores e com isto pelas folhas, como estruturas fotossinteticamente ativas, constitui um importante critério de avaliação de comunidades vegetais naturais. Além de condicionantes ambientais, características genéticas das espécies, como tolerância à luz (heliofitismo, ciofitismo) e aptidão de atingir uma certa altura, acabam determinando a arquitetura de indivíduos e a estrutura vertical da comunidade como um todo. DIERSCHKE (1994) afirma que comunidades florestais com alto nível estrutural são consideradas ecossistemas relativamente estáveis. Em sua clássica obra sobre florestas pluviais tropicais, RICHARDS (1952) descreve 5 estratos arbóreos para este tipo de ecossistema. KREEB (1983), que menciona a existência de pelo menos três classes de altura nessas comunidades, cita que há uma substituição progressiva das copas no espaço vertical, de modo que a diferenciação de estratos pode ser dificultada. BUDOWSKI (1961) associa o nível de estratificação vertical com o estágio de desenvolvimento sucessional da floresta. Segundo este autor, comunidades mais

adiantadas tendem a apresentar uma estrutura vertical mais complexa e um número maior de estratos.

A existência e os métodos para o reconhecimento de estratos verticais em florestas naturais têm sido objeto de debates na comunidade científica (TERBORG, 1993). BAKER e WILSON (2000) citam que algumas das controvérsias referentes a este assunto provêm das diferenças conceituais relacionadas aos estratos propriamente ditos e mencionam três abordagens: estratificação vertical da fitomassa, estratificação vertical das copas dos indivíduos e estratificação vertical das espécies. Neste estudo são considerados como estratos as zonas de aglomeração das copas, correspondendo à maior concentração da fitomassa foliar.

É necessário diferenciar entre estratos naturalmente presentes e "estratos" arbitrários, que nada mais são que uma subdivisão do espaço vertical em diferentes setores arbitrariamente definidos, para fins de análises mais específicas. Com relação a este último caso, um dos métodos é o citado por MEYER (1977 cit. por DIERSCHKE, 1994), pelo qual a altura dominante da comunidade é dividida por 3, definindo uma classes de altura inferior até 1/3, uma média de 1/3 a 2/3 e uma superior acima de 2/3 da altura dominante. Independentemente do critério utilizado na definição das classes de altura, uma diferenciação nomenclatural entre ambos os casos parece pertinente, como por exemplo "camadas" para as classes de altura artificiais (arbitrárias) e "estratos" para aqueles naturalmente presentes na comunidade.

Vários métodos têm sido propostos para caracterizar a estrutura vertical da floresta. Entre os mais conhecidos e simples estão os histogramas de freqüência por classes de altura. A ocorrência de picos ou modas na curva de distribuição pode indicar a presença de estratos. CALEGARIO *et al.* (1994) propõe um reconhecimento de estratos pela definição de grupos homogêneos de alturas de indivíduos, com base em testes de qui-quadrado. Já o diagrama M-w (HOZUMI,

1975) considera o valor acumulado das médias dos pesos das árvores, registrado em um diagrama de escala logarítmica. Descontinuidades apresentadas pela curva podem indicar a presença de estratos arbóreos. Frente à dificuldade de determinar o peso das árvores, SANQUETTA (1995) propõe a utilização da variável altura das árvores, sendo o método denominado Diagrama h-M. BAKER e WILSON (2000) apresentam um método baseado na relação entre a altura total dos indivíduos arbóreos e a altura média da base da copa.

O objetivo do presente capítulo é a caracterização das tipologias sob ponto de vista da estrutura horizontal, vertical e dimensional, permitindo comparações entre as mesmas.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Processamento dos dados

Considerando os resultados obtidos pela análise fitossociológica, no que se refere à heterogeneidade tipológica da área amostral, a descrição da estrutura da vegetação tomou como base as quatro tipologias detectadas: a Restinga Arbustiva, o Caxetal Jovem, a Floresta de Restinga (Restinga Arbórea) e o Caxetal Avançado.

Para a tabulação e processamento parcial dos dados utilizou-se o programa Excel 97 (Microsoft) para PC, Statistica for Windows (StatSoft), e o módulo FLOREXEL (ARCE *et al.*, 2000).

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já comentado anteriormente, o perfil analisado destacou-se pela alta heterogeneidade em termos de composição florística, fisionomia e estrutura, além das características do meio abiótico. As quatro tipologias detectadas, Restinga Arbustiva, Caxetal Jovem, Floresta de Restinga e Caxetal Avançado (em ordem crescente com a distância da costa) apresentaram identidade própria com relação a estes parâmetros, justificando o tratamento como unidades diferenciadas.

Ao nível de tipologia, a Floresta de Restinga ainda se destacou das demais pela grande variação verificada dentro da mesma, obedecendo aos padrões de um *continuum*. Neste tipo vegetacional, que se estendeu de 180 a 400 m ao longo do eixo principal do perfil, observou-se uma evolução progressiva e muito regular no nível estrutural da vegetação junto com o afastamento do mar. O nível estrutural no enfoque aqui referido é manifestado pela dimensão dos indivíduos arbóreos (em termos diamétricos e de altura), pela definição de estratos verticais e altura do dossel.

É necessário lembrar que o Caxetal Jovem era entremeado por uma área de brejo herbáceo (taboal com *Typha dominguensis*), o que se expressa em menores valores de densidade e área basal.

Na tabela 14 são apresentadas as principais estatísticas referentes ao número de indivíduos amostrados, à estrutura horizontal e dimensional, bem como à diversidade da comunidade.

TABELA 14– PRINCIPAIS ESTATÍSTICAS ESTRUTURAIS E DE DIVERSIDADE FLORÍSITICA DA COMUNIDADE, AO NÍVEL GERAL E POR TIPOLOGIA

tipologia			perfil integral	Restinga Arbustiva	Caxetal Jovem	Restinga Arbórea	Caxetal Avançado
estrutura horizontal	nº total de fustes amostrados	total	4.137	83	615	1.840	1.599
		vivos	3.800	83	609	1.687	1.421
		mortos	337	0	6	153	178
	nº total de árvores amostradas	total	3.743	51	544	1.681	1.467
		vivos	3.417	51	538	1.538	1.290
		mortos	326	0	6	143	177
	densidade fustes / ha	total	689,50	103,75	615	836,36	799,5
		vivos	633,33	103,75	609	766,81	710,5
		mortos	56,17	0	6	69,55	89
	densidade árvores / ha	total	623,83	63,75	544	764,09	733,5
		vivos	569,5	63,75	538	699,09	645
		mortos	54,33	0	6	65	88,5
	área basal (m^2/ha)	total	19,6387	1,9788	9,3628	26,4762	24,3194
		vivos	17,1777	1,9788	9,2176	24,3964	19,2967
		mortos	2,4610	0	0,1452	2,0798	5,0227
estrutura vertical	altura média (m)		9,85	4,18	7,76	10,92	9,71
	altura máxima (m)		22,00	6,1	14,5	21,5	22
	desvio padrão da altura (m)		3,38	0,91	1,87	3,13	3,50
	coef. de variação (CV %) da altura		34,33	21,87	24,07	28,67	36,02
estrutura dimensional	diâmetro méd. (cm)		16,76	13,95	13,33	18,09	16,69
	diâmetro máx. (cm)		91,68	39,15	33,74	70,99	91,68
	desvio padrão do diâmetro (cm)		9,044	7,00	4,03	8,71	10,43
	coef. de var. (CV %) do diâmetro		53,97	50,17	30,24	48,14	62,45
diversidade	número de espécies		64	4	20	58	46
	número de famílias		26	3	14	25	20
	índice de SHANNON		2,971	0,46	1,33	3,01	2,64
	índice de SIMPSON	D	0,09	0,80	0,47	0,07	0,12
		1/D	11,11	1,25	2,12	14,29	8,33
		1-D	0,91	0,2	0,53	0,93	0,88
	equabilidade		71,06 %	33,06	43,77	74,08	68,91

FONTE: JASTER, 2002

Analisando os dados referentes ao perfil integral, sugere-se um nível estrutural relativamente reduzido, definido principalmente pelo valor da área basal, de 19,64 m^2/ha (*incluindo indivíduos mortos*). Este valor é superior à área basal de 11,38 m^2/ha, estimada por JASTER (1995) na vegetação de Restinga da Ilha do

Superagüi, porém inferior ao valor verificado na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas da referida ilha, de 23,84 m^2/ha, e na Floresta Ombrófila Densa Submontana, de 27,18 m^2/ha (todos os dados referentes a árvores com DAP $\geq$ 10 cm). Os valores de densidade se comportam de maneira semelhante, com 623,33 árvores por hectare na área de estudo da Ilha das Peças, contra 527, 751 e 656 árvores por hectare na vegetação da Restinga, florestas de Terra Baixa e Submontana da Ilha do Superagüi, respectivamente. Análises comparativas com outros trabalhos executados na região apresentam reduzido poder de informação em função de diferentes métodos de amostragem, principalmente com relação ao limite mínimo de inclusão dos indivíduos.

A média das alturas é influenciada tanto pela variação ao longo do perfil como pelo padrão de estratificação vertical. Os valores da média aritmética (9,85 m) e do coeficiente de variação (34,33 %) por si próprios não são suficientes para informar sobre os diferentes níveis de desenvolvimento da floresta.

A comparação dos dados estruturais entre as diferentes tipologias demonstra mais uma vez a heterogeneidade da vegetação. A Restinga Arbustiva foi a que apresentou os menores valores de área basal (1,98 m^2/ha), densidade (103,75 ind/ha) e altura média (4,18 m). As demais tipologias mostram valores nitidamente superiores.

As informações referentes à riqueza florística e diversidade também demonstram uma clara diferença em termos de complexidade. O número de espécies variou de apenas 4 na Restinga Arbustiva até 58 na Floresta de Restinga. Pode-se afirmar que esta última compõe, entre as quatro tipologias analisadas, a de maior complexidade, expressa pelo número de espécies e pela diversidade (índices de SIMPSON, SHANNON e equabilidade elevados).

6.3.1 Distribuição Diamétrica

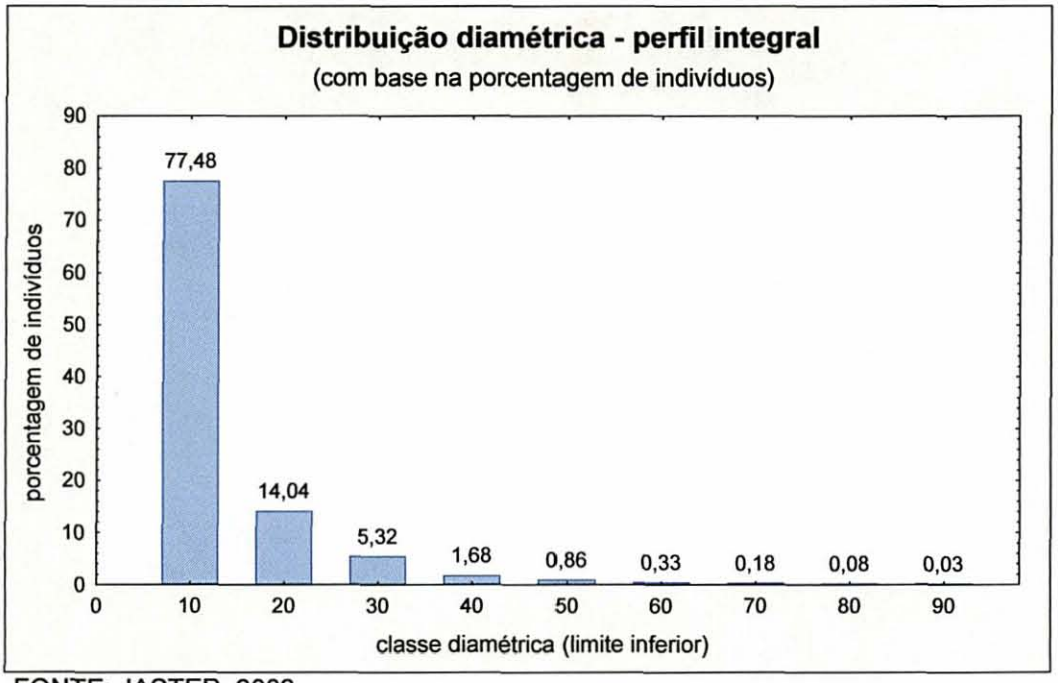
A distribuição diamétrica permite a avaliação prévia de condições dinâmicas da floresta, como por exemplo o suprimento de indivíduos juvenis e de regeneração, possibilitando previsões futuras quanto ao desenvolvimento da comunidade florestal.

Florestas naturais inequiâneas usualmente apresentam uma típica distribuição em forma de "j" invertido, determinada pela grande abundância de indivíduos de pequenas dimensões (diâmetros) e um número cada vez menor de árvores com diâmetros maiores. Este tipo de distribuição foi constatada e discutida por diversos autores para diferentes formações florestais naturais do Brasil, como MARTINS (1991) em uma Floresta Estacional Semidecidual de Santa Rita de Passa Quatro, SP, CORAIOLA (1997) na Floresta Estacional Semidecidual de Cássia, MG, LONGHI (1980) e PIZATTO (1999) para a Floresta Ombrófila Mista do Paraná , JACOBSEN (1995) e JASTER (1995) para diferentes formações da Floresta Atlântica em SC e PR, respectivamente.

LONGHI (1980) afirma que a citada distribuição por classe diamétrica garante a perpetuação da espécie na comunidade. LAMPRECHT (1986) adverte para o fato de que a distribuição dos diâmetros em forma de "j" invertido, quando analisada para toda a comunidade, ainda não permite prognósticos sobre a eficiência na taxa de regeneração de espécies isoladamente, uma vez que suas distribuições podem apresentar características muito variadas.

Em seguida será apresentada a distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro. Adotando-se uma amplitude de classe de 10 cm, obteve-se 9 classes, de forma a abranger toda a variação diamétrica de 10 a 91,68 cm (figura 19). Para a construção do histograma foram considerados apenas os fustes com DAP igual ou superior a 10 cm, ignorando-se portanto os fustes menores pertencentes a árvores bifurcadas.

FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA POR CLASSE DE DIÂMETRO, CONSIDERANDO O PERFIL EM SUA FORMA INTEGRAL, BASEADA NA PERCENTAGEM DO NÚMERO TOTAL DE INDIVÍDUOS. AMPLITUDE DE CLASSE = 10 CM

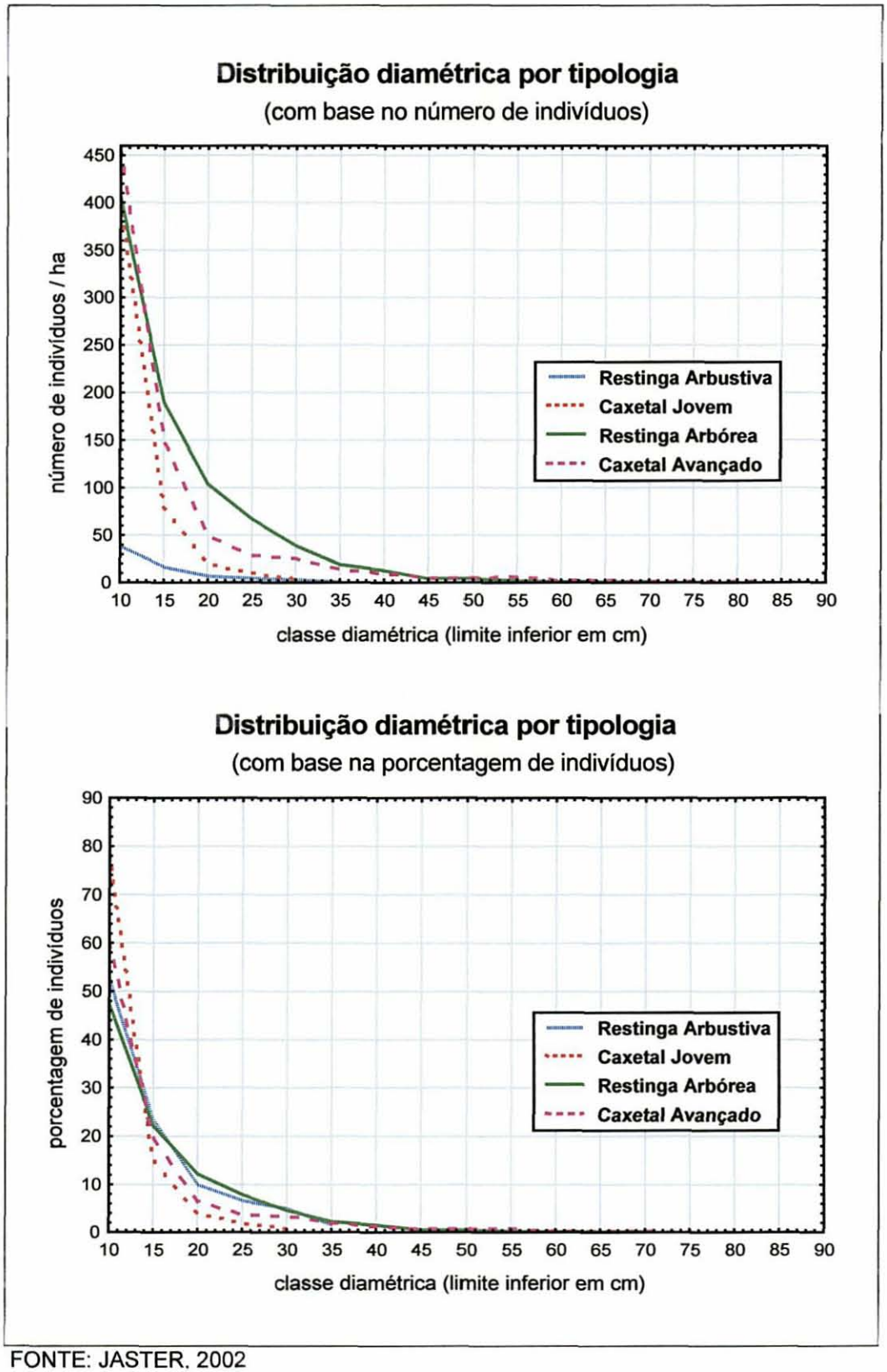


FONTE: JASTER, 2002

O gráfico demonstra a forma característica para comunidades naturais inequiâneas, com a maior parcela dos indivíduos (77,48 %) presentes já na primeira classe diamétrica de 10 a 19,9 cm. Esta distribuição, além da condição de comunidade natural, que por si própria já é caracterizada pela existência de indivíduos de todas as classes diamétricas, é ainda favorecida pela grande heterogeneidade estrutural ao nível de tipologia, como foi comentado anteriormente.

As quatro tipologias apresentaram perfis estruturais muito diferenciados. A análise individual e comparativa das distribuições diamétricas destas tipologias permite uma análise mais precisa de suas condições estruturais. A comparação pode se dar em dois diferentes níveis: em termos absolutos (indivíduos por ha) e em termos relativos (porcentagem de indivíduos por classe diamétrica, em relação ao número total de indivíduos observados na tipologia) (figura 20).

FIGURA 20 –DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS POR TIPOLOGIA, COM BASE NO NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS (GRÁFICO SUPERIOR) E PORCENTAGEM DO NÚMERO DE INDIVÍDUOS NA TIPOLOGIA (GRÁFICO INFERIOR). AMPLITUDE DE CLASSE = 5 CM



FONTE: JASTER, 2002

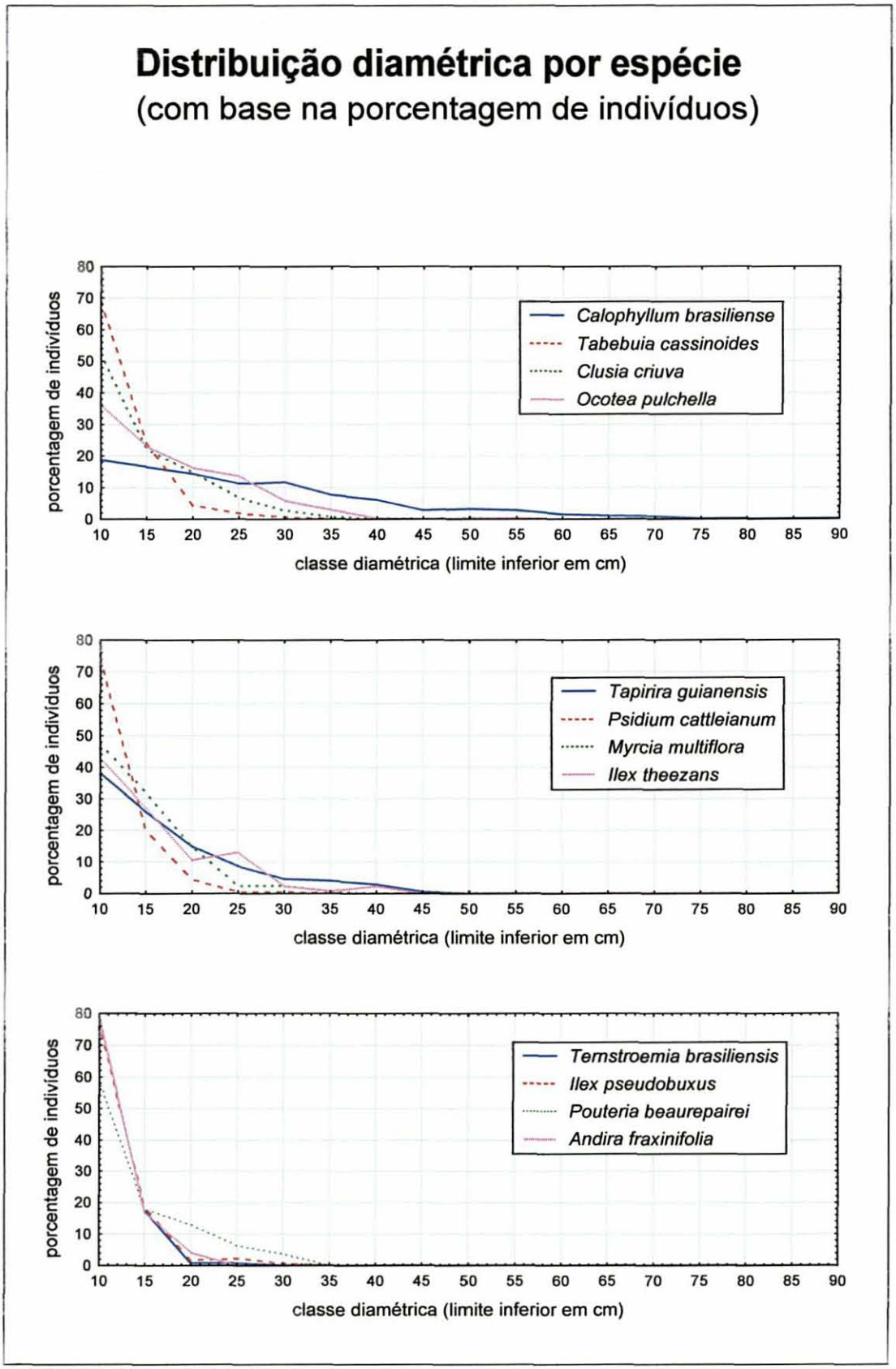
O diagrama referente ao número absoluto de indivíduos demonstra tendências diferenciadas entre as tipologias. Primeiramente chama atenção a variação em termos de densidade, notadamente da Restinga Arbustiva, resultando em uma curva menos pronunciada que as demais. As áreas abaixo das curvas são proporcionais ao número de indivíduos presentes na comunidade, expressando novamente a maior participação da Floresta de Restinga.

Os dois tipos de Caxetal, jovem e avançado, apresentaram curvas fortemente decrescentes. Como possível causa desta tendência podem ser citadas as estratégias de reprodução de suas espécies mais expressivas, principalmente *Tabebuia cassinoides*, tipicamente R-estrategista. Em conseqüência, apresenta grande número de indivíduos jovens e/ou de regeneração (de pequenas dimensões) que ocupam as primeiras classes diamétricas. O forte decréscimo da curva de distribuição diamétrica pode ser indicativo de uma alta taxa de mortalidade desta espécie, antes de completar seu ciclo de crescimento. No entanto há de se considerar ainda a aptidão natural da espécie de atingir grandes dimensões.

A Floresta de Restinga apresentou uma curva com menor grau de inclinação. Baseado no mesmo raciocínio das estratégias de reprodução das espécies pode-se supor que esta tipologia é mais fortemente representada por espécies esciófitas (tolerantes à sombra) e/ou K-estrategistas, caracterizadas por uma menor taxa de mortalidade durante seu ciclo de crescimento até a fase adulta.

A figura 21 apresenta a distribuição da percentagem de indivíduos por classe diamétrica para as 12 espécies mais expressivas em termos de IVI, considerando-se apenas os fustes com DAP $\geq$ 10 cm.

FIGURA 21 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS 12 ESPÉCIES DE MAIOR IVI, CONSIDERANDO-SE OS FUSTES COM DAP ≥ 10 CM E PORCENTAGEM DO NÚMERO TOTAL DE FUSTES DA ESPÉCIE



FONTE: JASTER, 2002

Como pode ser observado nos gráficos, *Tabebuia cassinoides*, *Clusia criuva*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Ilex pseudobuxus*, *Pouteria beaurepairei*, *Psidium cattleianum* e *Andira fraxinifolia* apresentam curvas muito semelhantes, na típica forma de "j" invertido. Possuem, portanto, estoque suficiente de indivíduos jovens (de classes diamétricas inferiores), sugerindo uma certa garantia de perpetuação destas espécies na comunidade. Apesar da diferença no número de indivíduos (fustes) considerados na confecção dos gráficos, esta situação pode indicar estratégias de reprodução e status de desenvolvimento semelhantes para as referidas populações. Apenas *Ilex theezans* apresenta uma discreta descontinuidade na forma da curva, ocasionada pela maior abundância de indivíduos nas classes de 25 e 40 cm (limites inferiores). Esta, no entanto, pode ser considerada insignificante, não permitindo conclusões a respeito de uma possível intervenção pretérita ou de um comprometimento de seu futuro desenvolvimento, uma vez que se verificou a presença de indivíduos nas classes diamétricas inferiores.

Ocotea pulchella, *Tapirira guianensis*, *Ilex theezans* e principalmente *Calophyllum brasiliense* demonstram distribuições mais rasas, em função de uma menor participação relativa dos indivíduos nas classes inferiores. A regularidade na forma das curvas permite concluir que o suprimento de indivíduos jovens é satisfatório. Seu reduzido número é compensado por uma menor taxa de mortalidade durante seu desenvolvimento subseqüente e com isso uma maior probabilidade de atingir a fase adulta, comportamento característico de espécies K-estrategistas.

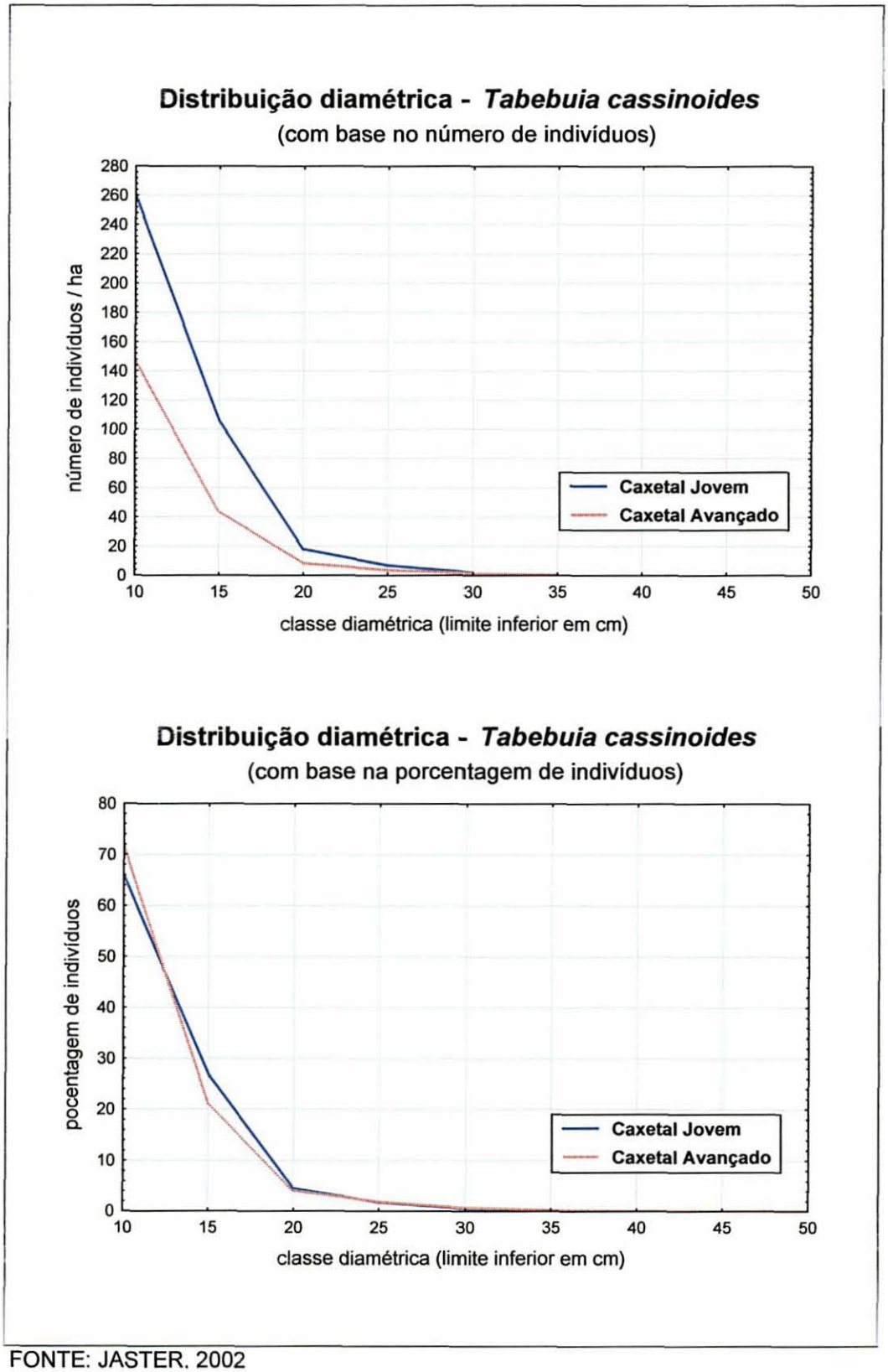
Algumas espécies, como *Ternstroemia brasiliensis*, *Psidium cattleianum*, *Andira fraxinifolia*, *Ilex pseudobuxus* e *Tabebuia cassinoides*, são pouco representadas nas classes diamétricas superiores, o que pode ser atribuído à própria aptidão natural das mesmas de atingir ou não dimensões mais avantajadas, como também a um possível ciclo exploratório passado, durante o qual foram

retirados os indivíduos de maiores dimensões. Esta situação pode ser considerada para *Tabebuia cassinoides*, de valor comercial, conforme já mencionado anteriormente.

