

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO EM
RECURSOS NATURAIS

**FITOSSOCIOLOGIA E ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DO
COMPONENTE LENHOSO EM FRAGMENTOS DE CAATINGA NA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ - PARAÍBA.**

DILMA MARIA DE BRITO MELO TROVÃO

CAMPINA GRANDE - PB

DILMA MARIA DE BRITO MELO TROVÃO

**FITOSSOCIOLOGIA E ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DO
COMPONENTE LENHOSO EM FRAGMENTOS DE CAATINGA NA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ - PARAÍBA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Água, Solo e Planta

ORIENTADORES: D. Sc. PEDRO DANTAS FERNANDES

D. Sc. LEONALDO ALVES DE ANDRADE

CAMPINA GRANDE – PB – BRASIL

DEZEMBRO – 2004



T862f Trovao, Dilma Maria de Brito Melo
Fitossociologia e aspectos ecofisiologicos do componente lenhoso em fragmentos de caatinga na sub-bacia hidrografica do rio Bodocongo - Paraiba / Dilma Maria de Brito Melo Trovao. - Campina Grande, 2004.
108 f. : il.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Fitossociologia 2. Floristica 3. Ecofisiologia 4. Caatinga 5. Remanescentes Vegetais 6. Tese I. Fernandes, Pedro Dantas II. Andrade, Leonaldo Alves de III. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 581.52:504.73(043)

DILMA MARIA DE BRITO MELO TROVÃO

**FITOSSOCIOLOGIA E ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DO COMPONENTE
LENHOSO EM FRAGMENTOS DE CAATINGA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO BODOCONGÓ - PARAÍBA**

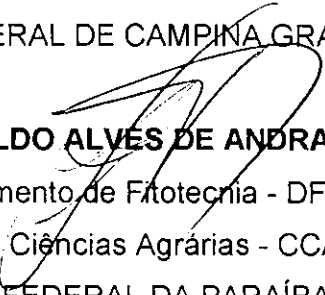
APROVADA EM: 20/12/2004

BANCA EXAMINADORA



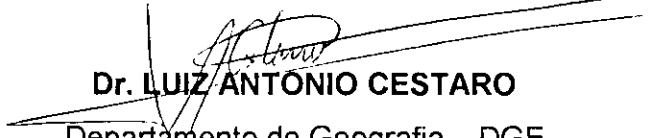
Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - DEAg
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG



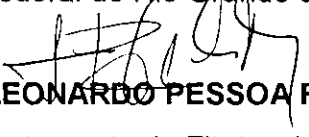
Dr. LEONALDO ALVES DE ANDRADE

Departamento de Fitotecnia - DF
Centro de Ciências Agrárias - CCA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB



Dr. LUIZ ANTONIO CESTARO

Departamento de Geografia - DGE
Centro de Ciências Humanas, Letras e Administração - CCHLA
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN



Dr. LEONARDO PESSOA FELIX

Departamento de Fitotecnia - DF
Centro de Ciências Agrárias - CCA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB



Dr. BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE CEBALLOS - Aposentada

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - DEC
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG



JOSÉ DANTAS NETO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - DEAg
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT

A minha vó, Áurea, pelos exemplos de simplicidade, humildade, meiguice e ternura.

A minha mãe, Socorro, pela luta incansável para que eu e meus irmãos estudássemos e pelo seu afeto infinito.

Ao meu pai, Alberes, que na sua sabedoria empírica, passou para mim a admiração pela natureza.

Ao meu irmão Dimas, que me ensinou que a amizade pode ser conquistada a partir de admirações mútuas e aceitando as diferenças.

A minha irmã, Dailma, pelo exemplo de persistência e motivação.

A minha irmã, Dani, pela amizade, dedicação, ajuda e principalmente por me mostrar que a vida é cheia de objetivos.

DEDICO

A Pedro, por sua tolerância e seu amor.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina Grande e ao Doutorado Institucional em Recursos Naturais, pela oportunidade de realizar o Doutorado.

A Universidade Estadual da Paraíba, pela liberação concedida nos últimos 18 meses.

Ao professor Doutor Pedro Dantas Fernandes, pela competente orientação, pela maneira paterna que sempre me tratou, pela paciência com o meu jeito abrupto de ser e, sobretudo pelo exemplo que ficou.

Ao professor Doutor Leonaldo Alves de Andrade por suas valiosas sugestões, críticas e questionamentos nas diversas etapas da tese e pelo seu relacionamento amigo, cordial, agradável e sincero.

Ao professor Doutor José Dantas Neto, que me acolheu no início da minha caminhada quando todos achavam que seria impossível a realização do meu projeto no Programa de Doutorado.

Aos professores Luiz Antonio Cestaro, Beatriz Susana Ovrusky Ceballos, Leonardo Pessoa Felix e José Dantas Neto, por aceitarem compor a banca examinadora e pelas valiosas sugestões dadas para melhoria do trabalho.

Aos Senhores Ivandro Cunha Lima, Paulo Ernesto do Rego, Mário Araújo e Alberes Trovão de Melo, proprietários das Fazendas onde se localizavam os fragmentos estudados, pela gentileza em disponibilizar as áreas para os trabalhos.

Ao "Seu" Alfredo, mateiro, pelo seu trabalho e seus ensinamentos e que mesmo doente não negou a sua presença.

Aos "meninos", Marcelo, Joel, Lenyneves e Denise companheiros nas jornadas de campo, por tornarem a tarefa mais leve e pelos momentos de alegria.

A Zelma Glebya que levou minhas exsiccatas para o Herbário em João Pessoa, pela competente substituição nos meus trabalhos de docência e pela nova amizade firmada.

As novas amigas surgidas durante o curso, Ricardo, Paulo, João, Magna, Josiclêda, Miguel, Ferreira, Inajá, Audifax, entre outros.

A Márcia Azevedo e a Érica Caldas pelas palavras de apoio e a Roberto, pela sua amizade verdadeira e despreocupada, sempre presente e solícito.

Aos amigos do Laboratório de Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto, Marle Bandeira, Isnaldo Cândido Costa e especialmente Carlos Lamarque Guimarães, que não mediram esforços no sentido de fornecer os dados que precisei e pela simpatia gratuita.

A minha amiga-irmã Vanda Lúcia, grande incentivadora e indispensável companheira em vários momentos da execução deste trabalho.

A Pedro e a Dani, que não permitiram que eu fraquejasse quando as tarefas pareciam mais difíceis, por não me abandonarem mesmo quando eu atingia o ápice da impaciência e por compartilharem os momentos de alegria.

A todos que acreditaram em mim e estiveram irmanados no desejo que eu ultrapassasse mais esta etapa da minha vida.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1.0 INTRODUÇÃO	1
2.0 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3.0 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Caatinga	5
3.2 A Fitossociologia como Ferramenta para a Consevação Ambiental	8
3.3 As Bacias Hidrográficas e a Gestão Ambiental	10
3.4 A Sub-bacia do Rio Bodocongó e a Conservação Ambiental	11
3.5 Aspectos da Ecofisiologia de Plantas Relacionados com a Conservação Ambiental	14
3.5.1 Influência do Solo e do Clima na Vegetação	15
3.5.2 O Potencial Hídrico Vegetal	16
3.5.3 Eficiência Quântica Fotossintética	17
4.0 METODOLOGIA	21
4.1 Área de Estudo	21
4.2 Análise Fitossociológica dos Remanescentes de Vegetação	27
4.2.1 Procedimentos no Campo	27
4.2.2 Composição Florística e Parâmetros Fitossociológicos	28
4.2.3 Análise dos dados	28
4.3 Análise dos Parâmetros Ecofisiológicos	31
4.3.1 Caracterização Climática	31
4.3.2 Caracterização do Solo	31
4.3.3 Aspectos Ecofisiológicos das plantas	31
4.3.3.1 Potencial Hídrico	31
4.3.3.2 Eficiência Quântica Fotossintética	32
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Suficiência Amostral	34
5.2 Parâmetros Fitossociológicos	35
5.2.1 Diversidade Florística	42
5.2.2 Similaridade Florística	47
5.2.3 Estratificação Vertical	53
5.3 Outros Parâmetros Fitossociológicos	60
5.3.1 Análise da Área Basal	70
5.3.2 Análise da Estrutura Diamétrica	71

5.4	Aspectos Ecofisiológicos de Espécies da Caatinga da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Bodocongó	80
5.4.1	Condições de Solo	80
5.4.2	Condições Climáticas	83
5.4.3	Potencial Hídrico das Espécies Vegetais	85
5.4.4	Eficiência Quântica Fotoquímica do Fotossistema II das Espécies Vegetais	90
6.0	CONCLUSÕES	94
7.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Listagem de Espécies Vegetais Inventariadas nas Quatro Áreas de Estudo Localizadas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Bodocongó – Pb.	36
Tabela 2. Valores dos Índices H', D e 1 - D, J, RE e RF na Área Total de Estudo e nos Remanescentes Avaliados .	44
Tabela 3. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e Número de Indivíduos (NI) na Fazenda Caiçara (P1).	61
Tabela 4. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e Número de Indivíduos (NI) na Fazenda Bodopitá (P2).	63
Tabela 5. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e Número de Indivíduos (NI) na Serra de Bodocongó (P3).	65
Tabela 6. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e Número de Indivíduos (NI) na Fazenda Pocinho (P4).	67
Tabela 7. Distribuição do Número de Indivíduos por Classes de Diâmetro, a Intervalos Fixos de 3cm, Fechados à Esquerda e Abertos à Direita. As Espécies estão Listadas em Ordem Decrescente do Valor de Importância (VI), na Fazenda Caiçara-PB	73
Tabela 8. Distribuição do Número de Indivíduos por Classes de Diâmetro, a Intervalos Fixos de 3cm, Fechados à Esquerda e Abertos à Direita. As Espécies estão Listadas em Ordem Decrescente do Valor de Importância (VI), na Fazenda Bodopitá-PB.	74
Tabela 9. Distribuição do Número de Indivíduos por Classes de Diâmetro, a Intervalos Fixos de 3cm, Fechados à Esquerda e Abertos à Direita. As Espécies estão Listadas em Ordem Decrescente do Valor de Importância (VI), na Serra de Bodocongó-PB.	75
Tabela 10. Distribuição do Número de Indivíduos por Classes de Diâmetro, a Intervalos Fixos de 3cm, Fechados à Esquerda e Abertos à Direita. As Espécies estão Listadas em Ordem Decrescente do Valor de Importância (VI), na Fazenda Pocinho-PB	77

Tabela 11.	Variáveis Físicas e Químicas Analisadas nas Amostras de Solos Coletadas em cada Ponto/Fragmento da Área em Estudo na Profundidade de 0-20 cm.	81
Tabela 12.	Índices Pluviométricos nos Pontos/Fragmentos Analisados nos Últimos Quatro anos.	83
Tabela 13.	Índices Pluviométricos dos Pontos/Fragmentos Analisados(Jun/03-Jun/04).	84
Tabela 14.	Valores Médios Obtidos para o Potencial Hídrico (ψ) em Diferentes Períodos Climáticos.	88
Tabela 15.	Valores Médios Obtidos para a Eficiência Quântica da Fotossíntese em Diferentes Períodos Climáticos.	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização da Sub-bacia do Rio Bodocongó	21
Figura 2. Sub-bacia do Rio Bodocongó (em cinza) com destaque para os Remanescentes Estudados	22
Figura 3. Detalhe da Sub-bacia do Rio Bodocongó com destaque para os Remanescentes Estudados.	22
Figura 4. Áreas Prioritárias definidas pelo PROBIO 2000 para Conservação e Estudos Adicionais.	24
Figura 5. Vista Parcial da Vegetação da Fazenda Caiçara (P1)	25
Figura 6. Vista Parcial da Vegetação na Fazenda Bodopitá (P ₂).	25
Figura 7. Vista Parcial da Vegetação da Serra de Bodocongó (P ₃).	26
Figura 8. Vista Parcial da Vegetação da Fazenda Pocinho (P ₄).	26
Figura 9. Câmara de Pressão de Schollander	32
Figura 10. Utilização do Equipamento PEA/Hansatech Instruments Co. para Medição da Fluorescência.	33
Figura 11. Curva do Coletor demonstrando a Suficiência Amostral na Área Estudada	34
Figura 12. Curvas do coletor dos 4 pontos/fragmentos analisados. (a) Fazenda Caiçara- P1; (b) Fazenda Bodopitá -P2; (c) Serra de Bodocongó - P3 e (d) Fazenda Pocinho -- P4.	35
Figura 13. Distribuição do Número de Espécies por Famílias na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Bodocongó.	40
Figura 14. Número de Espécies por Família na Fazenda Caiçara (P ₁)	42
Figura 15. Número de Espécies por Família na Fazenda Bodopitá (P ₂)	43
Figura 16. Número de Espécies por Família na Serra de Bodocongó (P ₃)	44
Figura 17. Número de Espécies por Família na Fazenda Pocinho (P ₄)	44
Figura 18. Organograma representando a Similaridade Florística, entre os Quatro Remanescentes, calculada através do Índice de Sørensen.	48
Figura 19. Similaridade florística entre as parcelas da Fazenda Caiçara (P1)	49
Figura 20. Similaridade florística entre as parcelas da Fazenda Bodopitá (P2)	50
Figura 21. Similaridade florística entre as parcelas da Serra de Bodocongó(P3)	51
Figura 22. Similaridade florística entre as parcelas da Fazenda Pocinho (P4)	52
Figura 23. Similaridade Florística pelo Índice de Jaccard entre todas as Parcelas do Riacho de Bodocongó	54
Figura 24. Média das Alturas das Espécies Vegetais da Fazenda Caiçara (P1)	55
Figura 25. Média das Alturas das Espécies Vegetais da Fazenda Bodopitá	56
Figura 26. Média das Alturas das Espécies Vegetais da Serra de Bodocongó (P3)	57

Figura 27. Média das Alturas das Espécies Vegetais da Fazenda Pocinho (P4)	58
Figura 28. Média das Alturas das Espécies Vegetais da Sub-bacia do Rio Bodocongó	59
Figura 29. Potencial Hídrico de Espécies da Caatinga em dois Períodos de Observação (1- estiagem e 2- chuvoso)	86
Figura 30. Eficiência Quântica Fotoquímica de Espécies da Caatinga em dois Períodos de Observação (1- estiagem e 2- chuvoso)	90

RESUMO

A caracterização da vegetação em remanescentes de Caatinga na sub-bacia do Rio Bodocongó – PB, foi realizada através de um levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo-arbustivo e da análise de variáveis fisiológicas de algumas das espécies existentes na área, com o intuito de reconhecer e registrar as potencialidades vegetais, identificar possíveis ameaças de extinção na área e observar características que expliquem a resistência dessas espécies as condições de clima e solo. Utilizou-se 40 parcelas de 4 x 50 m, distribuídas em quatro remanescentes vegetais, Fazenda Caiçara (P₁), Fazenda Bodopitá (P₂), Serra de Bodocongó (P₃) e Fazenda Pocinho (P₄), e tomando-se os dados de altura total e diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) dos indivíduos incluídos nas parcelas cujas alturas fossem ≥ 1 m e DNS ≥ 3 cm. As espécies vegetais de estágios tardios encontradas na área que apresentaram órgãos para análise das variáveis fisiológicas, potencial hídrico e eficiência quântica fotossintética, foram estudadas quanto a estes parâmetros. Foram registrados 2331 indivíduos pertencentes a 22 famílias e 45 espécies. As famílias de maior representação específica foram Mimosaceae (5), Euphorbiaceae (5), Caesalpiniaceae (4), Cactaceae (4) e Anacardiaceae (3). A densidade total foi de 2655 indivíduos ha⁻¹ em P₁, 3180 indivíduos ha⁻¹ em P₂, 3010 indivíduos ha⁻¹ em P₃ e 2815 indivíduos ha⁻¹ em P₄. A área basal foi para P₁, 25,851 m² ha⁻¹, para P₂, 29,163 m² ha⁻¹, em P₃, 32,073 m² ha⁻¹ e em P₄, 25,250 m² ha⁻¹. A similaridade entre os fragmentos vegetais da Sub-bacia revelou a homogeneidade da vegetação o que a caracteriza como uma única fisionomia de Caatinga. As espécies de maior importância nos quatro remanescentes têm sido relatadas entre as mais importantes em outros levantamentos. Entre as dez espécies mais importantes, quatro foram coincidentes, *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Caesalpinia. Pyramidalis* Tul., *Myracrodruon urundeuva* Allem., *Piptadenia stipulaceae* (Benth.) Ducke., e outras quatro espécies foram coincidentes em três fragmentos, *Aspidosperma. pyriformium* Mart., *Jatropha pohliana* Muell. Arg., *Bauhinia. cheilantha* (Bong.) Steud e *Manihot glaziovii* Muell. Arg., atestando a importância destas espécies na área total. A maioria das espécies concentra seus indivíduos nas menores faixas diamétricas. É inquestionável a ação antrópica na área evidenciado-se principalmente na presença de espécies características de estágios sucessionais intermediários, o que indica perturbações e recuperação do ambiente. As espécies avaliadas quanto as variáveis fisiológicas indicaram que são sensíveis a variação de água no solo, porém não ocorre estresse fisiológico no período de estiagem que comprometa a eficiência fotossintética, o que demonstra uma capacidade de sobrevivência alicerçada nas modificações anatomo-morfo-fisiológicas características de cada espécie o que comprova a alta capacidade de resistência a seca condicionadas geneticamente atestando a importância da conservação desses recursos naturais para a área de estudo.

ABSTRACT

The plant characterization in Caatinga remainings in Bodocongó River Sub-basin -PB, was made through a floristic and phytossociologic survey of the tree stratum and by the analyses of physiologic variables of species that were founded in the area, aiming to recognize and registry vegetal potentialities, identify possible extinction menace and observe characteristics to explain these species resistance facing weather and soil conditions in Caatinga area. Forty plots of 4 x 50m were used, distributed in four vegetal remnants, Fazenda Caiçara (P₁), Fazenda Bodopitá (P₂), Serra de Bodocongó (P₃) e Fazenda Pocinho (P₄), and it was also taken information about total height and stalk diameter at the soil level (DNS) of the individuals included in parcels which heights were $\geq 1\text{m}$ and $\text{DNS} \geq 3\text{ cm}$. The vegetal species in dilatory stages founded on the area which presented organs that could be analyzed about physiologic variables, water potential and photosynthetic quantical efficiency, were studied in relation to these parameters. It was registered 2331 individuals belonged to 22 families and 45 species. The families that had the higher specific representation were Mimosaceae (5), Euphorbiaceae (5), Caesalpiniaceae (4), Cactaceae (4) e Anacardiaceae (3). The total density was 2655 individuals ha^{-1} in P₁, 3180 individuals ha^{-1} em P₂, 3010 individuals ha^{-1} in P₃ e 2815 individuals ha^{-1} in P₄. The basal area was 25,851 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ for P₁, 29,163 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ in P₂, , 32,073 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ in P₃, and in P₄, 25,250 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$. The similarity between the vegetal remainings of the Sub-basin reveal the homogeneity of the vegetation what characterizes it as a unique Caatinga physiognomy. The most important species on the four remnants have been related as the most important in other surveys. Among the ten most important species, four were coincidents, *Croton sonderianus* Muell. Arg, *Caesalpinia pyramidalis* Tul, *Myracrodrum urundeuva* Allem, *Piptadenia stipulaceae* (Benth.) Ducke., and another four species were coincidents in three fragments, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Jatropha pohliana* Muell. Arg., *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud e *Manihot glaziovii* Muell. Arg., evidencing the importance of these species to the total area. The majority of species concentrate their individuals on the smaller diametric strip of land. It's unquestionable the antropic influence on the area, expressed mainly by the presence of characteristic species of intermediate sucesional stages, what means perturbation and recuperation of the ambient. The species available about physiologic variables indicated that they are sensitive to water soil variation. However it doesn't occur sufficient physiologic stress at dry period to endanger photosynthetic efficiency, proving a survival capacity consolidated in anatomo-morfophysiologic characteristic modifications in each specie. It demonstrates the high capacity of resistance facing dry period that is genetically condicionated, confirming the importance of the conservation of these natural resources to the study area.

1.0 INTRODUÇÃO

A fragmentação da cobertura vegetal nativa resultante da prática do desmatamento constitui-se em um grande problema ambiental. A conservação dos recursos naturais desses remanescentes de vegetação é um grande desafio e perpassa pelo perfeito entendimento das suas potencialidades e suscetibilidades. O conhecimento da estrutura e dinâmica desses novos ambientes resultantes da ação antrópica é a chave para a manutenção do próprio equilíbrio ambiental. O comprometimento da flora de uma região é refletido não apenas na redução das espécies vegetais, mas também na fauna e nos componentes abióticos do lugar, como o solo e o clima.

Fragmentos florestais são definidos como áreas de vegetação natural contínua, interrompidas por barreiras antrópicas ou naturais capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e/ou sementes (VIANA, 1990). Estes fragmentos apresentam sérios problemas de ordem ecológica, porém são fundamentais para conservação da biodiversidade, devendo-se adotar técnicas apropriadas para sua recuperação e manejo (SILVA e SOARES, 2002).

A fragmentação de florestas e conseqüente formação de remanescentes parecem ser uma conseqüência natural do processo de desenvolvimento mundial e deve ser encarado como um desafio à sustentabilidade. A alta taxa de desmatamento é a principal causa do problema e como essa prática ocorre em proporções inauditas na história geológica e ecológica das formações vegetacionais, ocorrem profundos efeitos sobre os ecossistemas (BIERREGAARD et al., 1992; PRIMACK, 1985 e NASCIMENTO et al., 1999).

Embora seja conseqüência de um processo de degradação ambiental que resulta na formação de "ilhas" da cobertura original, esses fragmentos funcionam como bancos que armazenam uma parte importante da diversidade original e a partir dos quais se pode recuperar o ambiente, pois encerram espécies adaptadas às condições existentes, embora com as modificações decorrentes da compartimentalização .

A Caatinga que cobre quase toda zona semi-árida da região Nordeste, não diferente das outras formações vegetacionais brasileiras, sofre com a devastação ambiental. Estudos recentes mostram que cerca de 30% desse ecossistema já foi drasticamente modificado (CASTELETTI et al. 2000). Este percentual faz da Caatinga o terceiro bioma brasileiro mais alterado antropicamente (MYERS et al., 2000 apud SAMPAIO et al., 2002), levando conseqüentemente a formação de remanescentes de vegetação em virtude da interferência antrópica.

Apesar da importância dessa cobertura vegetal e do intenso comprometimento ambiental em virtude de desmatamentos e queimadas com conseqüente fragmentação, pouco se tem de conhecimento sobre a fisiologia, ecologia, florística e fitossociologia da Caatinga.

Esse fator aliado ao dado de que apenas 2% de sua área está protegida em Unidades de Conservação (LEAL, TABARELLI e SILVA, 2003) permitem perceber a insuficiência de dados sobre essa composição vegetal.

Para Pereira et al. (2002) a escassez de informações associada ao avançado grau de degradação em que se encontra a Caatinga indicam a necessidade de pesquisas que demonstrem a real estrutura fitossociológica dos remanescentes que se encontrem em boas condições de conservação, no intuito de se planejar racionalmente a exploração sustentada destes ambientes, resguardando as características desta vegetação.

A porção sul da sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó, inserida nas microrregiões de Campina Grande e Cariri Oriental no Estado da Paraíba, encontra-se em condições semelhantes sob o ponto de vista das pressões exercidas sobre a paisagem. Os processos de mudança nos contornos da sua cobertura vegetal nativa resultam da ampliação das áreas de pastagens, exploração agrícola e retirada da madeira para produção de carvão. O desmatamento resultou na formação de fragmentos, intercalados nas paisagens e com diferentes níveis de perturbação antrópica.

As bacias hidrográficas são consideradas células de informações que podem subsidiar estratégias de conservação a partir de áreas-chave para sobrevivência da população. O conhecimento da composição florística, estrutura, dinâmica e das características fisiológicas das espécies contidas nos remanescentes de vegetação de uma

bacia hidrográfica é uma valiosa ferramenta para compreensão dos potenciais de perdas e conservação dos seus recursos naturais.

A importância regional dessa sub-bacia associada aos fatos de que a mesma encontra-se inserida na área 21 constante na lista proposta das áreas prioritárias para a conservação dos resquícios de vegetação definidas pelo *Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga – 1 Etapa /2001* (VELLOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002) e também o fato de apresentar-se bastante fragmentada incentivaram a execução deste trabalho como forma de contribuir para o conhecimento florístico, fitossociológico e fisiológico da Caatinga, caracterizando o *status* da vegetação e principalmente formando um banco de informações que permitirá formalizar estratégias para a sua conservação.