Com relação a *Tabebuia cassinoides*, é importante considerar que os indivíduos observados em campo encontram-se distribuídos em duas populações disjuntas, denominadas neste trabalho de Caxetal Jovem e Caxetal Avançado. A figura 22 apresenta, para fins comparativos, as distribuições diamétricas desta espécie nas duas diferentes populações.

Conforme pode ser observado, as duas populações de *Tabebuia cassinoides* diferenciam-se nitidamente em termos de densidade (n/ha) O Caxetal Jovem demonstrou aproximadamente o dobro de fustes do Caxetal Avançado (394 contra 206, equivalendo a 378 e 193 árvores por hectare, respectivamente). A distribuição diamétrica representada em termos de porcentagem, referente somente à caxeta, mostrou-se praticamente idêntica em ambos os casos. Ao nível de comunidade, no entanto, verificaram-se diferenças (figura 20), sendo que no Caxetal Avançado foram observadas árvores de dimensões mais avantajadas, principalmente *Calophyllum brasiliense*. O grau de bifurcação de indivíduos (relação entre o número de fustes e de árvores), normalmente visto como um indício de que a floresta foi submetida a um ciclo de exploração, em virtude do poder de rebrota de *Tabebuia cassinoides*, não diferiu entre o Caxetal Jovem e o avançado. No Caxetal Jovem esta relação foi 1,042 e no Caxetal Avançado 1,067. No entanto há que se considerar a interferência do diâmetro mínimo de inclusão, uma vez que indivíduos bifurcados com nenhum de seus fustes alcançando 10 cm não foram incluídos na amostragem.

FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS DE *TABEBUIA CASSINOIDES*, CONSIDERANDO AS DUAS POPULAÇÕES (CAXETAL JOVEM E CAXETAL AVANÇADO), COM BASE NO NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR HA E NA PORCENTAGEM DE INDIVÍDUOS (FUSTES COM DAP ≥ 10 CM)



FONTE: JASTER, 2002

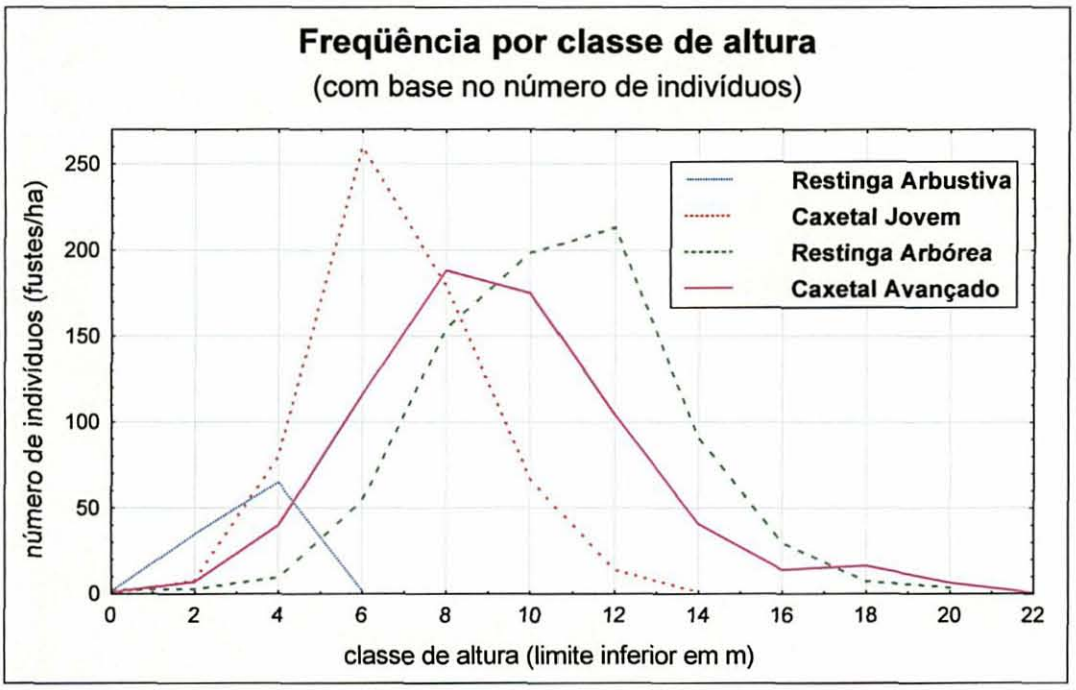
6.3.2 Estrutura Vertical e Estratificação de Copas

A estrutura vertical é um importante critério de avaliação de comunidades arbóreas naturais, em função de sua estreita correlação com características autoecológicas das espécies que as compõem. Especial atenção deve ser dedicada à existência e ao reconhecimento de estratos arbóreos verticais, que podem ser entendidos como zonas de aglomeração de copas e folhas, como estruturas fotossinteticamente ativas. Estratos arbóreos revelam relações intra e interespecíficas, em função do tipo de preferência das espécies pela luz incidente, definindo diferentes padrões de tolerância à sombra.

6.3.2.1 Reconhecimento de estratos arbóreos com base em diagramas de freqüência

Diagramas que relacionam o número de árvores por classe de altura constituem uma ferramenta para a visualização dos estratos arbóreos de uma comunidade florestal. Picos apresentados pelas curvas indicam uma concentração das copas na(s) respectiva(s) classe(s) de altura. Distribuições bi- ou multimodais indicam estratos arbóreos diferenciados. A figura 23 apresenta as respectivas curvas para as tipologias analisadas, com base no número absoluto de indivíduos por ha, por tipologia e na altura total dos mesmos.

FIGURA 23 – REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA VERTICAL POR MEIO DA FREQÜÊNCIA DE INDIVÍDUOS (FUSTES POR HECTARE) POR CLASSE DE ALTURA, CONSIDERANDO AS QUATRO TIPOLOGIAS AVALIADAS



FONTE: JASTER, 2002

Conforme o diagrama apresentado, as quatro comunidades estudadas apresentam distribuições unimodais. No entanto, o Caxetal Avançado apresenta uma leve descontinuidade na classe dos 18 m de altura, condicionada pela existência de indivíduos de *Calophyllum brasiliense* (guanandi) de grande porte. Fisionomicamente, estas árvores se sobressaem nitidamente em relação aos demais indivíduos, razão pela qual os mesmos podem ser considerados como membros de um estrato individualizado emergente.

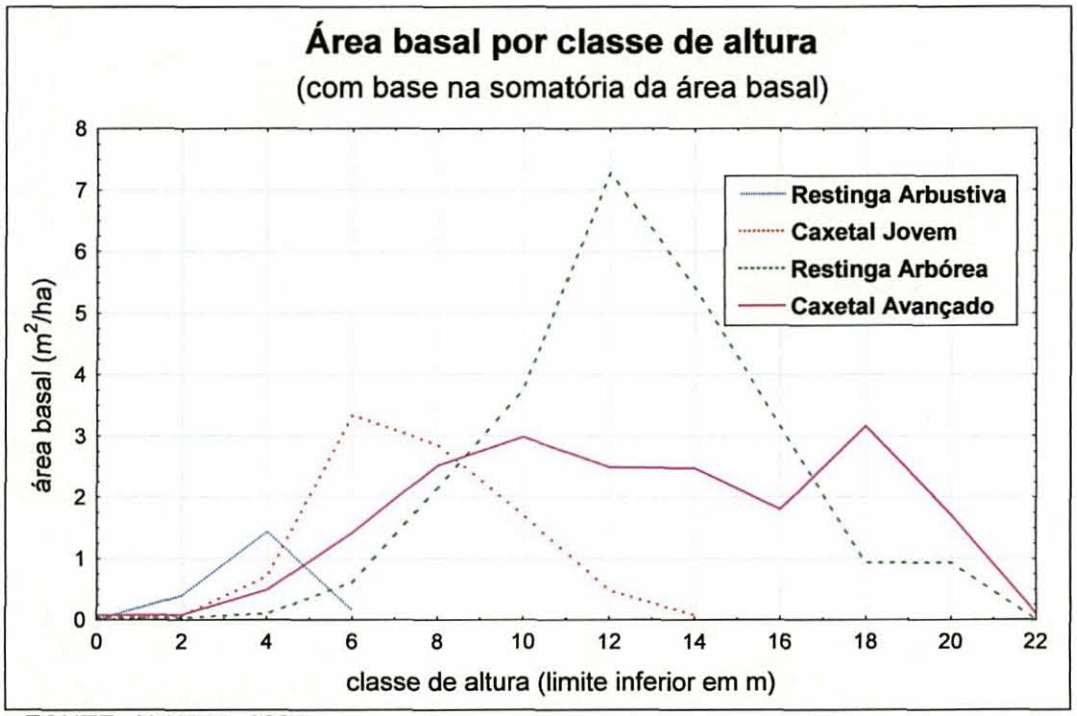
O número e a posição das modas (picos) das distribuições podem indicar o grau de desenvolvimento estrutural da comunidade em questão. Na Restinga Arbustiva a maior parte das copas se concentra na faixa dos 4,0 m (limite inferior de classe). No Caxetal Jovem a moda se localiza na classe de 6,0 m, no Caxetal Avançado nas classes de 8,0 a 10,0 m e na Restinga Arbórea nas classes de 10,0 a 12,0 m.

6.3.2.2 Reconhecimento de estratos arbóreos com base em critérios de massa

O diagrama de freqüência por classe de altura subestima a participação das árvores de maior porte, pertencentes às classes mais elevadas, uma vez que o critério para sua confecção é o número de indivíduos. A maior dimensão dos mesmos (principalmente em termos de volume de copa e biomassa foliar) não é considerada. A inclusão de um critério de massa poderia fornecer resultados mais exatos, uma vez que árvores de dimensões maiores com suas amplas copas contribuem sobremaneira na caracterização fisionômica da comunidade e na definição de estratos arbóreos, apesar de naturalmente estarem presentes em menor número na comunidade (também demonstrado pela distribuição diamétrica). Em outras palavras, um conjunto de árvores de grandes dimensões poderia evidenciar um estrato, enquanto o mesmo número de árvores pequenas ainda não o faria.

A copa das árvores constitui o elemento formador dos estratos verticais. Seu volume, ou seja, sua biomassa foliar, de mensuração extremamente difícil, pode ser representada por meio de outras variáveis dimensionais, mais facilmente mensuráveis e com as quais apresenta correlação. Possivelmente um dos melhores indicadores para a biomassa foliar é a área transversal do tronco. Semelhante concepção é seguida pelo modelo de crescimento denominado "pipe-model", segundo o qual cada unidade de área foliar é comportada por uma área transversal constante de xilema ativo. Neste estudo admite-se correlação positiva entre área basal e biomassa foliar, utilizando-se a área basal (somatória das áreas transversais dos fustes) dos indivíduos por classe de altura para a representação dos estratos verticais (figura 24).

FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA VERTICAL COM BASE NA ÁREA BASAL DOS INDIVÍDUOS (FUSTES) POR CLASSE DE ALTURA, COMO PARÂMETRO ESTIMADOR DA BIOMASSA FOLIAR FORMADORA DOS ESTRATOS ARBÓREOS



FONTE: JASTER, 2002

A representação da estrutura vertical com base na área basal de seus indivíduos formadores mostra um retrato mais fiel da distribuição da biomassa foliar no espaço vertical, uma vez que o critério para a confecção das curvas é de massa e não apenas numérico. A interpretação das curvas se faz de forma similar ao diagrama de freqüência por classe de altura, ou seja, picos (modas) indicam zonas de aglomeração de copas e, por conseqüência, estratos arbóreos. Conforme pode ser observado na figura 24, há uma distribuição mais regular dos elementos, principalmente nos Caxetais. A Restinga Arbórea mostra um pico na classe de altura de 12 metros. A distribuição do Caxetal Avançado é irregular, caracterizada principalmente por um novo pico na classe de altura de 18 metros, acusando um estrato independente e emergente. A definição do mesmo neste tipo de representação é muito mais nítida do que no histograma de número de indivíduos por classe de altura (figura23), uma vez que os indivíduos que o formam apresentam dimensões avantajadas (ver representação esquemática na figura 3). A existência de

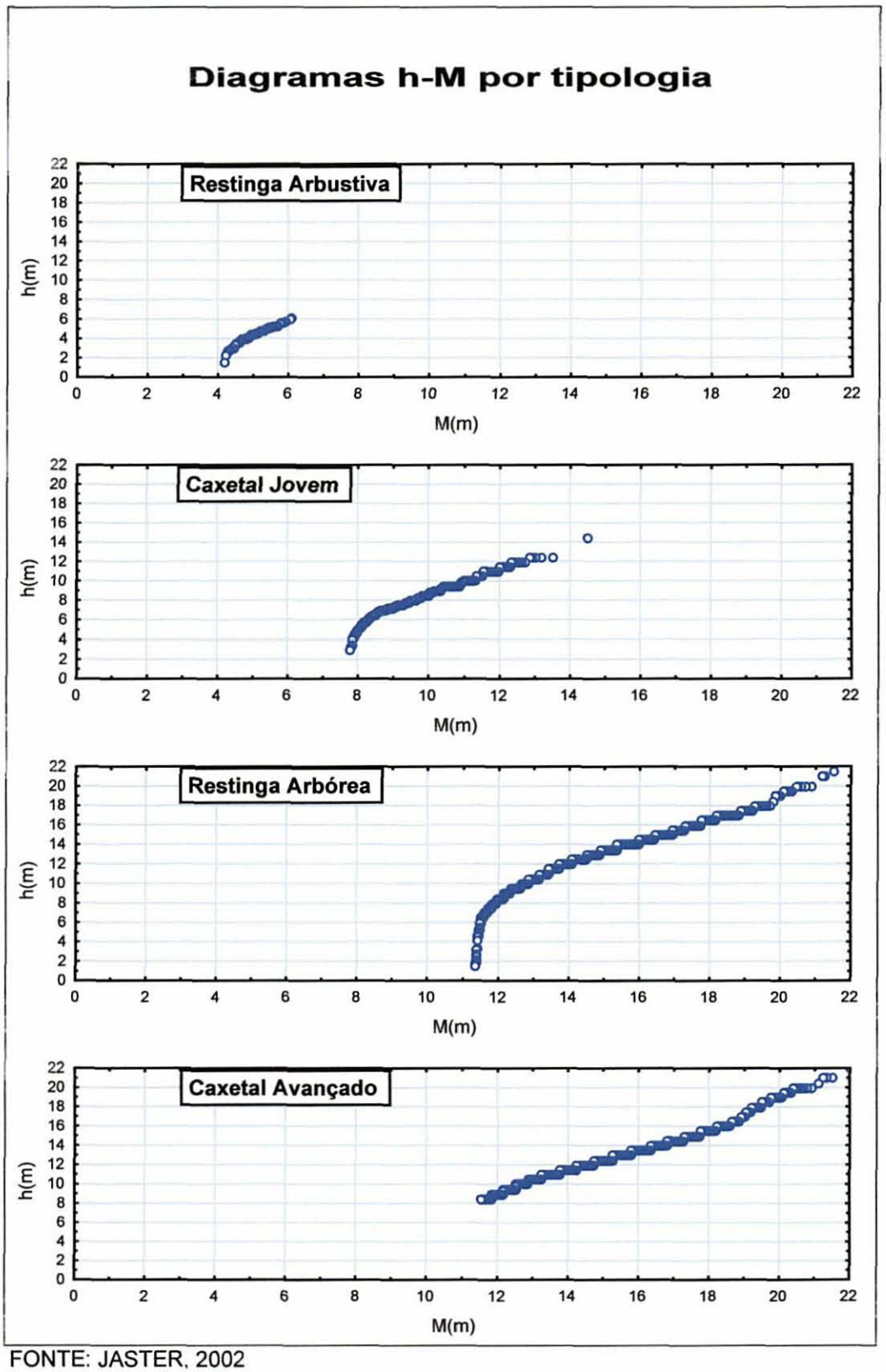
dois estratos definidos foi claramente verificada em campo, sendo o estrato superior determinado por guanandis (*Calophyllum brasiliense*) de grande porte e o estrato inferior pelos demais membros da comunidade, principalmente a caxeta (*Tabebuia cassinoides*), de porte menor e com sinais de intervenção antrópica.

6.3.2.3 Reconhecimento de estratos arbóreos por meio do diagrama h-M

Para fins de caracterização da estrutura vertical e possível diferenciação de estratos arbóreos, foram construídos os diagramas h-M, segundo método proposto por SANQUETTA (1995) para as quatro tipologias (figura 25).

Os diagramas demonstram diferentes padrões de arranjo dos indivíduos ao longo do eixo vertical. Em termos absolutos, fica claro o maior desenvolvimento da Restinga Arbórea e do Caxetal Avançado frente à Restinga Arbustiva e ao Caxetal Jovem, que se caracterizam pela menor altura de seus indivíduos e uma certa uniformidade do dossel. Nenhuma das quatro tipologias destaca-se por uma clara definição de estratos. Apenas o Caxetal Avançado mostra uma descontinuidade (concavidade) a partir dos 18 metros de altura, em razão de indivíduos de *Calophyllum brasiliense* de grande porte, emergentes, conforme mencionado anteriormente e também demonstrado pelos histogramas de freqüência e área basal por classes de altura (figuras 23 e 24). Essa condição não necessariamente indica um elevado nível de desenvolvimento sucessional da comunidade, mas é parcialmente determinada pela explotação seletiva da caxeta ocorrida há algumas décadas. Tal atividade provavelmente ocasionou uma alteração significativa do sub-bosque, enquanto exemplares de grande porte de guanandi permaneceram intactos. Com o cessar da retirada da madeira, o sub-bosque veio a se regenerar, marcado principalmente pela rebrota nos tocos da caxeta, determinando a estrutura atual da floresta.

FIGURA 25 – DIAGRAMAS H-M POR TIPOLOGIA, COM BASE NA ALTURA DOS INDIVÍDUOS (H) E NA MÉDIA ACUMULADA DA ALTURA DECRESCENTE (M)



FONTE: JASTER, 2002

7 O GRADIENTE ECOLÓGICO E A VARIAÇÃO ESTRUTURAL DA FLORESTA

7.1 INTRODUÇÃO

Ao se dispor um conjunto de unidades amostrais ao longo de um gradiente ecológico, cria-se algumas condicionantes que determinam a estratégia de análise dos dados. Um dos pontos de maior destaque é a relação direta entre a vegetação e o meio abiótico, mais precisamente o fator ou o conjunto de fatores ecológicos causadores da variação gradativa das condições do meio (gradiente).

A ordenação, como técnica de análise de dados ecológicos, não procura detectar características diferenciadoras, mas baseia-se na concepção de mudanças ou transições graduais, interpretando o complexo vegetacional como um *continuum*. São relevantes neste conceito as inter-relações tanto entre as espécies como também entre espécies e o gradiente ecológico, que pode ser concreto ou abstrato. A principal ferramenta de análise da ordenação é a Análise de Gradiente.

WHITTAKER (1967, 1982), precursor deste tipo de abordagem, diferencia duas formas de Análise de Gradiente: a direta e a indireta. A Análise Direta de Gradiente estuda as características das séries ecológicas de vegetação, ou seja, a distribuição espacial de espécies e comunidades, determinada pela existência de um gradiente ambiental. Assim, ela procura explicar as inter-relações causais que determinam as características da vegetação. Já a Análise Indireta de Gradiente segue um caminho distinto: parte-se primeiro do estudo do padrão de distribuição espacial para, por meio do mesmo, tentar detectar a existência de um gradiente ecológico e explicar suas características.

O gradiente ecológico e sua importância na definição dos padrões florísticos, fisionômicos, estruturais e ecológicos da vegetação constituem, portanto, o ponto central neste tipo de estudo. Freqüentemente por meio de análises de gradiente

procura-se definir os padrões das zonas de contato entre diferentes tipologias, definindo sua natureza discreta ou contínua, como por exemplo em OLIVEIRA-FILHO (1993) e AUERBACH e SHMIDA (1993).

DIERSCHKE (1994) cita que na Análise Direta de Gradiente o fator ordenador normalmente não é determinado pela vegetação em si (sendo, portanto, exógeno). O gradiente pode ser relacionado a um único fator exógeno, como por exemplo o gradiente de umidade ou luz, mas normalmente trata-se de fatores mais complexos, como o micro-relevo, o gradiente de pH ou altimétrico. Em última análise, gradientes são determinados pela somatória dos fatores endógenos e exógenos, de modo que uma análise de gradiente normalmente pode ser vista como um modelo simplificado da realidade.

7.1.1 A Área de Estudo e o Gradiente Ecológico

O presente estudo baseia-se em dados coletados no ambiente de Restinga da Ilha das Peças, litoral norte do Estado do Paraná. As planícies de Restinga têm sua origem relacionada a processos geomorfológicos ocorridos durante o período Quaternário, tanto no Pleistoceno como no Holoceno. Em função da sucessiva deposição de sedimentos marinhos formaram-se extensas planícies arenosas ao longo da costa brasileira, que no Paraná apresentam até algumas dezenas de quilômetros de largura.

Em função da deposição seqüencial de sedimentos arenosos, processos que em certos pontos perdura até hoje, as planícies de Restinga caracterizam-se por diferentes idades do substrato. Analisando o processo pela ótica mais simples, poder-se-ia afirmar que o substrato é tanto mais antigo quanto mais afastado da linha da costa se encontra. Neste modelo idealizado, uma linha imaginária

perpendicular à costa que parte da praia em direção ao interior da planície pode ser interpretada como um gradiente temporal de formação do substrato.

A formação de novos substratos possibilita o surgimento de uma cobertura vegetal, dando origem a uma série de sucessão primária. A vegetação assim estabelecida está submetida à ação de diferentes fatores endo-exógenos. Entre os mais importantes citam-se os próprios fatores pedogenéticos, como a podzolização, que, nas condições locais, vêm a transformar o substrato arenoso indiscriminado em um solo do tipo Espodossolo. Tanto processos sucessionais da vegetação como os pedogenéticos ocorrem em paralelo, sendo que os últimos se desencadeiam em uma escala de tempo muito mais ampla. Em função disso, a vegetação de Restinga, desde que não submetida a intervenções significativas, pode ser considerada uma formação em clímax edáfico, uma vez que seu pleno desenvolvimento no curso sucessional está limitado pelos fatores ambientais (principalmente de natureza pedológica).

7.1.2 A Existência do Gradiente Ecológico como Premissa Básica para a Presente Abordagem

A Restinga Arbórea foi considerada uma cronoseqüência de comunidades em diferentes níveis de desenvolvimento, alocadas seqüencialmente da menos desenvolvida (recente), mais próxima da praia, até a mais desenvolvida (antiga), mais afastada da mesma. Trata-se de comunidades em clímax edáfico, ou seja, cujo desenvolvimento pleno é limitado por características ambientais diferentes do clima regional (principalmente vento, salinidade, maresia, cunha salina no solo e hidromorfismo). O status de comunidades edáficas é justificado pelo fato de que o substrato é suficientemente antigo a ponto de permitir que as comunidades vegetais sobre ele existentes pudessem atingir seu máximo desenvolvimento, seja este o clímax climático ou edáfico. Se a floresta observada não apresentou as

características fitofisionômicas condizentes com o clima regional (precipitação e temperatura elevadas, ausência de período de déficit hídrico, etc.), a mesma deve ser caracterizada como de clímax edáfico. A situação elucidada é semelhante àquela descrita por JASTER (1995) para a planície holocênica da Ilha do Superagüi, vizinha ao norte-nordeste da Ilha das Peças.

Além disso, a presente abordagem ainda está sustentada nas características morfológicas do solo (Espodossolo), notadamente nos diferentes graus de podzolização observados no trecho do transecto em questão (Floresta de Restinga ou Restinga Arbórea).

Pressupõe-se, portanto, a existência de um gradiente temporal na instalação das comunidades vegetais, diretamente ligado ao tempo de formação do substrato. Considerou-se ainda que este gradiente temporal seguia uma tendência linear, ou seja, que a deposição do substrato arenoso (e com isso a instalação da vegetação), além de seqüencial, ocorreu a uma taxa constante. Não foi possível constatar a veracidade desta suposição, o que demandaria um grande número de análises de datações, extrapolando em muito as possibilidades logísticas da pesquisa.

A conformação da vegetação no local estudado deve ser entendida como resultado de um conjunto de fatores endógenos e exógenos, os quais, de maneira simplificada, podem ser interpretados como um gradiente temporal, estrutural ou sucessional.

O presente capítulo teve por objetivo a caracterização do processo de desenvolvimento estrutural da floresta, em correlação com a sucessão. As relações causais que determinam tal situação, no entanto, não foram tratadas neste estudo e devem constituir tema para pesquisas futuras.

7.1.3 Paralelismo entre Crescimento, Desenvolvimento Estrutural e Sucessão

A sucessão florestal é revelada por meio de um grande e variado conjunto de manifestações na vegetação, que podem se processar ao nível de indivíduo, população ou comunidade como um todo. O presente trabalho sustenta-se na correlação que existe entre desenvolvimento sucessional e estrutura da floresta, como foi também apresentado por BUDOWSKI (1961, 1965, 1966 e 1970).

Crescimento dimensional e diversas outras variáveis podem ser matematicamente representados por meio de modelos assintóticos, denominados de equações de crescimento. PIENAAR (1965), SANTOS (1978), VANCLAY (1983, 1994), ZEIDE (1993), SANQUETTA (1996), SPARRE e VENEMA (1997) apresentam sínteses ou estudos relacionados à aplicação de equações de crescimento, tanto para árvores como para outros seres biológicos.

ZEIDE (1993) defende a utilização de modelos de crescimento não somente ao nível de indivíduo como também para populações. Os argumentos citados por este autor são as características em comum verificadas em indivíduos da mesma espécie, que podem ser representados por um valor médio. Baseado neste conceito, este estudo aplica equações de crescimento para comunidades, o que pode ser entendido como uma ampliação da abordagem para populações.

7.2 OBJETIVOS

7.2.1 Objetivo Geral

Descrever o processo de desenvolvimento da floresta, com ênfase em variáveis estruturais, desde o início (comunidades pioneiras) até a estabilização (comunidade clímax).

7.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar o comportamento de diferentes variáveis florístico-estruturais ao longo do transecto;
- identificar os setores do transecto nos quais estas variáveis apresentam uma tendência definida, revelando a existência de um gradiente de desenvolvimento estrutural ou sucessional;
- definir as variáveis com melhor poder de discriminação do nível de desenvolvimento sucessional da floresta;
- estimar o padrão estrutural futuro da floresta, quando esta tiver atingido seu nível máximo de desenvolvimento (clímax);
- desenvolver um índice de fácil aplicação prática que permita estimar o nível de desenvolvimento ou o "status sucessional" de uma comunidade florestal por meio da avaliação de tais variáveis, adotando uma escala relativa.

7.3 MATERIAL E MÉTODOS

7.3.1 Processamento dos Dados

7.3.1.1 As variáveis estudadas

Para estudar a variação das feições da vegetação ao longo do transecto, foram consideradas as variáveis florístico-estruturais já abordadas no Capítulo 5, ou seja:

- **DAPmed.**: Diâmetro à altura do peito (DAP) médio em cm;
- **DAPdom.**: Diâmetro dominante, ou seja, DAP médio das 100 árvores mais grossas por hectare (4 por sub-parcela de 20x20 m ou 20 por linha amostral);

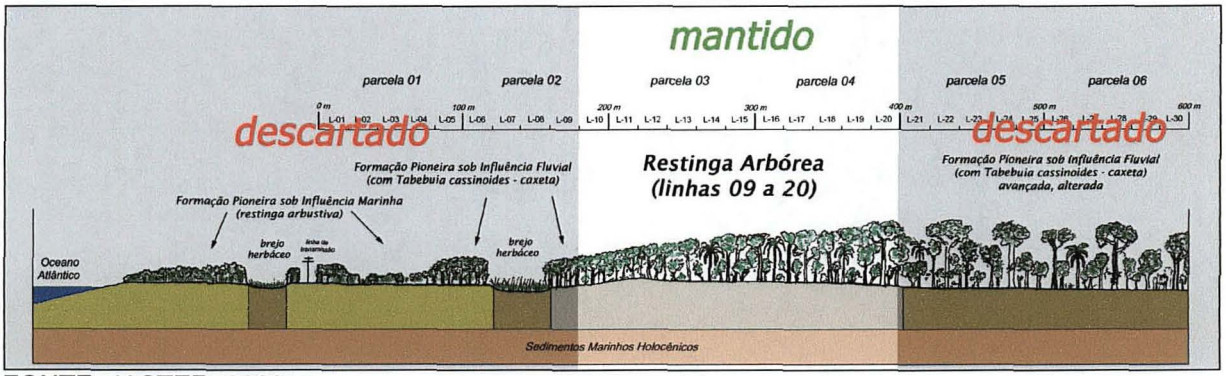
- **ALTmed.**: Altura média das árvores em m;
- **ALTdom.**: Altura média das 100 árvores mais grossas por hectare (4 por sub-parcela de 20x20 m ou 20 por linha amostral), em m;
- **Densidade**: ou número de indivíduos por área, convertido para ind./ha;
- **Área basal**: soma das áreas transversais dos fustes amostrados, medidos à altura do peito, convertido para m^2/ha (G);
- **Riqueza florística**: número de espécies por unidade amostral (S);
- **Diversidade florística**: medida por meio do Índice de Diversidade de Shannon (H');
- **Coeficiente de mistura**: número de espécies / número de indivíduos, como medida de diversidade, calculado ao nível de linha.

7.3.1.2 A detecção do gradiente ecológico

O comportamento destas variáveis ao longo do transecto foi analisado ao nível de linha de amostragem (linhas 01 a 30), tomando como base as médias das 5 sub-parcelas que compõem cada linha e os respectivos erros-padrão ao nível de significância de 95 % ($p = 0,05$). Foi definido o setor do transecto no qual as variáveis apresentaram uma tendência ascendente ou descendente definida, revelando a existência de uma série ecológica que poderia ser interpretada como um gradiente de desenvolvimento estrutural/sucessional da floresta. Esta situação, observada somente no trecho do transecto correspondente à Restinga Arbórea, acarretou que as análises subseqüentes fossem concentradas sobre esta tipologia, desconsiderando as demais. O transecto originalmente constituído por 30 linhas amostrais foi, portanto, reduzido àquele trecho que representasse, com uma boa margem de segurança, o gradiente de desenvolvimento estrutural/sucessional.

Além das linhas amostrais 10 a 20, correspondentes à Restinga Arbórea, após a avaliação prévia das variáveis ao longo do transecto integral, optou-se ainda por incluir na análise a linha 09 como zona de transição desta tipologia com o Caxetal Jovem, uma vez que esta unidade amostral se enquadrou na tendência geral apresentada pelas variáveis. O setor analisado, portanto, era composto por 12 linhas (09-20), correspondendo a uma faixa de 100 m de largura por 240 m de comprimento e comportando um total de 60 sub-parcelas de 20x20 m (figura 26).

FIGURA 26 – TRECHO DO TRANSECTO SELECIONADO, REPRESENTANDO UM GRADIENTE TEMPORAL/ESPACIAL DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL (CRONOSEQÜÊNCIA)



FONTE: JASTER, 2002

7.3.1.3 Estimativa da tendência do comportamento das variáveis e dos valores máximos teóricos

Assumiu-se que o desenvolvimento da floresta, principalmente sob ponto de vista da estrutura, obedecia ao padrão de um modelo teórico assintótico, mais precisamente a uma equação de crescimento, conforme o padrão de desenvolvimento típico para a grande maioria dos seres biológicos.

Para descrever a tendência do comportamento das variáveis florístico-estruturais ao longo do processo de desenvolvimento da floresta e para estimar os seus valores máximos teóricos adotou-se a seguinte estratégia:

- Compilação dos valores observados para cada variável no setor estudado (linhas 9-20);
- ajuste de modelos lineares de regressão (reta, logarítmico, polinomial de 2ª ordem, exponencial e potencial) e verificação da qualidade de ajuste por meio do cálculo do coeficiente de determinação R^2 e do erro-padrão da estimativa ($Sxy_{\%}$);
- estimativa da posição relativa dos dados observados do início teórico do processo sucessional da comunidade em questão (t_0), por meio de retrospectiva por regressão linear pela equação da reta, ou seja, definição da "idade" relativa da floresta avaliada;
- ajuste de modelos de regressão assintóticos ou não-lineares (equações de crescimento baseados no modelo de CHAPMAN-RICHARDS) para a estimativa dos níveis máximos teóricos de cada variável;

7.3.1.4 A definição das variáveis de maior poder de determinação

Baseando-se nas curvas de tendência das variáveis ao longo do transecto e nas propriedades de ajuste em modelos lineares, bem como com base nos resultados da análise fatorial, foram definidas as variáveis de maior poder de determinação, ou seja, aquelas mais indicadas para descrever o desenvolvimento da floresta ao longo da sucessão.

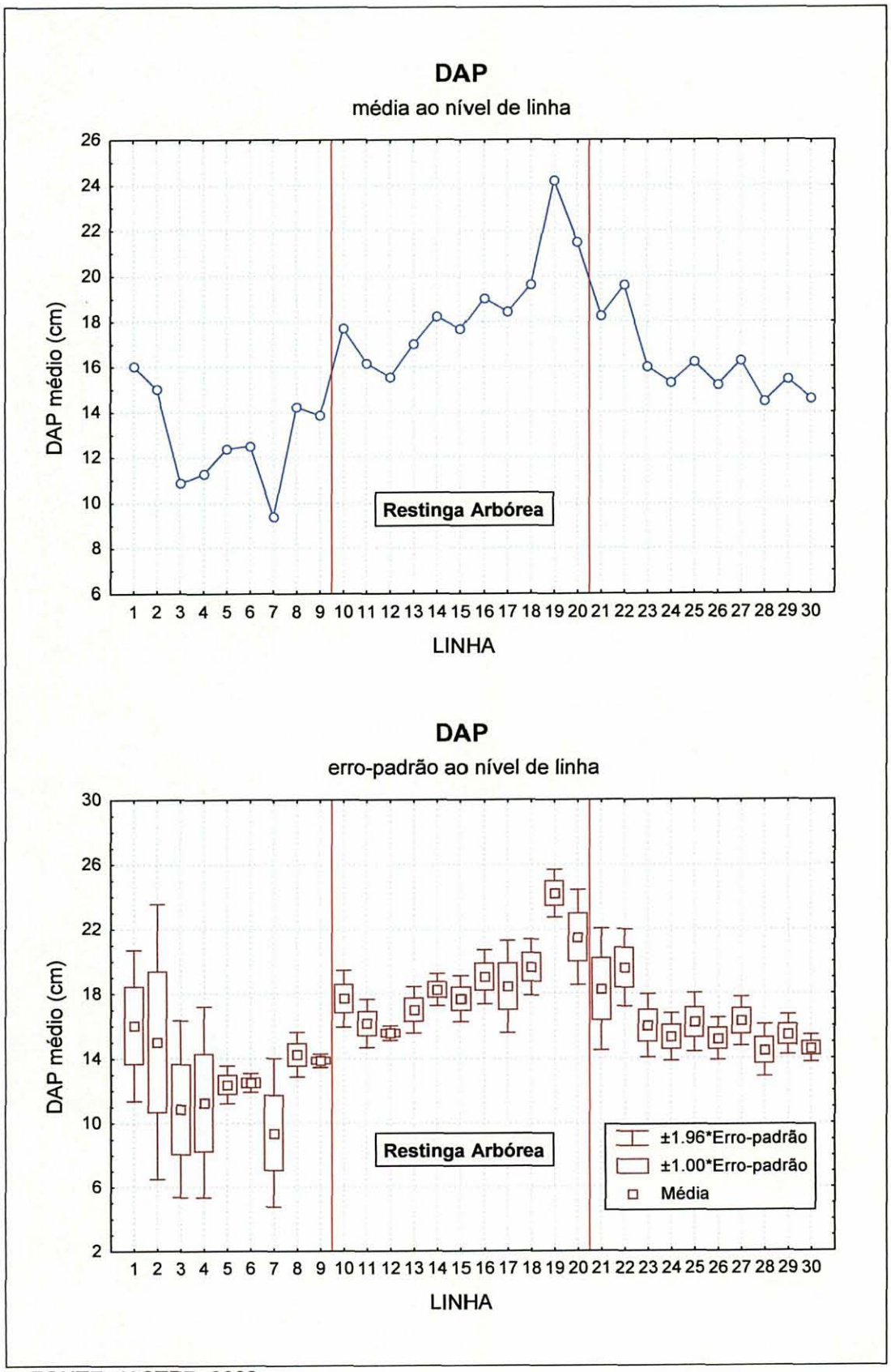
As variáveis assim definidas serviram de base para a elaboração de um índice que descreva o grau de desenvolvimento da floresta, adotando-se uma escala relativa (expresso em porcentagem), cujo início (zero) corresponderia ao início do processo sucessional e cujo final (100) equivaleria à floresta clímax, em seu nível máximo de desenvolvimento.

7.4 RESULTADOS

7.4.1 Avaliação das Variáveis Florístico-Estruturais ao Longo do Transecto

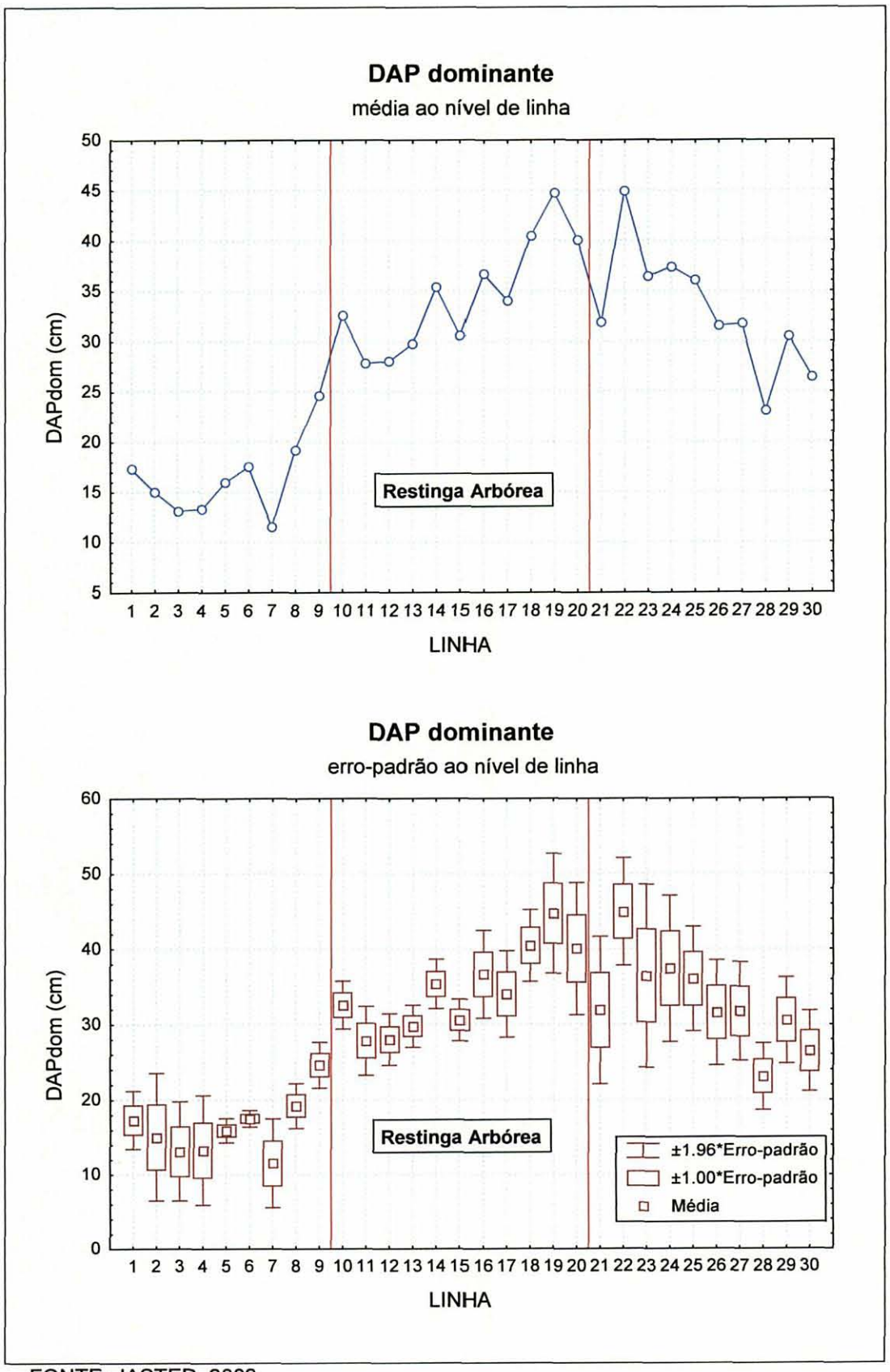
O anexo 5 apresenta os resultados das variáveis florístico-estruturais calculadas ao nível de sub-parcela. Tais dados embasaram a avaliação do comportamento das variáveis ao longo do transecto, representado pelas figuras 27 a 35, com destaque para a Restinga Arbórea. Foram calculadas as médias das cinco sub-parcelas por cada linha, bem como os erros-padrão das estimativas ($p < 0,05$).

FIGURA 27 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO DAP MÉDIO AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



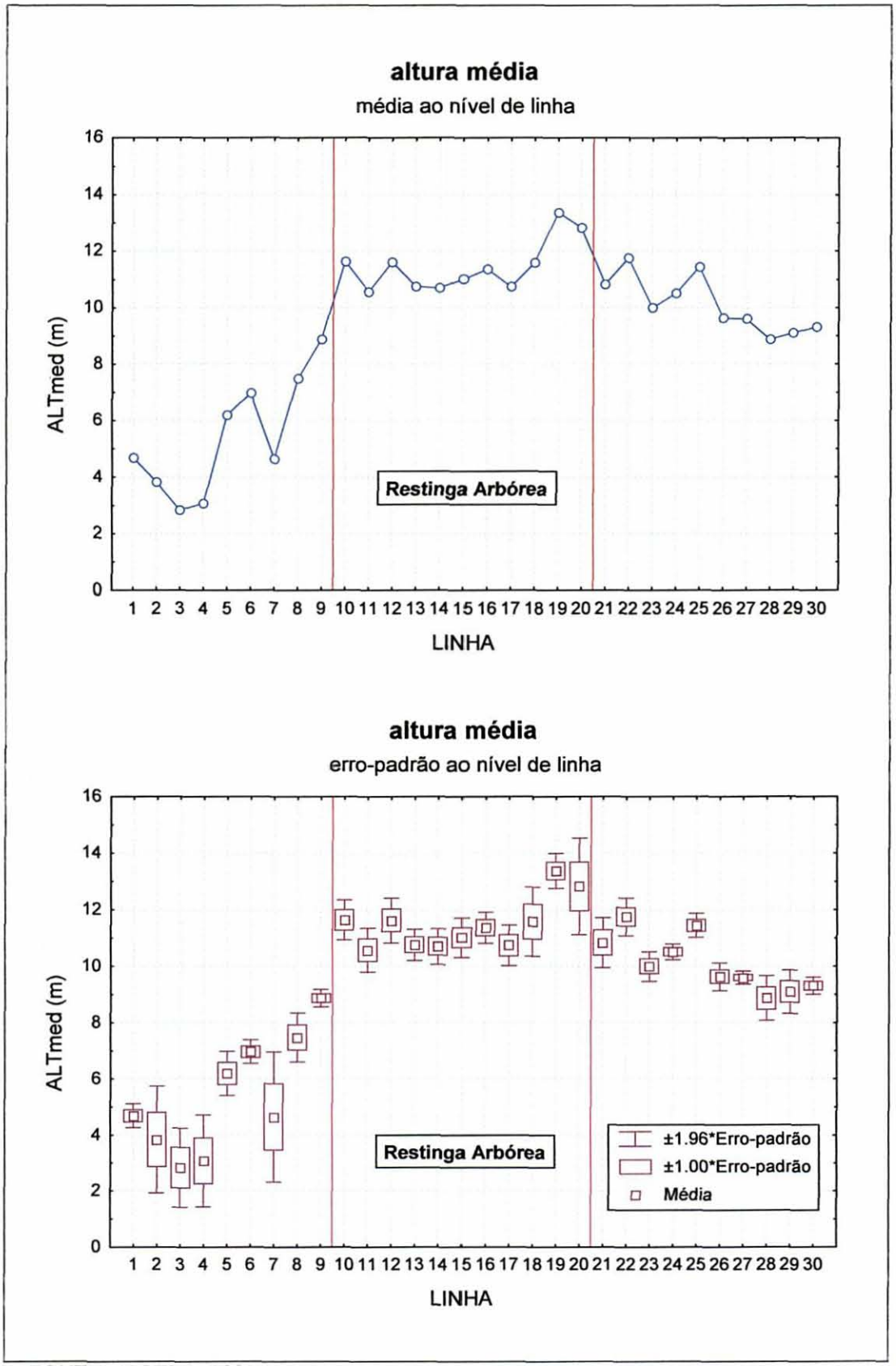
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 28 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO DAP DOMINANTE AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



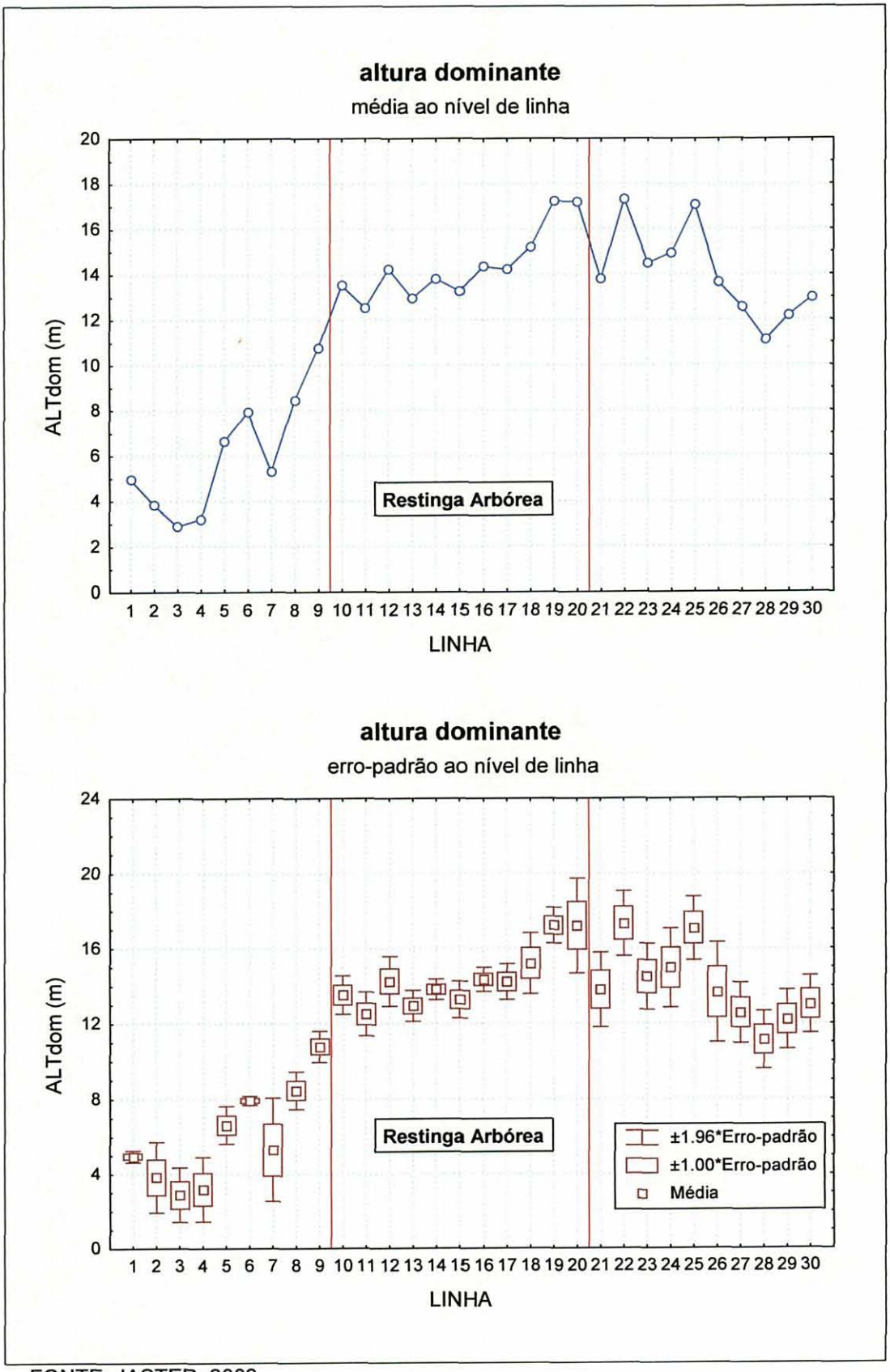
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 29 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ALTURA MÉDIA (M) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



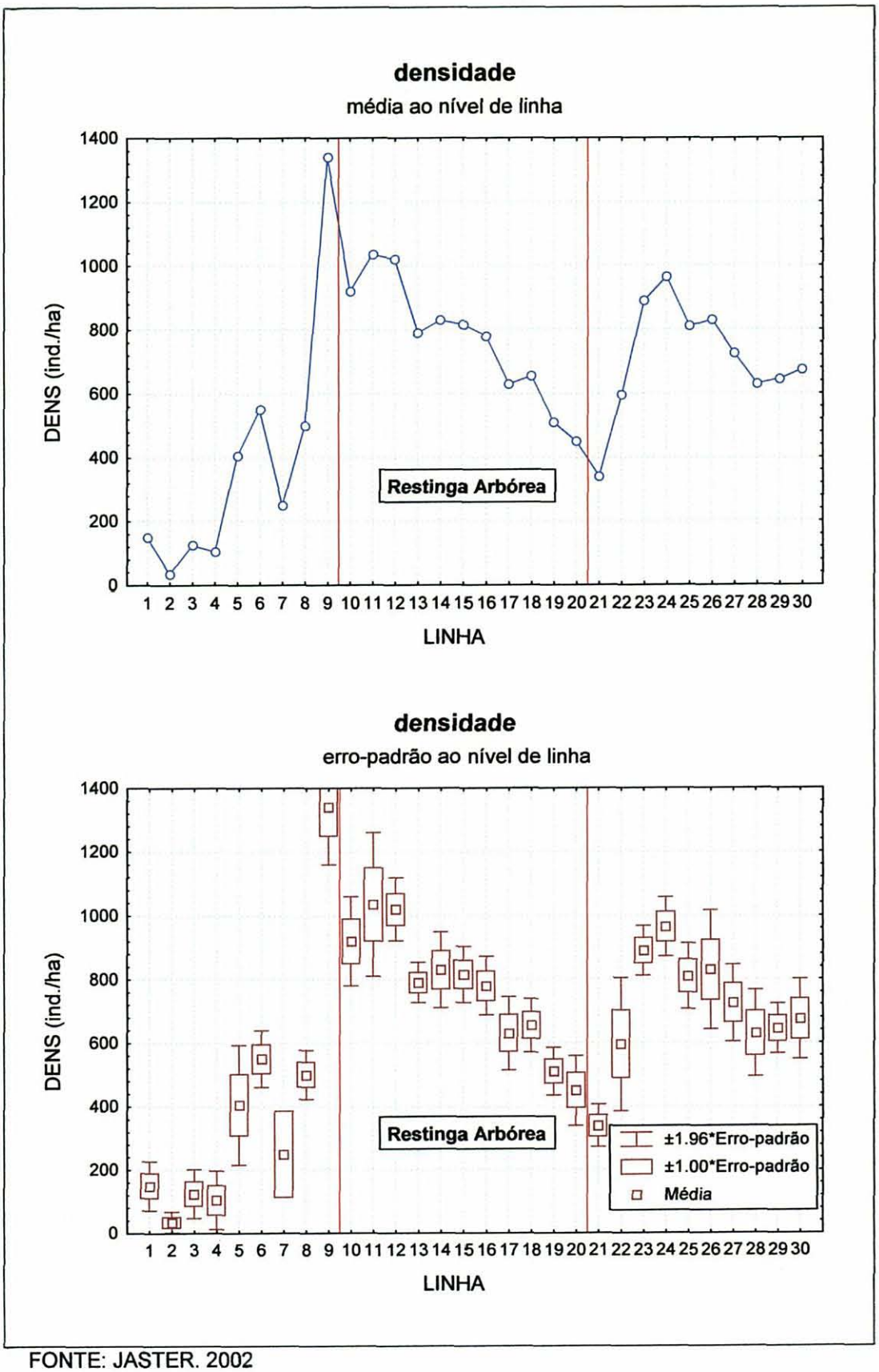
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 30 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ALTURA DOMINANTE (M) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



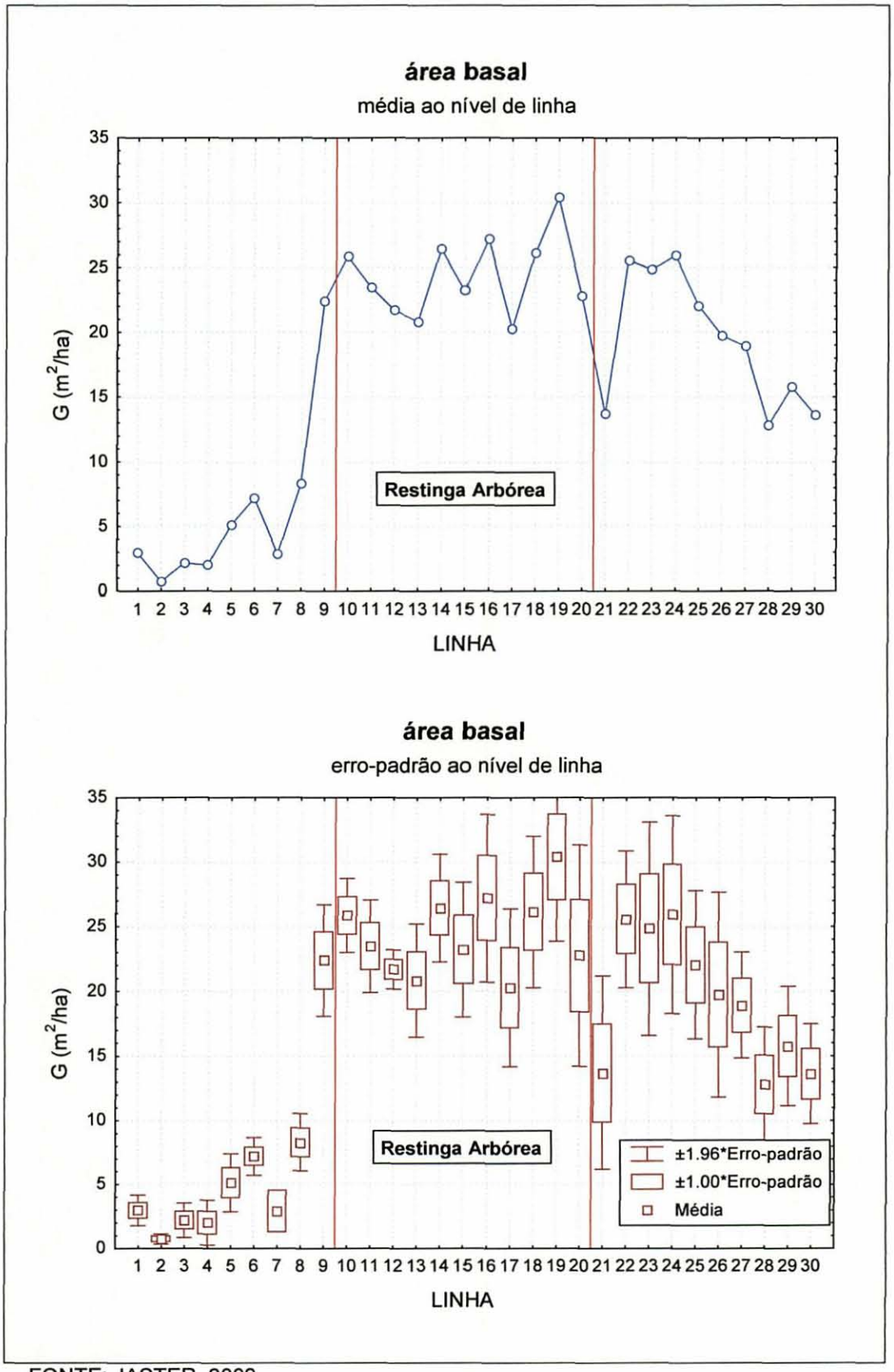
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 31 – TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA DENSIDADE (IND./HA) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



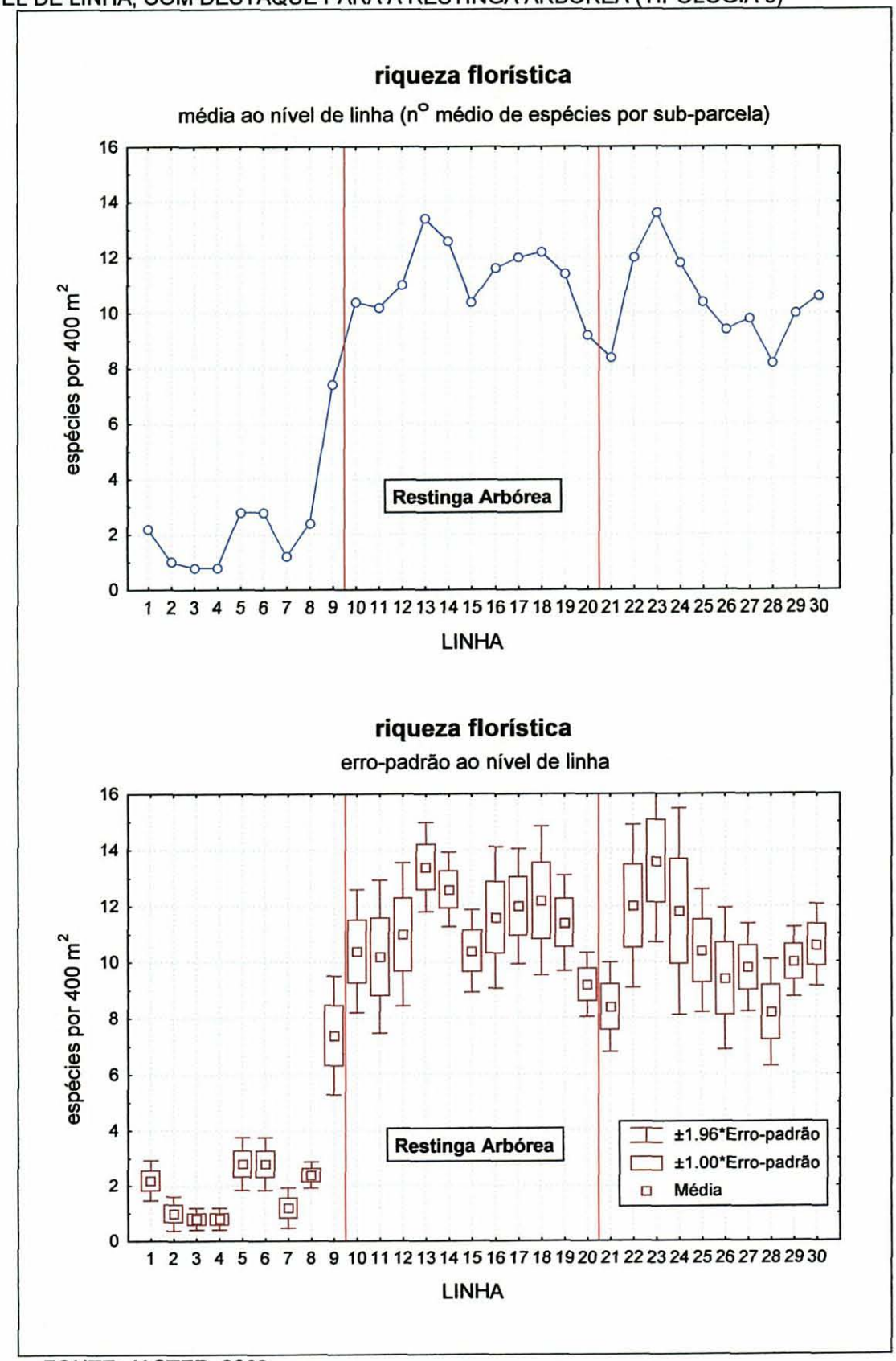
FONTE: JASTER. 2002

FIGURA 32 – TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA ÁREA BASAL (M^2/HA) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