Diante do exposto esse trabalho objetivou conhecer através de quatro remanescentes vegetais encontrados na sub-bacia do Rio Bodocongó as suas potencialidades, analisando-as através dos parâmetros fitossociológicos, a composição florística, a estrutura e também variáveis fisiológicas que permitem o entendimento da fixação destas espécies em ambientes considerados inóspitos como esta “célula” do semi-árido, visando contribuir para formação de um banco de dados para o estabelecimento de estratégias para conservação e uso sustentável dos recursos vegetais desta sub-bacia hidrográfica.

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Conhecer a composição florística e a estrutura fitossociológica dos remanescentes de Caatinga na sub-bacia do Rio Bodocongó e analisar aspectos da fisiologia de espécies previamente selecionadas, visando subsidiar a conservação e o uso sustentável daqueles recursos naturais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Localizar quatro fragmentos residuais de Caatinga na região da sub-bacia do Rio de Bodocongó;
- b) Analisar a composição florística e a estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo dos fragmentos selecionados;
- c) Avaliar as espécies de distribuição rara nos remanescentes de estudo;
- d) Avaliar a variação sazonal do potencial hídrico e da eficiência quântica fotossintética de 10 espécies vegetais, características de estágios tardios, encontradas nos fragmentos;
- e) Identificar através do Potencial Hídrico e da Eficiência Quântica Fotossintética as relações existentes entre espécies constituintes da cobertura vegetal e a disponibilidade de água no solo;
- f) Gerar informações sobre o componente vegetal da sub-bacia hidrográfica que permita o seu manejo como forma de assegurar a proteção ambiental em seus amplos aspectos, fornecendo dados que subsidiem estratégias para a conservação da área, com o uso sustentável dos recursos naturais presentes.

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Caatinga

A palavra “Caatinga” tem origem Tupi-guarani e significa “floresta branca”, que reflete bem o aspecto da vegetação no período de seca, quando as folhas da maioria das plantas caem (ALBUQUERQUE e BANDEIRA, 1995).

A província das Caatingas no nordeste do Brasil compreende-se de 2°54' a 17°21' S (aproximadamente 800.000km²), incluindo os estados Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe e Bahia, atingindo também Minas Gerais na região sudeste (PRADO, 2003).

A Caatinga é o menos valorizado dos biomas brasileiros, sob diferentes aspectos, conquanto sempre tenha sido um dos mais agredidos devido às centenas de anos de uso inadequado e insustentável dos recursos naturais. Mais recentemente os setores governamentais e não governamentais despertaram para a grave situação em que se encontra esse bioma, pois além da grande necessidade de conservação dos seus sistemas naturais, perdura uma séria insuficiência de conhecimento científico (VELLOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002).

A Caatinga é também um bioma marcado por características extremas dentre os parâmetros meteorológicos: alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, baixas taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial elevada, e, mormente, precipitações baixas e irregulares (REIS, 1976).

O estudo e a conservação da biodiversidade da Caatinga é um dos maiores desafios do conhecimento científico brasileiro por diversos motivos, um deles é o fato da Caatinga se restringir ao território nacional, o que a torna uma região natural exclusivamente nacional, outro é o fato de ser proporcionalmente a menos estudada delas, sendo também a menos protegida, apenas 2% do seu território se encontra em unidades de conservação, e principalmente pelo fato de continuar sendo vítima de um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais (LEAL, TABARELLI e SILVA, 2003).

Para Sampaio et al. (2002) a Caatinga é reconhecida como uma entidade identificável, composta por um conjunto de plantas que a distingue dos conjuntos que formam outros biomas, o que implica em uma classificação das suas fisionomias. Uma grande contribuição foi dada por Luetzelburg (1922/1923), outra por Andrade-Lima (1981), mas a mais importante e completa classificação aceita na atualidade é a realizada pelo projeto RADAMBRASIL (1984).

Atualmente encontra-se em andamento estudos para classificar a Caatinga em ecorregiões visando atender os critérios da TNC (The Nature Conservancy) que utiliza dessas unidades geográficas para planejar estratégias de conservação, considerando diversas espécies e tipos de comunidades naturais ao mesmo tempo. As ecorregiões sugeridas por Velloso, Sampaio e Pareyn (2002) são: 1. Complexo de Campo Maior; 2. Complexo Ibiapaba-Araripe; 3. Depressão Sertaneja Setentrional; 4. Planalto da Borborema; 5. Depressão sertaneja Meridional; 6. Dunas do São Francisco; 7. Complexo da Chapada Diamantina e 8. Raso da Catarina.

Contrastando com a relevância biológica da Caatinga, o bioma pode ser considerado como um dos mais ameaçados do Brasil. Grande parte da sua superfície já foi bastante modificada pela utilização e ocupação humana e ainda muitos estados são carentes de medidas mais efetivas de conservação de diversidade, como a criação de unidades de conservação de proteção integral (LEAL, TABARELLI e SILVA, 2003).

No Nordeste brasileiro a paisagem natural encontra-se altamente devastada com raros remanescentes de Caatinga. São grandes as extensões de solos nus por entre manchas de Caatinga em vários estágios de devastação, com exceções em algumas serras e morros isolados e as matas ciliares nos terraços dos rios principais que cortam os municípios, mas mesmo estas se encontrando em estado de degradação avançada (SILVA, 1993).

Segundo Vasconcelos Sobrinho (1983) a Caatinga apresenta alta predisposição geo-ecológica à desertificação e, associado à alta antropização é que este processo prevalecerá. Vários são os mecanismos que contribuem para a desertificação e a maioria deles aparecem nas áreas cobertas pela Caatinga.

O processo de desertificação inicia-se pela destruição da cobertura vegetal, o que vem desencadear subseqüentemente todos os outros comprometimentos do ecossistema, tornando-se após isso irreversível (SILVA, 1993). Quanto ao resultado do processo de desertificação tem-se a redução na diversidade de espécies vegetais, o que segundo Lugo (1997) torna necessária uma análise equilibrada e rigorosa das perdas, pois a importância das espécies existentes nestes ecossistemas é incalculável para manutenção da vida em termos globais.

Assim, a conservação do habitat é a chave para a conservação da diversidade biológica no mundo e isto pode ser conseguido de duas formas: a primeira com a análise dos fatores que levam á depreciação da natureza, identificando as estratégias para evitar a catástrofe total e a segunda a identificação das áreas que possam ser mantidas como Unidades de Conservação (BRADY, 1997).

De acordo com Vieira e Pessoa (2001) no Brasil, nos últimos anos, uma série de estudos tem focado a composição florística e a dinâmica de desenvolvimento de áreas degradadas, seja pela ação antrópica ou por fenômenos naturais. A variedade de respostas do meio ambiente frente à multiplicidade de formas e amplitude dos impactos e a crescente necessidade de expansão de novas fronteiras na utilização dos espaços naturais, apontam a urgência na realização de estudos com esta abordagem.

A compreensão dos padrões e processos ecológicos ocorrendo nas áreas remanescentes de vegetação nativa é crucial para o manejo e conservação da biodiversidade nelas contida. Este conhecimento auxilia na determinação do papel desempenhado pelos fragmentos florestais de distintos tamanhos em uma rede de reservas e contribuirá para o desenho, planejamento e manejo das reservas (SCARIOT e SEVILHA, 2000).

Apesar da escassez de dados disponíveis, é importante entender a dinâmica das áreas remanescentes de florestas nativas para melhor manejá-las, orientando assim as políticas de conservação. A preocupação dos gestores dos recursos deve ser no sentido de explorar as conseqüências das perturbações causadas pela fragmentação e assim conceber regimes de manejo e uso da terra que mantenham a biodiversidade (WHITMORE, 1997). Assim os conhecimentos sobre os recursos da Caatinga, apesar de ainda incipientes são de

extrema importância, justamente para o manejo de ambientes em processos de desertificação, cada vez mais comuns nas paisagens do planeta.

No estado da Paraíba, de acordo com o Diagnóstico do Setor Florestal do Estado realizado em 1994, a Caatinga representa a maior área de cobertura vegetal nativa, 1.818.715 ha, no entanto possui apenas quatro Unidades de Preservação e encontra-se sob pressão constante e conseqüente redução de suas áreas.

A maioria dos trabalhos que tratam da vegetação da Caatinga está relacionada a fitossociologia, como Araújo (1990); Fonseca (1991); Albuquerque, Soares e Araújo Filho (1993); Ferraz (1994); Araújo, Sampaio e Rodal (1995); Araújo e Martins (1999) e Figueiredo, Rodal e Melo (2000).

3.2 A Fitossociologia como Ferramenta para a Conservação Ambiental

Martins e Santos (1999) ressaltam que uma das mais evidentes características da vida é a sua variabilidade. As diferenças manifestam-se não só através de variáveis estruturais, mas também bioquímicas, fisiológicas e ecológicas, implicando em capacidades de adaptação e habilidades diferentes entre indivíduos. Por exemplo, comunidades com diferentes composições específicas fazem parte de um certo tipo de vegetação, cuja estrutura e fisionomia podem variar no espaço e no tempo, em decorrência da combinação e das variações das condições abióticas (habitats). Condições abióticas diferentes, conjugadas a fatores históricos, podem condicionar tipos diferentes de vegetação que recobrem o planeta. Todas as diferenças são englobadas no conceito de biodiversidade.

A primeira tentativa de estimar matematicamente a diversidade foi de Fisher et al. (1943), depois houve um aprimoramento por parte de Lloyd & Ghelardi (1964) e McIntosh (1967) incorporou novas variáveis aos métodos, porém esses modelos eram puramente matemáticos; MacArthur (1957) propôs que fossem consideradas as premissas biológicas. Muitas outras medidas de diversidade foram propostas por vários autores. Atualmente o número de estimativas de diversidade é muito grande, porém apenas algumas possuem consistência matemática que as credenciam a serem utilizadas (MAGURRAN, 1988).

Assim a diversidade tem sido estudada por vários pesquisadores e à medida que se ampliam as informações qualificam-se os métodos de estudo. A fitossociologia surgiu para facilitar essas análises, sendo hoje uma ferramenta básica para estudos sistemáticos cujos objetivos perpassem pelos registros das potencialidades dos ambientes ou pela recuperação de áreas degradadas.

As descrições da composição, estrutura e funcionamento formam o corpo principal do conhecimento da vegetação, o componente dominante e mais acessível das comunidades ecológicas terrestres (SHIMWELL, 1971; KENT e COKER, 2000). Considerando que a fisionomia assinala uma característica vegetacional facilmente mensurável, vem sendo utilizada como eixo principal da classificação da vegetação em larga escala (ALCOFORADO FILHO, SAMPAIO e RODAL, 2003).

A fitossociologia é considerada como a ecologia quantitativa de comunidades vegetais. Analisa as inter-relações de espécies vegetais no espaço e de certa forma no tempo. Suas análises referem-se ao estudo quantitativo da composição florística, estrutura, funcionamento, dinâmica, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal. A fitossociologia apóia-se sobre a taxonomia vegetal, mantendo relações com a fitogeografia e as ciências florestais (MARTINS, 1989).

Conceitualmente a fitossociologia é o ramo da biossociologia que estuda agrupamentos de plantas e suas relações e dependências frente ao ambiente vivo e animado (BRAUN – BLANQUET, 1966). É em outras palavras o estudo da comunidade vegetal que objetiva esclarecer aspectos relacionados a sua estruturação espacial e as relações mantidas entre indivíduos da própria comunidade com indivíduos da comunidade animal e com o meio abiótico, é, portanto quantiquantitativo (NAPPO, GOMES e CHAVES, 1999).

Os estudos fitossociológicos são utilizados para diagnosticar tendências ou processos dinâmicos na comunidade vegetal, permitindo com isto, a intervenção nos ecossistemas e orientando o monitoramento dos impactos decorrentes da ação antrópica sobre o meio biofísico (PEREIRA, 2000), e de acordo com FERRAZ (1994) a partir de estudos fitossociológicos é possível entender as relações de semelhança na fisionomia, na estrutura e na composição florística dos remanescentes de vegetação numa determinada região.

A aplicação de métodos de fitossociologia em uma determinada área, num momento, permite uma avaliação da estrutura da vegetação, fornecendo dados de frequência, densidade e dominância das espécies, favorecendo, portanto o entendimento básico do ambiente e fornecendo subsídios para trabalhos na área de conservação ambiental (RODRIGUES, 1989; MOREIRA, 1996; GADELHA NETO, 2000).

Para Silva Júnior, Barros e Cândido (1987) a condução de estudos fitossociológicos é de fundamental importância para o conhecimento da distribuição das espécies e de seu relacionamento com o ambiente. A partir dessas observações é possível visualizar afinidades entre espécies e/ou grupos de espécies, permitindo compreender as várias fisionomias das formações vegetacionais.

No estado da Paraíba, estudos quantitativos de vegetação de Caatinga foram realizados em 1976 por Hayashi & Numata (1976), na região de Patos e nos trabalhos de Lira (1979) e Gomes (1979), ambos nos Cariris Velhos e mais recentemente estão os de Gadelha Neto (2000) que trata de um Remanescente de Caatinga no município de Sousa e o de Pereira (2000) que se preocupou em dar um enfoque ecológico ao estudo, tratando da antropização de um ecossistema de Caatinga.

3.3 As Bacias Hidrográficas e a Gestão Ambiental

Rocha (1991) afirma que, tecnicamente, é aconselhável começar a recuperar o meio ambiente adotando como unidades básicas às bacias hidrográficas, as quais, subdivididas em sub-bacias e microbacias, esse enfoque tem mostrado grande eficiência em trabalhos de campo, conforme as recomendações dadas pelo Programa Nacional de Microbacias.

Corroborando com esta idéia, Valente (1974) relata que a bacia hidrográfica é uma ótima unidade para estudo e planejamento integrado em recursos naturais renováveis, conceituando-a como uma unidade física bem caracterizada, referindo-se a uma área de terra drenada por um determinado curso de água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de água. Sendo assim, cada microbacia tem seu planejamento de acordo com o tipo de solo e cada propriedade rural, integrante de uma microbacia, deve utilizar seu solo em

perfeito equilíbrio com o planejamento global dessa unidade e de acordo com a aptidão de uso das terras da propriedade.

Para se manter a ambiência equilibrada, Moraes (1997) relata que neste sentido, uma metodologia para o diagnóstico da situação real em que se encontram os recursos naturais renováveis, em um dado espaço geográfico, passa a ser um instrumento necessário em um trabalho de conservação.

Para Barroso (1987) toda ação humana empreendida sobre a vegetação nativa de uma bacia hidrográfica que implique em sua diminuição espacial, é seguida por um conjunto de conseqüências sempre negativas que serão tanto maiores quanto mais numerosos forem os fatores que resultarem em tal diminuição. O comprometimento de um dos componentes do sistema água-solo-planta resulta, invariavelmente, no desequilíbrio de outros fatores, o que será notado com maior ou menor rapidez em função da forma como o homem atua nesse meio em busca de benefícios (expansão agrícola, pecuária e exploração de madeira).

As bacias hidrográficas demandam prioridade para as ações de revegetação e/ou enriquecimento. Essas áreas têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade e na qualidade da água (NAPPO, GOMES e CHAVES, 1999).

Mantendo-se a idéia de Rocha (1991) e Baracuhy (2001), de que as bacias hidrográficas devem ser as unidades básicas de recuperação ambiental, trabalhos de enfoque fitossociológico e ecofisiológico nessas unidades funcionam com diagnósticos, imprescindíveis a estudos que visem a sua sustentabilidade.

3.4. A Sub-bacia do Rio Bodocongó e a Conservação Ambiental

A sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó compõe a bacia do Rio Paraíba, que é a segunda maior bacia hidrográfica do estado da Paraíba. O Rio Bodocongó nasce e tem seu curso nas áreas dos municípios de Puxinanã, Montadas e Pocinhos, chegando a Campina Grande pelo setor norte, vizinho ao distrito de São José da Mata (PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, 1994).

Na sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó, na área periférica de Campina Grande, encontra-se o açude de Bodocongó, que foi inaugurado em 1917 com a finalidade de suprir o abastecimento de água da cidade, a qual passava por mais um período de escassez de chuvas. Em virtude da constatação de altos níveis de salinidade, a sua finalidade precípua não foi lograda (ALMEIDA, 1964).

O açude desde então passou a receber contribuições de esgotos oriundos de matadouros clandestinos instalados na região, águas residuais de lavagens de veículos, dos bairros do Jeremias e Araxá, do hospital da FAP, além do IML do município (CEBALLOS, 1995).

A partir do açude, o rio toma seu curso no sentido sul, atravessando então os municípios de Campina Grande, Queimadas e Caturité chegando a Barra de Santana, onde ocorre o encontro do Bodocongó com o Paraíba. A importância regional dessa sub-bacia tem levado a necessidade do entendimento da sua estrutura, o que fundamenta a análise dos processos relacionados com a conservação e a preservação de sua cobertura vegetal.

Atualmente, com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente observa-se uma gradativa substituição das paisagens naturais por outros usos do solo e a conversão das áreas com cobertura florestal em fragmentos, causando problemas ao meio ambiente e em muitos casos, afetando a disponibilidade e qualidade de recursos naturais importantes à população de uma região (VALENTE e VETTOROZZI, 2002), essa constatação é mais evidente ainda quando se analisa a margem e área proximal a rios.

O Rio Bodocongó como a maioria dos outros cursos d'água, não apresenta mais a sua mata ciliar, o que compromete sobremaneira o equilíbrio da bacia. A recomposição vegetal de matas ciliares decorrentes da interferência humana perpassa pelo emprego de metodologias que visem assegurar a harmonia e dinâmica de sucessão. Programas dessa amplitude garantem a regularização de recursos hídricos, a conservação de espécies vegetais e animais, bem como a manutenção da biodiversidade nas áreas de influência de corpos d'água (CESP, 1992 a).

Para Nappo, Gomes e Chaves (1999) o interesse para os programas de revegetação em áreas degradadas vem aumentando em função da maior consciência ecológica sobre a importância da preservação ambiental e também do avanço das leis que disciplinam a ação humana sobre as florestas de proteção, exigindo que os conhecimentos técnico-científicos

sejam rapidamente repassados aos potenciais implementadores desses programas. Sendo que as matas ciliares degradadas demandam prioridade para as ações de revegetação e/ou enriquecimento. Essas matas têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade de flora e fauna e na preservação da qualidade da água.

As matas ciliares são essenciais em virtude de protegerem o leito dos rios permitindo a manutenção da fauna no ambiente aquático e também a dinâmica do ambiente adjacente ao leito, por existir uma co-dependência entre fauna interna e externa.

Através da interligação dos remanescentes vegetais, busca-se manter e/ou recompor o fluxo gênico das populações envolvidas, reduzindo a endogamia e favorecendo os fenômenos de dispersão de espécies da flora e fauna, possibilitando aporte de nutrientes além de ampliar a oferta de nichos e recursos tróficos às comunidades (CESP, 1992b). Uma ótima solução de recuperação das matas ciliares e da própria bacia passa pelo conhecimento dos fragmentos residuais existentes e nessa interligação proposta.

Compondo o Diagnóstico do Setor Florestal do Estado da Paraíba (1994) encontra-se o Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa lenhosa no estado da Paraíba, realizado por Lins e Medeiros (1994) onde se utilizaram imagens de satélites e segundo a análise e descrição no documento, a região do Rio Bodocongó porção sul, apresenta a vegetação de Caatinga, que de acordo com o mesmo documento caracteriza-se por formações xerófilas lenhosas, em geral espinhosas entremeadas de plantas suculentas, com tapete herbáceo estacional.

Ainda segundo o mesmo estudo, a Caatinga arbórea na região encontra-se restrita nos topos das Serras, onde o clima é menos seco com localização de difícil acesso. Na região da Borborema, a Caatinga arbustiva – arbórea fechada apresenta-se com uma composição florística "simples", como consequência da intervenção antrópica. No Cariri ocorre também a Caatinga arbórea aberta, resultante dos desmatamentos freqüentes.

Sabe-se, no entanto, que a Caatinga presente na porção sul do Rio Bodocongó, restringe-se a alguns poucos fragmentos de vegetação nativa, pois a proximidade com a água, pouco disponível no restante da região, leva a constantes retiradas da cobertura natural e posterior uso da terra úmida para cultivo de produtos agrícolas, havendo, portanto o depauperamento do solo e comprometimento do leito do rio.

3.5. Aspectos da Ecofisiologia de Plantas relacionados com a Conservação Ambiental

A Ecofisiologia vegetal segundo Larcher (2000) é a ciência que trata dos processos e das respostas vitais das plantas em função dos fatores ambientais. Fatores como solo, clima e radiação exercem influência na fisiologia das espécies vegetais, determinando inclusive a sua existência e evolução. Para Nogueira e Silva Jr. (2001) as variáveis ecofisiológicas exercem grande influência, não somente no comportamento vegetativo das plantas, mas, sobretudo, no seu desempenho em relação às características produtivas.

O conhecimento dessas variáveis possibilita o entendimento de como as espécies vegetais conseguem estabelecer-se nos ambientes, exteriorizando fenótipos condicionados pelo seu patrimônio genético, permitindo-lhes a permanência e, portanto a sua evolução nos diversos ambientes, muitas vezes considerados inóspitos e inviáveis a sobrevivência.

Normalmente, na região semi-árida brasileira, a vegetação está condicionada ao déficit hídrico, sendo este déficit relacionado com a seca. Analisando-se o fator seca percebe-se que não é apenas o índice pluviométrico baixo que pode provocar o déficit hídrico, mas sim a associação com outros fatores característicos da região como altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa que provocam uma demanda evaporativa alta e conseqüente dessecação do solo.

As espécies vegetais da Caatinga apresentam diversas adaptações anatomo-morfo-fisiológicas às condições estressantes da seca, sendo o estudo destes parâmetros de vital importância para o entendimento dos ecossistemas do semi-árido.

Em relação aos aspectos ecofisiológicos poucas foram as pesquisas realizadas, destacando-se as de Ferri (1985) que avaliou as relações hídricas de algumas das espécies vegetais constituintes dessa região fitogeográfica; a de Barbosa (1980) que trabalhou especificamente com ecofisiologia de *Anadenhntera macrocarpa* (Benth); a de Campos (1991) que avaliou algumas espécies com relação a variações sazonais do potencial hídrico e Nogueira, Melo Filho e Santos (1998) que fizeram um trabalho semelhante ao de Campos (1991), porém com algumas espécies distintas.

3.5.1 Influência do Solo e do Clima na Vegetação

A vegetação característica da região Nordeste principalmente no setor semi-árido, é a Caatinga, que reflete bem a interação entre o clima e o solo, resultando em diversas fisionomias que são condicionadas por adaptações genéticas as condições locais consideradas inóspitas.

De acordo com Reis (1976) e Andrade - Lima (1981) o clima é um fator de grande importância para a vegetação, e que se constitui na melhor expressão dos elementos climáticos.

Andrade-Lima (1981) já registrava que a Caatinga está circunscrita, aproximadamente, no espaço situado a partir da isoieta de 1.000 mm/ano, ressaltando que a duração e intensidade do período seco e o excedente hídrico são fundamentais na compreensão dos diferentes tipos vegetacionais da Caatinga. Outros fatos climáticos de grande importância são as catástrofes freqüentes, secas e cheias, que segundo Leal, Tabarelli e Silva (2003) tem modelado a vida animal e vegetal particular da Caatinga. Não obstante, são as secas durante anos seqüenciados que caracterizam a região e não a ocorrência local rara, mas ocorrente, de um nível triplo ou duplo de precipitação (NIMER, 1972).

Com relação ao solo, percebe-se sua influencia na formação dessa vegetação, uma vez que caracteristicamente constitui-se por rochas metamorfasadas, às vezes impregnadas por eruptivas graníticas e granodioríticas e por vezes de gnaisses (ANDRADE, 1977; MOREIRA 1977; SANTOS, 1987 apud RODAL, 1992). Os domínios geomorfológicos da Caatinga correspondem aos terrenos da porção cristalina e da bacia sedimentar (SAMPAIO, 1996). Em consequência disso, a distribuição espacial dos solos é complexa, formando um mosaico muito retalhado e com tipos muito diferentes (VELLOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002); eles vão dos solos rasos, argilosos e rochosos (cristalino) até solos profundos e arenosos (sedimentar) (SAMPAIO, 1996). A sobrevivência de qualquer padrão vegetal nessas condições requer uma adaptação exclusiva.

3.5.2 O Potencial Hídrico Vegetal

A água é um fator indispensável às plantas, pois é o meio no qual ocorrem muitos processos bioquímicos essenciais, e o seu fluxo contínuo através do vegetal possibilita então a execução desses processos.

As plantas da Caatinga enfrentam condições adversas de solo, de precipitação pluviométrica refletidas na disponibilidade de água. Para realizar suas atividades metabólicas desenvolvem aptidões a essas adversidades. Um importante fator a ser estudado no desenvolvimento dessas plantas é o potencial hídrico.