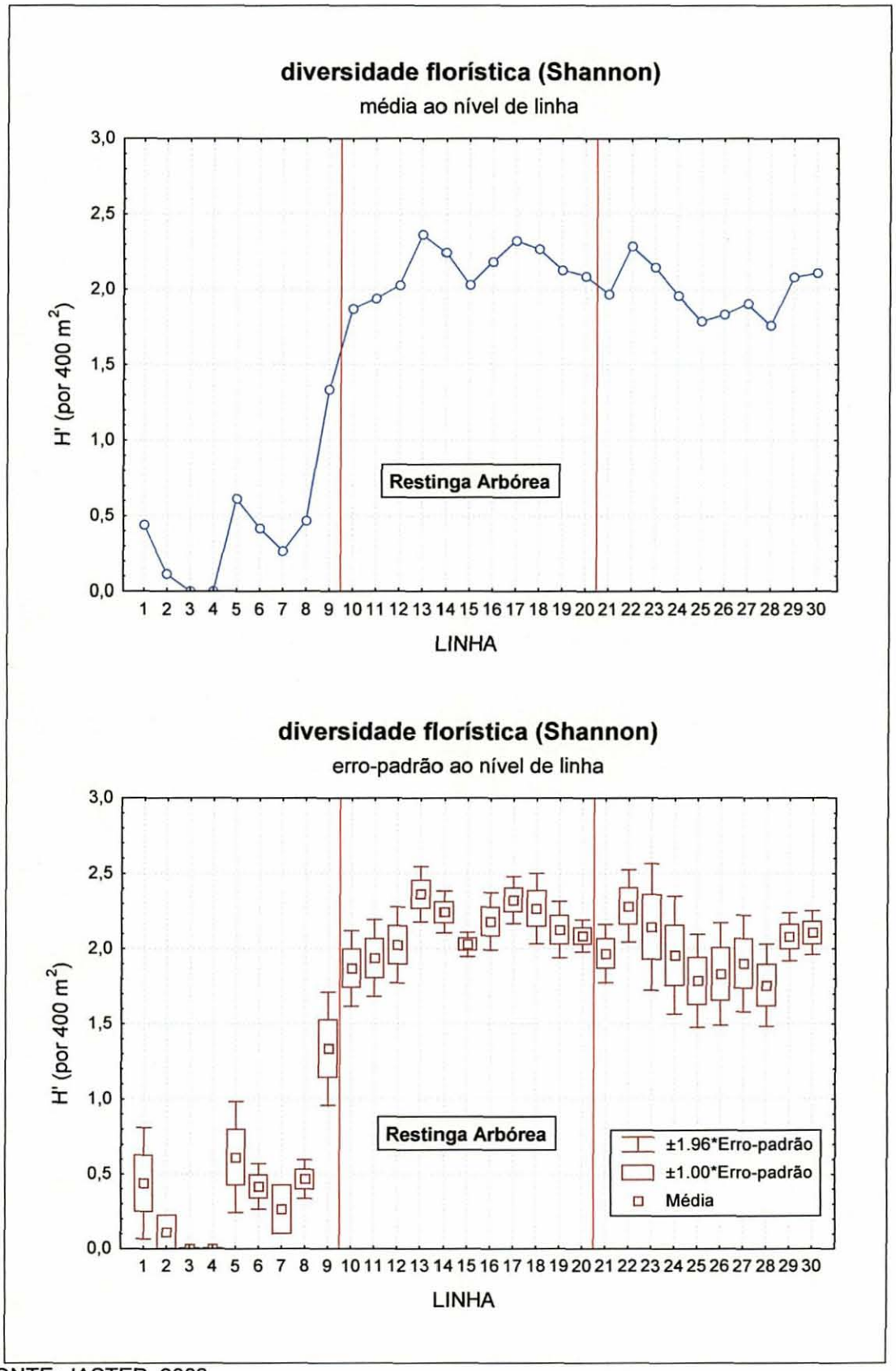
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 33 – TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO NÚMERO DE ESPÉCIES (POR SUB-PARCELA DE 400 M^2) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



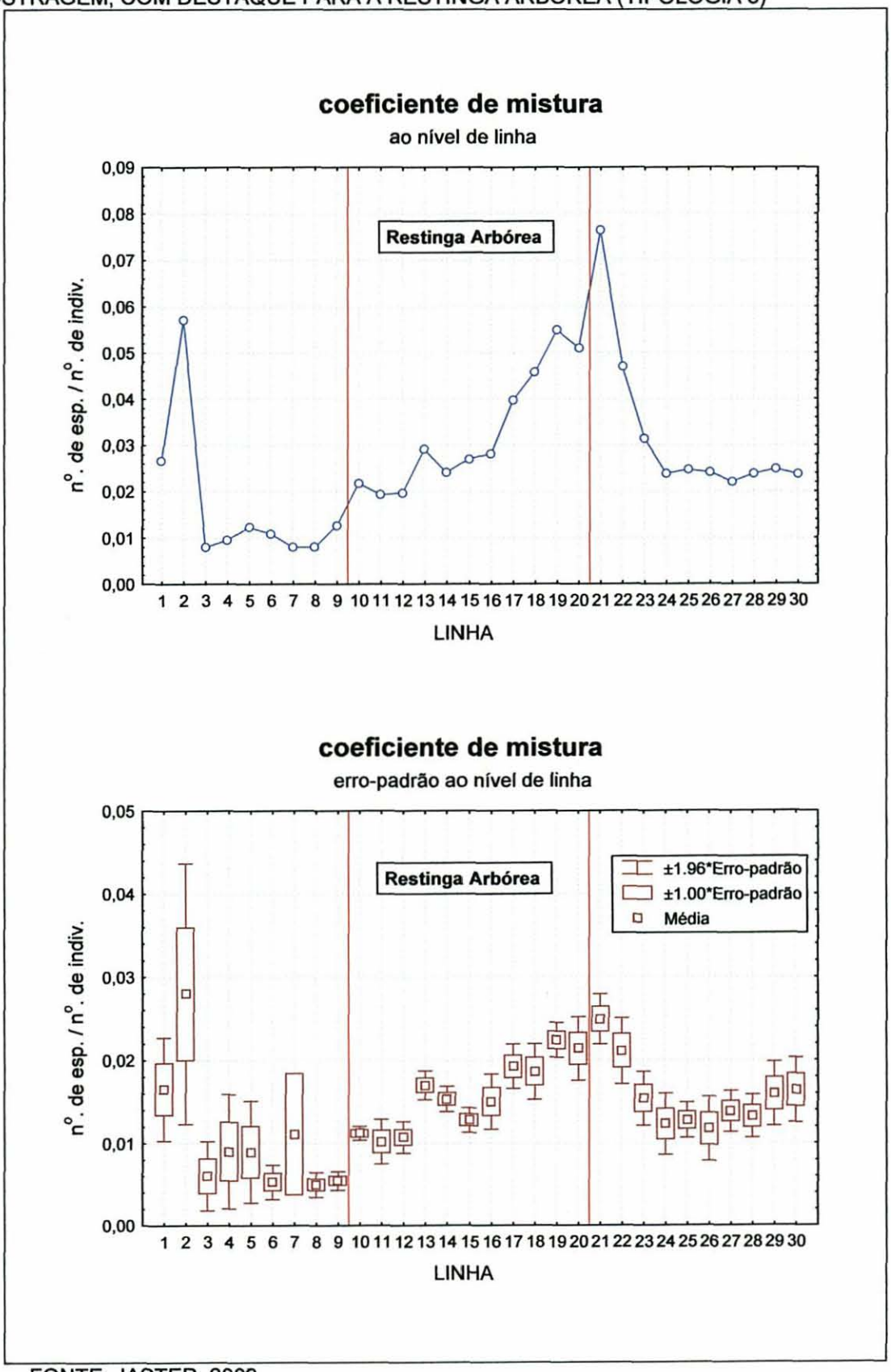
FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 34 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DA DIVERSIDADE (ÍNDICE DE SHANNON) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 35 - TENDÊNCIA DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS E ERROS-PADRÃO DO COEFICIENTE DE MISTURA (S/N) AO LONGO DO TRANSECTO, ANALISADO AO NÍVEL DE LINHA DE AMOSTRAGEM, COM DESTAQUE PARA A RESTINGA ARBÓREA (TIPOLOGIA 3)



FONTE: JASTER, 2002

Observa-se que na Restinga Arbórea a maioria das variáveis analisadas apresenta um comportamento ordenado e diferenciado daquele dos demais setores do transecto. Esta tipologia demonstra tendências (ascendentes ou descendentes) definidas, associadas a uma baixa dispersão dos dados (em termos de erro-padrão) o que pode ser observado principalmente com relação às variáveis diâmetros (médio e dominante), altura dominante, densidade e coeficiente de mistura.

Conforme mencionado anteriormente, este quadro permite tratar a Restinga Arbórea como sendo um gradiente de desenvolvimento, no que diz respeito principalmente à sua estrutura. Considerando ainda os processos geomorfológicos atuantes no local, em termos de uma progressiva e seqüencial deposição de sedimentos arenosos de origem marinha (confirmado pela análise morfológica do solo, que revelou um crescente nível de podzolização quanto mais afastado da praia), o trecho em questão pode ser interpretado como uma série ecológica (ou seja, uma cronoseqüência, quando o fator determinante é o tempo), a qual representa uma fração do processo integral do desenvolvimento sucessional. Os diferentes padrões florístico-estruturais observados dentro da Restinga Arbórea retratam, portanto, uma porção mediana do desenvolvimento da floresta, representado pelas comunidades presentes desde a linha 09 até a linha 20. As condições da floresta anteriores ou posteriores ao padrão observado (ou seja, menos desenvolvidas do que aquela existente na linha 09 e mais desenvolvida que aquela da linha 20) exigem estimativas prévias (retrospectivas) e póstumas (prospectivas), respectivamente, para que se tenha um retrato do processo sucessional como um todo nas condições ambientais típicas para aquele ambiente.

7.4.2 A Escolha das Variáveis

Para sintetizar o comportamento das variáveis na Restinga Arbórea, foram calculados os ajustes de diferentes modelos lineares de regressão aos dados observados (tabela 15).

TABELA 15 – AJUSTE DOS DADOS DAS SUB-PARCELAS COM BASE EM DIVERSOS MODELOS LINEARES DE REGRESSÃO, BEM COMO QUALIDADE DE AJUSTE, SEGUNDO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2 E ERRO PADRÃO S_{XY}%

variável	*modelos*				
	reta	**logarítmico**	**polinomial (2° grau)**	**potência**	**exponencial**
DAP med.	$y=0,6528x+8,7818$ $R^2=0.5141$ $S_{xy}\%=12.21$	$y=8,8704\ln(x)-5,2081$ $R^2=0.4908$ $S_{xy}\%=12.50$	$y=0,0368x^2-0,4148x+16,083$ $R^2=0.5293$ $S_{xy}\%=12.12$	$y=5,0491x^{0,4805}$ $R^2=0.5121$ $S_{xy}\%=12.39$	$y=10,821e^{0,0351x}$ $R^2=0.5272$ $S_{xy}\%=12.13$
DAP dom.	$y=1,4456x+12,769$ $R^2=0.4177$ $S_{xy}\%=17.77$	$y=19,674\ln(x)-18,292$ $R^2=0.4$ $S_{xy}\%=18.03$	$y=0,0666x^2-0,4869x+25,986$ $R^2=0.426$ $S_{xy}\%=17.79$	$y=7,2453x^{0,572}$ $R^2=0.3957$ $S_{xy}\%=17.96$	$y=17,988e^{0,0416x}$ $R^2=0.4046$ $S_{xy}\%=17.76$
Alt. med.	$y=0,2233x+8,0181$ $R^2=0.3063$ $S_{xy}\%=10.48$	$y=3,0503\ln(x)+3,1904$ $R^2=0.2955$ $S_{xy}\%=10.56$	$y=0,0146x^2-0,2014x+10,923$ $R^2=0.3186$ $S_{xy}\%=10.48$	$y=5,4513x^{0,2713}$ $R^2=0.2948$ $S_{xy}\%=10.56$	$y=8,4026e^{0,0196x}$ $R^2=0.2986$ $S_{xy}\%=10.47$
Alt. dom.	$y=0,4413x+7,7109$ $R^2=0.5027$ $S_{xy}\%=10.92$	$y=6,00591\ln(x)-1,7708$ $R^2=0.4813$ $S_{xy}\%=11.16$	$y=0,0277x^2-0,3613x+13,2$ $R^2=0.5211$ $S_{xy}\%=10.81$	$y=4,5348x^{0,4249}$ $R^2=0.4857$ $S_{xy}\%=11.07$	$y=8,9136e^{0,0309x}$ $R^2=0.4962$ $S_{xy}\%=10.85$
Densidade	$y=-63,409x+1734$ $R^2=0.6703$ $S_{xy}\%=19.17$	$y=-884,72\ln(x)+3154$ $R^2=0.6747$ $S_{xy}\%=19.04$	$y=1,1826x^2-97,704x+1968,6$ $R^2=0.6724$ $S_{xy}\%=19.27$	$y=14425x^{-1,108}$ $R^2=0.6484$ $S_{xy}\%=19.42$	$y=2496,2e^{-0,0811x}$ $R^2=0.6713$ $S_{xy}\%=19,20$
G	$y=0,2526x+20,567$ $R^2=0.0204$ $S_{xy}\%=25.36$	$y=3,3594\ln(x)+15,346$ $R^2=0.0187$ $S_{xy}\%=25.38$	$y=0,0237x^2-0,4340x+25,262$ $R^2=0.0221$ $S_{xy}\%=25.56$	$y=20,54x^{0,0484}$ $R^2=0.0017$ $S_{xy}\%=25.76$	$y=22,216e^{0,0034x}$ $R^2=0.0017$ $S_{xy}\%=25.75$
n° espécies	$y=0,1406x+8,9452$ $R^2=0.0342$ $S_{xy}\%=23.88$	$y=2,4656\ln(x)+4,4636$ $R^2=0.1559$ $S_{xy}\%=23.62$	$y=-0,11x^2+3,3317x-12,879$ $R^2=0.2299$ $S_{xy}\%=21.51$	$y=4,9399x^{0,2903}$ $R^2=0.077$ $S_{xy}\%=23.94$	$y=8,313e^{0,017x}$ $R^2=0.0513$ $S_{xy}\%=24.17$
H' Shannon	$y=0,0476x+1,3789$ $R^2=0.2265$ $S_{xy}\%=14.92$	$y=0,7355\ln(x)-0,1236$ $R^2=0.2801$ $S_{xy}\%=18.84$	$y=-0,016x^2+0,511x-1,7912$ $R^2=0.652$ $S_{xy}\%=12.52$	$y=0,6325x^{0,4412}$ $R^2=0.277$ $S_{xy}\%=14.85$	$y=1,343e^{0,0285x}$ $R^2=0.2239$ $S_{xy}\%=15.33$
Coef. mist.	$y=0,0013x-0,0038$ $R^2=0.6732$ $S_{xy}\%=21.15$	$y=0,018\ln(x)-0,0326$ $R^2=0.675$ $S_{xy}\%=21.09$	$y=-0,00002x^2+0,0018x-0,0076$ $R^2=0.6745$ $S_{xy}\%=22.21$	$y=0,0003x^{1,3982}$ $R^2=0.6728$ $S_{xy}\%=25.81$	$y=0,0033e^{0,0981x}$ $R^2=0.6406$ $S_{xy}\%=22.26$

FONTE: JASTER, 2002

Conforme a tabela acima, as variáveis área basal (G), número de espécies e índice de diversidade de Shannon (H') apresentaram baixos valores do coeficiente de determinação R^2 e valores relativamente elevados de $Sxy_{\%}$, indicando uma reduzida qualidade de ajuste. As demais variáveis mostraram ajustes mais

favoráveis, além de uma reduzida variação entre os diferentes modelos testados. Os resultados apresentados neste quadro sugerem as variáveis diâmetro (médio e dominante), altura (média e dominante) e densidade como as mais expressivas para retratar o processo sucessional.

A análise fatorial, como método de ordenação, auxilia na avaliação do poder de determinação das variáveis. Realizada ao nível de sub-parcela, incorporando todas as variáveis em questão, permite, por meio do cálculo dos índices fatoriais de cada amostra, corroborar a hipótese de haver uma tendência definida das variáveis estudadas ao longo do trecho do transecto correspondente à Restinga Arbórea. Para tal, o ordenamento das amostras (sub-parcelas) segundo seus índices fatoriais deve corresponder à seqüência sistemática das amostras em campo. As variáveis com baixo poder de discriminação (que não apresentam um comportamento definido ao longo do transecto) devem ser eliminadas da análise.

A análise extraiu três fatores com autovalores superiores a 1,0, os quais explicam conjuntamente 91,74 % da variação dos dados, conforme apresentado a seguir (tabelas 16 a-c).

TABELAS 16 A-C – PRINCIPAIS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS: 16A) MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS; 16B) FATORES EXTRAÍDOS E VARIÂNCIA EXPLICADA; 16C) ESCORES FATORIAIS APÓS ROTAÇÃO DE FATORES

TABELA 16A

	DAPMED	DAPDOM	ALTMED	ALTDOM	DENS	G	S	H
DAPDOM	0,88							
ALTMED	0,82	0,73						
ALTDOM	0,82	0,81	0,89					
DENS	-0,71	-0,55	-0,57	-0,61				
G	0,60	0,74	0,50	0,49	0,05			
S	-0,01	0,09	0,03	0,15	-0,02	0,07		
H	0,22	0,24	0,20	0,33	-0,33	0,05	0,87	
CM	0,57	0,43	0,41	0,54	-0,82	-0,10	0,46	0,65

FONTE: JASTER, 2002

TABELA 16B

fator	autovalor	percentagem	acumulado
1	4,872355	0,5414	0,5414
2	2,090248	0,2322	0,7736
3	1,293885	0,1438	0,9174

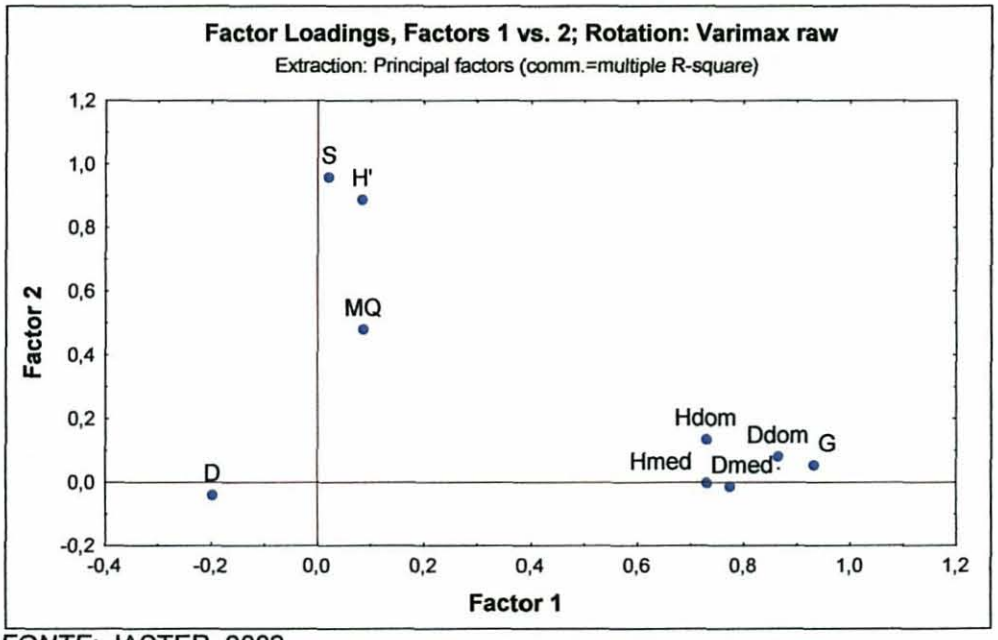
FONTE: JASTER, 2002

TABELA 16C

variável	comunalidade	fator1	fator2	fator3
DAPMED	0,93634	0,84548	-0,00415	-0,47062
DAPDOM	0,89902	0,91220	0,09186	-0,24182
ALTMED	0,80497	0,80939	0,00069	-0,38711
ALTDOM	0,85997	0,80715	0,14040	-0,43447
DENS	0,95255	-0,31823	-0,03433	0,92201
G	0,95513	0,89029	0,07064	0,39688
S	0,96609	0,00754	0,98277	0,01424
H	0,94290	0,10583	0,92546	-0,27427
CM	0,93951	0,18408	0,47648	-0,82377

FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 36 – POSIÇÃO RELATIVA DAS VARIÁVEIS SOBRE O PLANO FATORIAL (FATORES 1 E 2)



FONTE: JASTER, 2002

A escolha das variáveis baseou-se nos resultados apresentados pela análise fatorial (figura 36), na interpretação das linhas de tendência das mesmas ao longo do transecto (figuras 27 a 35) e nos valores dos ajustes dos modelos lineares (tabela 15). Segundo a análise fatorial, diâmetro médio, diâmetro dominante, altura média, altura dominante, área basal e densidade apresentam forte participação com relação

ao primeiro fator (estando próximos da linha do fator 1 e relativamente afastados da origem). Tais variáveis, portanto, são as que melhor expressam o desenvolvimento estrutural da floresta durante o decorrer da sucessão. Trata-se de variáveis essencialmente estruturais e, com exceção da densidade, dimensionais. A área basal G, porém, apesar de estreitamente correlacionada com os diâmetros e alturas, não apresentou uma tendência nítida ao longo do setor do transecto considerado, além de ter demonstrado uma elevada dispersão entre sub-parcelas de uma mesma linha amostral (figura 32). Por este motivo esta variável foi excluída das análises subseqüentes. Além dessa, foram também desconsideradas as variáveis de cunho florístico, ou seja, número de espécies (S) e diversidade segundo SHANNON (H') que, apesar de terem apresentado uma certa participação no segundo fator (que explica somente 23 % da variância total, contra 54 % do fator 1), demonstraram um comportamento pouco expressivo ao longo do transecto (figuras 33 e 34). Além disso, estas variáveis dependem do número de indivíduos amostrados ou da área amostral (saturação da amostragem), o que reduz sua aplicabilidade prática dentro do enfoque da presente pesquisa. O mesmo já não acontece com o coeficiente de mistura (CM), independente da intensidade amostral. Sua aplicabilidade, no entanto, é reduzida pela necessidade do reconhecimento de (morfo-)espécies, motivo pelo qual também foi eliminado da análise.

Segundo o exposto acima, pode-se considerar que as variáveis relacionadas com a estrutura fornecem um retrato mais condizente com o desenvolvimento sucessional da floresta. Variáveis florísticas certamente são de importância considerável, porém de difícil manipulação, uma vez que exigem um elevado grau de especialização do pesquisador em termos de capacidade de identificação das espécies e conhecimento sobre suas preferências ecológicas, o que se torna particularmente relevante em ecossistemas de alta complexidade e diversidade biológica, como é o caso das formações florestais tropicais e subtropicais.

As variáveis selecionadas para as análises subseqüentes, portanto, foram:

- **DAP médio**
- **DAP dominante**
- **Altura média**
- **Altura dominante**
- **Densidade**

Os resultados acima apresentados demonstram que a comunidade florestal verifica um acréscimo em termos de diâmetros (médio e dominante) e alturas (média e dominante), o que pode ser traduzido em um incremento dimensional de seus indivíduos no decorrer da sucessão. Já o número de indivíduos (densidade) apresentou tendência inversa, ou seja, há uma redução no número de árvores por unidade de área à medida que a floresta se aproxima do clímax.

7.4.3 A Posição Relativa da Comunidade Amostrada na Série Sucessional

A comunidade amostrada, ou seja, a Floresta de Restinga das linhas 09 a 20, demonstrou um comportamento nítido e progressivo com relação às variáveis estruturais acima estabelecidas (diâmetros médio e dominante, alturas média e dominante, densidade). Considerando estas variáveis como dependentes e indicadoras do processo de desenvolvimento da floresta, a vegetação amostrada representa assim um determinado segmento da série sucessional, variando de um estágio que pode ser empiricamente denominado de médio (linha 09) até o médio-avançado ou avançado (linha 20). Estas denominações, subjetivas e arbitrárias, necessitam ser confirmadas por meio de um tratamento objetivo dos dados. Em outras palavras, é necessário determinar em que nível de desenvolvimento se

encontra a comunidade com relação à série sucessional integral. Isto significa descobrir "onde começou" e "até onde vai" o processo de desenvolvimento da floresta. Considerando se o fator tempo, mesmo que sob forma de uma escala relativa, são necessárias, portanto, duas estimativas:

- retrospectiva, com o objetivo de determinar há quanto tempo (escala relativa) se deu o início da série sucessional;
- prospectiva, procurando estabelecer em quanto tempo (escala relativa) a floresta atingirá seu máximo de desenvolvimento (clímax).

Além da escala de tempo, pode-se interpretar a sucessão sob a ótica do desenvolvimento estrutural. Naturalmente o início da série sucessional parte do nível zero, portanto o questionamento de maior relevância deve ser qual o nível máximo de desenvolvimento que a floresta irá atingir sob condições normais, ou seja, qual o padrão estrutural da floresta clímax.

7.4.4 A Escala Relativa de Tempo

É importante estabelecer que o tempo de desenvolvimento da floresta, dentro do enfoque desta pesquisa, deve ser tratado sob uma escala relativa, uma vez que o tempo absoluto de desenvolvimento de uma comunidade vegetal é influenciado sobremaneira pelas condições ambientais. Assim sendo, uma série sucessional, sob condições ótimas de clima e solo pode se processar em algumas décadas, enquanto que sob condições extremas este período pode se estender até várias centenas ou mesmo milhares de anos.

Cada linha amostral do setor do transecto considerado (correspondente à Floresta de Restinga) pode ser interpretada como um estágio de desenvolvimento ou uma unidade de tempo relativo. Assim sendo, o início da série sucessional se deu há um determinado número de "linhas" (períodos) antes da linha 09 e o clímax da

floresta será alcançado um determinado número de "linhas" (períodos) depois da linha 20.

7.4.5 Ajuste das Equações de Crescimento e Estimativa dos Valores Máximos Teóricos das Variáveis

A forma de como as variáveis estruturais se comportam e os limites por elas atingidos são questões de grande importância para o entendimento dos processos sinecológicos e para o manejo dos ecossistemas naturais. O nível máximo de desenvolvimento de uma comunidade florestal, expresso por variáveis estruturais apropriadas, corresponde à floresta clímax e pode servir de referencial para caracterizar sucessionalmente outras comunidades menos desenvolvidas, pertencentes à mesma formação vegetacional (e submetidas às mesmas condições ambientais).

Neste estudo foram utilizadas equações de crescimento para descrever o desenvolvimento de variáveis estruturais ao nível de comunidade florestal, assumindo-se que as mesmas apresentam comportamento semelhante ao das entidades biológicas que motivaram a criação destes modelos. Ao contrário de modelos empíricos (como equações lineares de regressão), as equações de crescimento sustentam-se em uma teoria biológica, sendo por este motivo denominadas de modelos teóricos. Uma das principais características destes modelos é a de apresentar um limite máximo teórico, a assíntota, ao qual a curva tende a se aproximar, sem, no entanto alcançá-lo.

Para permitir o ajuste de modelos de regressão não-lineares (neste caso assintóticos) é necessário conhecer a idade do organismo estudado. Na presente abordagem, ou seja, na caracterização do nível de desenvolvimento sucessional da comunidade, isto significa definir há quanto tempo se deu o início da série

sucessional. Na avaliação gráfica dos dados é necessário, portanto, estimar a localização do ponto em que a curva ajustada toca o eixo das abscissas, sendo este ponto denominado de t_0, correspondendo ao início da série sucessional. Esta necessidade é decorrente do fato dos valores das linhas amostradas, 09 a 20, serem arbitrários, uma vez que provêm da configuração do sistema amostral. Não revelam, portanto, a real "idade" relativa da comunidade.

Várias técnicas foram desenvolvidas para permitir a estimativa de t_0, como, por exemplo, os métodos gráficos de CHAPMAN e de BERTALANFFY (SANTOS, 1978; SPARRE e VENEMA, 1997), que se baseiam em análises de regressão sobre as diferenças de crescimento entre períodos consecutivos. Estes métodos, no entanto, são muito sensíveis a flutuações estocásticas dos dados. Neste estudo, a interpretação da vegetação como uma cronoseqüência, no entanto, infringe aos dados uma variabilidade relativamente elevada, inviabilizando a aplicação de tais métodos.

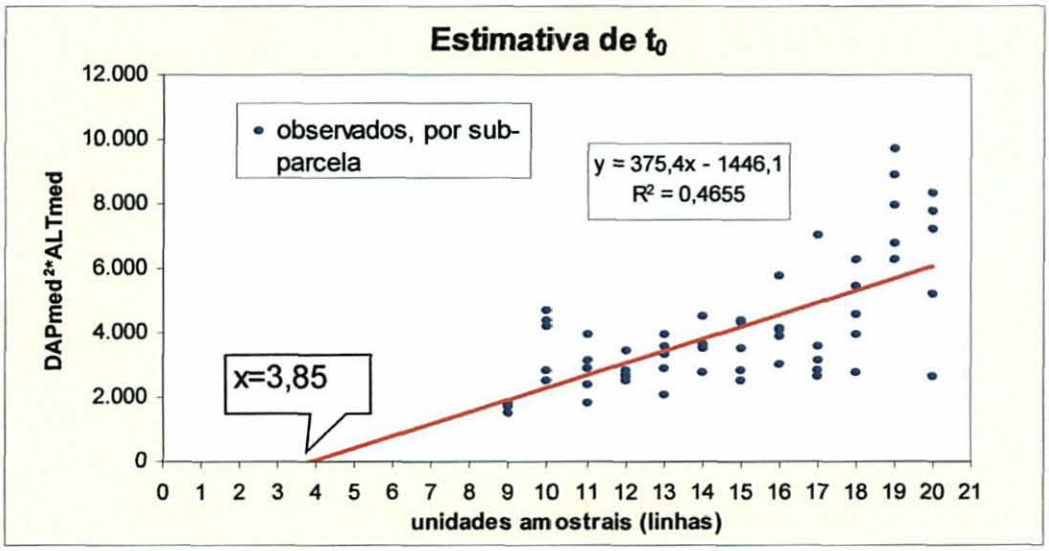
7.4.5.1 Estimativa do ponto zero t_0 e da idade relativa da floresta e readequação dos valores da idade relativa da floresta

A estimativa de t_0 foi embasada nas variáveis DAPmédio e ALTmédia, as quais demonstraram estreita correlação com o processo sucessional, conforme apresentado anteriormente. A relação quantitativa entre as mesmas segue o conceito de variável combinada, segundo o conceito de SPURR (1952), adotando a seguinte estrutura:

$$DAPmed^2 \cdot ALTmed$$

O comportamento dos dados observados submetidos a esta relação e a posição da reta ajustada é indicada abaixo (figura 37).

FIGURA 37 –ESTIMATIVA DE T_0 POR MEIO DE RETROSPECTIVA POR MEIO DA EQUAÇÃO DA RETA, COM BASE NO CONCEITO DE VARIÁVEL COMBINADA DE DIÂMETRO MÉDIO E ALTURA MÉDIA



FONTE: JASTER, 2002

A extrapolação (retrospectiva) por meio da equação da reta mostra a interseção da linha ajustada com a abscissa próxima ao valor 4,0 (3,85), o que significa que a série sucessional à qual a comunidade estudada está submetida teve seu início provável há cinco períodos de tempo atrás ($t_0 = 9 - 4 = 5$, sendo o tempo medido em escala relativa), correspondente à diferença entre os segmentos da origem à primeira linha de amostragem e da origem ao t_0 estimado.

Os valores iniciais de x, referentes à numeração originalmente atribuída às linhas amostrais (09 a 20) devem, portanto, ser corrigidos, subtraindo-se de cada um o valor 4,0, resultando em uma nova enumeração das linhas amostrais, que assumem os valores de 05 a 16, considerados apenas para fins de ajuste das equações de crescimento. Estes novos valores da abscissa, portanto, correspondem à idade relativa da floresta, cuja unidade de tempo assume um caráter abstrato.

Nesta escala temporal relativa, porém, o valor zero corresponde ao início da série sucessional.

7.4.5.2 Ajuste das equações de crescimento e estimativa dos valores máximos teóricos das variáveis

Foram testados os seguintes modelos de equações de crescimento (tabela 17):

TABELA 17 – MODELOS DE CRESCIMENTO TESTADOS

nome do modelo	expressão matemática
VON BERTALANFFY / CHAPMAN-RICHARDS	$Y=A(1-\exp(-B^{\cdot}X))^{0,5}$
	$Y=A\ (1-\exp(-B^{\cdot}X))$
	$Y=A\ (1-\exp(-B^{\cdot}X))^{2}$
	$Y=A(1-\exp(-B^{\cdot}X))^{3}$
	$Y=A(1-\exp(-B^{\cdot}X))^{C}$
KORFF	$Y=A^{\cdot}\exp(-B(X^{-C}))$
GOMPERTZ	$Y=A^{\cdot}\exp(-B^{\cdot}\exp(-C^{\cdot}X))$
Logística	$Y=A/(1+C^{\cdot}\exp(-B^{\cdot}X))$
WEIBULL	$Y=A(1-\exp(-B(X^{C})))$

FONTE: SPARRE E VENEMA, 1997; ZEIDE, 1993;

Os ajustes foram efetuados por meio de iteração, utilizando-se como método de estimativa o algoritmo Quasi-Newton e critério de convergência de 0,0001. A escolha do melhor modelo para a estimativa dos valores máximos teóricos por variável foi efetuada em função da coerência dos resultados dentro de uma realidade biológica. Dessa forma, determinou-se o modelo de CHAPMAN-RICHARDS com coeficiente C = 0,5 como o que melhor descreve o comportamento das variáveis no decorrer da sucessão.

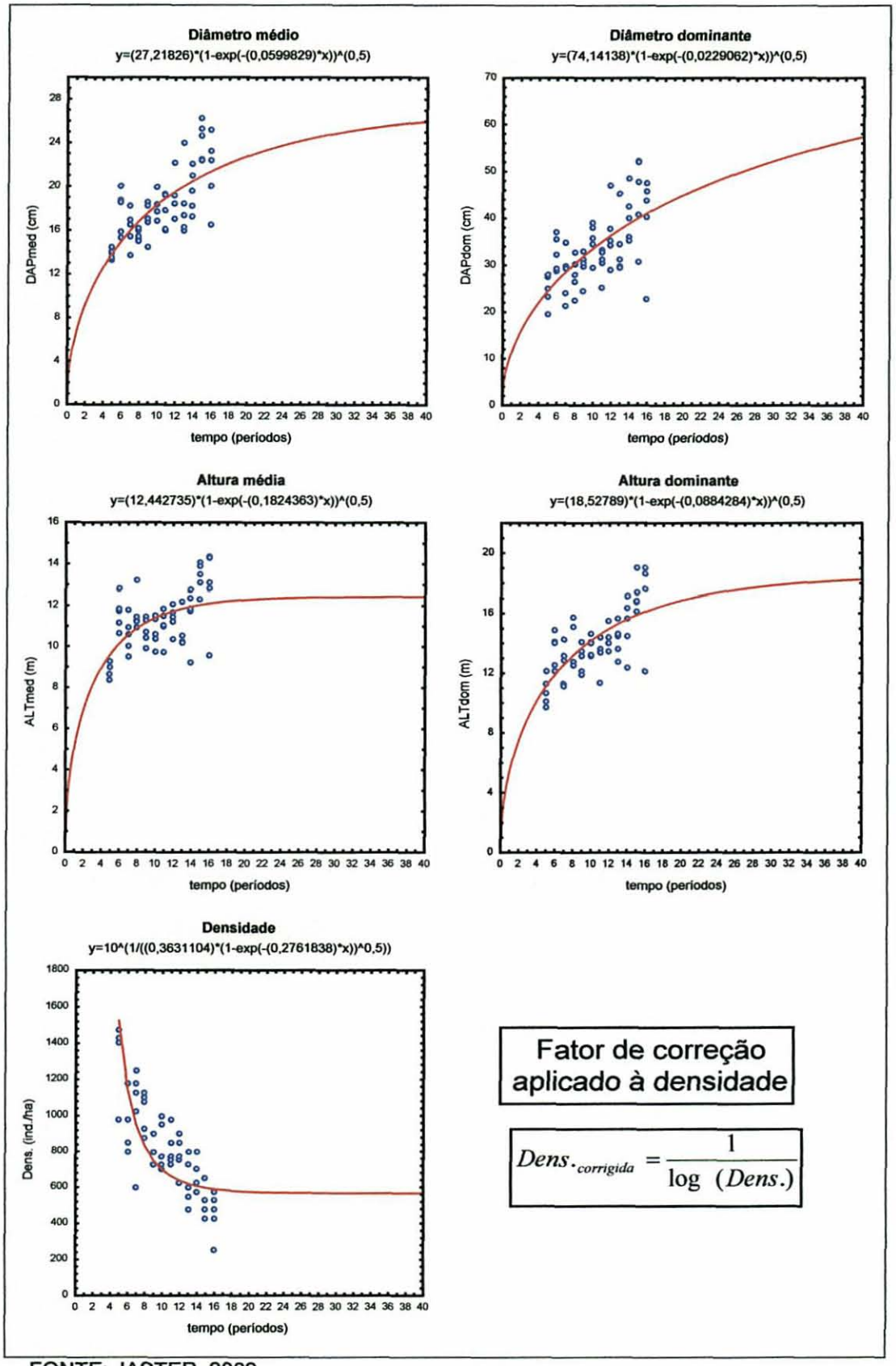
A variável densidade, em função de sua correlação negativa com a variável independente (tempo relativo), sofreu uma transformação para inverter essa tendência, de modo que pudesse ser ajustada pela equação de crescimento. A transformação aplicada foi (equação 1):

EQUAÇÃO 1:

$$Dens._{corrigida} = \frac{1}{\log\ (Dens.)}$$

Considerando-se, portanto, as variáveis de diâmetro (médio e dominante), altura (média e dominante) e densidade, os ajustes dos dados à equação de CHAPMAN-RICHARDS se apresentaram da seguinte maneira (figura 38):

FIGURA 38 - CURVAS DE AJUSTE DOS DADOS À EQUAÇÃO DE CHAPMAN-RICHARDS, SEGUNDO AS VARIÁVEIS SELECIONADAS: DIÂMETROS MÉDIO E DOMINANTE, ALTURAS MÉDIA E DOMINANTE, DENSIDADE



FONTE: JASTER, 2002

O coeficiente A representa a assíntota, ou seja, o valor máximo teórico a ser atingido pela variável em questão, fornecendo um quadro aproximado do padrão estrutural de uma floresta clímax que se desenvolveria sob as condições ambientais locais.

Há duas abordagens possíveis na interpretação sucessional da floresta:

- em qual nível de desenvolvimento se encontra uma comunidade florestal qualquer, considerando-se sua estrutura com relação ao máximo teórico possível que ela poderá atingir (medido em percentagem);
- em qual estágio de tempo se encontra a comunidade, considerando-se o período total da sucessão, desde o início da série até o seu clímax (escala temporal relativa, medida em porcentagem).

A primeira abordagem refere-se aos valores máximos teóricos a serem atingidos pelas variáveis (valores assintóticos obtidos nos ajustes das equações de crescimento), combinados por meio de um índice, cujo valor cresce com o avanço do desenvolvimento estrutural da floresta. A segunda abordagem procura estabelecer quanto tempo passou desde o início da série e em quanto tempo a comunidade atingirá o estágio clímax.

Uma vez sendo a equação de CHAPMAN-RICHARDS um modelo matemático assintótico, o valor máximo de Y, correspondente ao coeficiente A da equação ajustada, é equivalente a um valor infinitamente alto de X (ou seja, o valor da assíntota nunca é atingido). Os valores assintóticos representam os valores máximos teóricos possíveis para tais variáveis. Do ponto de vista matemático, no entanto, a floresta levaria um período de tempo infinitamente longo para atingi-los. Para permitir a aplicabilidade prática do método, tanto pela ótica estrutural como temporal, é necessário considerar um valor menor àquele definido pelas assíntotas das curvas de crescimento. Dentro do enfoque deste trabalho, definiu-se

arbitrariamente que uma floresta pode ser considerada como clímax quando as variáveis estruturais atingem um valor correspondente a 95 % da assíntota. Este nível de desenvolvimento corresponderia, portanto, a uma primeira manifestação do estágio clímax da comunidade (sub-clímax), dentro dos limites de flutuação admitidos para cada variável nesta condição.

O resultado dos ajustes das variáveis estudadas em função do modelo de crescimento escolhido é apresentado na tabela 18.

TABELA 18 – QUALIDADE DE AJUSTE DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS POR MEIO DO MODELO DE CHAPMAN-RICHARD E VALORES DOS COEFICIENTES

variável	R^2	A (valores máximos teóricos)	$A_{95\%}$ (início do estágio clímax)	B
DAPmed	0,477	27,22 cm	25,86 cm	0,060
DAPdom	0,400	74,14 cm	70,43 cm	0,023
ALTmed	0,270	12,44 m	11,82 m	0,182
ALTdom	0,460	18,53 m	17,60 m	0,088
Dens. (corrig.)	0,488	0,3631 (≈568 ind/ha)*	0,3601 (≈598 ind/ha)*	0,276

* valor da densidade retransformado segundo a fórmula apresentada anteriormente (equação 2). O primeiro número corresponde ao coeficiente A obtido no ajuste e o número entre parênteses equivale à densidade arbórea. FONTE: JASTER, 2002

7.4.6 O Índice de Desenvolvimento Estrutural NDE

Segundo os valores apresentados na tabela 18 e considerando-se as condições ambientais da área de pesquisa, pode-se afirmar que uma comunidade arbórea do ambiente de Restinga da região estudada terá atingido seu estágio clímax quando seu diâmetro médio superar 25,9 cm, seu diâmetro dominante superar 70,43 cm, sua altura média for superior a 11,8 m, sua altura dominante superar 17,6 m e sua densidade cair aquém de aproximadamente 598 indivíduos por hectare (considerando um diâmetro mínimo de inclusão de 10 cm e sob condições

normais de desenvolvimento, ou seja, sem a interferência de fatores como explotação seletiva, abertura de clareiras, etc.).

As variáveis de diâmetro e altura possuem correlação positiva com o desenvolvimento da floresta, enquanto a densidade apresenta correlação negativa. Com o objetivo de combinar as variáveis em questão de forma a gerar um valor crescente com o avanço do desenvolvimento da floresta, propõe-se a seguinte forma de cálculo (equação 2), denominada de NDE (Nível de Desenvolvimento Estrutural):

EQUAÇÃO 2:

$$NDE = \sqrt[3]{\frac{(DAP_{med}{}^{2} \cdot ALT_{med}) + (DAP_{dom}{}^{2} \cdot ALT_{dom})}{Log(Dens)}}$$

onde:

NDE = nível de desenvolvimento estrutural (sem escala);

DAPmed = diâmetro médio em cm (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm);

DAPdom = diâmetro dominante em cm;

ALTmed = altura média em m (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm);

ALTdom = altura dominante em m;

Dens = densidade (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm);

7.4.6.1 Justificativa e considerações referentes ao modelo proposto

O motivo da inclusão na fórmula de diversas variáveis estreitamente correlacionadas, como diâmetros e alturas dos indivíduos, é a redução da influência de flutuações estocásticas extremas, às quais uma única variável isolada estaria sujeita, obtendo assim um efeito de amortecimento (*buffering*). Dessa maneira cria-se um índice mais exato e robusto, ou seja, menos suscetível a fatores externos aleatórios, que poderiam influenciar atipicamente uma ou outra variável.

As variáveis diâmetro e altura, que apresentam correlação positiva com o decorrer da sucessão, encontram-se no numerador, enquanto a variável densidade, que apresenta correlação negativa, situa-se no denominador. Com isto o resultado da fórmula gera um número crescente em função do desenvolvimento da comunidade.

As variáveis de diâmetro (médio e dominante) e de altura (média e dominante) estão combinadas entre si pelo produto da relação quadrática da primeira com a segunda ($d^2 \cdot h$), conforme o conceito de variável combinada (SPURR, 1952), assumindo uma relação volumétrica entre as mesmas. Com isto, preserva-se entre ambas uma relação biologicamente coerente.

Para induzir um comportamento linear do índice em função do crescimento das variáveis, extrai-se o logaritmo da variável densidade e extrai-se a raiz cúbica do resultado calculado pela relação das variáveis. A relação linear entre índice $NDE_{\%}$ e as variáveis que o compõem é desejável para fornecer resultados mais coerentes com a realidade biológica da comunidade. Assim, por exemplo, se todas as variáveis apresentarem um valor de aproximadamente 50 % do seu máximo possível, o índice $NDE_{\%}$ também resultará em 50 %.

7.4.6.2 Cálculo do NDE máximo

Com o objetivo de criar um referencial numérico para a floresta clímax (ou seja, o final da escala de desenvolvimento estrutural/sucessional da floresta), utiliza-se os valores máximos teóricos (assintóticos) estimados para a comunidade em questão. O valor assim calculado pode ser denominado de NDE_{max}, *nível de desenvolvimento estrutural máximo* ou *constante de clímax*. Sua interpretação biológica é o potencial que a floresta pode atingir com relação às variáveis consideradas, arranjadas segundo a estrutura da fórmula proposta.

Assim sendo, para a floresta em questão, calcula-se:

$$NDE_{máx} = \sqrt[3]{\frac{(27{,}22^2 \cdot 12{,}44) + (74{,}14^2 \cdot 18{,}53)}{Log(568)}} = 34{,}3$$

O valor da constante de clímax de 34,3 é intrínseco à formação florestal da Restinga da região de estudo e corresponde ao máximo teórico a ser atingido pela mesma. No entanto, é válida somente para comunidades florestais em condições ambientais semelhantes às da floresta estudada.

Espera-se que o método aqui proposto possa ser estendido para outras formações florestais. Nesse caso, a constante de clímax NDE_{max} certamente assumiria valores diferentes, podendo inclusive ser considerada um critério para a caracterização de tais florestas. A variação intrínseca a este índice, referente a outras formações florestais é tema para um vasto campo de pesquisa. O principal requisito para tal é a existência de comunidades clímaces para cada tipologia (as quais podem servir de referencial na definição do valor NDE_{max}) ou dados apropriados para permitir sua estimativa de maneira confiável. Isto poderá ser realizado pelas técnicas de simulação e modelagem, com base em dados de parcelas permanentes, ou por meio da existência de séries ecológicas, de forma semelhante ao que foi apresentado neste estudo.

7.4.6.3 O nível de desenvolvimento de uma comunidades qualquer

O valor de NDE_{max} de 34,3 pode ser utilizado como referencial para estimar o estágio de desenvolvimento de comunidades mais precoces, pertencentes à mesma formação. Assim sendo, o nível de desenvolvimento estrutural NDE

(percentual) de uma comunidade arbórea da Restinga pode ser calculado pelas seguintes fórmulas (equações 3 e 4):

EQUAÇÃO 3:

$$NDE_{\%} = \frac{NDE_i}{NDE_{\max}} \cdot 100$$

ou

EQUAÇÃO 4:

$$NDE_{\%i} = \frac{\sqrt[3]{\frac{(DAP_{med}{}^2 \cdot ALT_{med}) + (DAP_{dom}{}^2 \cdot ALT_{dom})}{Log(Dens)}}}{NDE_{\max}} * 100$$

onde:

$NDE_{\%i}$ = Nível de desenvolvimento estrutural, medido em percentagem;

NDE_{max} = Nível de desenvolvimento estrutural máximo ou constante de clímax;

DAPmed = diâmetro médio em cm (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm) da comunidade analisada;

DAPdom = diâmetro dominante da comunidade analisada (em cm);

ALTmed = altura média da comunidade analisada em m (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm);

ALTdom = altura dominante da comunidade analisada em m;

Dens = densidade da comunidade analisada (somente indivíduos com DAP ≥ 10 cm).

O procedimento acima apresentado pode ser aplicado às próprias unidades amostrais levantadas. Assim sendo, tomando como base os valores médios das sub-parcelas de 20 x 20 m, foram calculados os níveis de desenvolvimento estrutural $NDE_{\%}$ para cada linha de amostragem (tabela 19).

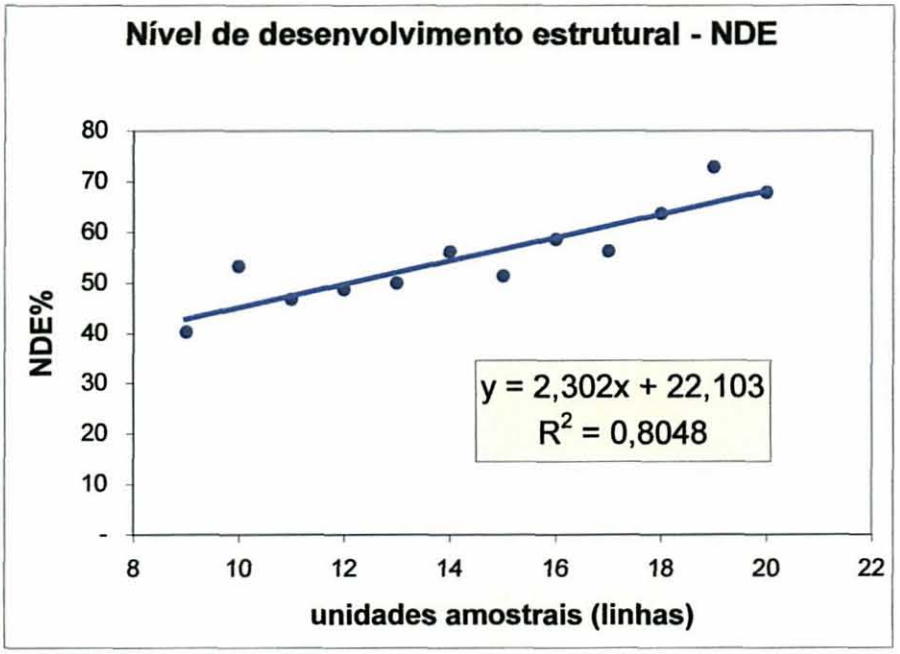
TABELA 19 - DADOS DAS VARIÁVEIS ESTRUTURAIS POR LINHA AMOSTRAL (MÉDIA DAS CINCO SUB-PARCELAS POR LINHA) E ESTIMATIVA DOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL, EM PERCENTAGEM

linha amostral	DAPmed (cm)	DAPdom (cm)	ALTmed (m)	ALTdom (m)	DENS (ind./ha)	NDE	$NDE_{\%}$
09	13,86	24,61	8,9	10,8	1340	13,8	40,3
10	17,69	32,60	11,6	13,5	920	18,3	53,2
11	16,16	27,84	10,6	12,5	1035	16,1	46,8
12	15,56	28,02	11,6	14,3	1020	16,7	48,7
13	16,99	29,76	10,8	13,0	790	17,1	50,0
14	18,24	35,38	10,7	13,8	830	19,3	56,2
15	17,68	30,59	11,0	13,3	815	17,6	51,3
16	19,03	36,67	11,4	14,4	780	20,1	58,6
17	18,43	34,04	10,7	14,2	630	19,3	56,3
18	19,63	40,48	11,6	15,2	655	21,8	63,7
19	24,20	44,72	13,4	17,2	510	25,0	72,9
20	21,48	40,05	12,8	17,2	450	23,3	67,9
valores máximos teóricos (assíntota)	**27,22**	**74,14**	**12,44**	**18,53**	**568**	**34,3***	**100,0**

*valor correspondente ao NDE_{max}; FONTE: JASTER, 2002

Conforme pode ser observado na tabela acima, as linhas amostrais diferenciam-se por apresentarem diferentes níveis de desenvolvimento. A linha 09, a mais próxima do mar dentre as amostras consideradas, apresentou um NDE de 40,3 %. A linha 20, mais afastada, atingiu um NDE de 67,9 %. Nota-se uma tendência crescente na seqüência das linhas amostrais, sendo as comunidades tanto mais desenvolvidas, quanto mais afastadas do mar se encontram, em conformidade com a presente abordagem da floresta em questão constituir uma série ecológica de desenvolvimento estrutural ou sucessional, no sentido praia-interior (figura. 39).

FIGURA 39 - ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL $NDE_{\%}$ POR LINHAS AMOSTRAIS, DEMONSTRANDO TENDÊNCIA CRESCENTE, EM CONFORMIDADE COM O GRADIENTE DE DESENVOLVIMENTO SUCESSIONAL



FONTE: JASTER, 2002

As figuras 40 a 44 mostram a fisionomia da floresta das linhas 09 ($NDE_{\%}$ = 40,3), 10 ($NDE_{\%}$ = 53,2), 16 ($NDE_{\%}$ = 58,6) e 19 ($NDE_{\%}$ = 72,9), respectivamente.

FIGURA 40 – VEGETAÇÃO ARBÓREA DA LINHA 09 (CAXETAL JOVEM, TRANSIÇÃO COM RESTINGA ARBÓREA), COM $NDE_{\%}$ = 40,3, MARCADO PELA ALTA DENSIDADE DE INDIVÍDUOS E BAIXAS DIMENSÕES

FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 41 – ASPECTOS DA FLORESTA DA LINHA 10 (TRANSIÇÃO ENTRE CAXETAL JOVEM E RESTINGA ARBUSTIVA), COM $NDE_{\%}$ = 53,2

FONTE: JASTER, 2002

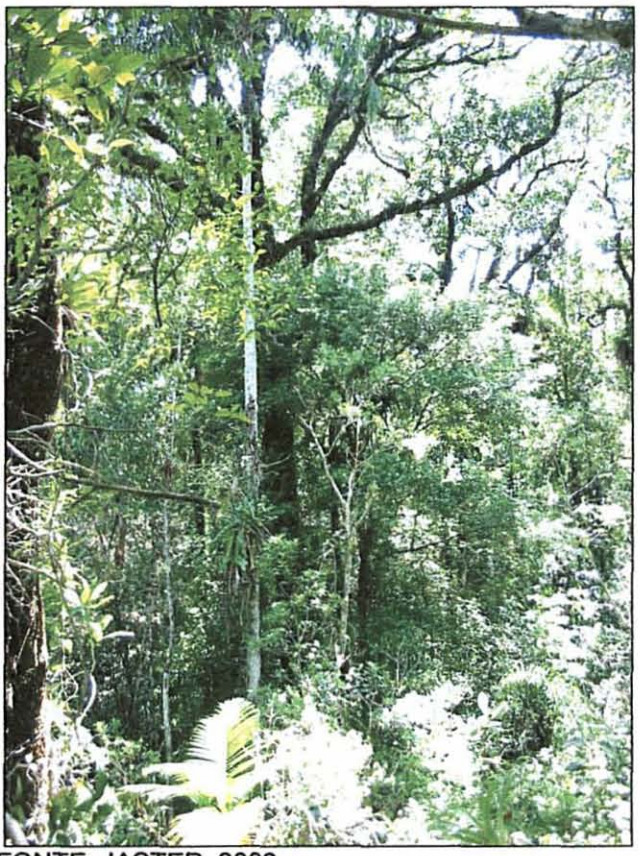
FIGURA 42 – RESTINGA ARBÓREA DA LINHA 16, COM $NDE_{\%}$ = 58,6, COM INDIVÍDUOS DE PORTE MAIOR E INÍCIO DE FORMAÇÃO DE ESTRATOS VERTICAIS

FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 43 – RESTINGA ARBÓREA AVANÇADA DA LINHA 19 ($NDE_{\%}$ = 72,9), MARCADA PELA BAIXA DENSIDADE ARBÓREA E INDIVÍDUOS DE PORTE MAIS AVANTAJADO

FONTE: JASTER, 2002

FIGURA 44 – RESTINGA ARBÓREA AVANÇADA DA LINHA 19, COM $NDE_{\%}$ = 72,9. INDIVÍDUOS DE PORTE ELEVADO E ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL DEFINIDA



FONTE: JASTER, 2002

7.5 COMENTÁRIOS FINAIS SOBRE O MÉTODO PROPOSTO

Neste trabalho procurou-se aproveitar a especial situação ecológica do ambiente para descrever um processo que normalmente só poderia ter sido observado ao longo de várias décadas ou mesmo séculos. Com relação aos resultados obtidos devem ser feitas as seguintes observações e ressalvas:

Confiabilidade quanto ao gradiente temporal: no trecho do transecto que foi adotado para embasar o modelo proposto (Restinga Arbórea) assumiu-se linearidade temporal na deposição dos sedimentos, admitindo-se, portanto, um avanço regular do substrato em direção ao mar a cada igual período de tempo. Isto não necessariamente corresponde à realidade, uma vez que as taxas de sedimentação estão sujeitas a variações. No entanto, uma maior exatidão na

determinação da idade do substrato mediante métodos radiogênicos (datação por isótopos, como o método C_{14}), estava além das possibilidades logísticas e financeiras da pesquisa. Por meio da análise morfológica do solo, da interpretação fitofisionômica da paisagem e da pesquisa de seu histórico geomorfológico, procurou-se aumentar a margem de veracidade dessas afirmações. Além disso, foram eliminados os trechos do transecto que não corresponderam às expectativas (linhas 01 a 08 e 21 a 30), ou seja, dos quais se suspeitava não pertencerem mais à mesma cronoseqüência da Restinga Arbórea das linhas 09 a 20. Dessa forma acredita-se ter alcançado uma margem de segurança suficientemente alta para embasar as afirmações aqui apresentadas.

Abrangência do método: o método aqui proposto foi embasado em dados coletados na própria área de estudo. Assim sendo, a priori, somente reflete as condições e situações presentes no local. A aplicabilidade do modelo em outras áreas, pertencendo ou não à mesma tipologia florestal, deve constituir tema de pesquisas futuras.

Definição do padrão estrutural da floresta clímax: nesta pesquisa o padrão estrutural da floresta clímax, em função das variáveis tratadas, foi definido por meio de estimativa, uma vez que não são mais observadas comunidades clímaces neste tipo de ambiente. Evidentemente há comunidades bastante avançadas em diferentes setores da planície litorânea, inclusive da própria Ilha das Peças, porém estas não podem ser consideradas clímaces, em função dos antecedentes históricos da colonização do homem e de sua atividade naquela região (vide capítulo 1.6.6). A existência de uma floresta estabilizada do ponto de vista sucessional (clímax) teria sido de interesse para a abordagem deste estudo, pois a mesma poderia ter servido de referencial para a calibragem do método e, conseqüentemente, para a caracterização de outras comunidades menos desenvolvidas.

Neste trabalho utilizou-se uma equação matemática (CHAPMAN-RICHARDS) criada para descrever o desenvolvimento de seres biológicos. A utilização e o desenvolvimento de modelos não-lineares (equações de crescimento ou modelos assintóticos) mais apropriados para descrever o comportamento de variáveis ao nível de comunidade (e não ao nível de indivíduo ou espécie) pode representar um ganho adicional em termos de exatidão.

Constante de clímax NDE_{max} como referencial máximo do desenvolvimento da floresta: a constante de clímax NDE_{max}, pode ser vista como um parâmetro intrínseco a uma formação florestal qualquer. Tratado de forma absoluto, este valor poderá ser utilizado para caracterizar e comparar diferentes tipologias quanto à sua expressão estrutural. Assim sendo, pode apresentar variações em decorrência das características florístico-estruturais de cada formação, do macro-clima ao qual a mesma está sujeita, a fatores de solo, topografia, exposição e hidromorfia. Considerando condições de sítio típicas (médias) para uma determinada região, a constante de clímax NDE_{max} retratará o valor que deverá ser atingido sob circunstâncias normais, ou seja, correspondente ao clímax climático daquela formação florestal. A rigor, o NDE_{max} poderá refletir também as condições de clímax edáfico, quando o desenvolvimento da floresta é limitado por algum fator de sítio diferente do macro-clima regional. Para fins de caracterização sucessional de comunidades, estejam elas em clímax edáfico ou não, porém, o critério referencial deve ser o NDE_{max} correspondente ao clímax climático.

Influência do diâmetro mínimo de inclusão: uma das limitações do método é a dependência do diâmetro mínimo de inclusão de indivíduos, o qual interfere no cálculo dos valores do $NDE_{\%}$ e do próprio NDE_{max}. Os valores apresentam-se menores ao se adotar um diâmetro mínimo de inclusão menor de 10 cm, adotado neste estudo, em função dos valores inferiores do diâmetro médio e da

altura média e superior da densidade. Assim sendo, é necessário efetuar uma recalibragem dos valores da NDE_{max}.

Em especial com relação à variável densidade o método perde exatidão na caracterização de comunidades muito precoces. A densidade apresenta correlação negativa em relação ao tempo de desenvolvimento da floresta. Assim sendo, comunidades precoces apresentam um número maior de indivíduos do que aquelas mais desenvolvidas. A adoção de um diâmetro mínimo faz com que uma comunidade precoce não seja corretamente representada em termos de densidade, conseqüentemente o cálculo de NDE e $NDE_{\%}$ torna-se irreal, tendendo o índice apontar para um estágio mais adiantado (em função do menor número de indivíduos que foram incluídos na amostragem). Para permitir uma correta aplicação do método, a classe de diâmetro correspondente ao diâmetro mínimo de inclusão deve estar saturada, ou seja, apresentar um número de indivíduos em conformidade com a distribuição natural por classe dimensional. Esta condição pode ser avaliada pela curva de distribuição diamétrica, onde a classe correspondente ao diâmetro mínimo de inclusão deve se enquadrar na distribuição em forma de "J" invertido.

A forte dependência do método proposto com relação ao diâmetro mínimo de inclusão faz necessário adotar uma medida-padrão para o mesmo. Uma vez que no campo da ciência florestal internacional, especialmente das regiões tropicais, há uma clara tendência em utilizar o diâmetro mínimo de inclusão de 10 cm para comunidades arbóreas, sugere-se utilizar esta medida para o cálculo das constantes de clímax NDE_{max}. Para casos específicos, nos quais se torna necessário adotar um diâmetro mínimo de inclusão diferente de 10 cm, este deve ser indicado, o que pode ser feito junto às abreviaturas, como, por exemplo, NDE_{max} (5) , $NDE_{(5)}$ ou $NDE_{\%(5)}$ para um DAP mínimo de inclusão de 5 cm.