A planta absorve água do solo desenvolvendo um potencial hídrico mais negativo do que o potencial da água do solo, o que faz com que a água “migre” para o seu corpo. A negatividade do potencial hídrico está relacionada aos componentes desses potenciais, ele será mais negativo quanto maior for a força de adsorção da molécula de água ao componente que a está retendo, portanto menor será a capacidade dessa molécula de se distanciar e executar uma outra tarefa, assim o potencial será menor, ou seja, mais negativo. O gradiente de potencial hídrico no *continuum* solo-planta-atmosfera é a força motora para o transporte de água através do xilema (Larcher, 2000). O conhecimento do potencial de água na planta é um indicativo das condições de água no solo e uma importante variável para o entendimento das relações hídricas vegetais.

Stayler (1967) observa que uma maneira conveniente de expressar a quantidade de água nos tecidos vegetais é através da medida do “status” de energia de água ou seu potencial total da água. Esse estado energético da água na planta resulta segundo Kramer (1969) apud Nogueira, Melo-Filho e Santos (1998), da interação da demanda evaporativa atmosférica, com o potencial da água no solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos.

O potencial hídrico reflete então, o estado fisiológico dos vegetais, sua estabilidade ou completa eficiência no uso da água e níveis menos negativos de potencial hídrico refletem disponibilidade de água no solo ou adaptações bem sucedidas às condições estressantes. Assim, conhecendo-se as variações no potencial hídrico de algumas das

espécies vegetais que compõem a Caatinga, pode-se analisar as possíveis adaptações relacionadas a esse fator e avaliar a sua influência em outros fatores fisiológicos.

3.5.3 Eficiência Quântica Fotossintética

Através da fotossíntese, processo realizado pelos vegetais e outros seres vivos, a energia radiante é absorvida e transformada em energia de ligação química. Esse fenômeno inclui *processos fotoquímicos*, dirigidos pela luz, *processos enzimáticos* não dependentes da radiação e os *processos de difusão*, que incluem as trocas de dióxido de carbono e oxigênio entre os cloroplastos e a atmosfera. Graças ao trabalho fotossintético, as comunidades fotossintetizantes constituem uma fonte imensuravelmente grande, constante e renovável de biomassa e, portanto, de bioenergia (LARCHER, 2000).

Os organismos fotossintetizantes têm vários mecanismos reguladores das suas funções, um deles é a capacidade de controlar uma eficiente captura da energia luminosa, limitando a quantidade de energia absorvível e outra é providenciando proteção ao aparato fotossintético caso haja um excesso de irradiância (PURSIHEIMO et al, 2003).

As plantas condicionadas a insuficiência de água, como o caso das espécies da Caatinga, apresentam na sua maioria o metabolismo fotossintético especializado; estes mecanismos acessórios estão relacionados a uma perda de água menor por estas espécies durante a fotossíntese, o que facilita a sua sobrevivência em locais com baixos níveis de umidade no solo (FERRI, 1985).

A taxa fotossintética é uma importante variável para o entendimento da fisiologia das plantas. A fotossíntese é dependente dos pigmentos fotossintéticos (clorofilas a e b e carotenóides). As moléculas de clorofila absorvem a energia luminosa e alteram temporariamente as suas condições eletrônicas, ou seja, passam para o estado excitado (nível mais alto de energia) que é muito instável e de vida curta, assim sendo, estes pigmentos fotossintéticos, após receberem os fótons, liberam a energia luminosa por meio de três vias de dissipação do estado excitado: via Fotoquímica (Ph), produção de calor (D) e fluorescência (F). A fluorescência, em temperatura ambiente, é uma luz emitida e exibe um

ponto máximo de emissão na faixa de 682 nm e outro ponto menos pronunciado em 740nm (CAMPOSTRINI, [199-]).

A emissão de fluorescência acontece quando o excesso de energia luminosa absorvida pela clorofila a é dissipada, sendo reemitida como luz. Quando se ilumina um amostra pré-escurecida, após um nível de fluorescência mínimo (F_0) ocorre um rápido aumento da fluorescência para um valor máximo (F_m). A fluorescência variável (F_v), é calculada pela subtração F_0 de F_m (ARAÚJO et al, 2004). A razão F_v / F_m é a mais importante variável obtida pela técnica da fluorescência e está diretamente relacionada à eficiência fotoquímica do fotossistema II (PSII). Valores de $0,800 \pm 0,050$ correspondem à máxima eficiência no uso de energia no processo fotoquímico e valores inferiores indicam redução na eficiência fotossintética ocasionado por algum fator (BJÖRKMAN e DEMMIG, 1987; BOLHÀR-NORDENKAMPF et al., 1989; MOHAMMED et al., 1995; TORRES NETTO et al., 2002).

O rendimento da fluorescência da clorofila revela o nível de excitação da energia no sistema de pigmentos que dirige a fotossíntese. Esse nível depende do balanço entre irradiância e a soma da taxa de transporte de elétrons fotossintético e dissipação térmica. Isso pode ser medido, como *quenching* qP (fotoquímico) e qN (não-fotoquímico), respectivamente, qN é induzido em resposta para o acesso à saturação de luz e indica a operação da regulação fotoprotetiva. Usando a técnica de fluorescência da clorofila, é também possível estimar ambos – a eficiência fotossintética atual da folha, sob alguma condição em algum tempo (Φ_{PS2}) e também o potencial máximo da eficiência quântica (F_v/F_m). O parâmetro Φ_{PS2} indica a efetividade da utilização da luz pela folha e revela a extensão de outras limitações para fotossíntese (além de luz) e a presença da adaptação ou aclimatação. O parâmetro F_v/F_m tem sido mostrado como um indicador confiável de estresse (DURAES, 2000).

A variável F_0 representa a emissão de fluorescência a partir do complexo antena até o centro de reação do fotossistema II. Nesse estado todos os centros de reação são oxidados. A variável F_m é emitida quando o “complexo” plastoquinona está reduzido e, portanto não apto para aceitar os elétrons vindos do centro de reação que recebeu a energia. Nessa condição, toda a energia recebida será dissipada na forma de fluorescência (KRAUSE e WEISS, 1984; GOVINDJEE, 1995).

Vários trabalhos denunciam uma correlação positiva linear entre Fv/Fm (Eficiência Quântica) e o rendimento do PSII em uma grande quantidade de plantas estressadas. Keck e Boyer (1974) e Ogren e Oquist (1985), observaram uma diminuição na razão Fv/Fm indicando danos no aparato em plantas sujeitas a seca.

Para entender essa relação é necessário compreender que em cloroplastos funcionais mantidos sob fraca iluminação, a produtividade quântica (rendimento fotossintético por fluxo de fótons absorvidos) da fotoquímica é de aproximadamente 0,95, a produtividade quântica da fluorescência é de 0,05 ou menor e as produtividades quânticas para outros processos são insignificantes. Portanto a maioria das moléculas de clorofila excitadas direciona-se para a fotoquímica (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A razão Fv/Fm (eficiência quântica) revela a medida da fração de fótons absorvidos que entram na fotoquímica e não a medida de quantidade de energia de fótons absorvidos que é armazenada como produtos químicos que é a eficiência da conversão de luz em energia química ou *eficiência energética*. Enquanto a primeira pode atingir 100% a segunda atinge cerca de 27%, não havendo conflito nesses dados, pois os números indicam que quase todos os fótons absorvidos entram na fotoquímica, porém apenas ¼ da energia em cada fóton é armazenada, o restante é convertido em calor (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Se existirem danos no fotossistema II os valores de Fv/Fm serão alterados (diminuídos) denunciando uma fluorescência maior. Um fator que pode alterar essa emissão de fluorescência é o comprometimento do fotossistema em decorrência de alterações decorridas do estresse hídrico (ARAÚJO et al, 2004).

O fotossistema II é responsável pela absorção dos comprimentos de onda na faixa dos 680nm e o fotossistema I na faixa acima dos 680nm, como a produtividade quântica cai significativamente nessa faixa acima se conclui que esse último é menos eficiente na conversão dos fótons absorvidos para o processo fotossintético, daí levar-se em conta na eficiência quântica do processo, a atuação do fotossistema II. Outro fator determinante é o excesso de fotossistema II nos cloroplastos, mais comumente, a razão de PSII para PSI, está ao redor de 1,5:1 (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A determinação da fluorescência da clorofila pode ser usada para revelar informações sobre os estádios de desenvolvimento de plantas (BACARIN e MOSQUIN, 2002), para comparar genótipos (PORTES e MAGALHÃES, 1993; CAMPOSTRINI e

MAESTRI, 1998) e é usada, também, para investigar danos causados no aparato fotossintético por diversas causas de estresses (SMILLE e NOT, 1982; SRAND e OQUIST 1988; HAVAUX et al. 1988; EL-SHEEKH 1993; FUKUSHIMA et al, 2001; NETONDO, ONYANGO e BECK, 2004). Essa variável é uma importante informação da eficiência fotoquímica do processo fotossintético (TORRES NETTO et al., 2002).

Em folhas verdes, a luz fotossinteticamente ativa é absorvida pelos pigmentos acessórios do aparato coletor de luz (*LHCPs – light-harvesting chlorophyll a/b proteins*) e migra para os centros de reação do fotossistema II e fotossistema I, onde a ocorre a conversão do *quantum* fotossintético. Sob condições ótimas para fotossíntese, uma grande parte da energia luminosa absorvida é usada pela fotoquímica (trabalho fotoquímico) na fotossíntese (Processos de excitação: $E_{\text{absorvida}} = E_{\text{fotoquímica}} + E_{\text{calor}} + E_{\text{fluorescência}}$).

Dessa forma as aferições da fluorescência contribuem para o entendimento do processo fotoquímico da fotossíntese, sendo essa ferramenta amplamente utilizada para avaliar o desempenho fotossintético e o estado fisiológico geral das plantas (PEREIRA, 2001; ARAÚJO et al, 2004).

4.0 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A porção sul da sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó (Figuras 1, 2 e 3) abrange os municípios de Campina Grande (7° 13' 51" S, 35° 52' 51" W), Queimadas (7° 21' 28" S, 35° 53' 52" W) que estão inseridos na meso região do Agreste Paraibano e micro região denominada Campina Grande (IBGE, 1987) e Caturité (7° 25' 12" S, 36° 1' 37" W) e Barra de Santana (7° 31' 12" S, 35° 59' 59" W) ambos na meso região da Borborema e Micro região do Cariri Oriental . A pluviosidade anual varia em torno de 450 mm, com as chuvas se concentrando entre os meses de março e julho, sendo bastante incomuns nos outros meses do ano. A média anual da umidade relativa do ar está em torno de 50 %. Apresenta alto índice de radiação com temperatura média girando em torno de 25° C, o que causa uma grande perda de água dos açudes e da água do solo por evaporação e das plantas por evapotranspiração (BARACUHY, 2001).



Figura 1. Localização da sub-bacia do Rio Bodocongó

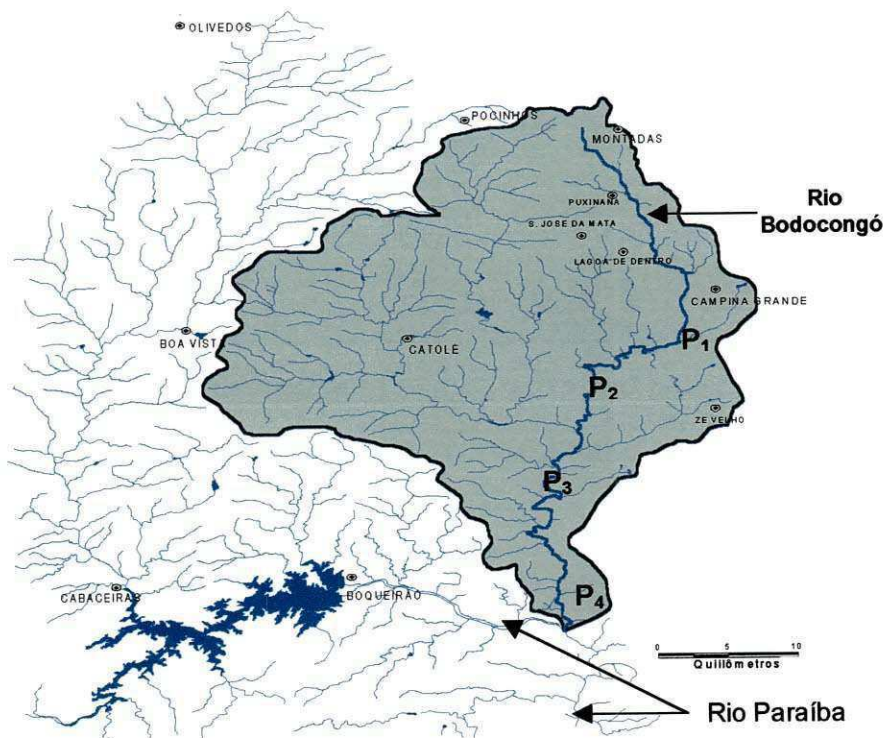


Figura 2. Sub-bacia do Rio Bodocongó (em cinza), com destaque para os remanescentes estudados. Adaptado de: SEMARH/LMRS/SOARES (2002).

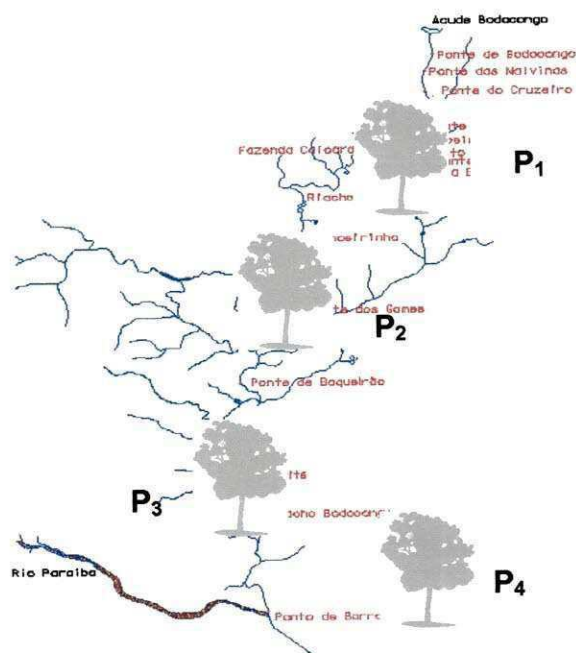


Figura 3. Detalhe do Rio Bodocongó com destaque para os remanescentes estudados (em cinza). Adaptado de: SEMARH/LMRS/SOARES (2002).

Na área de estudo o relevo varia de plano suave a ondulado. Na região os solos caracterizam-se por apresentarem-se rasos, pedregosos e quase sempre descobertos. Muita da vegetação nativa já foi devastada e em alguns pontos os processos erosivos são evidentes. A ocupação da área deu-se de forma desordenada e hoje existem apenas fragmentos residuais de vegetação. Neste trabalho foram estudados quatro fragmentos (um em cada município), onde se realizou a coleta de dados fitossociológicos e obtidos os materiais para as análises fisiológicas.

A área de estudo encontra-se inserida pelo PROBIO/2000 na lista de áreas prioritárias para conservação e estudos adicionais sob o número 21 (Figura 4) em nível altíssimo de degradação, restando apenas pequenas ilhas esparsas de vegetação nativa, onde se verificam os aspectos de xerofitismo, onde as espécies vegetais são adaptadas a longos períodos de estresse hídrico, resistindo graças às reservas de substâncias nutritivas e hídricas das raízes/caules e folhas decorrentes do seu metabolismo especializado. Os grupos taxonômicos típicos da ecorregião são da família das Mimosaceae, Cactaceae, Bromeliaceae e Caesalpiniaceae (VELOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002).

O Rio Bodocongó apresenta-se com fluxo intermitente, com água em abundância no período chuvoso e seco nos períodos de estiagem longos. São perceptíveis ao longo do leito do rio, escavações e também pequenos poços na estação de escassez de água.

Os fragmentos (Figuras 5 a 8) analisados neste estudo encontram-se nos municípios de Campina Grande, na Fazenda Caiçara-P₁ (7° 17'54,0"S, 35°58'35,8"W) de propriedade do Sr. Ivandro Cunha Lima, Caturité, na Fazenda Bodopitá-P₂ (7° 22'27,8"S, 35°59'52,2"W), do Sr. Paulo Ernesto do Rego, Queimadas, a Serra de Bodocongó-P₃ (7°22'25,9"S, 35°59'32"W) em terras do Sr Mário Araújo e finalmente a Faz. Pocinho-P₄ (7°30'09,2"S e 35°57'39,9"W), do Sr. Alberes Trovão de Melo. Para a escolha fragmentos analisados foi realizado um estudo prévio seguindo-se o curso do Rio Bodocongó, onde se buscou localizar resquícios de vegetação representativos, levando-se em consideração uma área que suportasse um mínimo de 10 parcelas de 50 x 4 m. Necessário relatar que os resquícios de vegetação são bastante raros, o que reafirma a real situação de urgência de conservação dos recursos naturais da área.

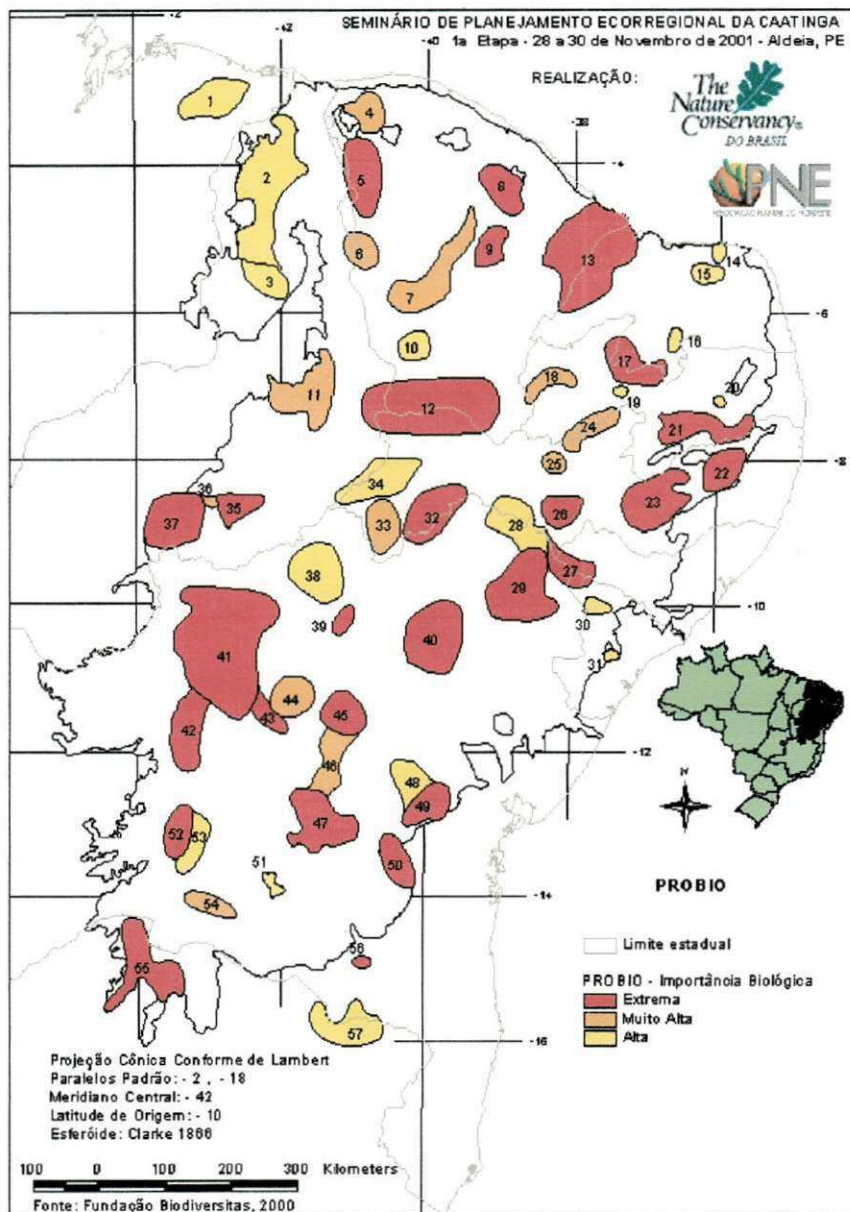


Figura 4. Áreas prioritárias definidas pelo PROBIO 2000 para conservação e estudos adicionais. Fonte: Ecorregiões propostas para a Caatinga (VELOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002).



Figura 5. Vista Parcial da vegetação na Fazenda Caiçara (P₁).



Figura 6. Vista parcial da vegetação na Fazenda Bodopitá (P₂).



Figura 7. Vista Parcial da Vegetação da Serra de Bodocongó (P₃).



Figura 8. Vista Parcial da vegetação da Fazenda Pocinho (P₄).

4.2 Análise Fitossociológica dos Remanescentes de Vegetação na Sub-bacia do Rio Bodocongó

Para análise da estrutura fitossociológica foi utilizado o método das parcelas preconizado por Braun-Blanquet (MARTINS, 1989) que tem sido empregado em estudos fitossociológicos de florestas brasileiras. Neste estudo utilizaram-se 10 parcelas por área (fragmento), estas parcelas tinham 50 x 4 m (por se adaptar as situações específicas da Caatinga como heterogeneidade florística e densidade). As parcelas foram escolhidas aleatoriamente, de forma a abranger todo o fragmento, excluindo-se as bordas e distanciando uma da outra em torno de 30m.

4.2.1 Procedimentos no Campo

Durante o período de agosto de 2003 e dezembro de 2003 foram feitas excursões semanais aos pontos/fragmentos de estudo para os trabalhos fitossociológicos. Foram adotados, como critérios de inclusão, o diâmetro do caule ao nível do solo $\geq 3\text{cm}$ e a altura $\geq 1\text{m}$. Em cada ponto/área, as parcelas foram marcadas através de uma linha de 50m com 2m para ambos os lados, totalizando parcelas de 50m x 4 m. Nestas parcelas foram considerados todos os indivíduos das espécies encontrados que obedeciam ao critério de inclusão.

Para cada indivíduo assim amostrado, mediu-se o seu diâmetro ao nível do solo (DNS), e estimou-se a altura máxima. Para as medidas de DNS, utilizaram-se paquímetros plásticos e fita métrica com leitura direta, para diâmetro e perímetro, enquanto as estimativas de altura foram feitas por comparação com as varas de comprimento conhecido (2 e 3 m). De todas as espécies amostradas foram retirados ramos férteis para a identificação taxonômica.

O material botânico recém-coletado foi etiquetado e, ainda no campo, acondicionado em folhas de jornal e prensado. Para algumas espécies teve-se que aguardar o período de floração. Foram observadas características que auxiliaram na sua

determinação, como tipo e cor da casca, cheiro, presença de acúleos, ocorrência e cor de látex ou exsudato, etc. Estas observações, bem como todas as medidas anteriormente citadas, foram registradas em planilhas desenvolvidas para o estudo.

Neste estudo analisou-se a similaridade florística entre as 40 parcelas, considerado-se o levantamento da vegetação dos quatro fragmentos vegetacionais da sub-bacia e também entre as parcelas de cada fragmento individualmente.

4.2.2 Composição Florística e Parâmetros Fitossociológicos

O material botânico coletado foi separado por família e posteriormente em morfoespécies. Para a identificação taxonômica, utilizou-se a bibliografia disponível e a comparação com o material depositado no Herbário Lauro Pires Xavier na Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB. Adotando-se o sistema de classificação de Cronquist (1988). Ao menos uma exsicata de cada espécie amostrada, mesmo estéril, foi incluída no acervo do herbário. Os nomes populares foram obtidos a partir das informações do auxiliar de campo, conhecedor das espécies em questão e das áreas de estudo.

Para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos, utilizou-se o conjunto de programas para análises fitossociológicas FITOPAC (SHEPHERD, 1995).

4.2.3 Análise dos Dados

Inicialmente elaborou-se uma lista de espécies por gêneros e famílias, que foram utilizadas no software FITOPAC para obtenção de dados como diâmetros máximo e mínimo, alturas máxima e mínima de indivíduos por parcela, nº de espécies, gêneros e famílias, do Índice de Shannon - Wiener (H) e equabilidade (J), além do índice de Simpson (D).

O Índice de Shannon - Wiener (H), equabilidade (J), e índice de Simpson (D), são calculados de acordo com as fórmulas (PEET, 1974):

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln(p_i))$$

$$J = H' / \ln(S)$$

$$D = - \sum_{i=1}^S (nt / N)$$

Onde:

S - total de populações amostradas

pi - nt/N

nt - número de indivíduos do táxon

N - número total de indivíduos da amostra

O índice de Shannon - Wiener (H') e equabilidade (J) revelam quando altos uma maior diversidade de espécies. O índice de Simpson torna-se maior quanto maior for o número de indivíduos de uma mesma espécie, isto quer dizer que quanto maior este índice menor a diversidade. Ele mostra a forma em que os indivíduos estão concentrados nas fitocenoses.

Além do cálculo destes parâmetros comuns, o software gerou uma matriz *parcelas x espécie* com os dados fornecidos sobre todos os indivíduos com suas respectivas medidas para cada unidade de amostragem (parcela), exatamente o que foi preciso para calcular outros parâmetros fitossociológicos para o levantamento.