Influência do estado de conservação da comunidade: para que o método possa ser utilizado de forma confiável, é necessário que a floresta a ser avaliada

tenha sofrido um desenvolvimento sem intervenções drásticas, ou seja, que o processo de recrutamento e regeneração natural tenha se processado livre de distúrbios ao longo de toda a fase de desenvolvimento. Isto é observado em florestas primárias inalteradas e secundárias que não sofreram interferências significativas (como corte seletivo, fogo, etc.) após seu estabelecimento. Novamente a curva de distribuição diamétrica pode fornecer informações importantes, devendo apresentar a típica forma de "J" invertido, com um traçado regular e sem descontinuidades. Fortes descontinuidades (reduzido número de indivíduos) em uma ou várias classes diamétricas indicam distúrbios. Ao se aplicar o método sob estas condições, o valor das variáveis é alterado, fornecendo um resultado final inconsistente. Mesmo assim, é razoável afirmar que o método, em função de sua concepção matemática, tem poder de absorção (*buffering*). No entanto a exatidão do mesmo está relacionada ao poder de resiliência da própria floresta, ou seja, o grau de alteração admitido pela mesma sem que ela perca sua identidade sucessional. Esta característica certamente varia conforme o tipo de ecossistema, constituindo um amplo campo de pesquisas futuras.

8 CONCLUSÕES

8.1 EM RELAÇÃO AO AMBIENTE ESTUDADO

A área de estudo, como autêntica representante para o ambiente de Restinga, mostrou as condições fitofisionômicas e fisiográficas típicas para a faixa litorânea mais próxima do mar nesta região da costa sul-brasileira. A vegetação ali existente espelha a ação conjunta dos fatores ambientais, os quais determinam suas características fisionômicas, florísticas e estruturais.

A condicionante geomorfológica, abordada em diferentes momentos neste texto, se mostrou como sendo uma das principais responsáveis pela atual conformação da vegetação. Além dela, também outros fatores abióticos atuantes no meio exercem influência marcante, como vento, maresia, cunha salina no solo, intensa insolação e temperatura elevada durante determinada época do ano, bem como o elevado índice pluviométrico.

A grande variabilidade das comunidades da Restinga e seu ordenamento seqüencial e espacial conforme seu grau de desenvolvimento, da mais precoce, perto da praia, até a mais desenvolvida, afastada da mesma, haviam sido abordados em trabalho anterior do autor na Ilha do Superagüi/PR (JASTER, 1995), constituindo um dos temas centrais deste estudo. Em ambos os sítios ocorrem os mesmos tipos de comunidades, porém verificou-se uma considerável diferença na escala espacial horizontal da variação estrutural da floresta, o que pode ser expresso como o grau de ascensão ("ângulo") do gradiente estrutural. Na Ilha do Superagüi o "delta estrutural" correspondente ao conjunto de comunidades arbóreas da Restinga, desde as mais precoces até aquelas mais avançadas, manifestou-se ao longo de uma distância de aproximadamente 2000 m. Na Ilha das Peças, no entanto, esta mesma variação foi verificada ao longo de apenas 240 m. O gradiente estrutural,

portanto, é mais íngreme, o que provavelmente pode ser atribuído, entre outros fatores, à taxa de "ganho" em substrato terrestre, em decorrência da deposição de sedimentos marinhos. Esta situação demonstra claramente a condição de comunidades edáficas, as quais têm seu desenvolvimento limitado por algum fator do meio, neste caso o grau de desenvolvimento do solo.

Em termos de diversidade biológica, a área estudada apresentou valores baixos de alfa-diversidade (ao nível de espécie), demonstrando, no entanto, elevada beta-diversidade (entre tipologias, ou seja, elevada diversidade de comunidades), condicionados pela grande variabilidade de micro-ambientes, cujos principais condicionantes são os graus de hidromorfismo e de desenvolvimento do solo, bem como a influência de ventos e maresia vindos do oceano.

8.2 EM RELAÇÃO AO MÉTODO PROPOSTO

O índice de desenvolvimento estrutural NDE pode-se constituir em uma ferramenta útil e de fácil aplicação na caracterização de comunidades. O modelo desenvolvido neste estudo deve ser entendido como uma primeira proposta, sujeita a ajustes e aperfeiçoamentos. Enfatizou-se a componente estrutural e dimensional, o que representa uma abordagem distinta do processo sucessional, que normalmente prioriza a componente florística da comunidade. Com isso, acredita-se que o método ganha em versatilidade e facilidade de aplicação, uma vez que elimina a necessidade da identificação de espécies, tarefa que exige um alto grau de especialização do técnico envolvido. Questionamentos relacionados ao status sucessional (estágios) de uma comunidade, normalmente efetuados por meio de uma avaliação subjetiva em função da presença, abundância relativa e autoecologia de determinadas espécies, podem ser subsidiados ou mesmo totalmente

substituídos por um processo objetivo, baseado em critérios biométricos de fácil mensuração.

8.3 PERSPECTIVAS FUTURAS, CONTINUIDADE DE PESQUISA

Entende-se que a proposta aqui apresentada abre um vasto campo de pesquisas e atividades futuras. A seguir são apresentados alguns aspectos factíveis de aperfeiçoamentos e ajustes e que exigem uma análise mais aprofundada.

Clímax estrutural *versus* clímax florístico: uma questão de "amplo potencial de discussão", podendo constituir tema para pesquisas futuras, é esclarecer se há e até que ponto há coincidência entre o clímax estrutural e o clímax florístico de uma comunidade vegetacional. Este questionamento pode se concentrar sobre as mais diversas variáveis correlacionadas com o desenvolvimento sucessional, principalmente com relação ao fator tempo e à amplitude de variação de tais variáveis. A abordagem feita neste estudo assume igualdade destas condições e atribui variações florísticas durante o clímax (estruturalmente definido) a uma tendência natural de flutuação das características da comunidade. Flutuações ou oscilações diferenciam-se da evolução sucessional pelo seu caráter cíclico, ou seja, uma certa situação manifestada em determinado momento durante o clímax, em tese, poderá voltar a ocorrer. Já o desenvolvimento sucessional dos estágios anteriores ao clímax (inicial e médios) diferencia-se desta condição por apresentar direcionalidade.

Variáveis estruturais e a constante de clímax NDE_{max}: conforme demonstrado anteriormente, algumas variáveis estruturais apresentam um comportamento típico (ascendente ou descendente) no decorrer da sucessão, estabilizando em um determinado patamar, quando a floresta atinge seu estágio

clímax. Os limites máximos atingidos, arranjados sob forma de uma expressão matemática, compõem um valor que é representativo para o patamar máximo teórico do desenvolvimento estrutural da comunidade (aqui denominado de Nível de Desenvolvimento Estrutural Máximo - NDE_{max} ou Constante de Clímax), podendo ser visto, portanto, como um parâmetro intrínseco à mesma. As pesquisas podem enfocar a detecção/definição tanto dos valores máximos de determinadas variáveis estruturais como do próprio NDE_{max}, procurando estabelecer estes limites para as diferentes formações florestais existentes. Da mesma forma, é de interesse científico correlacionar estes valores com as condições ambientais às quais tais formações estão submetidas, na tentativa de definir as relações causais mais relevantes, o que pode contribuir para um maior entendimento dos ecossistemas naturais.

Estimativa do NDE_{max}: a definição do nível de desenvolvimento estrutural máximo para uma determinada floresta pode seguir diferentes caminhos: modelagem, monitoramento de comunidades (por meio de parcelas permanentes) ou a detecção de florestas clímaces intactas (primárias inalteradas), as quais podem servir de referencial. A estimativa por meio de equações de crescimento, adotada neste trabalho, é apenas uma das possibilidades viáveis.

Validação do método: os resultados apresentados anteriormente são passíveis de validação, tomando como base dados provenientes de outros experimentos, a fim de definir a robustez do método e sua aplicabilidade em situações distintas (formações diferentes).

Estudo da componente temporal: o método proposto trata do desenvolvimento estrutural de uma comunidade florestal no decorrer da série sucessional, adotando uma escala relativa em relação ao máximo teórico possível, tomando como base as próprias variáveis biométricas. Um outro enfoque é aquele que trata do tempo de duração da série sucessional, procurando estabelecer em qual estágio temporal se encontra a comunidade, ou seja, quanto tempo do total já

se passou e quanto tempo ainda é necessário para que a mesma atinja o clímax. Este tempo pode ser tratado tanto sob uma escala relativa (porcentagem) como absoluta (anos).

REFERÊNCIAS

ANGULO, R. J. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 1992. 334f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha da costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba, v. 41. p. 52-72. 1993 (a).

ANGULO, R. J. A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha da costa. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba, v. 41, p. 73-81. 1993 (b).

ANGULO, R. J., SOARES, C. R. Beach profile variations between 1981 and 1993 in southern coast of Paraná state. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba, v. 42, p. 203-216. 1994.

ANGULO, R. J., SUGUIO, K. Problems in the interpretation of quaternary beach ridges: the example from the coastal plain of Paraná (Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, p. 347-358, 1994.

ARAÚJO, D. S. D. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: SEELIGER (Org.). **Coastal plant communities of Latin America.** New York: Academic, 1992. p. 337-347.

ARCE, J. E. et al. **Florexel – Funções Florestais desenvolvidas para o Microsoft® Excel®.** Centro de Ciências Florestais e da Madeira - CCFM - da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba/PR. 2000. Software (suplemento) de distribuição restrita.

AUERBACH, M., SHMIDA, A. Vegetation change along an altitudinal gradient on Mt. Hermon, Israel: no evidence for discrete communities. **The Journal of Ecology,** Oxford, v. 81, p. 25-33, 1993.

BAKER, P. J., WILSON, J. S. A quantitative technique for the identification of canopy stratification in tropical and temperate forests. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v. 127, p. 77-86, 2000.

BARROS, F. et al. **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. São Paulo - SP. 1991. 184p. v. 1: Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes.

BEHLING, H., NEGRELLE, R. B. Tropical rain forests and climate dynamics of the atlantic lowland, southern Brazil, during the late quaternary. **Quaternary Research,** San Diego, v. 56, p. 383-389, 2001.

BIGARELLA, J. J. *Variações Climáticas no Quaternário e suas Implicações no* Revestimento Florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 10-15, p. 211-231, 1964.

BOTKIN, D. B. Causality and succession. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D. B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 36-55.

BRASIL. ***Normais Climatológicas* (1961-1990).** Brasília, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária / Secretaria Nacional de Irrigação / Departamento Nacional de Meteorologia. 1992.

BRAUN-BLANQUET, J. **Pflanzensoziologie:** Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Wien. Springer, 1964.

BRAUN-BLANQUET, J. **Sociología Vegetal:** Estudio de las comunidades vegetales. Buenos Aires. Acme Agency, Soc. de Rest. Ltda, 1950.

BRUBAKER, L. B. Long-term forest dynamics. In: Forest Succession – Concepts and Application. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D. B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 95-106.

BUDOWSKI, G. **Studies on forest succession in Costa Rica and Panama.** 1961. 189f. Ph. D. thesis. School of Forestry - Yale University.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, Turrialba, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

BUDOWSKI, G. Los bosques de los trópicos húmedos de América. **Turrialba**, Turrialba, v. 16, n. 3, p. 278-285, 1966.

BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American lowland forests. **Tropical Ecology**, Varanesi, v. 11, n. 1, p. 44-48, 1970.

BUSING, R. T. A spacial model of forest dynamics. **Vegetatio**, Den Haag, v. 92, p. 167-179, 1991.

CAIN, S. A. *et al.* Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 43, n. 10, p. 911-941, 1956.

CALEGARIO, N., SCOLFORO, J. R. S., SOUZA, A. Estratificação em alturas para floresta natural heterogênea: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 58-63, 1994.

CATTELINO, P. J. et al. Predicting the multiple pathways of plant succession. **Environmental Management**, New York, v. 3, n. 1, p. 41-50, 1979.

CLARK, J. S. Integration of ecological levels: individual plant growth, population mortality and ecosystem processes. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, p. 275-299, 1990.

CLEMENTS, F. Nature and structure of the climax. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 24, p. 252-284, 1936.

CONDIT, R. et al. Species-area and species-individual relationship for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, p. 549-562, 1996.

CONNELL, J. H., SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation. **American Naturalist**. Chicago, v. 3, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

COOK, J. E. Implications of modern successional theory for habitat typing: a review. **Forest Science**, Lawrence, v. 42, v. 1, p. 67-75, 1996.

CORAIOLA, M. **Caracterização estrutural de uma Floresta Estacional Semidecidual localizada no município de Cássia – MG.** Curitiba. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**, segunda edição. New York, New York Botanical Garden 1988.

DEAN, W. **A ferro e fogo – A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira.** São Paulo. Companhia das Letras, 1998.

DIERSCHKE, H. **Pflanzensoziologie**: Grundlagen und Methoden. Stuttgart. Ulmer, 1994.

DIERSSEN, K. **Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde)**. Darmstadt. Wiss. Buchgesellschaft, 1990.

DOYLE, T. W. The role of disturbance in the gap dynamics of a montane rain forest: an application of a tropical forest succession model. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D. B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 56-73.

DRURY, W. H., NISBET, I. C. T. Succession. **Journal of the Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 54, n. 3, p. 331-368, 1973.

EMBRAPA: **Sistema Nacional de Classificação de Solos – 5ª aproximação.** Brasília. Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço de Produção de Informação – SPI, 1999.

EVANS, F. C., CLARK, P. J., BRAND, R. H. Estimation of the number of species present on a given area. **Ecology**, Durham, v. 36, n. 2, p. 342-343, 1955.

EWEL, J. Tropical Succession: Manifold Routes to Maturity. **Biotropica**, Washington, v. 12 (supplement), p. 2-7, 1980.

GARCIA NOVO, F. et al. Long term (28 Y) monitoring of primary succession regulation of structure and diversity pattern in vegetation. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR VEGETATION SCIENCE – IAVS, 45., 2002, Porto Alegre, **Anais**... Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 24.

GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v. 53, p. 7-26, 1926.

GOODALL, D. W. Statistical plant ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 1, p. 99-124, 1970.

GRANDE, D. A., LOPES, E. A. Plantas da Restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, São Paulo, v. 9, p. 1-22, 1981.

GREIG-SMITH, P. Pattern in vegetation. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 67, p. 755 – 779, 1979.

HAHN-SCHILLING, B. **Struktur, sukzessionale Entwicklung und Bewirtschaftung selektiv genutzter Moorwälder in Malaysia.** Göttingen. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Heft 94. 1994.

HARTSHORN, G. S. Neotropical Forest Dynamics. **Biotropica**, Washington, v. 12 (supplement), p. 23-30, 1980.

HERTEL, R. J. G. Esboço fitoecológico do litoral centro do Estado do Paraná. **Forma et Functio**, Curitiba, v. 1, p. 48-78, 1959.

HORN, H. S. Forest succession. **Scientific American**, New York, v. 232, p. 90-98, 1975.

HOZUMI, K. Studies on the frequency distribution of the weight of individual trees in a forest stand. The M-w diagram for various types of forest stands. **Japanese Journal of Ecology,** Tokyo, v. 25, p. 123-131, 1975.

HUECK, K. **Plantas e formações organogênicas das dunas do litoral paulista.** São Paulo. Secretaria da Agricultura, Instituto de Botânica. 1955.

HUECK, K. **Die Wälder Südamerikas.** Stuttgart. Gustav Fischer, 1966. p. 135-165.

HUSTON, M.; SMITH, T. Plant Succession: Life, History and Competition. **American Naturalist**, Chicago, v. 130, n. 2, p. 168-198, 1987.

IAPAR. **Velocidade e Direção Predominante dos Ventos no Estado do Paraná.** Londrina. Boletim Técnico n. 26, 1989. Boletim técnico.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro. Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, 1992. Manual técnico.

INDEX KEWENSIS on compact disc. Oxford. Oxford University Press. 1997. 1 CD-ROM

IPARDES. **Diagnóstico Ambiental da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba, 1995. Relatório técnico.

JACOBSEN, C. **Das Wachstum wirtschaftlich interessanter autochthoner Baumarten in Sekundärwäldern, im Gebiet der immergrünen subtropischen Feuchtwälder des Südens und des Ostens von Brasilien.** Göttingen, 1995. 136f. Dissertação (M.Sc. forest trop.) - Forstwissenschaftlicher Fachbereich, Abt. Tropen-Subtropen, Georg-August-Universität Göttingen.

JASTER, C. B. **Análise Estrutural de Algumas Comunidades Florestais no Litoral do Estado do Paraná, na Área de Domínio da Floresta Ombrófila Densa – Floresta Atlântica.** 1995. 116f. Dissertação (M.Sc. forest trop.) - Forstwissenschaftlicher Fachbereich, Abt. Tropen-Subtropen, Georg-August-Universität Göttingen.

JASTER, C. B. Considerações sobre o emprego da curva espécies-área em levantamentos fitossociológicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília, DF. **Anais**... Brasília, DF. Sociedade Botânica do Brasil. 2000. p. 227.

KREEB, K.-H. **Vegetationskunde:** Methoden und Vegetationsformen unter Berücksichtigung ökosystemischer Aspekte. Stuttgart. Ulmer, 1983.

LAMPRECHT, H. **Waldbau in den Tropen**. Hamburg. Paul Parey, 1986.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sul do Brasil.** Curitiba, 1980. 198f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LUDWIG, J. A., REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology:** a primer on methods and computing. New York. Wiley-Interscience, 1988.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba. BADEP-UFPR-IBPT, 1968.

MARGALEF, R. On certain unifying principles in ecology. **American Naturalist**, Chicago, v. 97, n. 897, p. 357-374, 1963.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Campinas. Editora da Unicamp, série Teses, 1991.

MATER NATURA – INSTITUTO DE ESTUDOS AMBIENTAIS: **Inventário Etnobotânico da APA de Guaraqueçaba – PR.** Curitiba. Convênio FNMA 026/97. 1998. Relatório Técnico Final.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación.** Washington, D. C. Secretaria General de la Organisación de los Estados Americanos. Serie de Biologia, v. 22. 1982.

MONTEIRO, R., CESAR, O. Padrões espaciais em espécies arbóreas na planície litorânea de Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar – Ubatuba, SP). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 533-540. 1995.

MUELLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York. John Wiley and Sons, 1974.

MÜLLER-HOHENSTEIN, K. **Die Landschaftsgürtel der Erde.** Stuttgart. Teubner Studienbücher – Geographie, 1981.

NAPPO, M. E., FONTES, M. A. L., OLIVEIRA FILHO, A. T. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth. , em área minerada, em Poços de Caldas – MG. **Revista Árvore,** Viçosa – MG, v. 23, n. 4, p. 443-453. 1999.

NEGRELLE, R. R. B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da Floresta Atlântica na reserva de Volta Velha, Mun. de Itapoá, SC.** São Carlos - SP, 1995. 222f. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração Ecologia) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde; Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais; Universidade de São Carlos.

NOFFS, M. S., BAPTISTA-NOFFS, L. J. Mapa da Vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso: evolução da vegetação secundária. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão, **Anais...** Silvicultura em São Paulo / Instituto Florestal, São Paulo, v. 16(A), parte 1, p. 613-619, 1982.

NOFFS, M. S., BAPTISTA-NOFFS, L. J. Mapa da Vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso: as principais formações. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão, **Anais...** Silvicultura em São Paulo / Instituto Florestal, São Paulo, v. 16(A), parte 1, p. 620-628, 1982.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1988.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Gradient analysis of an area of coastal vegetation in the state of Paraíba, northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany,** Edinburgh, v. 50, n. 2, p. 217-236. 1993.

PARANÁ. **Atlas do Estado do Paraná**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB; Instituto De Terras, Cartografia e Florestas – ITCF. Curitiba, 1988.

PARANÁ. **Coletânea de Legislação Ambiental.** Segunda edição. Curitiba. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA; Instituto Ambiental do Paraná – IAP; Gesellschaft für Techniche Zusammenarbeit – GTZ. 1996(a). Paginação irregular.

PARANÁ. **Levantamento da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba – APA de Guaratuba**. Curitiba. UFPR – Depto. de Silvicultura e Manejo; SEMA; NAATEC, 1996(b). Relatório técnico.

PARELLADA, C. I.; GOTTARDI NETO, A. Inventário de Sambaquis do Litoral Paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba, v. 42, p. 121-152, 1994.

PFADENHAUER, J. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 38, n. 4, p. 827-836. 1978.

PIENAAR, L. V. **Quantitative theory of forest growth.** Washington 1965. 176f. Thesis (PhD) - University of Washington.

PIZATTO, W. **Avaliação Biométrica da Estrutura e da Dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR.** Curitiba, 1997. 184f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira; Universidade Federal do Paraná.

RAWITSCHER, F. K. Algumas noções sobre a vegetação do litoral brasileiro. **Boletim da Associação dos Geógrafos do Brasil,** São Paulo, v. 4, p. 13-28, 1944.

RICE, E. L.; KELTING, R. W. The species-area curve. **Ecology**, Durham, v. 36, p. 7-12, 1955.

RICHARDS, P. W. **The tropical rain forests.** Cambridge. Cambridge University Press, 1952.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza.** Terceira edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1996.

RODERJAN, C.V., KUNIYOSHI, Y. S. **Macrozoneamento florístico da Área de Proteção Ambiental APA - Guaraqueçaba**. Curitiba: FUPEF (Série Técnica, n. 15), 1988, 53p.

SANQUETTA, C. R. **A model of natural regeneration process of a Fir-Hemlock forest, southwestern Japan.** Ehime, 1994. 136f. Tese (Doutorado em Ciências Agrícolas) – United Graduate School of Agricultural Science, Ehime University.

SANQUETTA, C. R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS v. 5, n. 1, p. 55-68. 1995.

SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal.** Curitiba. FUPEF (Série Didática, n. 8), 1996, 49p.

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura.** São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo, 1978.

SCHERER, E. **Michaud, o pintor de Superagüi.** Curitiba. Secretaria Municipal de Cultura – Fundação Cultural de Curitiba, Imprensa Oficial, 1988.

SHUGART, H. H., WEST, D. C., EMANUEL, W. R. Patterns and dynamics of forests: an application of simulation models. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D.

B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 74-94.

SILVA, S. M. **Composição Florística e Fitossociológica de um Trecho de Floresta de Restinga na Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR.** Campinas, 1990. 146f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Depto. de Botânica; Instituto. de Biologia; Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

SILVA, S. M. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil:** composição florística e principais características estruturais. Campinas, 1998. 262f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

SOARES, C. R. et al. Variações da linha da costa no balneário Pontal do Sul (PR) no período de 1953-1993: um balanço sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 42, p. 161-172, 1994.

SOLOMON, A. M., WEST, D. C., SOLOMON, J. A. Simulating the role of climate change and species immigration in forest succession. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D. B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 154-177.

SPARRE, P., VENEMA, S. C. **Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais.** Roma. Manual. FAO, Documento técnico sobre pescas n. 306/1, Rev. 2. /I, 1997.

SPURR, S. H. **Forest Inventory.** New York. The Ronald Press Company, 1952.

SPVS. **Plano Integrado de Conservação para a Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**. Curitiba. SPVS, 1992.

STELLFELD, C. Aspectos da zona da praia do Estado do Paraná (Brasil). **Lilloa,** Tucumán, v. 20, p. 203-215, 1949.

SUGIYAMA, M. Estudo de florestas da Restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo – SP, v. 11, p. 119-159, 1998.

SVOLENSKI, A.C. **Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação no Rio Guaraguaçu, litoral do Paraná**. Curitiba, 2000. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira; Universidade Federal do Paraná.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, Durham, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935.

TERBORG, J. **Lebensraum Regenwald** – Zentrum biologischer Vielfalt. Berlin. Spektrum, 1993.

TERBORG, J., FOSTER, R. B., NUÑEZ V. Tropical tree communities: a test of the Nonequilibrium Hypothesis. **Ecology**, Durham, v. 77, n. 2, p. 561-567. 1996.

THOMAZ, L. D., MONTEIRO, R. Distribuição de espécies na comunidade halófila-psamófila ao longo do litoral do Estado do Espírito Santo. **Arquivos de Biologia e Tecnologia,** Curitiba, v. 36, n. 2, 1993, p. 375-399.

V. BEHR, M. F. **Homem e Ambiente em Guaraquessaba, Paraná:** Passado, Presente e Futuro. Curitiba, 1992. 105p. Monografia (Especialização em Ecologia Humana) - Curso de Pós-Graduação em Ecologia Humana; Depto. de Ciências Biológicas; Pontifícia Universidade Católica.

VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica:** uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2000.

VANCLAY, J. K. **Techniques for modelling timber yields from indigenous forests with special reference to Queensland.** Oxford, 1983. 175f. Dissertação (M.Sc. in Forestry / Land Management). Linacre College; Oxford University.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield:** Applications to mixed tropical forests. Wallingford. CAB International, 1994.

VELOSO, H. P., GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia Brasileira:** classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Projeto RADAMBRASIL, série Vegetação 1, 1982. p. 3-79. Boletim Técnico.

VELOSO, H.P., RANGEL, A. L. R., E LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro. IBGE, Depto. de Recursos Naturais, 1991.

WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de Restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comun. Mus. Ci. PUCRS**, Porto Alegre, Sér. Bot. n. 33, p. 49-68, 1985.

WALKER, J., THOMPSON, C. H., FERGUS, I. F., TUNSTALL, B. R. Plant succession and soil development in coastal sand dunes of subtropical eastern Australia. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN D. B. (Eds.). **Forest Succession – Concepts and Application.** New York: Springer, 1981, p. 107-131.

WALTER, H. **Allgemeine Geobotanik**. 3. Auflage. Stuttgart. UTB für Wissenschaft / Uni-Taschenbücher, Bd. 284, Eugen Ulmer, 1986.

WALTER, H., LIETH, H. **Klimadiagramm-Weltatlas**. Jena. VEB Gustav Fischer, 1967. p. 1-24.

WHITTAKER, R. H. A criticism of the plant association and climatic climax concepts. **Northwest Science,** Cheney, v. 25, n. 1, 1951a, p. 17-19.

WHITTAKER, R. H. A criticism of the plant association and climatic climax concepts. **Northwest Science,** Cheney, v. 25, n. 1, 1951b, p. 24-31.

WHITTAKER, R. H. Gradient analysis of vegetation. **Biological Reviews,** Cambridge, v. 49, p. 207-264, 1967.

WHITTAKER, R. H. **Ordination of plant communities**. The Hague. Dr. W. Junk Publishers, 1982.

WILDI, O. Explaining abrupt successional changes by a spatio-temporal model. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR VEGETATION SCIENCE – IAVS, 45., 2002, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 30.

WILMANNS, O. **Ökologische Pflanzensoziologie**. Heidelberg. UTB 269, Quelle & Meyer, 1989.

WISHEU, I. C., KEDDY, P. A. **Competition and centrifugal organization of plant communities:** theory and tests. Uppsala: Opulus, 1992. p. 147-156.

ZEIDE, B. Analysis of growth equations. **Forest Science**, Lawrence, v. 39, n. 3, p. 594-616, 1993.

ZILLER, S. R. **Análise Fitossociológica de Caxetais**. 1992. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-Graduação em Eng. Florestal; Setor de Ciências Agrárias; Universidade Federal do Paraná.

Anexos

ANEXO 1

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO SOLO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM

DADOS MORFOLÓGICOS DO SOLO NAS SUB-PARCELAS. CADA CÉLULA CORRESPONDE A UMA SUB-PARCELA DE 20X20 M, INDICANDO A PROFUNDIDADE DOS HORIZONTES / CAMADAS EM CM E OS CÓDIGOS CORRESPONDENTES ÀS CORES NA TABELA MUNSELL.

		0-20 m	20-40 m	40-60 m	60-80 m	80-100 m
Parcela 06	L-30 580-600m	P6S21 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 4/3 lençol a 10 cm	P6S22 0-100: 7,5YR 3/2 (org.) >100: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S23 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 6/3 lençol a 10 cm	P6S24 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 3/4 lençol a 10 cm	P6S25 0-95: 10YR 2/2 (org.) >95: 10YR 3/4 lençol a 10 cm
	L-29 560-580m	P6S16 0-80: 7,5YR 3/2 (org.) >80: 10YR 5/3 lençol a 10 cm	P6S17 0-60: 7/5YR 3/2 (org.) >60: 7,5YR 4/4 lençol a 10 cm	P6S18 0-85: 10YR 3/2 (org.) >85: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S19 0-80: 10YR 2/2 (org.) >80: 10YR 3/4 lençol a 5 cm	P6S20 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 3/4 lençol a 20 cm
	L-28 540-560m	P6S11 0-90: 5YR 3/2 (org.) >90: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S12 0-95: 5YR 3/2 (org.) >95: 10YR 4/4 lençol a 15 cm	P6S13 0-85: 10YR 3/2 (org.) >85: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S14 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 3/4 lençol a 15 cm	P6S15 0-95: 10YR 3/2 (org.) >95: 10YR 5/4
	L-27 520-540m	P6S6 0-100: 10YR 2/2 (org.) >100: 10YR 4/3 lençol a 20 cm	P6S7 0-115: 10YR 2/2 (org.) >115: 10YR 5/3 lençol a 20 cm	P6S8 0-100: 10YR 3/2 (org.) >100: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S9 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 6/3 lençol a 15 cm	P6S10 0-80: 10YR 3/2 (org.) >80: 10YR 3/4 lençol a 10 cm
	L-26 500-520m	P6S1 0-110: 7,5YR 3/2 (org.) >110: 10YR 4/3 lençol a 10 cm	P6S2 0-110: 5YR 3/2 (org.) >110: 10YR 5/4 lençol a 5 cm	P6S3 0-100: 10YR 3/2 (org.) >100: 10YR 5/4 lençol a 15 cm	P6S4 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P6S5 0-60: 10YR 2/2 (org.) >60: 10YR 3/4 lençol a 5 cm
Parcela 05	L-25 480-500m	P5S21 0-95: 7,5YR 3/2 (org.) >95: 10YR 5/4 lençol a 10 cm	P5S22 0-70: 10YR 2/1 >70: 10YR 3/3 lençol a 10 cm	P5S23 0-110: 10YR 2/2 >110: 10YR 6/4 lençol a 15 cm	P5S24 0->120: 10YR 2/2	P5S25 0-110: 10YR 2/2 >110: 10YR 4/3 lençol a 15 cm
	L-24 460-480m	P5S16 0-80: 7,5YR 3/2 (org.) >80: 10YR 4/4 lençol a 5 cm	P5S17 0-85: 7,5YR 3/2 (org.) >85: 10YR 5/4 lençol a 5 cm	P5S18 0-110: 10YR 2/2 (org.) >110: 10YR 6/3 lençol a 10 cm	P5S19 0-105: 10YR 2/2 (org.) >105:10YR 6/3 lençol a 5 cm	P5S20 0-110: 5Y 3/2 (org.) >110: 10YR 5/4 lençol a 10 cm
	L-23 440-460m	P5S11 0-90: 10YR 2/2 (org.) >90: 10YR 3/4	P5S12 0-55: 5YR 3/2 (org.) >55: 10YR 3/4 lençol a 10 cm	P5S13 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 4/4 lençol a 10 cm	P5S14 0-105: 5Y 3/2 (org.) >105: 10YR 6/3 lençol a 10 cm	P5S15 0-110: 5Y 3/2 (org.) >110: 10YR 5/4 lençol a 10 cm
	L-22 420-440m	P5S6 0-40: 5YR 3/2 (org.) >40: 10YR 3/3 lençol a 10 cm	P5S7 0-30: 5YR 2,5/2 (org.) >30: 2,5Y 5/4 lençol a 10 cm	P5S8 0-60: 10YR 3/2 (org.) >60: 10YR 4/3 lençol a 5 cm	P5S9 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 6/3 lençol a 20 cm	P5S10 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 4/3 lençol a 15 cm
	L-21 400-420m	P5S1 0-20: 10YR 3/2 (org.) 20-40: 10YR 5/3 >40: 5Y 5/4 lençol a 10 cm	P5S2 0-20: 7,5YR 3/2 (org.) >20: 10YR 5/2 lençol a 15 cm	P5S3 0-35: 7,5YR 3/2 35-50: 10YR 6/3 >50: 10YR 4/4 lençol a 20 cm	P5S4 0-90: 10YR 3/2 (org.) >90: 10YR 4/4 lençol a 10 cm	P5S5 0-60: 10YR 3/2 (org.) >60: 10YR 4/3 lençol a 10 cm

continua

		0-20 m	20-40 m	40-60 m	60-80 m	80-100 m
Parcela 04	L-20 380-400m	P4S21 0-15: 7,5YR 3/2 15-45: 10YR 6/3 >45: lençol, 10YR 3/6	P4S22 0-15: 7,5YR 3/2 15-40: 10YR 6/3 >40: lençol, 10YR 4/3	P4S23 0-25: 10YR 2/2 25-45: 10YR 6/3 45-65: 10YR 3/3 >65: lençol, 10YR 3/6	P4S24 0-20: 10YR 2/2 20-55: 10YR 7/3 55-85: 10YR 3/3 >85: lençol, 10YR 3/6	P4S25 0-20: 10YR 2/2 20-40: 10YR 5/2 40-60: 10YR 3/2 >60: lençol, 10YR 4/3
	L-19 360-380m	P4S16 0-20: 5YR 2,5/2 20-45: 10YR 7/3 >45: lençol, 10YR 5/4	P4S17 0-15: 5YR 2,5/2 15-45: 10YR 7/3 45-65: 10YR 5/3 lençol a 60 cm 65-80: 10YR 3/2	P4S18 0-15: 10YR 3/2 15-30: 10YR 7/2 >30: lençol, 10YR 4/3	P4S19 0-20: 10YR 2/2 20-35: 10YR 6/2 >35: lençol, 10YR 4/3	P4S20 0-25: 10YR 3/2 25-55: 10YR 5/2 55-65: 10YR 2/2 >65: lençol, 10YR 3/2
	L-18 340-360m	P4S11 0-20: 7,5YR 3/2 20-65: 10YR 7/3 >65: lençol, 10YR 5/3	P4S12 0-20: 10YR 6/2 (mesclado) 20-40: 10YR 6/3 40-55: 10YR 5/3 55-65: 10YR 5/2 65-80: 7,5YR 3/2 >80: 10YR 3/4; lençol a 100 cm	P4S13 0-10: 10YR 3/2 10-30: 10YR 6/3 >30: lençol, 10YR 5/3	P4S14 0-10: 10YR 2/2 10-30: 10YR 6/3 >30: lençol, 10YR 5/3	P4S15 0-5: 10YR 3/2 5-30: 10YR 7/3 >30: lençol, 6/3
	L-17 320-340m	P4S6 0-5: 5YR 4/2 5-25: 7,5YR 5/2 25-40: 7,5YR 7/2 40-70: 10YR 5/3 >70: lençol, 10YR 4/3	P4S7 0-30: 10YR 4/2 30-60: 10YR 5/4 >60: lençol, 2,5Y 5/4	P4S8: 0-5: 10YR 3/2 5-20: 10YR 7/2 (mesclado) 20-55: 10YR 6/3 >55: lençol, 10YR 4/4	P4S9 0-25: 10YR 7/2 (mesclado) 25-45: 10YR 6/3 45-75: 10YR 4/4 >75: lençol, 10YR 4/4	P4S10 0-15: 10YR 3/2 15-30: 10YR 7/2 (mesclado) 30-60: 10YR 5/3 >60: 2,5Y 5/4 lençol a 70 cm
	L-16 300-320m	P4S1 0-10: 5YR 3/2 10-20: 20-45: 10YR 6/3 >45: lençol, 10YR 5/4	P4S2 0-10: 7,5YR 3/2 10-20: 10YR 7/2 20-50: 10YR 6/3 >50: lençol, 10YR 4/4	P4S3 0-20: 10YR 3/2 (mesclado) 20-40: 10YR 7/3 40-60: 10YR 5/3 60-75: 10YR 4/3 >75: lenç, 10YR 4/4	P4S4 0-20: 10YR 4/2 (mesclado) 20-70: 10YR 6/4 >70: lençol, 2,5Y 6/4	P4S5 0-10: 10YR 3/2 10-25: 10YR 6/2 (mesclado) 25-40: 10YR 4/2 40-60: 10YR 6/4 >60: lenç, 2,5Y 6/4
Parcela 03	L-15 280-300m	P3S21 (canaleta) 0-10: 10YR 4/2 10-25: 10YR 6/3 25-45: 10YR 5/4 >45: lençol, 10YR 4/4	P3S22 0-10: 10YR 4/2 10-25: 10YR 6/2 (mesclado) 25-65: 10YR 6/4 >65: lençol, 2,5Y 6/4	P3S23 0-5: 10YR 3/2 5-15: 10YR 7/3 15-50: 10YR 5/4 >50: lençol, 2,5Y 5/4	P3S24 0-10: 10YR 4/2 10-20: 10YR 6/2 (mesclado) 20-40: 10YR 5/2 40-65: 10YR 5/3 >65: lenç, 2,5Y 6/4	P3S25 0-10: 10YR 4/2 10-25: 10YR 6/2 25-45: 10YR 6/3 45-70: 10YR 5/4 >70: lençol, 10YR 4/3
	L-14 260-280m	P3S16 0-5: 5YR 3/2 5-25: 7,5YR 7/2 (mesclado) 25-70: 10YR 6/3 >70: lençol, 10YR 4/4	P3S17 0-15: 7,5YR 3/2 15-25: 10YR 5/2 25-70: 10YR 4/3 >70: lençol, 2,5Y 6/4	P3S18 0-10: 10YR 4/2 10-25: 10YR 7/2 (mesclado) 25-65: 10YR 5/4 >65: lençol, 2,5Y 5/4	P3S19 0-5: 10YR 4/2 5-15: 10YR 6/2 (mesclado) 15-25: 10YR 5/2 25-65: 10YR 7/2 >65: 10YR 5/4	P3S20 0-30: 10YR 5/2 30-40: 10YR 7/2 40-65: 10YR 6/3 >65: lençol, 7,5YR 6/3
	L-13 240-260m	P3S11 0-15: 10YR 3/2 15-25: 10YR 6/2 (mesclado) 25-60: 10YR 5/4 >60: 5Y 6/3 lençol a 55 cm	P3S12 0-15: 10YR 3/2 15-20: 10YR 5/2 (mesclado) 20-35: 10YR 4/2 35-65: 10YR 5/4 >65: lenç, 2,5Y 6/4	P3S13 (elevação) 0-25: 10YR 3/2 25-65: 10YR 5/3 >65: lençol, 5Y 6/2	P3S14 0-25: 10YR 3/2 25-60: 10YR 4/3 >60: lençol, 2,5Y 6/4	P3S15 0-10: 7,5YR 4/2 10-20: 7,5YR 7/2 20-60: 10YR 6/3 >60: lençol, 10YR 5/4
	L-12 220-240m	P3S6 0-40: 10YR 4/1 (mesclado) 40-60: 10YR 6/3 >60: lençol, 10YR 5/3	P3S7 (canaleta) 0-10: 10YR 4/2 10-30: 10YR 6/3 >30: lençol, 10YR 5/4	P3S8 0-5: 5YR 4/1 5-15: 5YR 6/1 15-35: 10YR 4/2 35-55: 10YR 4/3 >55: 10YR 5/4; lençol a 70 cm	P3S9 0-20: 10YR 7/1 20-55: 10YR 6/3 >55: lençol, 10YR 5/4	P3S10 0-10 10YR 3/2 10-65: 10YR 5/2 >65: lençol, 10YR 5/4
	L-11 200-220m	P3S1: 0-20: 5YR 7/1 20-75 10YR 6/3 >75: 10YR 5/4 lençol a 90 cm	P3S2 (topo paleo-cordão) 0-10: 10YR 8/1 10-55: 10YR 7/2 55-110: 10YR 7/3 >110: lençol, 10YR 6/4	P3S3 0-25: 10YR 7/1 25-80: 10YR 6/3 >80: lençol, 10YR 5/4	P3S4 0-5: 5YR 5/1 5-15: 5YR 6/1 15-70: 10YR 6/3 >70: lençol, 10YR 4/4	P3S5 0-10: 5YR 4/1 10-20: 10YR 6/1 (mesclado) 20-70: 10YR 6/3 >70: lençol, 10YR 5/3

		0-20 m	20-40 m	40-60 m	60-80 m	80-100 m
Parcela 02	L-10 180-200m	P2S21 (Restinga) 0-25: 10YR 2/2 25-55: 10YR 5/4 >55: 10YR 7/3 lençol a 55 cm	P2S22 0-10: 7,5YR 3/2 10-20: 10YR 6/3 20-40: 2,5Y 6/2 >40: 5Y 6/3 lençol a 35 cm	P2S23 (Restinga) 0-15 5YR 2,5/2 15-25: 10YR 3/2 25-40: 10YR 7/3 >40: 10YR 7/1 lençol a 10 cm	P2S24 0-5: 10YR 4/2 5-40: 7,5 YR 7/2 >40: 2,5Y 7/2 lençol a 30 cm	P2S25 0-10: 10YR 3/2 10-40: 10YR 5/3 >40: 10YR 5/4 lençol a 40 cm
	L-9 160-180m	P2S16 (canaleta em Caxetal) 0-25: 5YR 2,5/2 >25: 10YR 7/2 lençol a 10 cm	P2S17 0-15: 10YR 2/2 15-40: 10YR 6/3 >40: 10YR 7/1 lençol a 15 cm	P2S18 (Caxetal) 0-25: 5YR 2,5/2 >25: 10YR 7/1 lençol a 10 cm	P2S19 (lim. cax/rest.) 0-20: 5YR 2,5/2 20-30: 10YR 6/3 >30: 10YR 7/1 lençol a 25 cm	P2S20 0-10: 5YR 2,5/2 10-30: 10YR 5/3 >30: 10YR 7/1 lençol a 30 cm
	L-8 140-160m	P2S11 (lim br/cax) 0-25: 5YR 2,5/2 >25: 10YR 7/1 lençol a 10 cm	P2S12 0-25: 5YR 2,5/2 >25: 10YR 7/2 lençol a 10 cm	P2S13 (lim. Caxetal/brejo) 0-30: 5YR 2,5/1 >30: 10YR 7/1 lençol a 10 cm	P2S14 (limite. Caxetal/brejo) 0-12: 10YR 2/1 12-20: 7,5YR 7/2 >20: 10YR 7/1 lençol a 15 cm	P2S15 (canaleta de Caxetal) 0-15: org., 10YR 2/2 15-20: 7,5YR 7/2 >20: 5Y 7/1 lençol a 10 cm
	L-7 120-140m	P2S6 (lim. br/cax) 0-25: 10YR 2/2 >25 10YR 7/1 lençol a 5 cm	P2S7 (brejo) 0-30: 5YR 2,5/2 >30: 10YR 7/1 lençol a 5 cm	P2S8 (brejo) 0-35: 5YR 2,5/1 >35: 10YR 7/1 lençol a 10 cm	P2S9 (brejo) 0-40: org., 5YR 2,5/2 >40: 5Y 7/1 lençol a 10 cm	P2S10 0-35: (org.), 5YR 2,5/2 35-40: 7,5YR 7/2 >40: 5Y 7/1 lençol a 10 cm
	L-6 100-120m	P2S1 0-12: 10YR 7/2 12-20: 10YR 7/2 20-55: 10YR 6/3 >55: lençol5Y 6/2	P2S2 0-10: 10YR 2/2 10-15: 10YR 7/2 15-50: 10YR 6/4 >50: lençol, 6/2	P2S3 (canaleta de Caxetal) 0-8: 10YR 2/2 8-20: 10YR 6/3 >20: lençol, 10YR 7/2	P2S4 (brejo) 0-25: 5YR 2,5/2 >25: 5Y 7/2 lençol 10 cm	P2S5 0-20: 5YR 2,5/2 20-40: 10YR 6/3 >40: 5Y 7/2 lençol a 10 cm
Parcela 01	L-5 80-100m	P1S21 0-10: 10YR 5/2 10-20: 7,5 YR 7/2 20-60: 10YR 7/4 >60: lençol, 5Y 7/2	P1S22 0-10: 5YR 3/2 10-20: 7,5 YR 7/2 20-55: 10YR 6/4 >55: lençol, 5Y 7/1	P1S23 (canaleta no Caxetal) 0-2: 10YR 4/2 2-15: 10YR 7/2 15-35: 10YR 6/4 >35: lençol, 5Y 7/1	P1S24 (brejo) 0-10: 5YR 2,5/2 10-20: 10YR 6/3 20-70: 10YR 6/4 >20: lençol, 10YR 7/2	P1S25 0-5: 7,5YR 4/2 5-15: 7,5YR 7/2 15-50: 10YR 5/4 >50: lençol, 5Y 6/3
	L-4 60-80m	P1S16 0-1: ? 1-10: 7,5YR 7/2 10-50: 10YR 7/4 >50: lençol: 10YR 7/3	P1S17 0-1: ? (líquens sobre areia) 1-15: 7,5YR 7/2 15-60: 10YR 6/4 >60: lençol, 5Y 7/2	P1S18 0-1: ? 1-10: 7,5YR 7/2 10-60: 10YR 7/1 35: lençol, 10YR 7/1	P1S19 0-5: 10YR 4/2 5-20: 10YR 6/2 20-55: 10YR 6/3 >55: lençol, 5Y 6/2	P1S20 0-1: ? 1-10: 7,5YR 7/2 10-40: 10YR 6/4 >40: lençol, 5Y 7/10
	L-3 40-60m	P1S11 0-8: 7,5YR 4/2 8-20: 10YR 6/3 20-35: 10YR 5/2 >35: lençol, 10YR 6/4	P1S12 0-5: 10YR 5/2 5-20: 10YR 6/4 20-35: 10YR 7/3 >35: lençol, 10YR 7/1	P1S13 0-2: 10YR 5/2 2-20: 10YR 6/4 20-35: 10YR 7/3 >35: lençol, 5Y 7/1	P1S14 0-10: 7,5YR 3/2 10-20: 10YR 7/2 20-70: 10YR 6/4 >70: lençol, 2,5Y 7/2	P1S15 0-1: ? 1-15: 10YR 7/4 15-50: 10YR 7/2 >50: lençol, 5Y 7/1
	L-2 20-40m	P1S6 0-3: 7,5YR 5/2 3-20: 10YR 7/3 20-35: 10YR 6/4 >35: lençol, 2,5Y 6/4	P1S7 0-5: 7,5YR 3/2 5-15: 10YR 5/3 15-40: 10YR 6/4 >40: lençol, 5Y 6/3	P1S8 0-5: 7,5YR 3/2 5-10: 10YR 5/3 10-40: 10YR 6/4 >40: lençol, 10YR 7/1	P1S9 0-3: 10YR 4/2 3-15: 10YR 6/4 15-40: 10YR 7/3 >40: lençol, 5Y 7/1	P1S10 0-5: 10YR 4/2 5-15: 10YR 6/3 15-55: 10YR 6/4 >55: lençol, 2,5Y 7/2
	L-1 0-20m	P1S1 0-10: 10YR 5/1 10-35: 10YR 6/3 35-75: 10YR 6/4 >75: lençol, 2,5Y 6/4	P1S2 0-12: 10YR 5/1 12-20: 10YR 6/2 20-75: 10YR 6/4 >75: lençol, 2,5Y 7/2	P1S3 0-12: 10YR 5/2 12-25: 10YR 7/3 25-85: 10 YR 6/4 >85: lençol, 5Y 6/3	P1S4 0-15: 10YR 4/2 15-25: 10YR 6/3 25-70: 10YR 5/4 >70: lençol, 5Y 6/3	P1S5 0-10: 7,5YR 3/2 10-25: 10YR 6/3 25-80: 10YR 6/4 >80: 5Y 7/2

ANEXO 2

ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS BÁSICOS, CONSIDERANDO DIFERENTES OPÇÕES DE PROCESSAMENTO

TAB A2-1: CÁLCULOS AO NÍVEL DE PARCELAS, COM INCLUSÃO DE INDIVÍDUOS MORTOS.

Espécie	N_{tot}	FA	DA	DoA	FR	DR	DoR	I V I	I V C	H_{med}
Calophyllum brasiliense	477	82,00	79,50	6,2039	9,06	11,53	31,59	52,19	43,12	12,40
Tabebuia cassinoides	860	46,67	143,33	2,3060	5,16	20,79	11,74	37,69	32,53	9,49
morto	337	71,33	56,17	2,4609	7,89	8,15	12,53	28,56	20,68	6,43
Clusia criuva	295	55,33	49,17	1,2089	6,12	7,13	6,16	19,40	13,29	9,53
Ocotea pulchella	263	40,67	43,83	1,4686	4,50	6,36	7,48	18,33	13,84	12,25
Tapirira guianensis	176	51,33	29,33	1,0278	5,67	4,25	5,23	15,16	9,49	12,10
Psidium cattleianum	207	48,67	34,50	0,4837	5,38	5,00	2,46	12,85	7,47	9,39
Myrcia multiflora	180	36,00	30,00	0,6189	3,98	4,35	3,15	11,48	7,50	8,81
Ilex theezans	125	34,00	20,83	0,5886	3,76	3,02	3,00	9,78	6,02	10,69
Ilex pseudobuxus	139	33,33	23,17	0,3522	3,68	3,36	1,79	8,84	5,15	10,54
Ternstroemia brasiliensis	129	37,33	21,50	0,2961	4,13	3,12	1,51	8,75	4,63	8,63
Pouteria beaurepairei	79	29,33	13,17	0,2980	3,24	1,91	1,52	6,67	3,43	10,46
Andira fraxinifolia	101	26,00	16,83	0,2445	2,87	2,44	1,25	6,56	3,69	8,76
Byrsonima ligustrifolia	105	27,33	17,50	0,1787	3,02	2,54	0,91	6,47	3,45	6,66
Pera glabrata	68	26,00	11,33	0,2578	2,87	1,64	1,31	5,83	2,96	12,00
Myrsine intermedia	82	24,00	13,67	0,1780	2,65	1,98	0,91	5,54	2,89	9,52
Syagrus romanzoffianum	44	23,33	7,33	0,1566	2,58	1,06	0,80	4,44	1,86	10,44
Calyptranthes rubella	42	18,67	7,00	0,1053	2,06	1,02	0,54	3,61	1,55	10,19
Schefflera angustissima	41	14,67	6,83	0,1487	1,62	0,99	0,76	3,37	1,75	11,14
Tibouchina trichopoda	52	11,33	8,67	0,0879	1,25	1,26	0,45	2,96	1,70	5,82
Gomidesia schaueriana	24	9,33	4,00	0,1222	1,03	0,58	0,62	2,23	1,20	12,05
Eugenia sulcata	26	10,67	4,33	0,0625	1,18	0,63	0,32	2,13	0,95	9,43
Posoqueria latifolia	21	12,67	3,50	0,0381	1,40	0,51	0,19	2,10	0,70	9,70
Ilex dumosa	24	10,67	4,00	0,0468	1,18	0,58	0,24	2,00	0,82	9,05
Myrsine venosa	22	10,67	3,67	0,0415	1,18	0,53	0,21	1,92	0,74	10,34
Alchornea triplinervia	17	10,00	2,83	0,0579	1,11	0,41	0,30	1,81	0,71	11,18
Jacaranda puberula	20	8,00	3,33	0,0599	0,88	0,48	0,31	1,67	0,79	9,93
Ocotea sp	17	9,33	2,83	0,0440	1,03	0,41	0,22	1,67	0,63	10,54
Amaioua guianensis	21	7,33	3,50	0,0501	0,81	0,51	0,25	1,57	0,76	7,26
Hedyosmum brasiliense	16	8,00	2,67	0,0260	0,88	0,39	0,13	1,40	0,52	6,51
Gordonia fruticosa	13	4,67	2,17	0,0738	0,52	0,31	0,38	1,21	0,69	11,46
Albizia sp	10	6,00	1,67	0,0484	0,66	0,24	0,25	1,15	0,49	9,71
Garcinia gardneriana	9	5,33	1,50	0,0149	0,59	0,22	0,08	0,88	0,29	8,06
Sloanea lasiocoma	6	3,33	1,00	0,0401	0,37	0,15	0,20	0,72	0,35	13,50
Myrtaceae 5-21-20	7	3,33	1,17	0,0188	0,37	0,17	0,10	0,63	0,26	8,67
Hyeronima alchorneoides	5	3,33	0,83	0,0168	0,37	0,12	0,09	0,57	0,21	9,02
Myrcia insularis	6	3,33	1,00	0,0106	0,37	0,15	0,05	0,57	0,20	8,45
Gomidesia palustris	5	2,67	0,83	0,0115	0,29	0,12	0,06	0,47	0,18	7,68
Myrcia acuminatissima	5	2,67	0,83	0,0089	0,29	0,12	0,05	0,46	0,17	9,34
Siphoneugena guylfoyleiana	4	2,67	0,67	0,0102	0,29	0,10	0,05	0,44	0,15	9,30
Eugenia umbelliflora	4	2,67	0,67	0,0081	0,29	0,10	0,04	0,43	0,14	9,50
Myrcia grandiflora	4	2,67	0,67	0,0072	0,29	0,10	0,04	0,43	0,13	8,20
Erythroxylum amplifolium	4	2,00	0,67	0,0063	0,22	0,10	0,03	0,35	0,13	7,98
Aiouea saligna	4	1,33	0,67	0,0189	0,15	0,10	0,10	0,34	0,19	13,13
Myrcia dichrophylla	3	2,00	0,50	0,0061	0,22	0,07	0,03	0,32	0,10	9,83
Myrsine parvifolia	3	2,00	0,50	0,0057	0,22	0,07	0,03	0,32	0,10	6,40
Manilkara subsericea	2	1,33	0,33	0,0183	0,15	0,05	0,09	0,29	0,14	13,25
Annona glabra	4	1,33	0,67	0,0047	0,15	0,10	0,02	0,27	0,12	5,85
Xylopia brasiliensis	2	1,33	0,33	0,0135	0,15	0,05	0,07	0,26	0,12	13,00
Guatteria australis	3	1,33	0,50	0,0042	0,15	0,07	0,02	0,24	0,09	10,33
Nectandra oppositifolia	3	1,33	0,50	0,0039	0,15	0,07	0,02	0,24	0,09	9,17
Tabebuia cf umbellata	2	1,33	0,33	0,0040	0,15	0,05	0,02	0,22	0,07	11,50
Blepharocalyx salicifolius	2	1,33	0,33	0,0034	0,15	0,05	0,02	0,21	0,07	8,15
Coussapoa microcarpa	2	1,33	0,33	0,0030	0,15	0,05	0,02	0,21	0,06	9,00
Euterpe edulis	2	1,33	0,33	0,0028	0,15	0,05	0,01	0,21	0,06	8,50
Ficus pulchella	2	1,33	0,33	0,0031	0,15	0,05	0,02	0,21	0,06	9,50
Matayba guianensis	2	1,33	0,33	0,0033	0,15	0,05	0,02	0,21	0,07	10,25
Myrcia bicarinata	2	1,33	0,33	0,0030	0,15	0,05	0,02	0,21	0,06	9,75
Ficus gomelleira	1	0,67	0,17	0,0144	0,07	0,02	0,07	0,17	0,10	10,50
Ocotea pulchra	1	0,67	0,17	0,0139	0,07	0,02	0,07	0,17	0,09	14,50
Ficus organensis	1	0,67	0,17	0,0072	0,07	0,02	0,04	0,13	0,06	11,50
Cecropia pachystachya	1	0,67	0,17	0,0019	0,07	0,02	0,01	0,11	0,03	11,50
Guapira opposita	1	0,67	0,17	0,0026	0,07	0,02	0,01	0,11	0,04	9,50
Linociera mandiocana	1	0,67	0,17	0,0018	0,07	0,02	0,01	0,11	0,03	12,50
Xylopia langsdorffiana	1	0,67	0,17	0,0016	0,07	0,02	0,01	0,11	0,03	6,80
TOTAL	4137		689,50	19,6376	100,00	100,00	100,00	300,00	200,00	9,79

TAB. A2-2: CÁLCULOS AO NÍVEL DE LINHAS, COM INCLUSÃO DE INDIVÍDUOS MORTOS.

Espécie	N_{tot}	FA	DA	DoA	FR	DR	DoR	I V I	I V C	H_{med}
Calophyllum brasiliense	477	93,33	79,50	6,2039	5,31	11,53	31,59	48,44	43,12	12,40
Tabebuia cassinoides	860	53,33	143,33	2,3060	3,04	20,79	11,74	35,57	32,53	9,49
morto	337	80,00	56,17	2,4609	4,55	8,15	12,53	25,23	20,68	6,43
Clusia criuva	295	73,33	49,17	1,2089	4,17	7,13	6,16	17,46	13,29	9,53
Ocotea pulchella	263	60,00	43,83	1,4686	3,42	6,36	7,48	17,25	13,84	12,25
Tapirira guianensis	176	70,00	29,33	1,0278	3,98	4,25	5,23	13,47	9,49	12,10
Psidium cattleianum	207	73,33	34,50	0,4837	4,17	5,00	2,46	11,64	7,47	9,39
Myrcia multiflora	180	56,67	30,00	0,6189	3,23	4,35	3,15	10,73	7,50	8,81
Ilex theezans	125	70,00	20,83	0,5886	3,98	3,02	3,00	10,00	6,02	10,69
Ternstroemia brasiliensis	129	73,33	21,50	0,2961	4,17	3,12	1,51	8,80	4,63	8,63
Ilex pseudobuxus	139	56,67	23,17	0,3522	3,23	3,36	1,79	8,38	5,15	10,54
Pouteria beaurepairei	79	56,67	13,17	0,2980	3,23	1,91	1,52	6,65	3,43	10,46
Andira fraxinifolia	101	43,33	16,83	0,2445	2,47	2,44	1,25	6,15	3,69	8,76
Byrsonima ligustrifolia	105	46,67	17,50	0,1787	2,66	2,54	0,91	6,10	3,45	6,66
Pera glabrata	68	43,33	11,33	0,2578	2,47	1,64	1,31	5,42	2,96	12,00
Myrsine intermedia	82	40,00	13,67	0,1780	2,28	1,98	0,91	5,17	2,89	9,52
Syagrus romanzoffianum	44	56,67	7,33	0,1566	3,23	1,06	0,80	5,09	1,86	10,44
Calyptranthes rubella	42	53,33	7,00	0,1053	3,04	1,02	0,54	4,59	1,55	10,19
Tibouchina trichopoda	52	30,00	8,67	0,0879	1,71	1,26	0,45	3,41	1,70	5,82
Posoqueria latifolia	21	46,67	3,50	0,0381	2,66	0,51	0,19	3,36	0,70	9,70
Schefflera angustissima	41	26,67	6,83	0,1487	1,52	0,99	0,76	3,27	1,75	11,14
Eugenia sulcata	26	33,33	4,33	0,0625	1,90	0,63	0,32	2,84	0,95	9,43
Gomidesia schaueriana	24	26,67	4,00	0,1222	1,52	0,58	0,62	2,72	1,20	12,05
Ilex dumosa	24	33,33	4,00	0,0468	1,90	0,58	0,24	2,72	0,82	9,05
Myrsine venosa	22	30,00	3,67	0,0415	1,71	0,53	0,21	2,45	0,74	10,34
Alchornea triplinervia	17	30,00	2,83	0,0579	1,71	0,41	0,30	2,41	0,71	11,18
Ocotea sp	17	30,00	2,83	0,0440	1,71	0,41	0,22	2,34	0,63	10,54
Hedyosmum brasiliense	16	30,00	2,67	0,0260	1,71	0,39	0,13	2,23	0,52	6,51
Albizia sp	10	26,67	1,67	0,0484	1,52	0,24	0,25	2,01	0,49	9,71
Jacaranda puberula	20	20,00	3,33	0,0599	1,14	0,48	0,31	1,93	0,79	9,93
Gordonia fruticosa	13	16,67	2,17	0,0738	0,95	0,31	0,38	1,64	0,69	11,46
Amaioua guianensis	21	13,33	3,50	0,0501	0,76	0,51	0,25	1,52	0,76	7,26
Garcinia gardneriana	9	20,00	1,50	0,0149	1,14	0,22	0,08	1,43	0,29	8,06
Sloanea lasiocoma	6	16,67	1,00	0,0401	0,95	0,15	0,20	1,30	0,35	13,50
Myrtaceae 5-21-20	7	16,67	1,17	0,0188	0,95	0,17	0,10	1,21	0,26	8,67
Hyeronima alchorneoides	5	13,33	0,83	0,0168	0,76	0,12	0,09	0,97	0,21	9,02
Myrcia acuminatissima	5	13,33	0,83	0,0089	0,76	0,12	0,05	0,93	0,17	9,34
Eugenia umbelliflora	4	13,33	0,67	0,0081	0,76	0,10	0,04	0,90	0,14	9,50
Myrcia insularis	6	10,00	1,00	0,0106	0,57	0,15	0,05	0,77	0,20	8,45
Gomidesia palustris	5	10,00	0,83	0,0115	0,57	0,12	0,06	0,75	0,18	7,68
Siphoneugena guylfoyleiana	4	10,00	0,67	0,0102	0,57	0,10	0,05	0,72	0,15	9,30
Myrcia grandiflora	4	10,00	0,67	0,0072	0,57	0,10	0,04	0,70	0,13	8,20
Erythroxylum amplifolium	4	10,00	0,67	0,0063	0,57	0,10	0,03	0,70	0,13	7,98
Myrcia dichrophylla	3	10,00	0,50	0,0061	0,57	0,07	0,03	0,67	0,10	9,83
Aiouea saligna	4	6,67	0,67	0,0189	0,38	0,10	0,10	0,57	0,19	13,13
Manilkara subsericea	2	6,67	0,33	0,0183	0,38	0,05	0,09	0,52	0,14	13,25
Annona glabra	4	6,67	0,67	0,0047	0,38	0,10	0,02	0,50	0,12	5,85
Myrsine parvifolia	3	6,67	0,50	0,0057	0,38	0,07	0,03	0,48	0,10	6,40
Guatteria australis	3	6,67	0,50	0,0042	0,38	0,07	0,02	0,47	0,09	10,33
Nectandra oppositifolia	3	6,67	0,50	0,0039	0,38	0,07	0,02	0,47	0,09	9,17
Tabebuia cf *umbellata*	2	6,67	0,33	0,0040	0,38	0,05	0,02	0,45	0,07	11,50
Blepharocalyx salicifolius	2	6,67	0,33	0,0034	0,38	0,05	0,02	0,45	0,07	8,15
Matayba guianensis	2	6,67	0,33	0,0033	0,38	0,05	0,02	0,44	0,07	10,25
Ficus pulchella	2	6,67	0,33	0,0031	0,38	0,05	0,02	0,44	0,06	9,50
Myrcia bicarinata.	2	6,67	0,33	0,0030	0,38	0,05	0,02	0,44	0,06	9,75
Euterpe edulis	2	6,67	0,33	0,0028	0,38	0,05	0,01	0,44	0,06	8,50
Xylopia brasiliensis	2	3,33	0,33	0,0135	0,19	0,05	0,07	0,31	0,12	13,00
Ficus gomelleira	1	3,33	0,17	0,0144	0,19	0,02	0,07	0,29	0,10	10,50
Ocotea pulchra	1	3,33	0,17	0,0139	0,19	0,02	0,07	0,28	0,09	14,50
Coussapoa microcarpa	2	3,33	0,33	0,0030	0,19	0,05	0,02	0,25	0,06	9,00
Ficus organensis	1	3,33	0,17	0,0072	0,19	0,02	0,04	0,25	0,06	11,50
Guapira opposita	1	3,33	0,17	0,0026	0,19	0,02	0,01	0,23	0,04	9,50
Cecropia pachystachya	1	3,33	0,17	0,0019	0,19	0,02	0,01	0,22	0,03	11,50
Linociera mandiocana	1	3,33	0,17	0,0018	0,19	0,02	0,01	0,22	0,03	12,50
Xylopia langsdorffiana	1	3,33	0,17	0,0016	0,19	0,02	0,01	0,22	0,03	6,80
total	4137		689,5	19,637	100	100	100	300	200	

TAB A2-3: CÁLCULOS AO NÍVEL DE PARCELAS, SEM INCLUSÃO DE INDIVÍDUOS MORTOS.