As matrizes foram comparadas pelo programa que tem, algumas facilidades para compara-las e converter entre diferentes formatos de arquivo.

Foi também realizada análise de agrupamentos a partir de uma matriz de coeficiente de similaridade que permitiu utilizar o agrupamento hierárquico, usando a média de grupo produzindo dendrogramas dos agrupamentos obtidos em cada fragmento e em toda área de estudo. A análise de agrupamentos permite reunir, de acordo com um sistema de classificação, espécies, parcelas, indivíduos, etc, em vários grupos, de forma que exista uma homogeneidade interna de acordo com a similaridade, e heterogeneidade entre os grupos (SNEATH e SOKAL, 1973). Neste trabalho foi analisada a similaridade florística das 40 parcelas, quando foi considerado o levantamento da vegetação dos quatro fragmentos vegetacionais da sub-bacia.

Além dos parâmetros calculados pelo software FITOPAC, foram calculados também os índices de riqueza de táxons (RT), para espécies e famílias, através da fórmula de WHITTAKER (1975), e similaridade entre os fragmentos a partir do índice de Sørensen (S), através da fórmula apresentada por Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974):

$$RT = T/\ln(N)$$

Onde:

T – número de táxons amostrados

N – Número total de indivíduos amostrados

e

$$S = 2C / (A+B) \times 100$$

Onde:

A – Número de espécies encontradas na área A

B – Número de espécies encontradas na área B

C – Número de espécies comuns às áreas A e B.

4.3 Análise dos Parâmetros Ecofisiológicos de Espécies Vegetais da Sub-bacia do Rio Bodocongó.

Para análise dos aspectos ecofisiológicos foram escolhidas dez espécies *Myracrodruon urundeuva* Allem, *Schinopsis brasiliensis* Engl, *Amburana cearensis* (Allem) A. C. Smith, *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan., *Pseudobombax sp.*, *Commiphora leptophloeos* (Mart) J. B., *Ziziphus joazeiro* Mart., *Bumelia obtusifolia* Mart., *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul e *Maytenus rigida* Mart., sendo 03 (três) indivíduos de cada espécie, para avaliação do potencial hídrico e para as medições de fluorescência. A escolha das espécies foi feita considerando a composição florística dos fragmentos analisados, espécies características de estágios tardios e critérios de adaptação às análises realizadas, ou seja, a existência de órgãos nos dois períodos de coletas de dados (estiagem e chuvoso) que permitissem as aferições necessárias (em virtude das variações climáticas muitas das espécies característica da vegetação em estudo apresentam caducifolia, o que descarta a medição da fluorescência, que foi uma das variáveis aqui avaliadas). Um outro fator foi à inexistência na literatura analisada dos dados aqui levantados para as espécies.

4.3.1 Caracterização climática

Durante o período de junho de 2003 a junho de 2004 foram obtidos os valores da precipitação pluvial nos quatro pontos de observação, bem como as divisões de estações e temperaturas e umidade relativa do ar médias mensais através dos dados do Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos do estado da Paraíba.

4.3.2 Caracterização do solo

Para a caracterização do solo, foram retiradas amostras, correspondentes aos horizontes A e B incipiente (0-20 cm), dos quatro fragmentos analisados. Foi utilizado o trado holandês, sendo removida a camada de serrapilheira (horizonte 0) antes de cada amostragem. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba no Centro de Ciências Agrárias Campus III- Areia – PB, onde se utilizou a metodologia adotada por esta instituição.

4.3.3 Aspectos Ecofisiológicos das Plantas

4.3.3.1 Potencial Hídrico

A avaliação do potencial hídrico das espécies vegetais neste estudo foi realizada em duas etapas, a primeira no período de estiagem (1- novembro de 2003) e a segunda no período chuvoso (2- janeiro/fevereiro 2004), para melhor caracterizá-las em situação de abundância e escassez de água. Foi utilizada a câmara (Figura 9) de pressão de Scholander (Soil Moisture Equipment Corp USA), para obter as medidas (Ψ_h), marcou-se três indivíduos por espécie, dos quais foram coletadas três ramos caulinares de mesmo diâmetro, no mesmo horário (10:00 h) para as medidas de Ψ_h . Os ramos foram introduzidos no dispositivo da tampa da câmara de pressão e foram submetidos ao gás hidrogênio que expulsou a água dos vasos, ao primeiro sinal de saída da água, fechou-se a válvula e fez-se a leitura do potencial hídrico. Os dados demonstram se os valores de Ψ_h são similares nas

diferentes estações, de acordo com metodologia descrita em Scholander et al. (1965); Tyree e Richter (1982). Foram realizadas análises estatísticas, através do programa ESTAT (v.2) da UNICAMP.



Figura 9. Câmara de pressão de Scholander.

4.3.3.2 Eficiência Fotossintética

Para avaliação da eficiência fotossintética adotou-se a metodologia contida em Durães et al., (2000), sendo escolhidas três folhas do extrato mediano dos indivíduos (três por espécie), que estavam totalmente expostas à intensidade luminosa, livres do sombreamento. Em uma folha por planta colocou-se um *leaf clip* que manteve uma parte da área foliar coberta, livre da intensidade luminosa, ou seja, no escuro, após um período de cerca de 90 minutos (efeito Kautsky) realizaram-se as medições da emissão de fluorescência através de um detector de fluorescência do tipo: PEA (Plant Efficiency Analyser)/Hansatech Instruments Co.(Figura 10), quando era determinado F_0 (fluorescência mínima ou inicial), F_v (incremento da fluorescência a partir de F_0 até F_m), F_m (fluorescência máxima) e a relação F_v/F_m que permite a determinação do rendimento quântico da fase fotoquímica da fotossíntese. Após esta fase, os dados foram analisados

estatisticamente. Estas leituras foram realizadas em dois períodos, estiagem (1- novembro de 2003) e chuvoso (2- janeiro/fevereiro de 2004).



Figura 10. Utilização do equipamento PEA/Hansatech Instruments Co.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Suficiência Amostral

A curva do coletor (PIELOU, 1975) foi construída para avaliar a suficiência amostral do estudo. Observa-se na Figura 11, que a curva que representa a área total de estudo, comportou-se como esperado, pois houve uma forte tendência ascendente no número de indivíduos por área no início das parcelas e depois uma estabilização formando um platô, a partir daí, mesmo com um aumento substancial na área amostral, o incremento de novas espécies foi baixo. Para Mueller – Dumbois e Ellenberg (1974) e Castro (1987) apud Rodal, Sampaio e Figueiredo (1992) a área que contenha entre 85 a 90% do número total de espécies já é representativa.

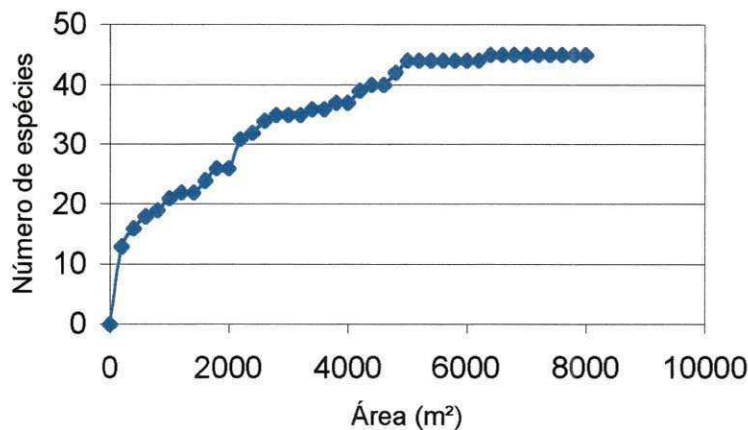


Figura 11. Curva do coletor demonstrando a suficiência de amostragem na área estudada.

Kershaw (1975) apud Flores (1993) relata que o problema da suficiência amostral está intrinsecamente ligado à homogeneidade da vegetação, de forma que se a amostragem representar sítios não homogêneos ou áreas de transição entre sítios diferentes, a curva que representa esta suficiência apresentaria uma tendência indefinida de acréscimo do número de espécies. Diante de tal argumentação torna-se interessante que nesta análise em particular, onde houve 04 fragmentos vegetacionais distintos, mesmo estando

constituindo a mesma sub-bacia, a curva tenha obedecido ao padrão esperado, sendo assim percebe-se que na área em estudo existe uma similaridade ou homogeneidade na vegetação.

Quando se analisa individualmente cada curva do coletor dos quatro fragmentos estudados representados na figura 12, vê-se que existem semelhanças entre o comportamento das áreas Bodopitá (P₂) e Serra de bodocongó (P₃), que mostram uma propensão à estabilidade mais pronunciada do que nas outras duas áreas, porém as outras duas também demonstram a suficiência do número de parcelas para representar a amostra.

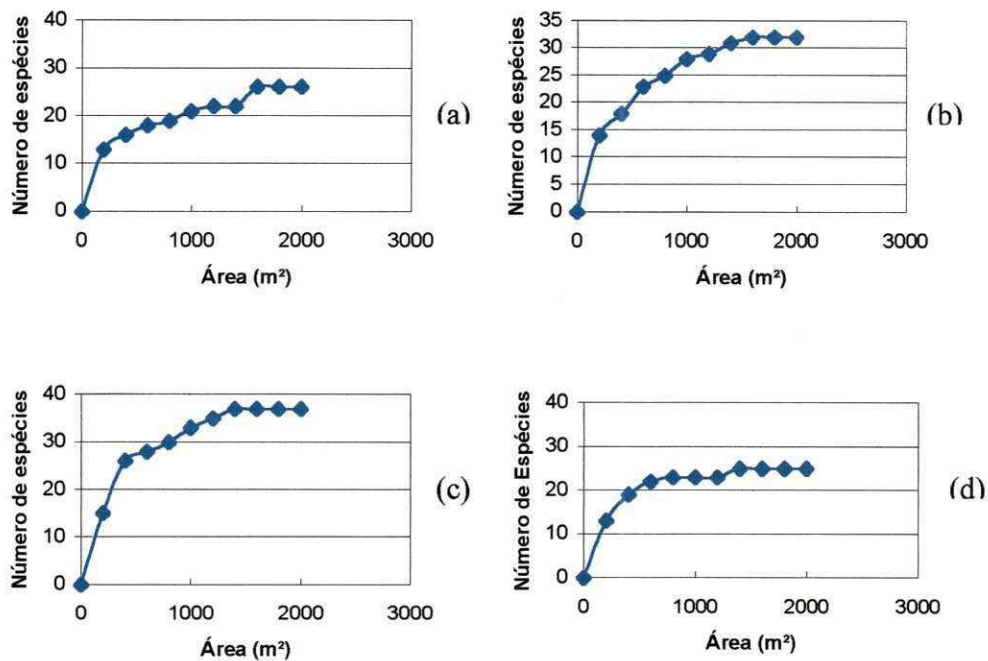


Figura 12. Curvas do coletor dos 4 pontos/fragmentos analisados. (a) Fazenda Caiçara- P₁; (b) Fazenda Bodopitá -P₂; (c) Serra de Bodocongó - P₃ e (d) Fazenda Pocinho - P₄.

5.2 Parâmetros Fitossociológicos

No levantamento fitossociológico das 04 áreas remanescentes de vegetação na porção sul da sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó localizadas nas Fazendas Caiçara- P₁ (Campina Grande), Bodopitá -P₂ (Caturité), Serra de Bodocongó- P₃ (Queimadas) e Pocinho- P₄ (Barra de Santana), estado da Paraíba foram amostrados 2331 indivíduos, pertencentes a 22 famílias e 45 espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Listagem de espécies vegetais inventariadas nas quatro áreas de estudo localizadas na sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó – Pb.

Família	Espécie	Fragmentos (Nº de Indivíduos)				Área total (Nº de Indivíduos)
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.	11	13	39	30	93
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	4	26	0	5	35
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda,	5	2	5	5	17
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	71	100	16	65	252
	<i>Allamanda puberula</i> A. DC.	0	0	1	0	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> Mart. ex DC,	0	4	9	0	13
Bombacaceae	<i>Ceiba glaziovii</i> K. Schum.	1	0	7	0	8
	<i>Pseudobombax</i> sp.	3	10	6	3	22
Borraginaceae	<i>Cordia allidiora</i> Cham.	0	0	2	0	2
	<i>C. salzmanni</i> DC.	0	1	2	3	6
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeoes</i> (Mart.)	10	11	11	9	41

Continua

Cont. Tabela 1. Listagem de espécies vegetais inventariadas nas quatro áreas de estudo localizadas na sub-bacia hidrográfica...

Família	Espécie	Fragmentos (Nº de Indivíduos)				Área total (Nº de Indivíduos)
Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	5	0	1	01	7
	<i>Opuntia palmadors</i> Britton & Rose,	0	34	10	38	82
	<i>Pilosocereus glauscences</i> (Labour.)	15	3	12	11	41
	<i>P. gounellei</i> (A. Weber ex K. Schum.)	0	0	0	4	4
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> D. Dietr.	6	96	68	40	210
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	0	1	5	5	11
	<i>C. pyramidalis</i> Tul.	39	118	10	73	240
	<i>Senna spectabilis</i> (DC.)	0	0	2	0	2
Capparaceae	<i>Capparis cynophallophora</i> L.	4	8	7	2	21
	<i>C. jacobinae</i> Moric. Ex Eichl.	0	0	11	0	11
Celastraceae	<i>Maytenus rigida</i> Mart.	0	7	0	0	7
Euphorbiaceae	<i>Croton nepetaefolius</i> Baill.	4	0	0	0	4
	<i>C. sonderianus</i> Muell. Arg.	195	60	76	58	388
	<i>Jatropha pohliana</i> Muel. Arg.	78	36	6	40	160
	<i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg.	9	24	72	32	137
	<i>Sapium</i> sp.	7	5	18	7	37

Continua

Cont. Tabela 1. Listagem de espécies vegetais inventariadas nas quatro áreas de estudo localizadas na sub-bacia hidrográfica...

Família	Espécie	Fragmentos (Nº de Indivíduos)				Área total (Nº de Indivíduos)
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum paufferense</i> T. Plowman	0	7	1	0	8
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. Allem.) A. C. Smith,	1	4	9	0	14
	<i>Erythrina velutina</i> Jacq.	3	0	1	0	4
Mimosaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.	4	0	0	0	4
	<i>Mimosa</i> sp.	5	11	61	54	131
	<i>Piptadenia stipulaceae</i> Ducke.	32	19	47	32	130
	<i>P. viridiflora</i> Benth.	0	2	0	0	2
	<i>Anadenanthera columbrina</i> Brenan.	2	0	4	10	16
Nyctaginaceae	<i>Pisonia</i> sp.	6	2	11	20	39
Palmae	<i>Syagrus oleraceae</i> Becc.	0	0	2	0	2
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i> sp.	0	0	6	0	6
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	0	3	1	1	5

Continua

Cont. Tabela 1. Listagem de espécies vegetais inventariadas nas quatro áreas de estudo localizadas na sub-bacia hidrográfica...

Família	Espécie	Fragmentos (Nº de Indivíduos)				Área total (Nº de Indivíduos)
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	9	12	51	15	87
	<i>Talisia esculenta</i> Radlk.	0	0	4	0	4
	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.	1	1	5	0	7
Sapotaceae	<i>Bumelia obtusifolia</i> Roem. & Schult.	0	7	3	0	10
Desconhecida 1	Desconhecida 1	1	8	0	0	9
Desconhecida 2	Desconhecida 2	0	1	0	0	1

P₁ Caiçara – P₂ Bodopitá - P₃ Serra de Bodocongó – P₄ Pocinho

Os resultados obtidos no que tange ao número de espécies por família (Figura 12) revelaram que as famílias Mimosaceae (5) e Euphorbiaceae (5) seguidas de Caesalpiniaceae (4), Cactaceae (4) e Anacardiaceae (3) foram aquelas que apresentaram o maior número de espécies, fato semelhante quando se compara com outros trabalhos de cunho fitossociológico feitos em áreas de Caatinga (Alcoforado Filho, 1993; Emperaire, 1991; Ferraz, 1994; Pereira, 2000), tornando-se evidência dessa fitofisionomia (Figura 13).

Quando se analisa as famílias com relação ao número de indivíduos percebe-se que mais uma vez se destacam as famílias Euphorbiaceae (31,14%), Caesalpiniaceae (19,86%), e Mimosaceae (12,14%). Já as espécies da família Cactaceae (5,74%) apresentaram número de indivíduos muito menor que as da Apocynaceae (10,85%). Mesmo assim estes números apresentam-se bem representativos da fisionomia vegetal da Caatinga semi-árida.

Estudos como UFCE (1982), SUDENE (1979), e Lyra (1982) e Sousa (1983) realizados em Caatinga evidenciam uma concentração de espécies por gênero muito baixa, normalmente os gêneros só se apresentam com uma espécie. Neste caso em particular, 81,08% dos gêneros apresentaram-se com uma única espécie, o que aponta uma concordância com os dados da referida literatura.

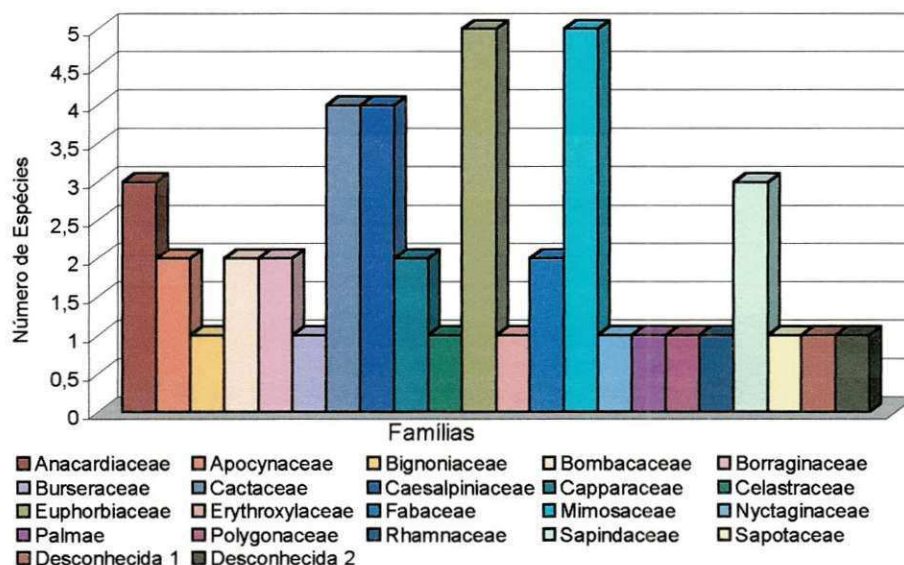


Figura 13 . Distribuição do número de espécies por famílias na sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó.

Nas Figuras 14, 15, 16 e 17 encontram-se representadas as famílias por número de espécies em cada um dos fragmentos. Pode-se verificar através da análise das mesmas que não há um distanciamento do quadro verificado no ambiente geral de estudo que é a sub-bacia do Rio Bodocongó, as famílias que se sobressaem são mesmo Euphorbiaceae, Mimosaceae, Anacardiaceae, Cactaceae e Caesalpinaceae, não na mesma ordem de classificação variando de um ponto/fragmento para outro, porém sempre aparecendo nas primeiras colocações como em outros trabalhos de análise de Caatinga citando-se aqui Pereira et al. (2002), Alcoforado-Filho, Sampaio e Rodal (2003), Lemos e Rodal (2002).

Conquanto é necessário o registro de que a avaliação das figuras permite inferir que nos pontos P_2 e P_3 , existe uma predominância eqüitativa em relação ao número de indivíduos de outras famílias e também a presença de um maior número de famílias da sub-bacia do Bodocongó. No ponto P_1 , estiveram ausentes as famílias Bignoniaceae, Borraginaceae, Celastraceae, Palmae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Sapotaceae e Desconhecida 2, já no ponto P_4 não foram presentes as famílias Bignoniaceae, Celastraceae, Eythroxylaceae, Fabaceae, Palmae, Polygonaceae, Sapotaceae, Desconhecida 1 e Desconhecida 2.

Para Rodal (1992) o número de espécies nos levantamentos realizados em áreas de Caatinga deve ser resposta de um conjunto de fatores, como situação topográfica, tipo, profundidade e permeabilidade do solo e do índice pluviométrico. Analisando-se os quatro fragmentos estudados (P_1), (P_2), (P_3) e (P_4), verifica-se um baixo número de espécies por família, quando se compara com trabalhos realizados em floresta estacional (LOPES et al, 2002), floresta atlântica (FLORES, 1993), floresta amazônica (UHL et al, 1981), e em outras formações vegetacionais. Para os padrões de Caatinga sujeitas as condições climáticas, edáficas bem peculiares e sujeitas a antropização, verifica-se que a mesma apresentou-se bem representada em número de espécies por famílias nos quatro fragmentos que compõem a amostragem da porção sul da sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó.

Segundo Gentry (1988) e Clinebell et al (1995) existe uma relação direta da diversidade vegetal em florestas tropicais com os gradientes principais, latitudinal, precipitação, altitudinal e intercontinental.

Um outro fator considerável é lembrado por Schluter e Ricklefs (1993), quando dizem que os padrões de riqueza de espécies podem ser consequência de diversos processos históricos e ecológicos que atuam ou atuaram em diferentes escalas de espaço e tempo. Considerando este aspecto, a Caatinga brasileira sofreu bastante com a agropecuária extrativa, grandes áreas cobertas com vegetação natural foram devastadas através de desmatamentos e queimadas cedendo espaço para a pecuária e a monocultura acarretando na redução da biodiversidade. É relevante frisar que a área em estudo apresentou para os quatro fragmentos solos relativamente semelhantes, nas suas características químicas e físicas e intensidades pluviométricas próximas conforme descrição adiante.

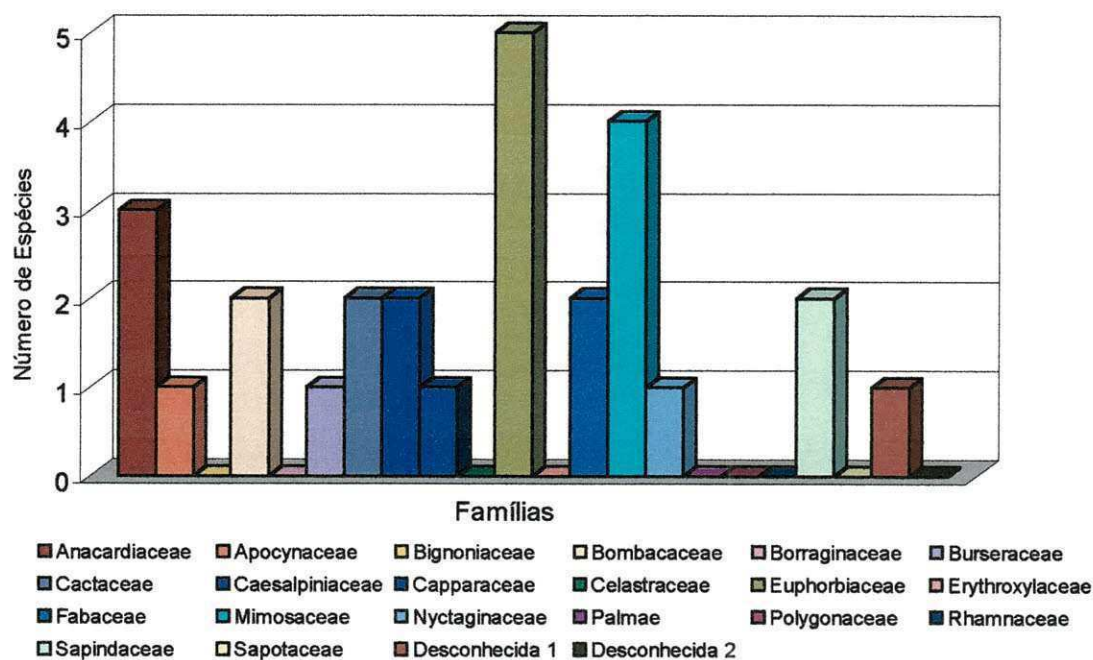


Figura 14. Número de espécies por família na Fazenda Caiçara (P₁)

5.2.1 Diversidade Florística

A diversidade de uma comunidade está relacionada com a riqueza, ou seja, o número de espécies ali contidas e também a quantidade de indivíduos por estas espécies (RODAL, SAMPAIO e FIGUEIREDO, 1992).