Espécie	N_{tot}	FA	DA	DoA	FR	DR	DoR	I V I	I V C	H_{med}
Calophyllum brasiliense	477	82,00	79,50	6,2043	9,84	12,55	36,12	58,51	48,67	12,40
Tabebuia cassinoides	860	46,67	143,33	2,3061	5,60	22,63	13,42	41,66	36,06	9,49
Clusia criuva	295	55,33	49,17	1,2090	6,64	7,76	7,04	21,44	14,80	9,53
Ocotea pulchella	263	40,67	43,83	1,4687	4,88	6,92	8,55	20,35	15,47	12,25
Tapirira guianensis	176	51,33	29,33	1,0279	6,16	4,63	5,98	16,78	10,62	12,10
Psidium cattleianum	207	48,67	34,50	0,4838	5,84	5,45	2,82	14,10	8,26	9,39
Myrcia multiflora	180	36,00	30,00	0,6189	4,32	4,74	3,60	12,66	8,34	8,81
Ilex theezans	125	34,00	20,83	0,5887	4,08	3,29	3,43	10,80	6,72	10,69
Ilex pseudobuxus	139	33,33	23,17	0,3522	4,00	3,66	2,05	9,71	5,71	10,54
Ternstroemia brasiliensis	129	37,33	21,50	0,2961	4,48	3,39	1,72	9,60	5,12	8,63
Pouteria beaurepairei	79	29,33	13,17	0,2981	3,52	2,08	1,74	7,33	3,81	10,46
Andira fraxinifolia	101	26,00	16,83	0,2446	3,12	2,66	1,42	7,20	4,08	8,76
Byrsonima ligustrifolia	105	27,33	17,50	0,1787	3,28	2,76	1,04	7,08	3,80	6,66
Pera glabrata	68	26,00	11,33	0,2578	3,12	1,79	1,50	6,41	3,29	12,00
Myrsine intermedia	82	24,00	13,67	0,1780	2,88	2,16	1,04	6,07	3,19	9,52
Syagrus romanzoffianum	44	23,33	7,33	0,1566	2,80	1,16	0,91	4,87	2,07	10,44
Calyptranthes rubella	42	18,67	7,00	0,1053	2,24	1,11	0,61	3,96	1,72	10,19
Schefflera angustissima	41	14,67	6,83	0,1487	1,76	1,08	0,87	3,70	1,94	11,14
Tibouchina trichopoda	52	11,33	8,67	0,0879	1,36	1,37	0,51	3,24	1,88	5,82
Gomidesia schaueriana	24	9,33	4,00	0,1222	1,12	0,63	0,71	2,46	1,34	12,05
Eugenia sulcata	26	10,67	4,33	0,0625	1,28	0,68	0,36	2,33	1,05	9,43
Posoqueria latifolia	21	12,67	3,50	0,0381	1,52	0,55	0,22	2,29	0,77	9,70
Ilex dumosa	24	10,67	4,00	0,0468	1,28	0,63	0,27	2,18	0,90	9,05
Myrsine venosa	22	10,67	3,67	0,0415	1,28	0,58	0,24	2,10	0,82	10,34
Alchornea triplinervia	17	10,00	2,83	0,0580	1,20	0,45	0,34	1,98	0,78	11,18
Jacaranda puberula	20	8,00	3,33	0,0599	0,96	0,53	0,35	1,84	0,88	9,93
Ocotea sp	17	9,33	2,83	0,0440	1,12	0,45	0,26	1,82	0,70	10,54
Amaioua guianensis	21	7,33	3,50	0,0501	0,88	0,55	0,29	1,72	0,84	7,26
Hedyosmum brasiliense	16	8,00	2,67	0,0260	0,96	0,42	0,15	1,53	0,57	6,51
Gordonia fruticosa	13	4,67	2,17	0,0738	0,56	0,34	0,43	1,33	0,77	11,46
Albizia sp	10	6,00	1,67	0,0484	0,72	0,26	0,28	1,26	0,54	9,71
Garcinia gardneriana	9	5,33	1,50	0,0149	0,64	0,24	0,09	0,96	0,32	8,06
Sloanea lasiocoma	6	3,33	1,00	0,0401	0,40	0,16	0,23	0,79	0,39	13,50
Myrtaceae 5-21-20	7	3,33	1,17	0,0188	0,40	0,18	0,11	0,69	0,29	8,67
Hyeronima alchorneoides	5	3,33	0,83	0,0168	0,40	0,13	0,10	0,63	0,23	9,02
Myrcia insularis	6	3,33	1,00	0,0106	0,40	0,16	0,06	0,62	0,22	8,45
Gomidesia palustris	5	2,67	0,83	0,0115	0,32	0,13	0,07	0,52	0,20	7,68
Myrcia acuminatissima	5	2,67	0,83	0,0089	0,32	0,13	0,05	0,50	0,18	9,34
Siphoneugena guylfoyleiana	4	2,67	0,67	0,0102	0,32	0,11	0,06	0,48	0,16	9,30
Eugenia umbelliflora	4	2,67	0,67	0,0081	0,32	0,11	0,05	0,47	0,15	9,50
Myrcia grandiflora	4	2,67	0,67	0,0072	0,32	0,11	0,04	0,47	0,15	8,20
Aiouea saligna	4	1,33	0,67	0,0189	0,16	0,11	0,11	0,38	0,22	13,13
Erythroxylum amplifolium	4	2,00	0,67	0,0063	0,24	0,11	0,04	0,38	0,14	7,98
Myrcia dichrophylla	3	2,00	0,50	0,0061	0,24	0,08	0,04	0,35	0,11	9,83
Myrsine parvifolia	3	2,00	0,50	0,0057	0,24	0,08	0,03	0,35	0,11	6,40
Manilkara subsericea	2	1,33	0,33	0,0183	0,16	0,05	0,11	0,32	0,16	13,25
Annona glabra	4	1,33	0,67	0,0047	0,16	0,11	0,03	0,29	0,13	5,85
Xylopia brasiliensis	2	1,33	0,33	0,0135	0,16	0,05	0,08	0,29	0,13	13,00
Guatteria australis	3	1,33	0,50	0,0042	0,16	0,08	0,02	0,26	0,10	10,33
Nectandra oppositifolia	3	1,33	0,50	0,0039	0,16	0,08	0,02	0,26	0,10	9,17
Tabebuia cf umbellata	2	1,33	0,33	0,0040	0,16	0,05	0,02	0,24	0,08	11,50
Blepharocalyx salicifolius	2	1,33	0,33	0,0034	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	8,15
Coussapoa microcarpa	2	1,33	0,33	0,0030	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	9,00
Euterpe edulis	2	1,33	0,33	0,0028	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	8,50
Ficus pulchella	2	1,33	0,33	0,0031	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	9,50
Matayba guianensis	2	1,33	0,33	0,0033	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	10,25
Myrcia bicarinata	2	1,33	0,33	0,0030	0,16	0,05	0,02	0,23	0,07	9,75
Ficus gomelleira	1	0,67	0,17	0,0144	0,08	0,03	0,08	0,19	0,11	10,50
Ocotea pulchra	1	0,67	0,17	0,0139	0,08	0,03	0,08	0,19	0,11	14,50
Ficus organensis	1	0,67	0,17	0,0072	0,08	0,03	0,04	0,15	0,07	11,50
Cecropia pachystachya	1	0,67	0,17	0,0019	0,08	0,03	0,01	0,12	0,04	11,50
Guapira opposita	1	0,67	0,17	0,0026	0,08	0,03	0,02	0,12	0,04	9,50
Linociera mandiocana	1	0,67	0,17	0,0018	0,08	0,03	0,01	0,12	0,04	12,50
Xylopia langsdorffiana	1	0,67	0,17	0,0016	0,08	0,03	0,01	0,12	0,04	6,80
TOTAL	3800		633,33	17,1777	100,00	100,00	100,00	300,00	200,00	9,84

ANEXO 3

RELAÇÃO DAS EXSICATAS INCORPORADAS AO HERBÁRIO DO DEPTO. DE BOTÂNICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR.

registro	nfam	nesp	coletor	data
41120	Melastomataceae	*Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill.	C. Jaster s.n.	24.IV.2000
41121	Melastomataceae	*Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill.	C. Jaster s.n.	21.XII.1999
41122	Myrsinaceae	*Rapanea intermedia* Mez	C. Jaster s.n.	24.IV.2000
41123	Rubiaceae	*Amaioua guianensis* Aubl.	C. Jaster s.n.	24.IV.2000
41124	Aquifoliaceae	*Ilex dumosa* Reissek	C. Jaster e C. Blum s.n.	23.XII.1999
41125	Aquifoliaceae	*Ilex theezans* Mart.	C. Jaster s.n.	22.X.1999
41126	Myrtaceae	*Eugenia umbelliflora* Berg	C. Jaster s.n.	24.IV.2000
41127	Myrtaceae	*Myrcia bicarinata* (Berg) C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	18.IV.2000
41128	Myrtaceae	*Calyptranthes rubella* (Berg) C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	18.IV.2000
41129	Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius* (H.B. e K.) Berg	C. Jaster s.n.	18.IV.2000
41130	Erythroxylaceae	*Erythroxylon amplifolium* (Mart.) O.E. Schulz	C. Blum e C. Jaster s.n.	20.X.1999
41131	Erythroxylaceae	*Erythroxylon amplifolium* (Mart.) O.E. Schulz	C. Jaster s.n.	6.X.1999
41132	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	C. Blum e C. Jaster s.n.	22.XII.1999
41133	Annonaceae	*Guatteria australis* A. St.-Hil.	C. Jaster e C. Blum s.n.	20.X.1999
41134	Rubiaceae	*Amaioua guianensis* Aubl.	C. Jaster s.n.	5.XI.1999
41135	Euphorbiaceae	*Pera glabrata* Poepp. ex Baill.	C. Jaster e C. Blum s.n.	19.X.1999
41136	Myrsinaceae	*Rapanea intermedia* Mez	C. Jaster e C. Blum s.n.	21.X.1999
41137	Cecropiaceae	*Coussapoa microcarpa* (Schott) Rizz.	C. Blum e C. Jaster s.n.	22.XII.1999
41138	Malpighiaceae	*Byrsonima ligustrifolia* Adr. Juss.	C. Jaster e C. Blum s.n.	22.XII.1999
41139	Fabaceae	*Andira fraxinifolia* Benth.	C. Jaster s.n.	21.X.1999
41140	Annonaceae	*Xylopia langsdorfiana* A. St.-Hil. e Tul.	C. Jaster s.n.	5.XI.1999
41141	Myrtaceae	*Gomidesia schaueriana* Berg.	C. Jaster s.n.	16.XII.1999
41142	Myrtaceae	*Myrcia grandiflora* Krug e Urban	C. Jaster e E. F. Pinto s.n.	12.XI.1999
41143	Myrtaceae	*Calyptranthes rubella* (Berg) C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	9.XI.1999
41144	Myrtaceae	*Marlierea reitzii* C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	21.XII.1999
41145	Myrtaceae	*Eugenia sulcata* Spring ex Mart.	C. Jaster s.n.	17.XII.1999
41146	Annonaceae	*Annona glabra* L.	C. Jaster s.n.	16.XII.1999
41147	Elaeocarpaceae	*Sloanea lasiocoma* K. Schumann	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41148	Aquifoliaceae	*Ilex pseudobuxus* Reissek	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41149	Aquifoliaceae	*Ilex dumosa* Reissek	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41150	Rubiaceae	*Posoqueria latifolia* Roem. e Schult.	C. Jaster s.n.	7.X.1999
41151	Myrtaceae	*Calyptranthes rubella* (Berg) C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41152	Myrtaceae	*Calyptranthes rubella* (Berg) C.D. Legrand	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41153	Myrtaceae	*Myrcia multiflora* (Lam.) DC.	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41154	Myrtaceae	*Myrcia multiflora* (Lam.) DC.	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41155	Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius* (H.B. e K.) Berg	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41156	Myrtaceae	*Myrcia multiflora* (Lam.) DC.	C. Jaster s.n.	30.I.2000
41157	Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz	C. Blum e C. Jaster s.n.	19.X.1999
41158	Elaeocarpaceae	*Sloanea lasiocoma* K. Schumann	C. Jaster s.n.	23.XII.1999
41159	Moraceae	*Ficus organensis* (Miq.) Miq.	C. Jaster s.n.	17.XII.1999
41160	Myrsinaceae	*Rapanea intermedia* Mez	C. Jaster s.n.	8.X.1999
41161	Rubiaceae	*Posoqueria latifolia* Roem. e Schult.	C. Blum e C. Jaster s.n.	23.XII.1999
41162	Sapotaceae	*Manilkara subsericea* Dubard	C. Jaster e C. Blum s.n.	23.XII.1999

ANEXO 4

MODELOS DE FICHAS DE COLETA E DE DADOS UTILIZADAS EM CAMPO

MODELO DA FICHA DE TOMBO DO HERBÁRIO DO DEPTO. DE BOTÂNICA DA UFPR, ADOTADA NO PRESENTE ESTUDO.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA CURITIBA – PARANÁ - BRASIL		**UPCB n°**	
Família :	Myrtaceae		
N.C. :	*Marlierea reitzii* Leg.		
Det. :	Silva, S.M., III/2000		
País :	Brasil	**Estado :**	Paraná
Município :	Guaraqueçaba		
Localidade :	Ilha das Peças (porção sul)		
Observações :	P-5, DAP inferior a 10 cm, loc. sobre terreno úmido, parcialmente inundado, Floresta de Restinga em estágio avançado. Dist. do mar aprox. 550 m		
Coletor :	Jaster, C.	**Data :**	21/12/99

Modelo da ficha de campo para coleta de dados fitossociológicos, adotada no presente estudo

parcela	sub-parcela	data	equie

indiv.	**x**	**y**	**CAP**	**Ht**	**sp / NV**	**obs**
01						
02						
03						
04						
05						
. . .						
n						

ANEXO 5

RESULTADOS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICO-ESTRUTURAIS CALCULADOS AO NÍVEL DE SUB-PARCELA

tipol.	linha	sub-parc.	DAP med.	DAP dom	ALT med	ALT dom	dens (n/ha)	G (m2/ha)	S	H'	coef. mist.
tipologia 1: Restinga Arbustiva	1	1	10,05	13,23	4,03	5,03	300	2,5673	3	0,82	0,010
	1	2	12,27	12,87	4,56	4,68	125	1,5365	2	0,5	0,016
	1	3	23,61	23,61	4,55	4,55	100	5,1119	1	0	0,010
	1	4	18,52	18,52	5,1	5,1	75	2,2846	2	0	0,027
	1	5	15,72	18,4	5,23	5,43	150	3,3853	3	0,87	0,020
	2	6	11,19	11,19	4,45	4,45	100	0,9868	2	0,56	0,020
	2	7	23,46	23,46	4,4	4,4	25	1,0806	1	0	0,040
	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9	17,67	17,67	5,1	5,1	25	0,6128	1	0	0,040
	2	10	22,76	22,76	5,2	5,2	25	1,0171	1	0	0,040
	3	11	11,3	14,76	3,6	3,53	225	2,4975	1	0	0,004
	3	12	13,22	17,8	3,89	4,15	175	3,4822	1	0	0,006
	3	13	14,27	14,27	2,97	2,97	75	1,3271	1	0	0,013
	3	14	15,53	18,77	3,72	3,8	150	3,6329	1	0	0,007
	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	16	12,59	20,25	4,33	4,7	275	4,5193	1	0	0,004
	4	17	13,74	13,74	2,75	2,75	50	0,9615	1	0	0,020
	4	18	18,17	20,53	4,68	4,85	125	3,7419	1	0	0,008
	4	19	11,84	11,84	3,63	3,63	75	0,8302	1	0	0,013
	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tipologia 2: Caxetal Jovem	5	21	14,52	18,29	6,04	6,55	200	3,7899	4	1,06	0,020
	5	22	11,54	15,48	6,61	7,35	650	7,2496	3	0,62	0,005
	5	23	12,9	17,36	7,28	7,78	625	8,5376	3	0,44	0,005
	5	24	11,41	13,7	6,21	6,73	300	3,1729	1	0	0,003
	5	25	11,55	14,96	4,83	4,8	250	2,8811	3	0,94	0,012
	6	26	13,3	19,15	7,5	8,15	625	9,2414	4	0,5	0,006
	6	27	11,69	15,82	6,92	7,5	450	5,1177	2	0,21	0,004
	6	28	13,02	16,92	7,09	8,13	450	6,2404	4	0,63	0,009
	6	29	12,43	18,19	7,13	7,9	675	8,6243	2	0,26	0,003
	6	30	12,1	17,54	6,21	7,98	550	6,7728	2	0,47	0,004
	7	31	11,91	17,81	6,57	7,93	750	8,9442	2	0,64	0,003
	7	32	11,18	14,24	5,95	7,33	325	3,3564	2	0,69	0,006
	7	33	12,36	14,07	5,6	6,15	150	1,893	1	0	0,007
	7	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	35	11,49	11,49	5,1	5,1	25	0,2593	1	0	0,040
	8	36	11,89	15,69	5,85	6,7	500	4,9328	2	0,69	0,004
	8	37	14,97	18,92	7,6	8,28	375	6,9068	3	0,49	0,008
	8	38	14,29	18,06	7,61	8,63	500	8,2609	2	0,33	0,004
	8	39	13,9	18,61	7,77	8,95	625	9,9091	3	0,33	0,005
	8	40	16,18	24,85	8,56	9,75	500	11,4983	2	0,5	0,004
	9	41	13,34	19,39	8,36	9,75	975	14,2389	4	0,69	0,004
	9	42	13,46	23,28	9,28	10,63	1425	21,7077	6	1,13	0,004
	9	43	14,51	27,45	8,68	11,25	1400	26,3113	9	1,56	0,006
	9	44	13,97	25	9,02	12,13	1425	23,8692	10	1,79	0,007
	9	45	14,02	27,92	9,01	10,13	1475	25,8245	8	1,5	0,005

continua

ANEXO 5, CONT.

tipol.	linha	sub-parc.	DAP med.	DAP dom	ALT med	ALT dom	dens (n/ha)	G (m2/ha)	S	H'	coef. mist.
tipologia 3: Restinga Arbórea	10	46	15,36	28,75	10,65	12,5	975	21,0191	12	2,18	0,012
	10	47	15,85	29,35	11,19	12,13	1175	25,7676	14	2,11	0,012
	10	48	19,99	36,96	11,72	14,13	800	30,104	8	1,78	0,010
	10	49	18,75	32,38	11,85	14	850	26,949	9	1,82	0,011
	10	50	18,52	35,56	12,8	14,88	800	25,5295	9	1,46	0,011
	11	51	15,45	23,99	10,03	11,25	1125	22,9538	7	1,7	0,006
	11	52	13,71	21,38	9,5	11,13	1250	19,6139	10	1,95	0,008
	11	53	16,48	29,8	10,58	12,88	1175	28,6901	15	2,31	0,013
	11	54	16,91	29,34	10,95	13,13	1025	26,5383	11	2,12	0,011
	11	55	18,26	34,69	11,81	14,25	600	19,6391	8	1,61	0,013
	12	56	15,98	28	10,96	12,75	875	19,5643	9	1,81	0,010
	12	57	15,22	30,2	11,29	15,13	1125	23,4871	11	1,98	0,010
	12	58	16,2	32,87	13,2	15,75	925	22,5934	9	1,79	0,010
	12	59	14,98	22,51	11,2	12,5	1075	20,1863	10	2,04	0,009
	12	60	15,41	26,51	11,43	15,13	1100	22,6547	16	2,5	0,015
	13	61	18,59	32,95	11,46	14,13	800	25,1362	12	2,17	0,015
	13	62	16,69	29,66	10,4	12,13	725	18,5192	11	2,1	0,015
	13	63	18,18	31,3	10,72	13,13	900	26,7729	15	2,5	0,017
	13	64	17,06	30,42	11,29	13,5	725	18,9171	14	2,5	0,019
	13	65	14,45	24,49	9,94	11,88	800	14,8246	15	2,54	0,019
	14	66	16,87	35,74	9,73	13,13	1000	27,6164	14	2,21	0,014
	14	67	18,3	34,48	10,39	13,25	700	22,2659	11	2,25	0,016
	14	68	19,95	38,04	11,33	14,63	775	30,0365	14	2,43	0,018
	14	69	18,34	39,07	10,57	14,13	950	31,5385	13	2,33	0,014
	14	70	17,73	29,55	11,49	14	725	20,7361	11	2,01	0,015
	15	71	15,95	33,23	10,97	14,38	850	21,1456	13	2,15	0,015
	15	72	16,09	25,33	9,74	11,38	725	15,9727	10	2,06	0,014
	15	73	17,82	30,48	11,05	13,63	775	21,9638	9	1,9	0,012
	15	74	19,3	31,19	11,5	13,63	750	24,9499	9	2,01	0,012
	15	75	19,21	32,74	11,83	13,38	975	32,1486	11	2,03	0,011
	16	76	18,4	34,33	11,45	14	750	23,7934	15	2,35	0,020
	16	77	22,16	47,1	11,69	13,5	775	39,551	8	1,85	0,010
	16	78	19,19	37,73	11,24	14,38	625	22,6027	10	2,19	0,016
	16	79	17,01	28,97	10,39	14,38	850	21,5356	14	2,4	0,016
	16	80	18,41	35,23	12,08	15,5	900	28,5101	11	2,12	0,012
	17	81	17,41	29,79	10,28	13,63	600	16,6942	14	2,5	0,023
	17	82	15,98	31,35	10,17	14,5	725	17,3917	14	2,48	0,019
	17	83	24,01	45,15	12,19	15,63	550	32,0353	9	2,07	0,016
	17	84	18,44	29,4	10,54	12,75	475	14,4942	10	2,23	0,021
	17	85	16,33	34,52	10,56	14,63	800	20,7866	13	2,33	0,016
	18	86	17,22	36,02	9,21	12,38	575	17,6804	12	2,2	0,021
	18	87	18,27	35,19	11,75	14,5	700	22,4663	16	2,62	0,023
	18	88	20,99	40,06	12,35	15,63	575	24,9016	11	2,2	0,019
	18	89	22,12	48,58	12,74	17,13	625	33,9654	8	1,91	0,013
	18	90	19,57	42,56	11,84	16,38	800	31,6887	14	2,41	0,018
	19	91	22,53	52,33	12,3	16,75	650	37,1209	14	2,26	0,022
	19	92	24,63	47,67	13,08	16,88	525	33,3189	12	2,29	0,023
	19	93	22,4	30,82	13,51	16,13	425	18,3952	10	2,17	0,024
	19	94	26,22	51,99	14,08	19	475	34,8486	9	1,76	0,019
	19	95	25,25	40,78	13,88	17,38	475	28,3289	12	2,15	0,025
	20	96	16,48	22,82	9,57	12,13	250	6,1087	7	1,89	0,028
	20	97	23,26	43,79	14,35	19	575	30,4665	10	2,19	0,017
	20	98	20,06	40,27	12,83	18,63	525	22,3186	10	2,15	0,019
	20	99	25,23	45,89	13,09	18,63	425	27,4076	10	2,15	0,024
	20	100	22,39	47,48	14,29	17,63	475	27,5145	9	2,06	0,019

continua

ANEXO 5, CONT.

tipol.	linha	sub-parc.	DAP med.	DAP dom	ALT med	ALT dom	dens (n/ha)	G (m2/ha)	S	H'	coef. mist.
tipologia 4: Caxetal Avançado	21	101	13,37	17,07	10,63	11	375	5,5053	11	2,3	0,029
	21	102	25,17	47,52	12,58	15,88	325	27,2914	8	1,99	0,025
	21	103	18,12	32,5	9,92	12,63	300	11,7462	8	1,98	0,027
	21	104	17,86	27,17	10,55	13,13	250	8,0166	6	1,7	0,024
	21	105	16,82	35,25	10,5	16,38	450	15,8922	9	1,87	0,020
	22	106	19,64	42,23	11,35	15,13	425	20,2012	12	2,36	0,028
	22	107	19,93	54,23	11,78	19,13	700	33,944	15	2,52	0,021
	22	108	21,46	51,05	12,58	19,38	550	29,931	11	2,37	0,020
	22	109	15,01	33,38	10,71	15,5	950	21,8513	15	2,36	0,016
	22	110	21,9	43,89	12,34	17,5	350	21,9536	7	1,81	0,020
	23	111	17,29	41,59	10,98	16,25	900	28,93	13	2,29	0,014
	23	112	14,38	28,05	9,72	12,88	1000	18,9774	15	2,23	0,015
	23	113	17,02	53,25	9,61	16,88	900	36,7041	18	2,54	0,020
	23	114	13	17,52	9,52	12,38	900	12,3251	9	1,31	0,010
	23	115	18,33	41,76	10,13	14,08	750	27,3306	13	2,36	0,017
	24	116	17,38	49,05	10,82	16,38	1050	39,5579	18	2,56	0,017
	24	117	12,96	19,07	10,68	10,75	1100	15,2766	9	1,56	0,008
	24	118	16,17	39,56	10,68	16,63	850	23,8867	12	2,15	0,014
	24	119	14,59	38,17	10,04	15,75	925	25,0985	7	1,48	0,008
	24	120	15,47	41,19	10,36	15,25	900	25,88	13	2,04	0,014
	25	121	15,16	31,72	11,33	16,5	800	17,7991	11	1,83	0,014
	25	122	18,19	42,75	11,18	18,88	800	28,8943	12	2,24	0,015
	25	123	18,27	45,11	11,72	14,23	675	25,482	6	1,25	0,009
	25	124	15,97	34,86	12,13	18,88	1000	25,2405	12	1,81	0,012
	25	125	13,46	25,84	10,88	16,88	775	12,8631	11	1,79	0,014
	26	126	16,73	44,1	10,39	18,75	1150	34,6232	13	2,25	0,011
	26	127	16,04	30,61	9,45	12	775	19,1726	6	1,44	0,008
	26	128	12,8	21,93	9,21	11,5	750	10,7243	7	1,43	0,009
	26	129	15,17	30,74	9,07	11,88	575	14,9285	11	2,16	0,019
	26	130	15,29	30,35	10,04	14,13	900	19,2758	10	1,89	0,011
	27	131	15,68	39,78	10,01	13,13	900	25,8653	8	1,43	0,009
	27	132	18,15	34,38	9,43	13,13	550	19,0265	8	1,88	0,015
	27	133	16,53	33,53	9,74	14,88	675	18,1616	11	2,29	0,016
	27	134	17,39	31,39	9,44	11,63	675	18,804	10	1,67	0,015
	27	135	13,67	19,56	9,38	10	825	12,7315	12	2,24	0,015
	28	136	14,17	23,71	10,16	11,38	725	13,0166	7	1,4	0,010
	28	137	13,71	19,56	8,42	12,4	825	17,3194	10	2,05	0,012
	28	138	17,13	30,98	9,5	13,13	650	17,8164	11	2,06	0,017
	28	139	15,16	23,25	8,11	9,63	500	10,0111	6	1,47	0,012
	28	140	12,23	17,93	8,19	9,08	450	5,7729	7	1,81	0,016
	29	141	16,81	40,32	9,65	14,5	700	22,321	8	1,91	0,011
	29	142	16,47	30,49	10,27	12,6	725	17,709	10	1,92	0,014
	29	143	16,14	31,94	8,7	10,28	700	18,1515	10	2,11	0,014
	29	144	13,91	27,35	7,99	13,13	525	10,3328	12	2,36	0,023
	29	145	13,95	22,57	8,89	10,53	575	10,3464	10	2,1	0,017
	30	146	13,07	18,05	9,59	11,73	650	9,075	11	2,08	0,017
	30	147	14,39	26,26	9,27	13,13	800	14,9029	8	1,83	0,010
	30	148	14,85	28,06	9,74	15,63	675	14,0869	12	2,22	0,018
	30	149	15,28	35,05	9,07	13,4	800	20,1015	12	2,21	0,015
	30	150	15,45	24,96	8,91	11,13	450	9,9512	10	2,2	0,022

FONTE: JASTER, 2002