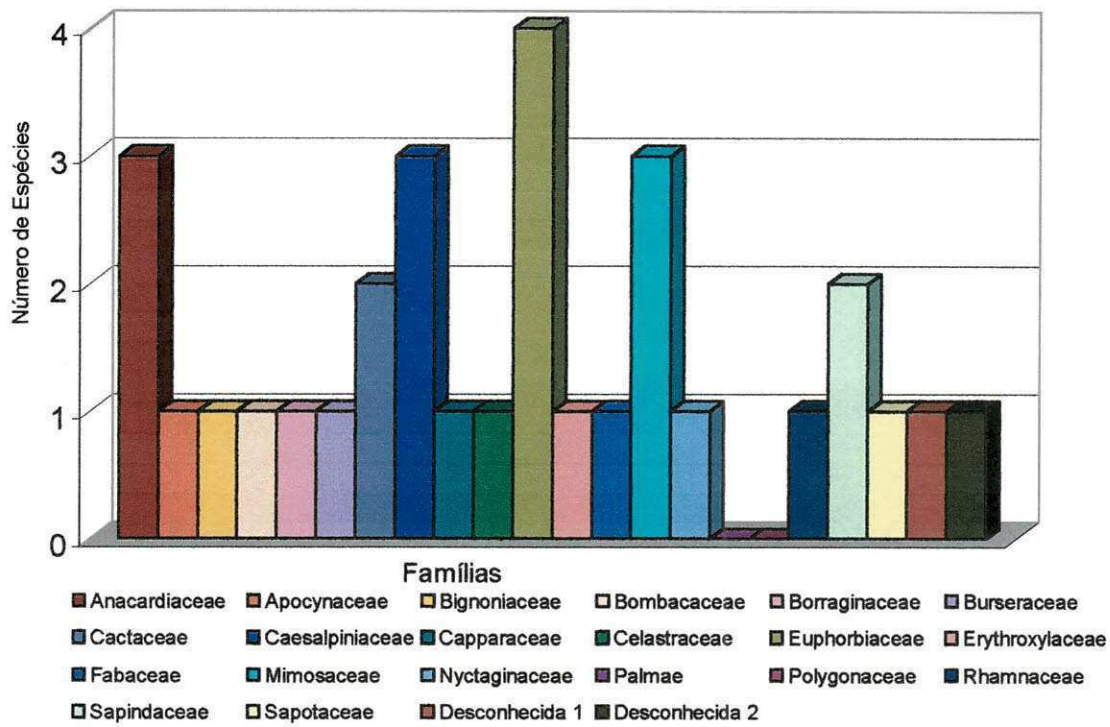


Figura 15. Número de espécies por família na Fazenda Bodopitá (P₂)

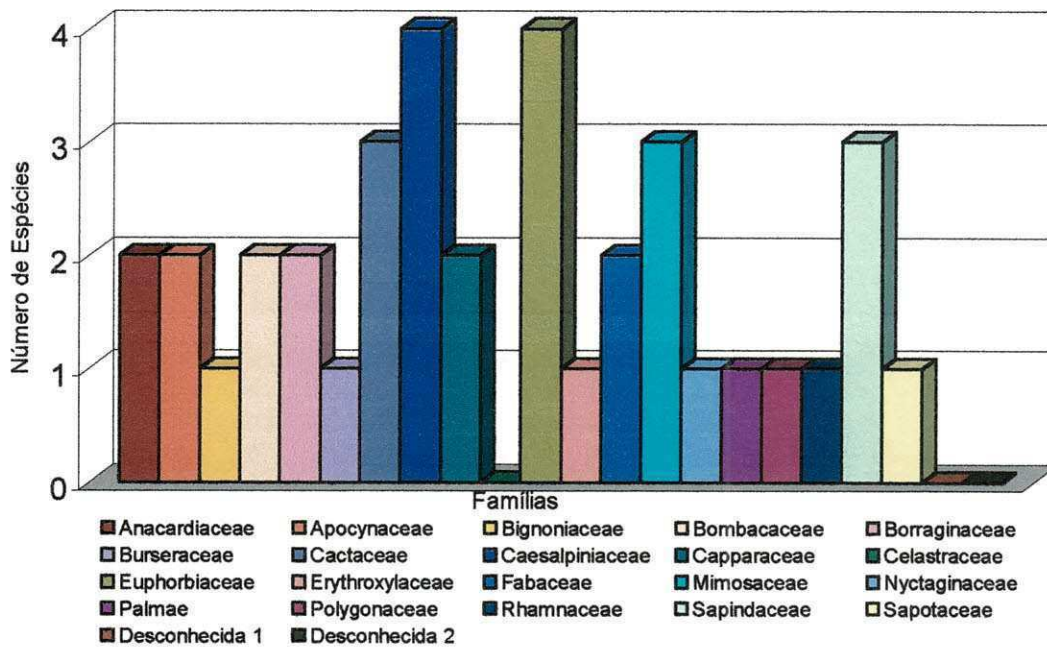


Figura 16. Número de espécies por família na Serra de Bodocongó (P₃)

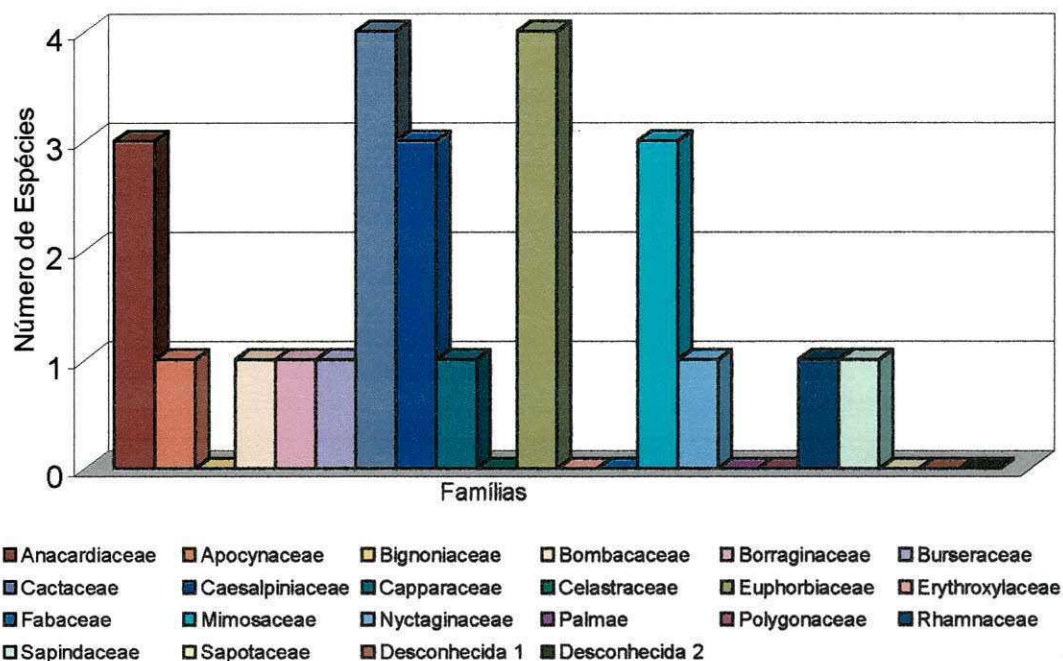


Figura 17. Número de espécies por família na Fazenda Pocinho (P₄)

Os valores do Índice de Shannon e Wiener (H'), Índice de Simpson (D) e equabilidade (J), além dos índices Riqueza de espécies (RE) e Riqueza de famílias (RF) descritos por Whittaker (1975) encontram-se dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores dos índices H' (Shannon e Wiener), D (Simpson) e $1 - D$, J (Equabilidade), RE (Riqueza de Espécies) e RF (Riqueza de Famílias) na área total de estudo e nos fragmentos avaliados.

Índices	Rio Bodocongó	Faz. Caiçara	Faz. Bodopitá	Serra de Bodocongó	Faz. Pocinho
H	2,904	2,238	2,656	2,922	2,757
D	0,078	0,185	0,102	0,074	0,076
$1 - D$	0,922	0,815	0,898	0,926	0,924
J	0,763	0,679	0,774	0,809	0,856
RE	5,80	4,30	4,80	5,78	3,95
RF	2,84	2,07	3,10	2,97	2,05

Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da vegetação em estudo, pois esse resultado indica a menor possibilidade que o próximo indivíduo amostrado seja da espécie esperada (PINTO-COELHO,2002). Para Kent e Coker (2000), o índice de Shannon e Wiener propicia a previsão de qual o indivíduo será amostrado na escolha ao acaso mesmo em uma população infinita, quanto mais próximo de zero maior a possibilidade do acerto, o que indica a menor diversidade entre os indivíduos.

Com relação a equabilidade, o seu cálculo parte do pressuposto que todas as espécies têm a mesma abundância, portanto quanto maior o resultado dessa variável, maior será a uniformidade em abundância entre as espécies que compõem a população.

O índice de Simpson revela também a diversidade e foi chamado por Flores (1993), em seu trabalho, de Índice de dominância, já Rodal (1992) chamou-o de Índice de Concentração e indica como se distribui a concentração da densidade das espécies na fitocenose, e o seu valor situa-se entre zero e um, sendo que, para valores muito próximos a um, a diversidade é considerada menor, pois indica uma maior probabilidade dos organismos pertencerem a uma mesma espécie. A subtração desse índice do valor 1 indica então a possibilidade de que os organismos sejam de espécies distintas o que resulta em uma maior diversidade.

Como para Bertoni (1984) a diversidade apresenta muito mais informação do que é possível colocar em um único índice, optou-se nesse estudo levar em consideração os índices de Shannon e Wiener (H') e o de Simpson (D) e também pelo fato dos dois índices serem calculados pelo FITOPAC.

Avaliando os dados contidos na Tabela 2, pode-se inferir que os remanescentes Serra de Bodocongó (P_3) e Fazenda Pocinho (P_4) apresentaram uma maior diversidade observada a partir do índice de Shannon e Wiener e confirmado pelo índice de Simpson, e nos outros dois fragmentos, ocorreu uma maior “dominância estrutural” termo usado por Rodal (1992) para designar uma maior dominância de um menor número de espécies e expressado pelos valores superiores encontrados para P_1 e P_2 , do índice de Simpson, muito embora não tenha havido um distanciamento muito grande para os quatro remanescentes.

Um fato interessante a ser mencionado é que o fragmento P_4 (Fazenda Pocinho) apresentou os menores índices de riqueza de família e riqueza de espécies, o que

denota uma maior proporcionalidade na distribuição no número de indivíduos por táxon, que elevou os índices de diversidade, ou seja, houve uma distribuição mais eqüitativa dos indivíduos, como comprova a equabilidade (J).

Os valores obtidos para a área total de estudo e revelados na Tabela 2. (Rio Bodocongó), não se mostram diferentes de trabalhos realizados por outros autores em áreas com vegetação de Caatinga (RODAL, 1992; PEREIRA, 2000), sendo considerados baixos quando comparados com outras formações vegetais, atribuindo-se tal fato as condições climáticas e pedológicas das regiões onde essa cobertura vegetal é comum, normalmente relacionadas a estresse hídrico. Porém, quando se compara com os resultados obtidos por Araújo, Martins e Sheperd (1999), para o Carrasco que é uma formação também peculiar do semi-árido, onde os autores encontraram índices de Shannon e Wiener entre 2,987 e 3,188, não se percebe diferença considerável.

Segundo Knight (1973) apud Martins (1979) índices de diversidade de Shannon (H'), entre 2,0 e 3,0 para florestas temperadas foram considerados altos. Na Amazônia venezuelana, onde sabidamente a fitodiversidade é considerada alta, UHL et al (1981) encontraram índices variando de 4,8 a 5,4. Sendo assim, os índices encontrados neste trabalho denotam uma diversidade satisfatória mesmo considerando tratar-se de um outro bioma, pois não são tão baixos mesmo considerando o estado de antropicidade encontrado.

Das 45 espécies encontradas, 15 delas são comuns aos 04 fragmentos estudados (P₁, P₂, P₃ e P₄), são elas *Myracrodruom urundeuva*, *Spondias tuberosa*, *Aspidosperma pyriformium*, *Pseudobombax* sp., *Commiphora leptophloeos*, *Pilosocereus glauscences*, *Bauhinia cheilantha*, *Croton sonderianus*, *Jatropha pohliana*, *Manihot glaziovii*, *Mimosa* sp., *Piptadenia stipulaceae*, *Pisonia* sp., e *Allophylus* sp. Araújo et al. (1998) analisaram a ocorrência de 102 táxons arbustivos e arbóreos em 23 trabalhos de Caatinga e cinco trabalhos de cerrado e perceberam a presença abundante da maioria destas espécies nos trabalhos avaliados.

Trinta das espécies encontradas não estavam presentes nos quatro remanescentes vegetais, o que caracteriza que a fragmentação da área levou a ausência de alguns táxons em alguns fragmentos analisados. Alguns deles como *Allamanda puberula*, *Tabebuia impetiginosa*, *Ceiba glaziovii*, *Erythrina velutina*, *Piptadenia viridiflora*, *Syagrus*

oleraceae, *Coccoloba* sp., e *Talisia esculenta* apareceram em número bem reduzidos quando presentes, o que pode indicar se não uma ameaça de extinção, pois provavelmente essas espécies compunham a fisionomia dessa Caatinga, a raridade de ocorrência nos fragmentos de estudo.

A ausência de espécies que compõe a Caatinga pode ser resultante de vários aspectos como dispersão, introdução de espécies exóticas e a própria densidade da espécie (que a caracterizaria como rara), porém em uma área com características semelhantes como a de estudo, a presença e a ausência estão ligadas a fatores degradantes do ambiente como a ação antrópica. Portanto a raridade caracteriza algumas das espécies da sub-bacia do Bodocongó.

Uma solução plausível para recuperação dessa vegetação fragmentada na região e a perda de espécies seria a formação de corredores entre os remanescentes, o que proporcionaria uma ligação entre os mesmos possibilitando a recomposição da cobertura vegetal com o resgate da biodiversidade regional, pois espécies de um fragmento poderia voltar a dispersar-se nas outras áreas devido à facilidade de propagação, protegendo ou até estender as fontes naturais de diversidade genética da flora e da fauna a ela associada.

5.2.2 Similaridade Florística

A Análise de similaridade é uma das mais tradicionais quando se deseja observar a classificação de uma fitocenose, ela separa as comunidades vegetais em subconjuntos discretos, seguindo uma seqüência ordenada de níveis hierárquicos (PINTO-COELHO, 2002), o que permite avaliar as afinidades vegetacionais de um determinado ambiente, facilitando os estudos interpretativos. Na Figura 18 está demonstrada a similaridade entre os fragmentos de estudo (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) calculada a partir do índice de Sørensen (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

A partir da análise da figura 18, verifica-se que a similaridade florística calculada a partir do índice de Sørensen, entre os quatro pontos analisados foi superior a 70%. Interessante notar que este Índice de similaridade leva em consideração as espécies comuns nos pontos, mais aqui se ressalta que todos os pontos fazem parte da bacia-

hidrográfica em estudo e portanto todas as espécies encontram-se na área, sendo assim 100% das espécies inclui-se na mesma.

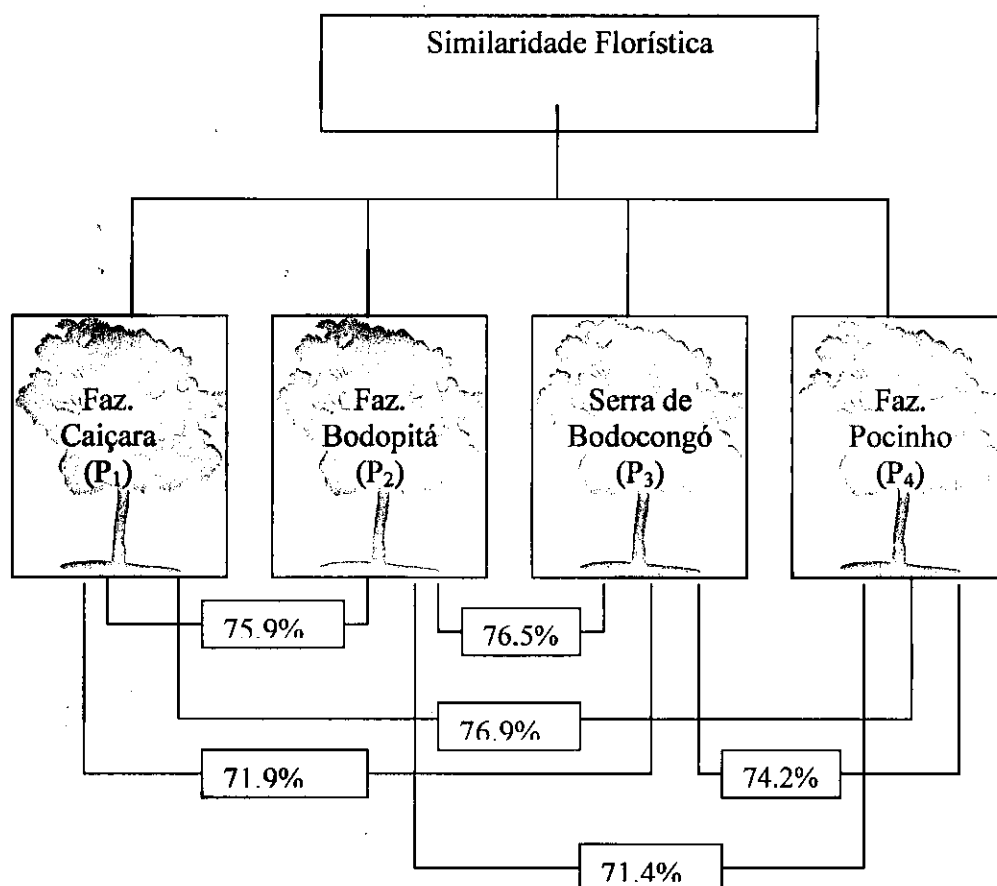


Figura 18. Organograma representando a similaridade florística, entre os quatro fragmentos, calculada através do Índice de Sørensen.

As análises de agrupamentos neste trabalho foi realizada a partir do índice de Jaccard e demonstra as associações resultantes das afinidades entre as parcelas amostradas por fragmento (Figuras 19 a 22), tendo sido levado em consideração uma matriz de presença/ausência das espécies, dessa forma quanto maior o grau de semelhança entre as parcelas (que reflete o grau de associação entre as espécies), mais próximas estas se apresentam no *cluster*.

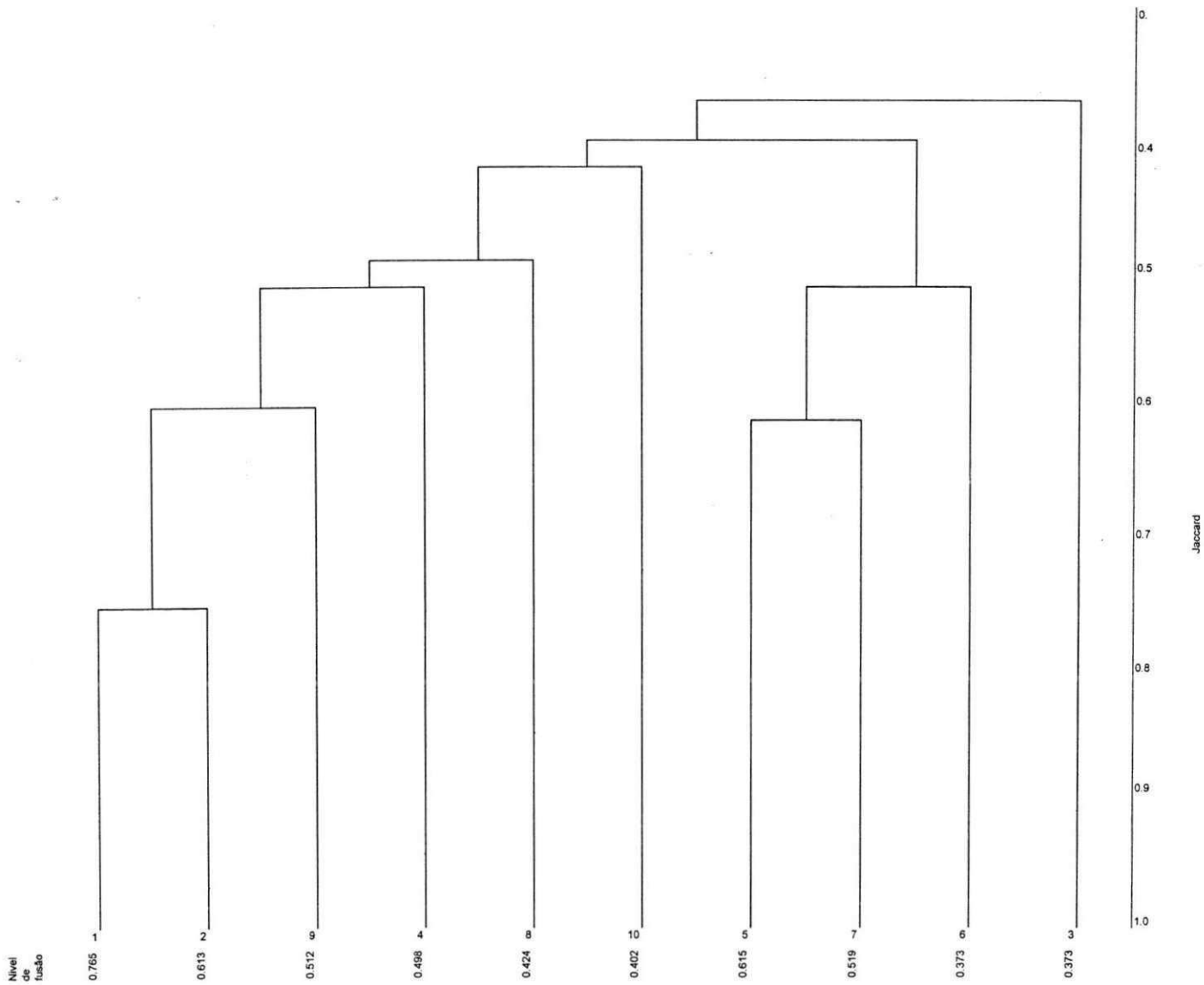


Figura 19. Similaridade Florística entre as parcelas da Fazenda Caiçara (P₁).

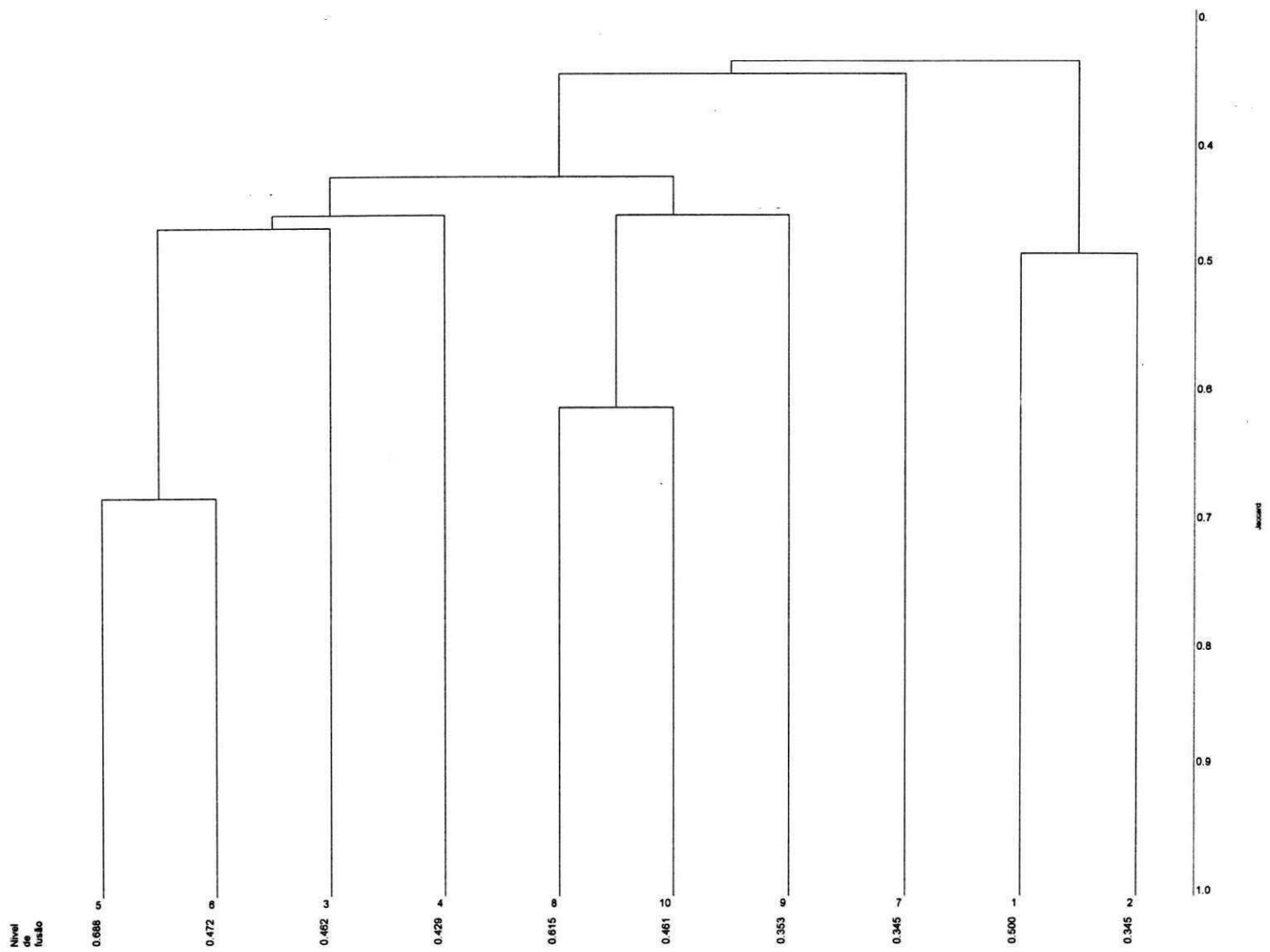


Figura 20. Similaridade Florística entre as parcelas da Fazenda Bodopitá (P₂).

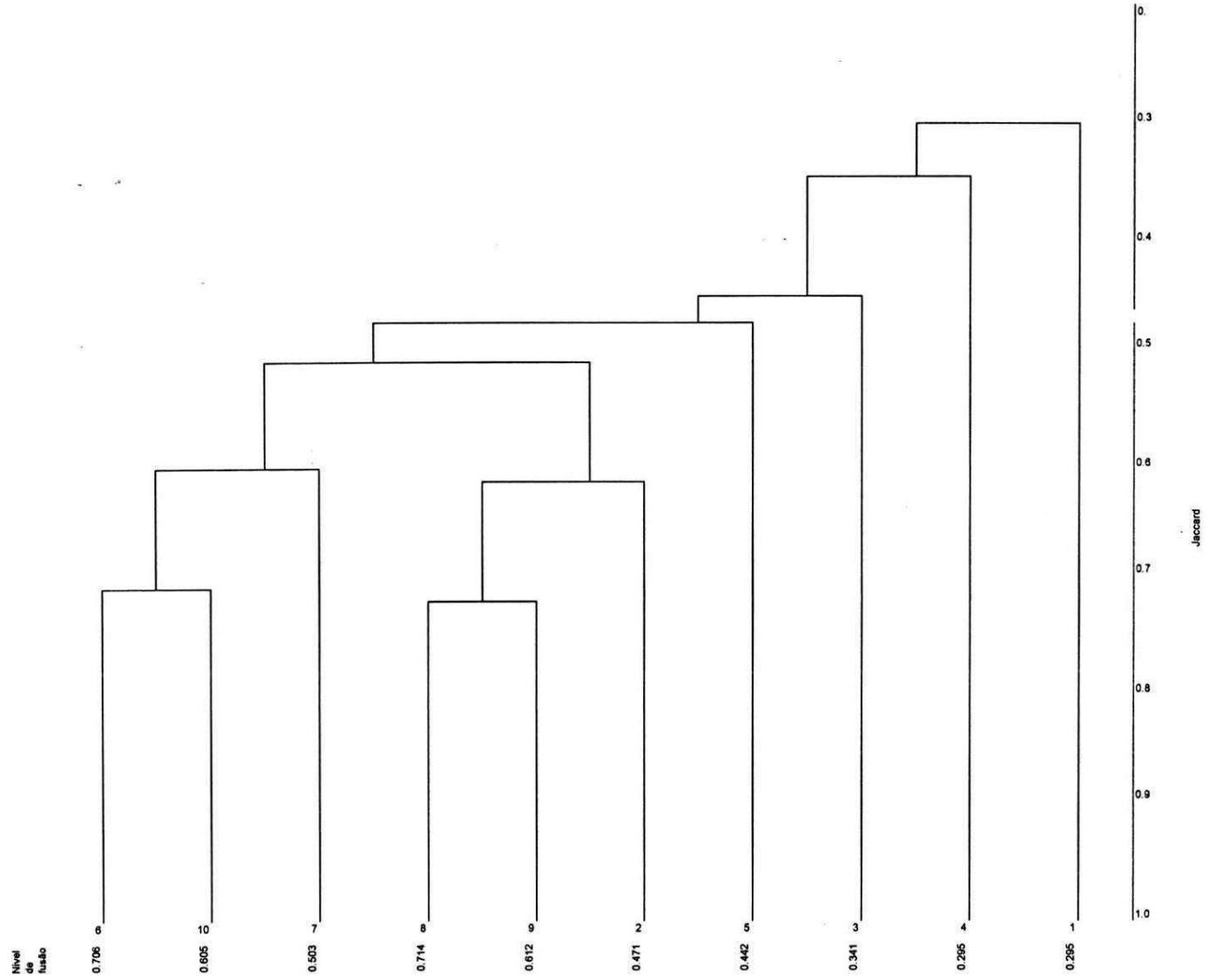


Figura 21. Similaridade Florística entre as parcelas da Serra de Bodocongó (P₃).

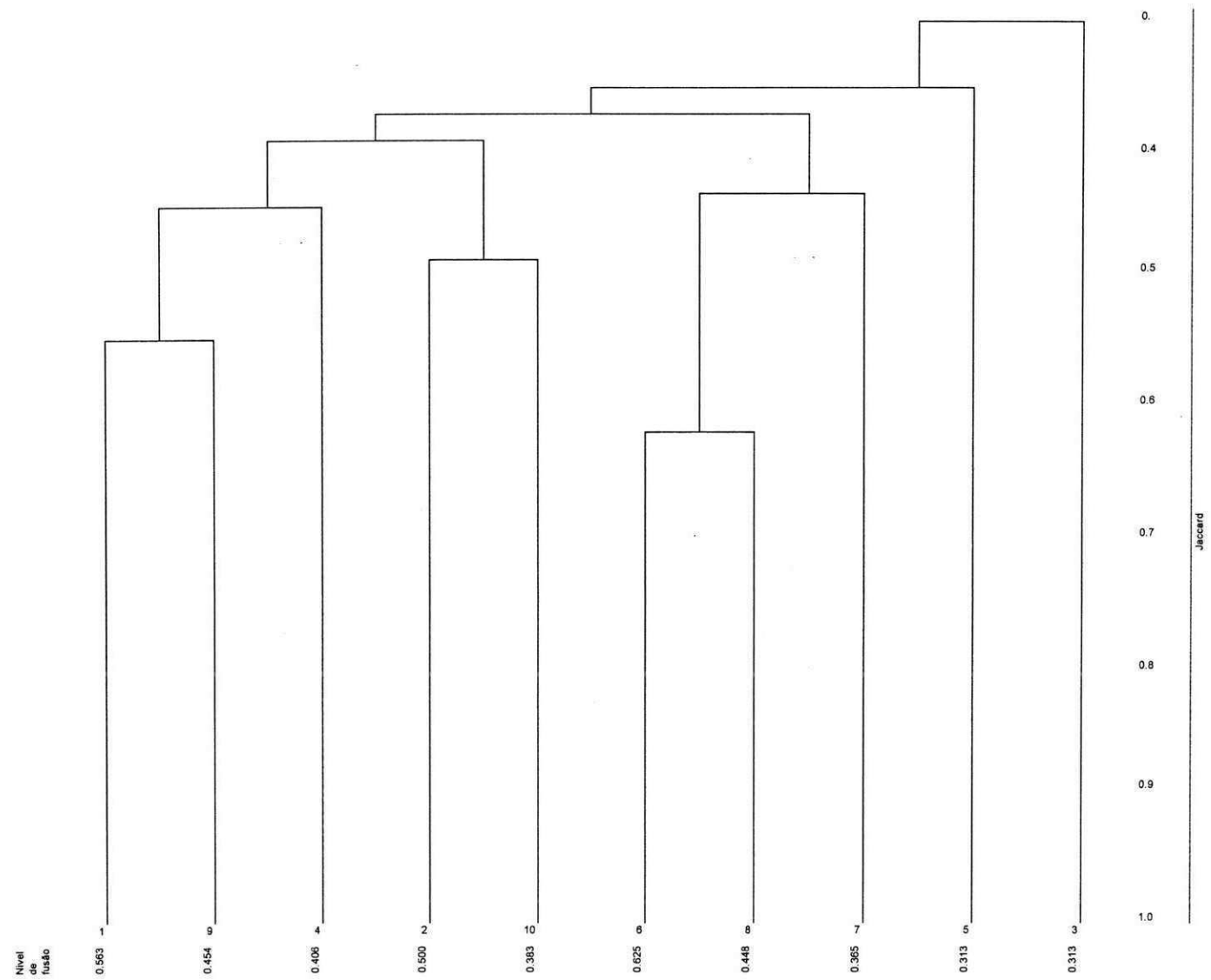


Figura 22. Similaridade Florística entre as parcelas da Fazenda Pocinho (P₄).

Observando a Figura 23 verifica-se que quando se juntou todas as parcelas dos quatro fragmentos estudados ao longo da sub-bacia do Riacho de Bodocongó foi demonstrada a grande similaridade entre parcelas de fragmentos distintos apontando para uma homogeneidade da flora encontrada, mesmo em se tratando de “ilhas” de vegetação ao longo do curso do riacho, isso concorre com o resultado obtido quando calculou-se a similaridade entre os pontos pelo índice de Sørensen. A análise de agrupamentos não individualizou grupos distintos de parcelas de outrem que pudessem ser identificados como de uma localidade exclusivamente.

Se a vegetação dos remanescentes fossem distintas, haveria uma maior similaridade entre as parcelas que compunham um mesmo fragmento de estudo. Essa pouca variedade florística decorre da semelhança entre os pontos estudados, que mesmo não sendo interligados, demonstraram ser de uma fisionomia única ao longo do curso do rio Bodocongó, o que caracteriza o acerto na escolha dos pontos, pois aparentemente eles demonstram o povoamento vegetal da bacia em estudo, sendo as interrupções entre as áreas resultantes da ação devastadora do homem.

Para Rodal (1992) as similaridades entre áreas ou localidades poderiam ser explicadas por uma combinação de fatores: 1) grau de deficiência hídrica; 2) proximidade geográfica; 3) geomorfologia; 4) número total de táxons amostrados e 5) proporção do material botânico identificado a nível específico. Dessa afirmação e da análise entre os fragmentos estudados deduz-se que existiram semelhanças entre o conteúdo de água no solo quando se verificou o índice pluviométrico das localidades e o próprio grau de umidade do solo, as áreas são relativamente próximas umas das outras e os solos são predominantemente do tipo litólico (rasos, argilosos, pedregosos e de fertilidade média), as espécies vegetais encontradas apresentaram uma equidade considerável e a maioria das espécies foram identificadas.

5.2.3 Estratificação Vertical

Para avaliar de forma aproximada a estratificação das quatro áreas de estudo têm-se as figuras 24 a 27, elas revelam a altura média de cada espécie em cada fragmento.

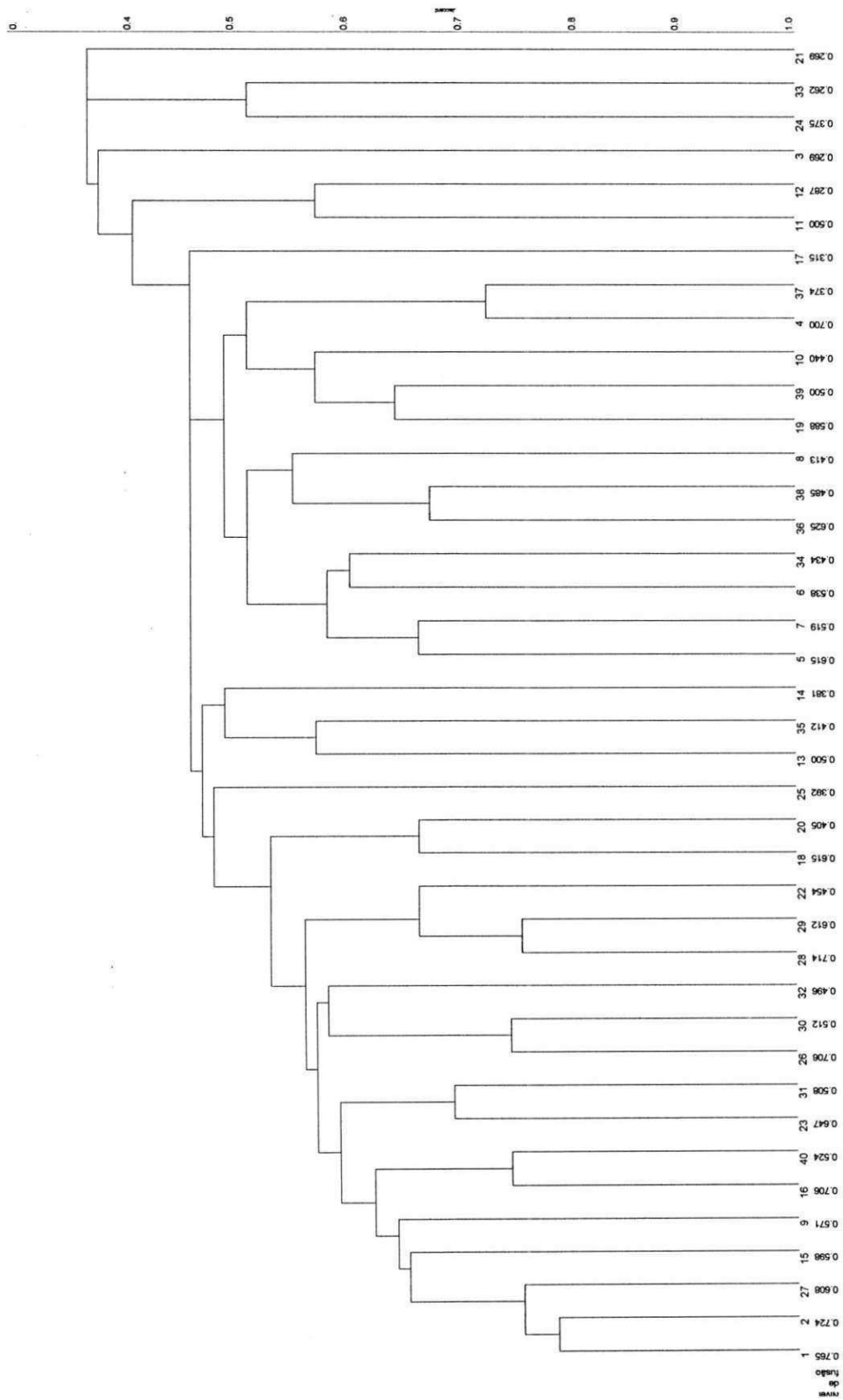


Figura 23. Similaridade Florística pelo Índice de jaccard entre todas as parcelas do Riacho Bodocongó.

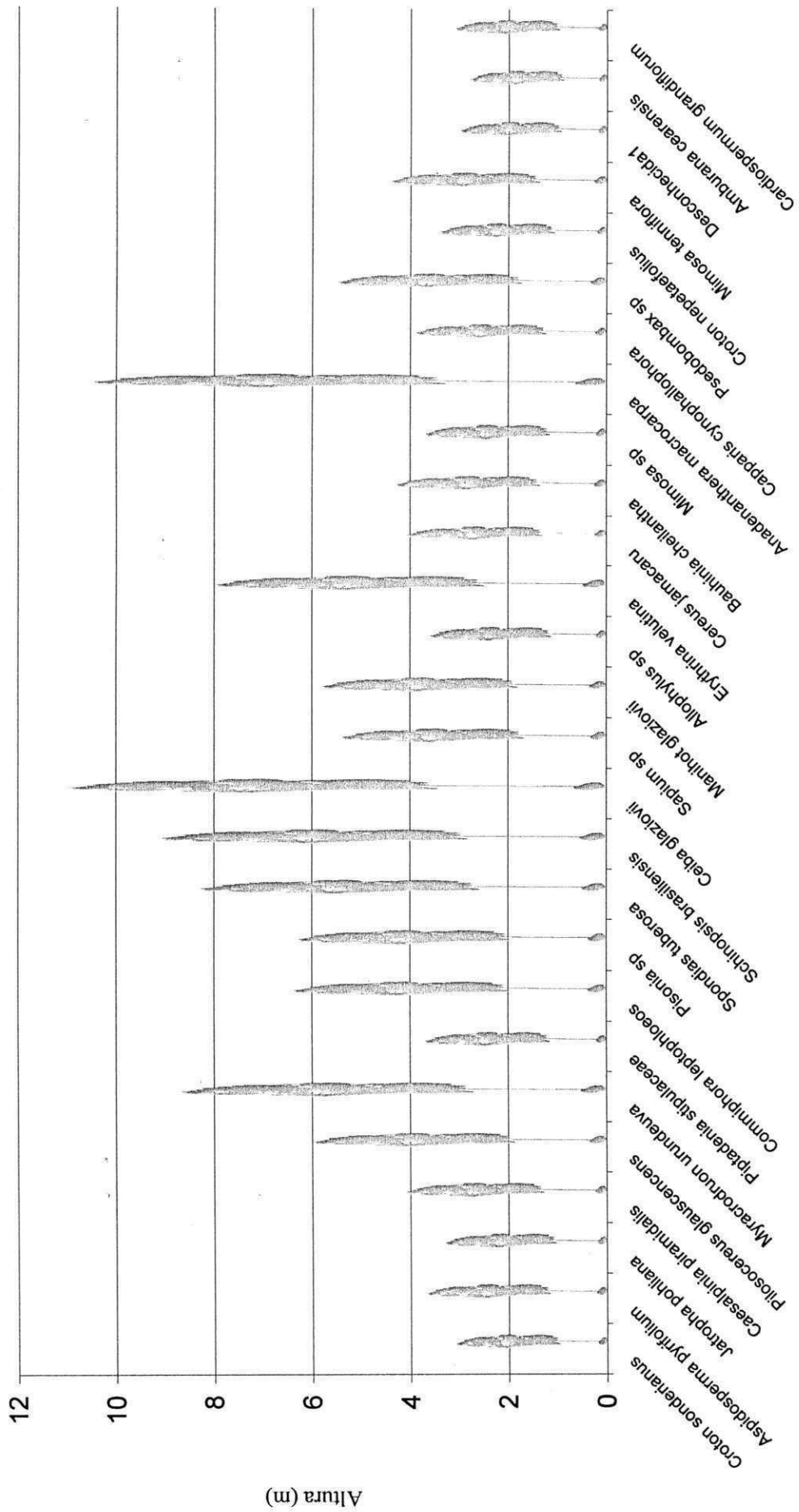


Figura 24. Média das alturas das espécies vegetais da Fazenda Caiçara

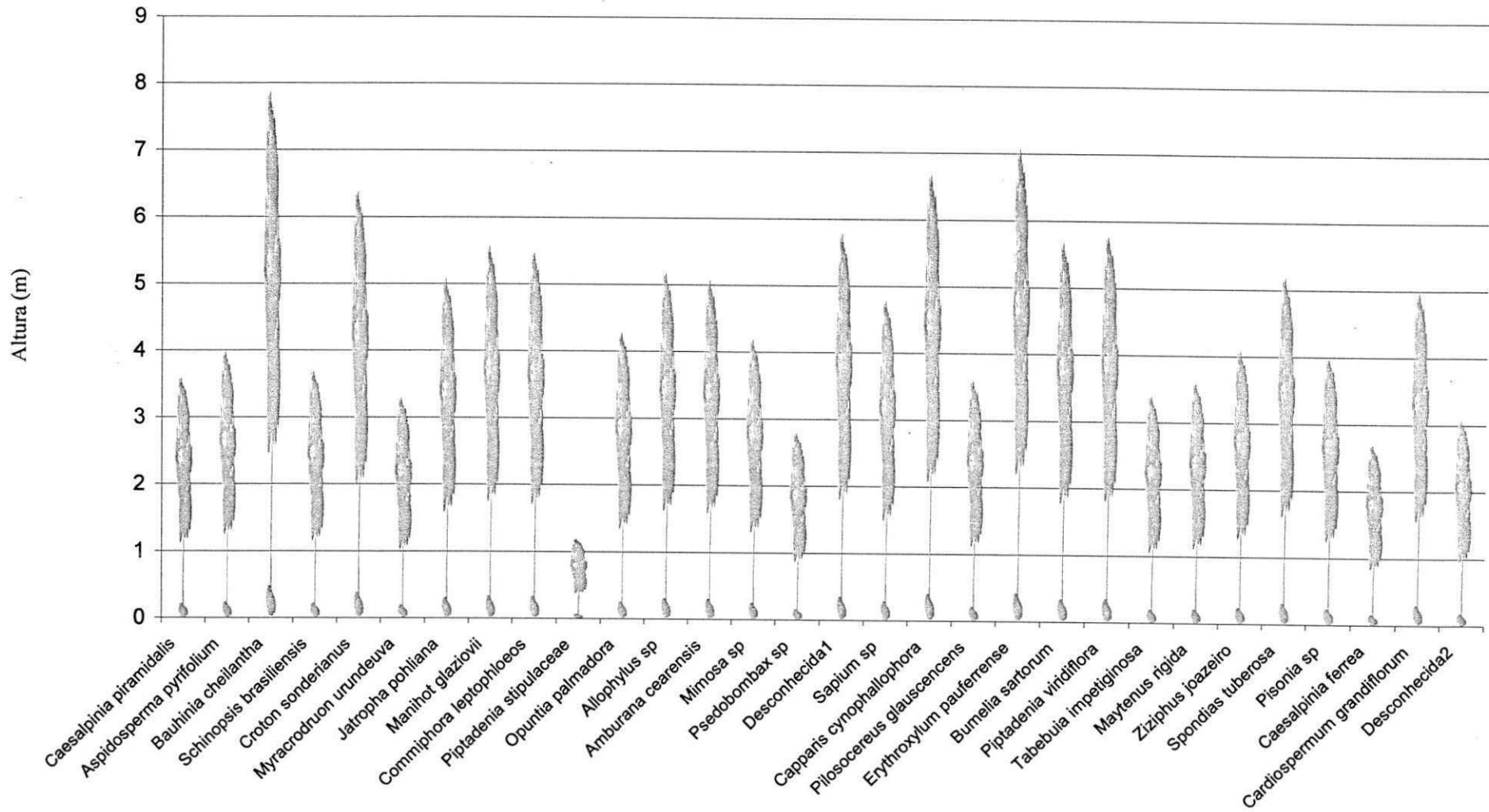


Figura 25. Média das alturas das espécies vegetais da Fazenda Bodopitá

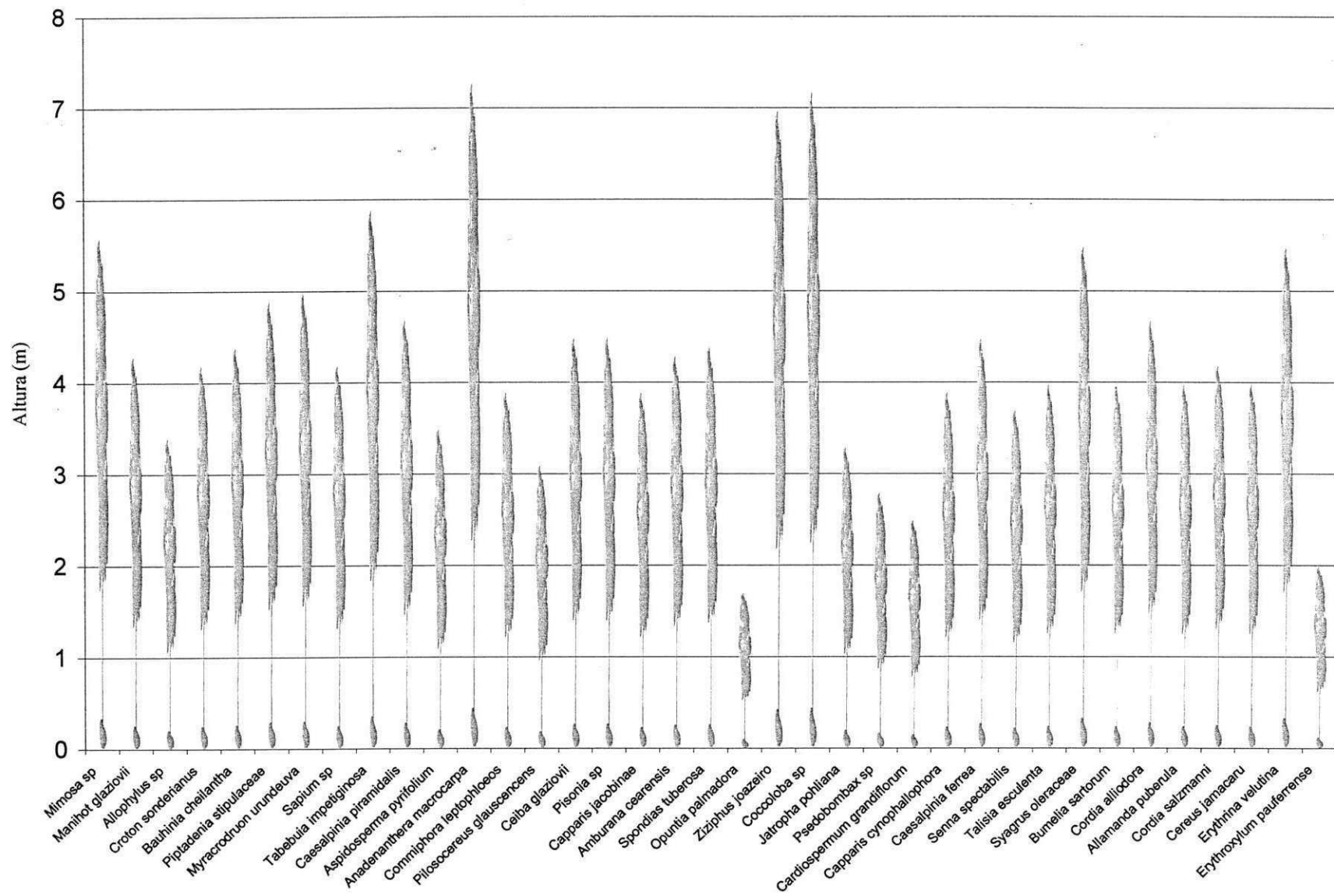


Figura 26. Média das alturas das espécies vegetais da Serra de Bodocongó

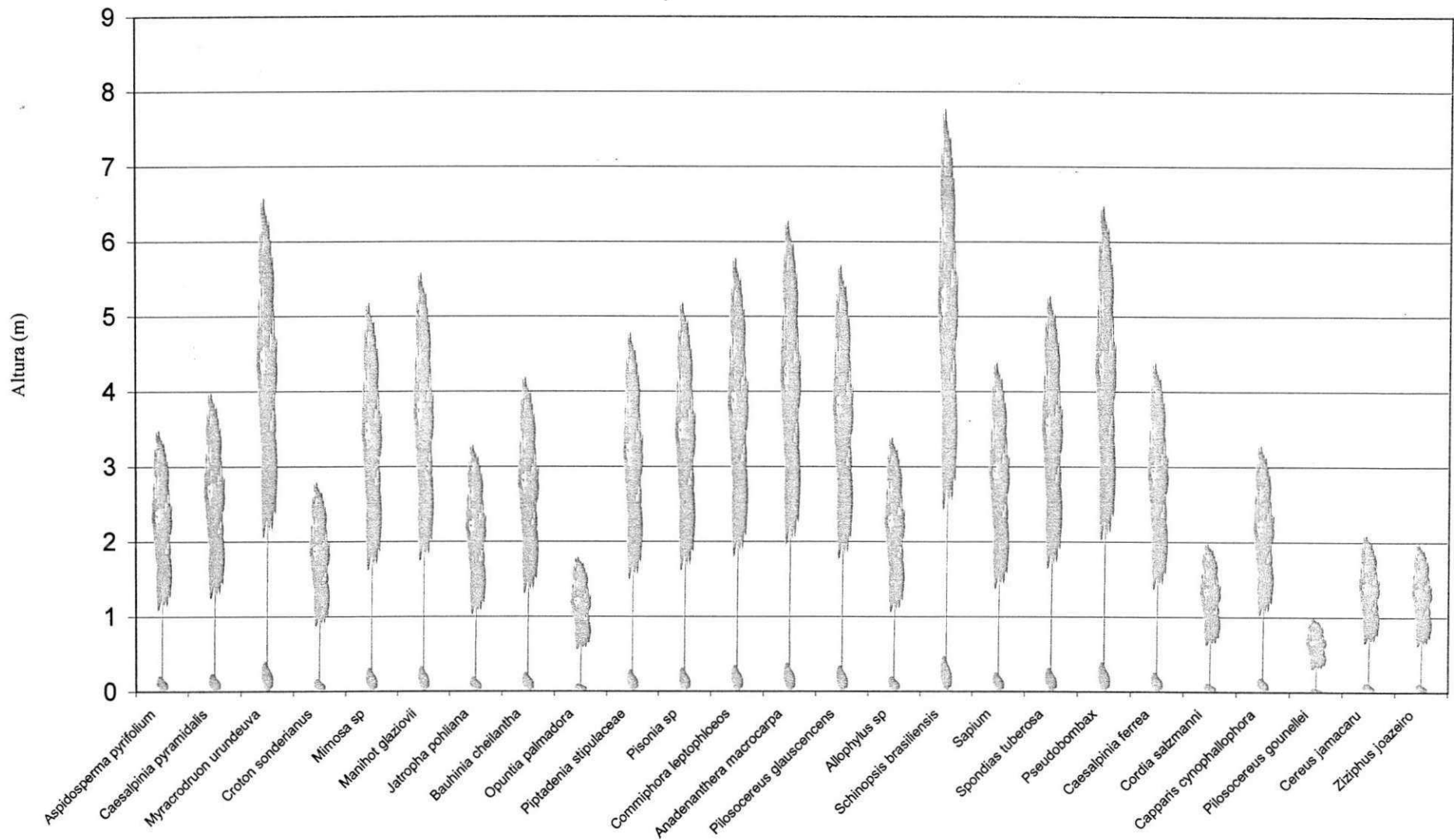


Figura 27. Média das alturas das espécies vegetais da Fazenda Pocinho.

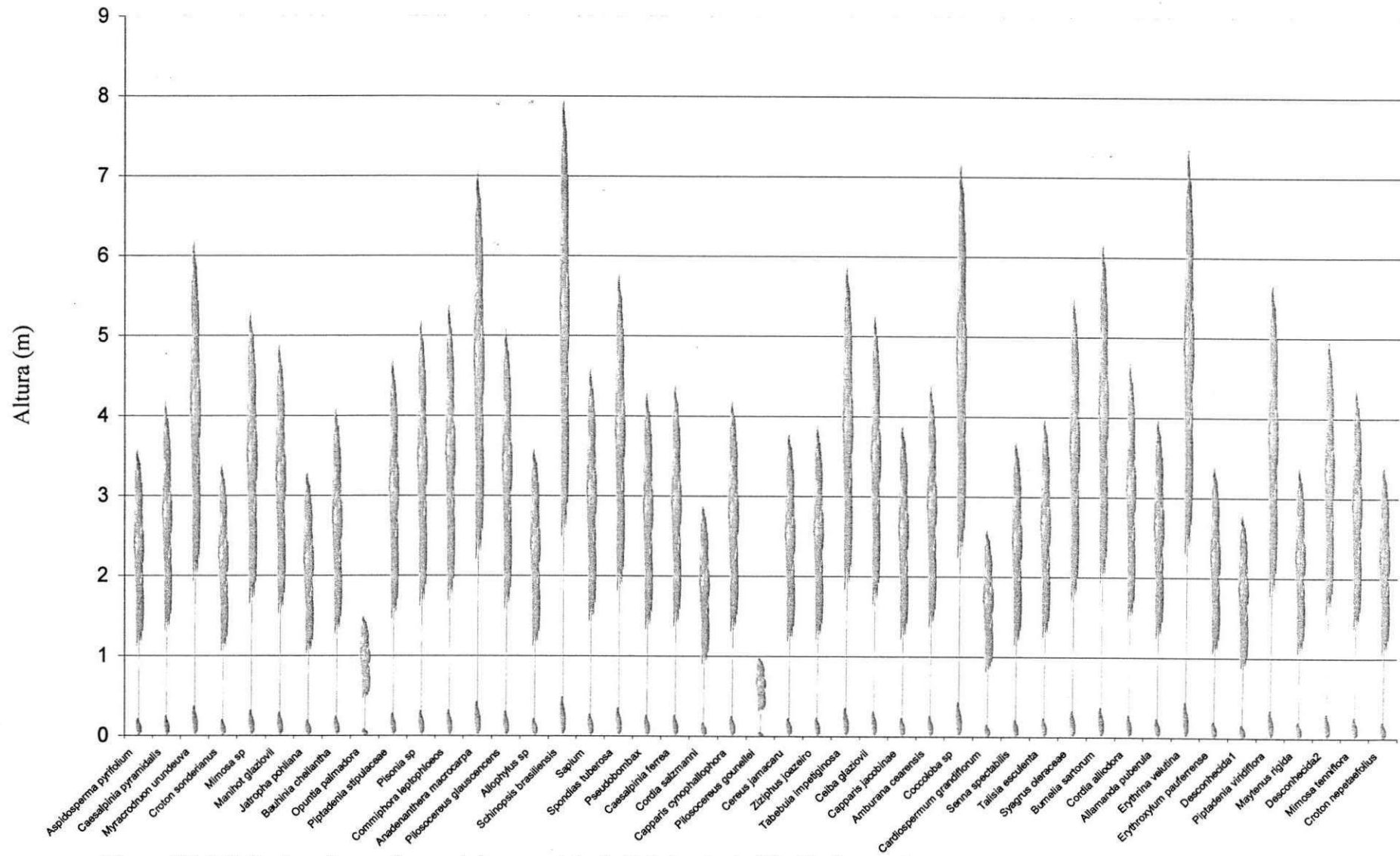


Figura 28. Média das alturas das espécies vegetais da Sub-bacia do Rio Bodocongó.

É perceptível após a avaliação das figuras que se trata de uma vegetação arbustivo-arbórea com formação de estratos, o que caracteriza uma vegetação em estágio sucessional elevado porém com evidências de antropização, o que é resultante da fragmentação da área total de estudo.

Observa-se que no fragmento Serra de Bodocongó (Figura 26) ocorre uma melhor estabilização dos estratos possivelmente devido a menor antropização da área em decorrência das condições de exploração serem mais difíceis; um outro fator considerável é que na Serra, a ciclagem de nutrientes é mais equilibrada (também devido as menores interferências) o que permite um desenvolvimento mais equilibrado das espécies.

Ainda com relação à homogeneidade dos estratos, têm-se que o segundo fragmento foi o de Bodopitá (Figura 25), porém as espécies características de estágios tardios encontrados no remanescente apresentaram alturas inferiores ao da Serra como *M. urundeuva*, *Pseudobombax sp.*, *T. impetiginosa*, *C. ferrea* provavelmente em decorrência do histórico de uso das duas áreas, a primeira por se tratar de uma Serra têm o acesso dificultado, enquanto que a outra embora apresente espécies características de áreas mais protegidas apresenta-se bastante antropizada.

De forma geral, analisando pela estratificação dos 04 fragmentos em conjunto (Figura 28), infere-se que os estratos intercalam-se, demonstrando o quadro evolutivo da vegetação nativa da região que não raramente é afetada pelas interferências externas, como a exploração humana e pecuária, principalmente em Pocinho e Caiçara, conforme o histórico das áreas e a própria constatação *in loco*. É comum nos fragmentos encontrar as espécies características de estágios tardios e estas se evidenciam na altura em todos os fragmentos.

5.3 Outros Parâmetros Fitossociológicos

Os valores das medidas fitossociológicas Densidade, Dominância, Frequência, Valor de Importância e Valor de Cobertura por espécie nos quatro fragmentos estudados ao longo da sub-bacia do Rio Bodocongó encontram-se nas Tabelas 3 a 6.

O estudo da variável densidade revela o número de cada espécie na composição florística da fitocenose, já o da dominância define as espécies que

apresentaram maior sucesso ecológico (PINTO-COELHO, 2002) e dá idéia da influência que cada espécie exerce sobre as demais, uma vez que grupos de plantas com dominância relativamente alta, possivelmente, são as espécies melhor adaptadas aos fatores físicos do hábitat (DAUNBENMIRE, 1968). Conjuntamente a freqüência, a densidade e a dominância, revelam os índices de valor de importância e do valor de cobertura, e melhor do que seus componentes isoladamente exprimem a importância de cada espécie no conglomerado total da comunidade vegetal (FLORES, 1993).

A densidade total nas áreas estudadas foi de 2655 indivíduos. ha⁻¹ na Fazenda Caiçara, 3180 indivíduos. ha⁻¹ na Fazenda Bodopitá, 3010 indivíduos. ha⁻¹ na Serra de Bodocongó e 2815 indivíduos. ha⁻¹ na Fazenda Pocinho. Esses valores de densidade encontram-se na faixa esperada, uma vez que existe uma variação muito ampla para a Caatinga que segundo Sampaio (1996) deriva provavelmente da disponibilidade hídrica que por sua vez envolve outras variáveis como a distribuição de chuva ao longo do ano e a capacidade de retenção de água pelo solo.

Tabela 3. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Caiçara (P₁).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Croton sonderianus</i>	195	36,72	12,48	8,77	57,97	49,20
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	71	13,37	10,34	8,77	32,48	23,71
<i>Jatropha pohliana</i>	78	14,69	3,12	8,77	26,58	17,81
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	39	7,34	7,97	8,77	24,08	15,31
<i>Pilosocereus glaucescens</i>	15	2,82	8,67	6,14	17,64	11,50
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	11	2,07	11,50	3,51	17,08	13,58
<i>Piptadenia stipulaceae</i>	32	6,03	2,50	7,89	16,42	8,53
<i>Commiphora leptophloeos</i>	10	1,88	6,87	5,26	14,01	8,75
<i>Pisonia sp</i>	6	1,13	7,43	3,51	12,07	8,56
<i>Spondias tuberosa</i>	5	0,94	4,80	3,51	9,25	5,74

Continua

Cont. Tabela 3. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Caiçara (P₁).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	4	0,75	3,70	3,51	7,96	4,45
<i>Ceiba glaziovii</i>	1	0,19	6,46	0,88	7,52	6,65
<i>Sapium sp</i>	7	1,32	1,74	4,39	7,44	3,06
<i>Manihot glaziovii</i>	9	1,69	1,39	3,51	6,60	3,09
<i>Allophylus sp</i>	9	1,69	0,29	4,39	6,37	1,99
<i>Erythrina velutina</i>	3	0,56	4,01	1,75	6,32	4,57
<i>Cereus jamacaru</i>	5	0,94	2,09	2,63	5,67	3,03
<i>Bauhinia cheilantha</i>	6	1,13	0,39	2,63	4,15	1,52
<i>Mimosa sp</i>	5	0,94	0,12	2,63	3,69	1,06
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	2	0,38	2,19	0,88	3,44	2,57
<i>Capparis cynophallophora</i>	4	0,75	0,73	1,75	3,24	4,8
<i>Pseudobombax sp</i>	3	0,56	0,76	1,75	3,08	6,3
<i>Cróton nepetaefolius</i>	4	0,75	0,26	0,88	1,89	4,5
<i>Mimosa tenuiflora</i>	4	0,75	0,15	0,88	1,78	7,0
<i>Desconhecida 1</i>	1	0,19	0,02	0,88	1,09	3,0
<i>Amburana cearensis</i>	1	0,19	0,02	0,88	1,08	2,8
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	1	0,19	0,01	0,88	1,08	3,1

Analisando os resultados dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal da Fazenda Caiçara (P₁) apresentados na Tabela 3, tem-se que nove espécies respondem por 76,14% da soma total do VI deste fragmento, sendo estes valores de VI, superiores a 10, esses dados neste caso específico são conclusivos, uma vez que as espécies ligadas aos valores, excetuando-se a *M. urundeuva* e *C. leptophloeos*, são características de mata de Caatinga de recomposição, de estágios sucessivos iniciais, indicando que houve antropização, por outro lado indicando também que está havendo uma recuperação e esse é um fator de alento.

Fator considerável também é que as espécies tardias e de maior valor econômico apresentaram VI baixos (*S. tuberosa*, *S. brasiliensis*, *C. glaziovii* e *A. macrocarpa*), o que indica as suas poucas presenças, no entanto Martins (1979) e Flores (1993) apontam que nas florestas de zonas tropicais os valores de VI das espécies são normalmente baixos. Deve-se considerar também que devido ao seu grande porte estas espécies estão presentes em uma densidade menor sendo o seu espaçamento natural em mata mais distante entre indivíduos.

Na fazenda Bodopitá (P₂) como mostram os dados expostos na Tabela 4 os Valores de Importância (VI) mais altos (superiores a 10) correspondem a 10 espécies o que equivale a 32,25% do total.

Tabela 4. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Bodopitá (P₂).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	118	18,55	17,75	6,15	42,46	36,30
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	100	15,72	16,62	7,69	40,03	32,34
<i>Bauhinia cheilantha</i>	96	15,09	5,12	6,15	26,37	20,21
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	26	4,09	14,00	3,85	21,93	18,09
<i>Cróton sonderianus</i>	60	9,43	4,13	4,62	18,18	13,56
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	13	2,04	7,44	5,38	14,87	9,49
<i>Jatropha pohliana</i>	36	5,66	1,02	6,92	13,61	6,68
<i>Manihot glaziovii</i>	24	3,77	2,66	6,92	13,35	6,43
<i>Commiphora leptophloeos.</i>	11	1,73	5,01	6,15	12,89	6,74
<i>Piptadenia stipulaceae</i>	19	2,99	3,15	5,38	11,53	6,14

Continua...

Cont. Tabela 4. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Bodopitá (P₂).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Opuntia palmadora</i>	34	5,35	0,86	3,08	9,28	6,20
<i>Allophylus sp</i>	12	1,89	0,93	5,38	8,21	2,82
<i>Amburana cearensis</i>	4	0,63	4,90	1,54	7,07	5,53
<i>Mimosa sp</i>	11	1,73	1,40	3,85	6,98	3,13
<i>Psedobombax sp</i>	10	1,57	1,78	3,08	6,43	3,36
<i>Desconhecida 1</i>	8	1,26	3,29	0,77	5,32	4,55
<i>Sapium sp</i>	5	0,79	1,01	3,08	4,88	1,80
<i>Capparis cynophallophora.</i>	8	1,26	1,20	2,31	4,77	2,46
<i>Pilosocereus glauscencens</i>	3	0,47	1,86	2,31	4,64	2,33
<i>Erythroxylum paufferense.</i>	7	1,10	0,42	2,31	3,83	1,52
<i>Bumelia obtusifolia</i>	7	1,10	0,86	1,54	3,50	1,96
<i>Piptadenia viridiflora</i>	2	0,31	1,90	0,77	2,98	2,21
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	4	0,63	0,69	1,54	2,86	1,32
<i>Maytenus rigida</i>	7	1,10	0,15	1,54	2,79	1,25
<i>Ziziphus joazeiro</i>	3	0,47	0,77	1,54	2,78	1,25
<i>Spondias tuberosa</i>	2	0,31	0,28	1,54	2,13	0,59
<i>Pisonia sp</i>	2	0,31	0,11	1,54	1,96	0,42
<i>Caesalpinia ferrea</i>	1	0,16	0,41	0,77	1,34	0,57
<i>Cardiospermum grandiflorum.</i>	1	0,16	0,15	0,77	1,08	0,31
<i>Desconhecida 2</i>	1	0,16	0,09	0,77	1,02	0,25

Também na Fazenda Bodopitá (P₂), as espécies de maior destaque para os VI(s) são características de matas de regeneração, excetuando-se *S. brasiliensis*, *M. urundeuva* e *C. leptophloeos* indicativas de estágios evolutivos mais elevados em relação à sucessão. Foram exclusivas desse ponto às espécies *P. viridiflora* e *M. rígida* e Desconhecida 2. Vale ressaltar que a espécie de maior importância, *C. pyramidalis* Tul. é a que mais freqüentemente aparece no topo das listas de estudos de Caatinga de acordo com Sampaio (1996).

Tabela 5. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Serra de Bodocongó (P₃).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Mimosa sp</i>	61	10,13	12,83	5,84	28,81	22,97
<i>Manihot glaziovii</i>	72	11,96	8,93	5,19	26,09	20,89
<i>Allophylus sp</i>	51	8,47	8,65	6,49	23,62	17,13
<i>Croton sonderianus</i>	76	12,62	4,18	5,84	22,65	16,80
<i>Bauhinia cheilantha</i>	68	11,30	4,21	6,49	22,00	15,51
<i>Piptadenia stipulaceae</i>	47	7,81	6,52	5,84	20,17	14,33
<i>Sapium sp</i>	39	6,48	6,88	5,84	19,21	13,36
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	9	1,50	6,59	1,30	9,38	8,08
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	10	1,66	3,80	3,25	8,71	5,46
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	16	2,66	1,99	3,90	8,54	4,65
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	4	0,66	6,24	1,30	8,21	6,91
<i>Commiphora leptophloeos</i>	11	1,83	2,00	3,25	7,08	3,83
<i>Pilosocereus glaucescens</i>	12	1,99	1,41	3,25	6,65	3,40
<i>Ceiba glaziovii</i>	7	1,16	2,50	2,60	6,26	3,66

Continua...

Cont. Tabela 5. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Freqüência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Serra de Rodocouro (P₂).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Pisonia sp</i>	11	1,83	0,51	3,90	6,23	2,34
<i>Capparis jacobinae</i>	11	1,83	0,80	3,25	5,88	2,63
<i>Amburana cearensis</i>	9	1,50	2,22	1,95	5,66	3,71
<i>Spondias tuberosa</i>	5	0,83	1,98	2,60	5,40	2,81
<i>Opuntia palmadora</i>	10	1,66	0,26	3,25	5,17	1,92
<i>Ziziphus joazeiro</i>	1	0,17	4,29	0,65	5,11	4,46
<i>Coccoloba sp</i>	6	1,00	3,18	0,65	4,82	4,17
<i>Jatropha pohliana</i>	6	1,00	0,11	3,25	4,35	1,10
<i>Pseudobombax sp</i>	6	1,00	0,28	2,60	3,88	1,28
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	5	0,83	0,13	2,60	3,56	0,96
<i>Capparis cynophallophora</i>	7	1,16	0,85	1,30	3,31	2,01
<i>Caesalpinia ferrea</i>	5	0,83	1,37	0,65	2,85	2,20
<i>Senna spectabilis</i>	2	0,33	0,52	1,30	2,15	0,85
<i>Talisia esculenta</i>	4	0,66	0,29	0,65	1,61	0,96
<i>Syagrus oleraceae</i>	2	0,33	0,51	0,65	1,49	0,84
<i>Bumelia obtusifolia</i>	3	0,50	0,16	0,65	1,30	0,65
<i>Cordia alliodora</i>	2	0,33	0,15	0,65	1,13	0,48
<i>Allamanda puberula</i>	1	0,17	0,27	0,65	1,08	0,43
<i>Cordia salzmanni</i>	2	0,33	0,09	0,65	1,07	0,42

Continua...

Cont. Tabela 5. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Serra de Bodocongó (P₂).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Cereus jamacaru</i>	1	0,17	0,10	0,65	0,91	0,27
<i>Erythrina velutina</i>	1	0,17	0,10	0,65	0,91	0,26
<i>Erythroxylum pauferrense</i>	1	0,17	0,03	0,65	0,84	0,19

Na Serra de Bodocongó, conforme se verifica através da análise dos dados da Tabela 5, as espécies mais importantes foram *Mimosa sp*, *Manihot glaziovii*, *Allophylus sp*, *Croton sonderianus*, *Bauhinia cheillantha*, *Piptadenia stipulaceae*, *Myracrodruon urundeuva* e *Sapium sp*, o que não difere muito dos outros fragmentos já avaliados, percebendo-se uma dominância das Caesalpinaceae, Euphorbiaceae e Apocynaceae. Nessa área foram exclusivas as espécies *Capparys jacobinae*, *Coccoloba sp*, *Senna spectabilis*, *Talisia esculenta*, *Syagrus oleraceae*, *Bumelia obtusifolia*, *Cordia alliodora* e *Allamanda puberula*.

Tabela 6. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Pocinho (P₄).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	65	11,55	16,48	7,38	35,40	28,02
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	73	12,97	14,39	6,56	33,91	27,36
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	30	5,33	22,10	4,92	32,35	27,43
<i>Croton sonderianus</i>	58	10,30	3,84	6,56	20,70	14,14
<i>Mimosa sp.</i>	54	9,59	3,18	6,56	19,33	12,77
<i>Manihot glaziovii</i>	32	5,68	6,51	4,92	17,11	12,19

Continua...

Cont. Tabela 6. Valores da Densidade relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC) e número de indivíduos (NI) na Fazenda Pocinho (P₁).

Espécie	NI	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Jatropha pohliana</i>	40	7,10	2,18	5,74	15,02	9,28
<i>Bauhinia cheilantha</i>	40	7,10	2,77	4,10	13,97	9,88
<i>Opuntia palmadora.</i>	38	6,75	1,10	4,92	12,77	7,85
<i>Piptadenia stipulaceae.</i>	32	5,68	2,10	4,92	12,70	7,78
<i>Pisonia sp.</i>	20	3,55	4,69	4,10	12,34	8,24
<i>Commiphora leptophloeos</i>	9	1,60	3,15	4,92	9,67	4,75
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	10	1,78	2,86	4,92	9,55	4,64
<i>Pilosocereus glauscencens</i>	11	1,95	3,06	4,10	9,11	5,01
<i>Allophylus sp.</i>	15	2,66	1,07	4,92	8,65	3,73
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	5	0,89	3,88	3,28	8,04	4,76
<i>Sapium sp</i>	7	1,24	1,04	4,10	6,38	2,29
<i>Spondias tuberosa</i>	5	0,89	1,20	3,28	5,36	2,08
<i>Psedobombax sp</i>	3	0,53	2,11	1,64	4,29	2,65
<i>Caesalpinia ferrea</i>	5	0,89	1,06	1,64	3,58	1,94
<i>Cordia salzmanni</i>	3	0,53	0,14	2,46	3,13	0,67
<i>Capparis cynophallophora</i>	2	0,36	0,04	1,64	2,03	0,39
<i>Pilosocereus gounellei</i>	4	0,71	0,40	0,82	1,93	1,11
<i>Cereus jamacaru</i>	1	0,18	0,65	0,82	1,64	0,82
<i>Ziziphus joazeiro</i>	1	0,18	0,02	0,82	1,01	0,19

Os dados fornecidos pela Tabela 6 permitem observar que esse fragmento denota a partir das suas avaliação uma grande vulnerabilidade, o que levou a uma maior antropização, pois caracteristicamente suas espécies mais importantes são de recomposição, excetuando-se a *M. urundeuva*. Embora bastante antropizada, apresenta na sua composição as espécies caracteristicamente tardias *A. macrocarpa*, *S. brasiliensis*, *S. tuberosa*, *Pseudobombax* sp e *C. ferrea*, o que demonstra que a vegetação da área realmente sofreu interferências externas.

Avaliando as informações contidas nas Tabelas 3 a 6, verifica-se após a interpretação dos dados que as espécies de maior importância na área estudada também têm sido relatadas entre as mais importantes em outros levantamentos.

Percebe-se também que dentre as dez espécies mais importantes, quatro foram coincidentes, porém com diferentes posições de VI entre os fragmentos amostrados (P₁, P₂, P₃ e P₄), são elas: *C. sonderianus* (1^a/5^a/4^a/4^a), *C. pyramidalis* (4^a/1^a/10^a/2^a), *M. urundeuva* (6^a/6^a/7^a/3^a) , *P. stipulaceae* (7^a/10^a/6^a/10^a). Outras quatro espécies foram coincidentes em três áreas *A. pyriformium* (P₁: 2^a, P₂: 2^a e P₄: 1^a), *J. pohliana* (P₁: 3^a, P₂: 7^a e P₄: 7^a), *B. cheilantha* (P₂: 3^a, P₃: 5^a e P₄: 8^a) e *M. glaziovii* (P₂: 8^a, P₃: 2^a e P₄: 6^a), atestando a importância destas espécies na área total de estudo.

Não houve discrepâncias muito grandes entre as posições das espécies no Valor de Importância, porém muitas delas não ocorreram em todas as áreas, algumas até só ocorreram em uma única área, isso devido provavelmente às diferenças nos estágios seral das quatro áreas ou do nível de antropização.

Nas quatro áreas de estudo, a maioria das espécies apresentaram índices para VI inferiores a 20, o que indica uma pequena participação relativa da maioria das espécies nas comunidades. Sendo a dominância ecológica também definida como o grau de concentração das abundâncias relativas em poucas espécies, como apresenta Pedralli et al (2000), pode-se considerar então que nas áreas estudadas existiu dominância, apesar das diferenças das espécies dominantes observadas entre as áreas. Essas diferenças, ainda segundo Pedralli et al. (2000) podem ser derivadas das diferenças topográficas, dos solos e da fase sucessional de cada área.

A ordenação das espécies amostradas pelos seus valores de importância seguiu principalmente a densidade relativa, demonstrando que o número de indivíduos foi o

fator preponderante para composição dos VI(s). Isso também ocorreu nos trabalhos de Lemos e Rodal (2002) e Alcoforado – Filho et al (2003).

5.3.1 Análise da Área Basal

Outro parâmetro utilizado para representar dominância ecológica de árvores em florestas é a área basal (CAIN e CASTRO, 1971), sendo um dos componentes da área basal a estrutura diamétrica. Originalmente a dominância era definida como sendo o somatório das projeções das copas das espécies presentes na comunidade, porém como sua mensuração era prejudicada passou-se a utilizar a área basal devida à estreita correlação entre ambas e a facilidade de obtenção da última.

A área basal total na Fazenda Caiçara (P₁) foi de 25,851 m² ha⁻¹, sendo as espécies mais conspícuas neste aspecto *M. urundeuva*, *C. sonderianus* e *A. pyriformis*. A primeira é uma das espécies de grande porte mais comuns neste tipo de vegetação, sendo seus valores de área basal normalmente altos porém sua densidade relativa baixa, isso decorre do alto diâmetro apresentado pelos seus poucos indivíduos. As duas outras apresentaram altas proporções de área basal devido à elevada densidade, pois não apresentam normalmente grandes diâmetros.

C. pyramidalis, *A. pyriformis* e *S. brasiliensis* foram às espécies de maior área basal no fragmento Bodopitá (P₂), sendo 29,163 m² .ha⁻¹ a área basal total desse ponto de estudo. A maior densidade assim como a área basal e frequência absoluta indicam que a *C. pyramidalis* não é apenas abundante, mas têm uma boa distribuição no local estudado. A terceira colocada, *S. brasiliensis*, comumente aparece nos estudos com elevada área basal,| todavia, sua frequência é baixa.

Na Serra de Bodocongó (P₃), a área basal total foi de 32,073 m² .ha⁻¹. As quatro espécies que apresentaram este parâmetro mais elevado foram *Mimosa* sp, *M. glaziovii*, *Allophylus* sp e *M. urundeuva*. É interessante notar a ausência de *A. pyriformis* entre as primeiras, comum nas outras áreas, que caracteristicamente são mais antropizadas do que a serra, o que a define como um ponto diferenciado em diferentes aspectos.

As espécies mais destacadas no que se refere à área basal relativa no último fragmento de estudo a Fazenda Pocinho (P₄), foram *M. urundeuva*, *A. pyrifolium* e *C. pyramidalis*. A área basal total neste ponto foi a mais baixa 25,250 m² .ha⁻¹.

Verifica-se que assim como os índices de valor de importância, a área basal também foi influenciada mais pelo número significativo de indivíduos das espécies destacadas, o que implicou em uma alta densidade, do que dos seus diâmetros, o que assinala mais uma vez que a vegetação da sub-bacia do Rio Bodocongó apresenta-se tentando recuperar-se dos agravos impostos pela interferência externa.

De um modo geral, o fator mais importante para determinar a importância das espécies foi à densidade e não o seu porte ou diâmetro. O grande número de indivíduos de pouca expressão madeireira influenciou na sua importância, porém é preciso avaliar que essas espécies são características de matas de recomposição, e se as matas não estivessem em processos de agravos contínuos e redução de suas áreas isso caracterizaria uma propensão à recuperação.

5.3.2 Análise da Estrutura Diamétrica

Os resultados obtidos a partir da distribuição de frequência nas classes diamétricas de todos os indivíduos amostrados (Tabelas 7 a 10) é o esperado para as florestas secundárias, apresentando um decréscimo acentuado do número de indivíduos, no sentido das menores para as maiores classes diamétricas. Para Lopes et al (2002) a conclusão que se pode tirar desta característica é a de que os fragmentos estudados encontram-se em desenvolvimento em direção a estágios mais avançados, uma vez que existe um contingente de indivíduos jovens que irão suceder àqueles que já se encontram senis ou em decrepitude. Esse fato é observado também quando se analisa espécies que caracterizam Caatingas em estágios mais avançados como *M. urundeuva*, *C. leptophloeos*, *C. ferrea*, *Pseudobombax sp.*, *S. brasiliensis*, *A. cearensis*, *T. impetiginosa*, porém com o número de indivíduos por classe bem inferior quando comparados com espécies características de estágios sucessivos primários.

Em todos os fragmentos através dos dados levantados de diâmetro pode-se afirmar que quase a totalidade dos indivíduos apresenta-se na faixa até 30 cm (98,11 %).

Na primeira área (Faz. Caiçara), do total de 531 indivíduos, 294 deles (55,37%) encontram-se na faixa de classe diamétrica de 3 a 6cm, as espécies *C. sonderianus*, *A. pyriformis*, *J. pohliana* detiveram 73,13%, sendo que *C. sonderianus* unicamente contribuiu com 41,84%, esta espécie contribuiu também para 2ª, 3ª, 4ª e 5ª categorias diamétricas com um percentual ainda considerável nas 2ª e 3ª classes, respectivamente 39,42% e 48,08% considerando o número total para cada intervalo de classe. A maior classe diamétrica apresentada foi a de <6cm, representada por um indivíduo da espécie *C. glaziovii*. A predominância da espécie *C. sonderianus* em tamanha abundância reflete o estágio de sucessão que se encontra este fragmento.

Na Fazenda Bodopitá a faixa diamétrica 3 - 6cm encerra 326 indivíduos (51,26%), do total de 636, sendo os principais representantes nesta categoria, *B. cheilantha* (21,47%), *A. pyriformis* (15,64%), *C. pyramidalis* (15,03%) e *J. pohliana* (10,12%). As espécies características de Caatinga em estágios evolutivos mais avançados encontraram-se em bem menor expressividade em relação ao total (636 indivíduos) como *S. brasiliensis* (3,93%), *M. urundeuva* (2,04%), *C. leptophloeos* (2,04%), *A. cearensis* (0,31%), *Pseudobombax* sp (1,57%), *T. impetiginosa* (0,63%), *M. rigida* (1,10%), *Z. joazeiro* (0,47%) e *C. ferrea* (0,16%).

A Serra de Bodocongó, área menos antropizada, com um total de 602 indivíduos nas parcelas analisadas, 266 deles (44,18%) apresentaram-se na classe 3—1 6cm e 2,16% apresentaram diâmetro superior à 30cm. Na Fazenda Pocinho, último fragmento analisado com 563 indivíduos no total, 302 (53,64%) deles também estão na primeira classe diamétrica e apenas 1,78% apresentaram diâmetro superior a 30 cm.

Excetuando-se a Serra de Bodocongó, as demais áreas apresentam mais da metade dos indivíduos na primeira categoria diamétrica, o que revela também um grande potencial de desenvolvimento dessas áreas evidenciando a renovação das espécies. De acordo com Bertoni (1984) apud Pereira (2000) o grande percentual de indivíduos na primeira classe de diâmetro é normal e provável, principalmente ainda segundo o autor, em áreas de vegetação em processo de regeneração. Os trabalhos realizados com fisionomias de Caatinga como os de Rodal (1992), Alcoforado Filho (1993), Pereira (2000) e Gadelha Neto (2000) encontraram também essa predominância, e também em outras formações vegetacionais como os de Lopes et al (2002) e Meira Neto et al (2003).

Tabela 7. Distribuição do número de indivíduos por classe diamétrica, a intervalos fixos de 3 cm, fechados à esquerda e abertos à direita. Listagem em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) na Fazenda Caiçara (P1).

Espécies	Classes de diâmetro (cm)																Total						
	3l-6	<9	<12	<15	<18	<21	<24	<27	<30	<33	<36	<39	<42	<45	<48	<51		<54	<57	<60	<63	<66	
<i>C. sonderianus</i>	123	41	25	5	1																		195
<i>A. pyriformium</i>	30	18	11	4	5	1	1	1															71
<i>J. pohliana</i>	62	16																					78
<i>C. pyramidalis</i>	18	5	6	5	1	1	1		1	1													39
<i>P. glauscencens</i>	1	1	2	2	3	2	1	2		1													15
<i>M. urundeuva</i>	1	1	1	3				2	2														10
<i>P. stipulaceae</i>	23	6	1			1	1																32
<i>C. leptophloeos</i>	2	1	1		2	2				1					1								10
<i>Pisonia sp</i>	1	1				1	1		1														5
<i>S. tuberosa</i>			1		1				2		1												5
<i>S. brasiliensis</i>					1		1	1		1													4
<i>C. glaziovii</i>																						1	1
<i>Sapium sp</i>	3	2		1					1														7
<i>M. glaziovii</i>	3	4	1				1																9
<i>Allophylus sp</i>	8	1																					9
<i>E. velutina</i>							2								1								3
<i>C. jamacaru</i>	1		1		2				1														5
<i>B. cheilantha</i>	3	2	1																				6
<i>Mimosa sp</i>	5																						5
<i>A. macrocarpa</i>									1	1													2
<i>C. cynophallophora</i>	2	1				1																	4
<i>Pseudobombax sp</i>		1	1			1																	3
<i>C. nepetaefolius</i>	2	2																					4
<i>M. teniflora</i>	3	1																					4
<i>Desconhecida 1</i>	1																						1
<i>A. cearensis</i>	1																						1
<i>C. grandiflorum</i>	1																						1

Tabela 8. Distribuição do número de indivíduos por classe diamétrica, a intervalos fixos de 3 cm, fechados à esquerda e abertos à direita, em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) na Fazenda Bodopitá (P2).

Espécies	Classes de diâmetro (cm)																	Total					
	3l-6	<9	<12	<15	<18	<21	<24	<27	<30	<33	<36	<39	<42	<45	<48	<51	<54		<57	<60	<63	<66	
<i>C.piramidalis</i>	49	26	14	9	10	2	1	2	1	2													116
<i>A. pyriformis</i>	51	18	14	3	4	2	4	1		1	1			1									100
<i>B. cheilantha</i>	70	18	3	3	1		1																96
<i>S. brasiliensis</i>	7	1	1	3	2	3	2		2	1	2		1										25
<i>C. sonderianus</i>	32	18	6	3			1																60
<i>M. urundeuva</i>	1	3	2		1	2		1	1	1				1									13
<i>J. pohliana</i>	33	3	4	1	1		1																43
<i>M. glaziovii</i>	9	7																					16
<i>C. leptophloeos.</i>	2	1	1	1		2	1	2	1														11
<i>P. stipulaceae</i>			4	3	1		1																9
<i>O. palmadora</i>	32	2																					34
<i>Allophylus sp</i>	5	6			1																		12
<i>A.cearensis</i>	1			1						1		1											4
<i>Mimosa sp</i>	6	1		1	1	1																	10
<i>Pseudobombax sp</i>	5	2		1		1		1															10
<i>Desconhecida p</i>		2	2	2				1	1														8
<i>Sapium sp</i>		2	1	1		1																	5
<i>C. cynophallophora</i>	4	1	2																				7
<i>P. glauscencens</i>			1				1		1														3
<i>E. paufferrense.</i>	5		2																				7
<i>B. sartorum</i>	4		1	1				1															7
<i>P. viridiflora</i>					1						1												2
<i>T. impetiginosa</i>		2		1	1																		4
<i>M. rigida</i>	7																						7
<i>Z. joazeiro</i>	1		1			1																	3
<i>S. tuberosa</i>		1		1																			2
<i>Pisonia sp</i>	1	1																					2
<i>C. ferrea</i>					1																		1
<i>C. grandiflorum</i>			1																				1
<i>Desconhecida 2</i>		1																					1
<i>C. salzmanni</i>	1																						1

Tabela 9. Distribuição do número de indivíduos por classe diamétrica, a intervalos fixos de 3 cm, fechados à esquerda e abertos à direita. Listagem em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) na Serra de Bodocongó (P3).

Espécies	Classes de diâmetro (cm)																Total					
	3l-6 <9	<12	<15	<18	<21	<24	<27	<30	<33	<36	<39	<42	<45	<48	<51	<54		<57	<60	<63	<66	
<i>Mimosa sp</i>	15	16	5	7	4	9	3	1	1													61
<i>M. glaziovii</i>	25	23	7	8	7	2																72
<i>Allophylus sp</i>	26	10	4	5	1	1	1		1		1		1									51
<i>C. sonderianus</i>	50	14	7	4	1																	76
<i>B. cheilantha</i>	35	20	8	5																		68
<i>P. stipulaceae</i>	21	8	7	6	1	2	1					1										47
<i>M. urundeuva</i>	13	9	5	4	2	2	2	2														39
<i>Sapium sp</i>	8	3	1	2	1	1			1					1								18
<i>T. impetiginosa</i>	3	1	1	1	1				1												1	9
<i>C. pyramidalis</i>	1	4				3	1			1												10
<i>A. pyriformium</i>	6	5	2	1	1		1															16
<i>A. macrocarpa</i>			1							1	1					1						4
<i>C. leptophloeos</i>	3	1	2	2	2	1																11
<i>P. glauscencens</i>	7	3				1	1															12
<i>C. glaziovii</i>	3	1							3													7
<i>Pisonia sp</i>	6	4	1																			11
<i>C. jacobinae</i>	6	2	3																			11

Continua

Continuação da Tabela 9. Distribuição do número de indivíduos por classe diamétrica, a intervalos fixos de 3 cm, fechados à esquerda e abertos à direita. Listagem em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) na Serra de Bodocongó (P3).

<i>A. cearensis</i>	2	1	2	3	1					9
<i>S. tuberosa</i>	1	2		1			1			5
<i>O. palmadora</i>	8	2								10
<i>Z. joazeiro</i>								1		1
<i>Coccoloba sp</i>		1		3			1	1		6
<i>J. pohliana</i>	6									6
<i>Psedobombax sp</i>	3	3								6
<i>C. grandiflorum</i>	5									5
<i>C. cynophallophora</i>	4	1	1					1		7
<i>C. ferrea</i>	3		1					1		5
<i>S. spectabilis</i>			1		1					2
<i>T. esculenta</i>	2		2							4
<i>S. oleraceae</i>				1	1					2
<i>B. sartorum</i>	1	2								3
<i>C.alliodora</i>	1	1								2
<i>A. puberula</i>				1						1
<i>C. salzmanni</i>	1	1								2
<i>C. jamacaru</i>			1							1
<i>E.velutina</i>		1								1
<i>E. paufferense</i>	1									1

O fato de existir mais indivíduos nas classes diamétricas inferiores também pode revelar o grau de antropização, no caso em particular parece ser evidente esta característica e a recuperação das áreas.

Um outro aspecto claramente observado a partir da análise dos dados expostos nas Tabelas 7 a 10, é a de que as áreas Bodopitá e Serra de Bodocongó podem estar classificados em uma fisionomia de Caatinga arbórea devido ao maior número de indivíduos em classes diamétricas mais elevadas quando comparadas as duas outras áreas de estudo.

A análise dos parâmetros fitossociológicos permite concluir que os estágios sucessionais em que se encontram os fragmentos estudados são próximos, embora existam diferenças nas espécies presentes. Na realidade isso resulta mais do grau de antropização do que da etapa seral de cada fragmento, pois a fisionomia arbustiva/arbórea encontrada é característica dos estágios sucessionais mais avançados dessa vegetação.

As espécies pioneiras são encontradas, porém na Caatinga isso pode ocorrer a cada início de estação chuvosa, pois as espécies secundárias e tardias nesse período encontram-se na sua maioria sem folhas o que permite a entrada da luminosidade e como existe o banco de sementes natural ocorre naturalmente novos ciclos.

A área basal dos fragmentos, além da presença de espécies características de estágios mais avançados, também o DNS relativamente alto, a presença de estratos perceptíveis, de serrapilheira e de cipós lenhosos classificam tanto os fragmentos estudados quanto toda a vegetação da sub-bacia hidrográfica em estágio intermediário de sucessão.

Da análise geral dos parâmetros fitossociológicos infere-se que a Serra de Bodocongó (P_3) foi o fragmento com o menor grau de antropização, apresentando maior diversidade, riqueza de táxon, perfil estrutural característico de ambientes menos agredidos e maior área basal.

Seguinte a Serra de Bodocongó, aparece a Fazenda Bodopitá (P_2) que embora tenha apresentado os índices de diversidades inferiores a Fazenda Pocinho (P_4), expressou uma maior Riqueza de Espécies e Famílias, além de que sua área basal foi superior e o percentual de indivíduos nas primeiras classes diamétricas inferior, o que aparentemente demonstra se não uma recuperação mais intensa, agressões mas antigas quando comparadas a P_4 .

Sem dúvida o remanescente P₁ (Fazenda Caiçara) é o mais antropizado, mesmo tendo apresentado uma riqueza de espécies superior a P₄, o que foi confirmado pelos outros parâmetros, Índice de Shannon e Wiener, Índice de Simpson, baixa densidade, área basal inferior e maior percentual de indivíduos nas primeiras faixas diamétricas.

Quando se analisa a área total, a sub-bacia do Rio Bodocongó, vê-se que embora antropizada há possibilidades de recuperação pois os parâmetros avaliados não se revelaram muito distantes de uma área de Reserva avaliada por Pereira (2000).

Após conhecer a composição florística, a diversidade e a estrutura da vegetação que compõe a sub-bacia do Rio Bodocongó percebe-se que a conservação dos seus recursos naturais passa também pelo conhecimento de características fisiológicas dessas espécies que possibilitem o entendimento da resistência das mesmas a tantas agressões ambientais impostas pelo mau uso dos recursos e pelas próprias condições de clima e solo conferindo-lhes adequabilidade, pois a recuperação de um ambiente terá maior sucesso com a utilização de espécies nativas das quais se conheça a capacidade de proliferar-se e adequar-se as condições do ambiente.

5.4 Aspectos Ecofisiológicos

Diante da escassez de dados sobre a fisiologia das espécies da Caatinga e, sobretudo do grau de degradação em que se encontra a cobertura vegetal na sub-bacia do Bodocongó, restando apenas fragmentos de vegetação, evidencia-se a necessidade de fornecer dados dessa natureza que possam favorecer a composição das estratégias de conservação da área. A importância não se restringe as espécies avaliadas, mas das características analisadas neste estudo.

O questionamento é o de que pode haver um estresse fisiológico nas plantas avaliadas ocasionado pelas diferenças existentes no clima e no solo em decorrência da baixa precipitação e conseqüente indisponibilidade de água durante um longo período a que normalmente estão expostas as espécies e que esse estresse pode ser detectado através do exame da eficiência do aparato fotoquímico. Um outro lado possível é o de que aquelas espécies podem não sofrer o estresse fisiológico mesmo em níveis baixos de água no solo e sim se utilizam adaptações que lhes permitem desenvolver-se mesmo nas condições consideradas estressantes para outras espécies. Para o entendimento dessas questões examinou-se se a diferença no nível de água no solo que foi sentido pela planta através de diferenças no potencial de água desenvolvido nos dois períodos de estudo (1- estiagem e 2 – chuvoso) e se houve o comprometimento do aproveitamento da energia absorvida para a fase fotoquímica da fotossíntese através do exame de fluorescência que detecta a integridade do aparato fotossintético e permite calcular a eficiência quântica na fotossíntese.

5.4.1 Condições do Solo

Antes da avaliação das variáveis fisiológicas, optou-se por caracterizar as condições de clima e solo da região para relaciona-las aos aspectos fisiológicos observando-se as respostas às variações encontradas.

Os resultados dos valores médios das análises químicas e físicas das amostras por ponto/fragmento estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Variáveis físicas e químicas analisadas nas amostras de solos coletadas em cada ponto/fragmento da área em estudo na profundidade de 0-20 cm.

Variáveis	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	Média	Média	Média	Média
Areia grossa (g/Kg)	301	231	333	423
Areia Fina (g/Kg)	281	448	227	230
Silte (g/Kg)	216	205	220	187
Argila (g/Kg)	202	116	220	160
Argila dispersa (g/Kg)	119	78	172	77
Grau de Floculação (g/Kg)	411	328	218	519
Densidade do solo (g/cm ³)	1,52	1,16	1,79	1,32
Densidade da partícula (g/cm ³)	2,67	2,67	2,83	2,66
Porosidade Total (m ³ /m ³)	0,43	0,56	0,37	0,50
Água disponível (g/Kg)	83	46	78	36
pH (H ₂ O)	7,0	8,0	7,1	7,8
P (mg/dm ³)	34,20	100,13	3,37	236,32
K ⁺ (mg/dm ³)	352,08	11,73	91,80	268
Na ⁺ (cmol/dm ³)	0,13	0,13	0,31	0,09
H ⁺ + Al ⁺³ (cmol/dm ³)	1,07	0,08	0,00	0,17
Al ⁺³ (cmol/dm ³)	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca ⁺² (cmol/dm ³)	5,00	4,80	6,10	3,80
Mg ⁺² (cmol/dm ³)	0,65	0,95	4,15	0,55
SB	6,68	6,17	10,79	5,13
CTC	7,75	6,25	10,79	5,30
MO (%)	1,06	0,92	0,93	1,06

Na Serra de Bodocongó (P₃) os solos apresentaram os maiores valores de Ca⁺² e Mg⁺², e CTC, os menores valores para Na⁺, Ca⁺² e Mg⁺² foram encontrados nos solos da Fazenda Pocinho (P₄), já os conteúdos de P nesse local foram os mais elevados. Na

Fazenda Caiçara encontrou-se os mais altos valores para o K^+ . A ausência de alumínio em solos de Caatinga não é discutível pois outros autores já registraram níveis baixíssimos (LYRA,1982; RODAL,1992). Já os valores de pH encontram-se dentro da neutralidade na fazenda Caiçara e na Serra de Bodocongó e tendendo a alcalinidade em Pocinho e Bodopitá.

Os teores médios de P aumentaram na seguinte ordem por ponto/fragmento $P_3 < P_1 < P_2 < P_4$, já com a CTC ocorreu o aumento nos fragmentos em sentido inverso $P_3 > P_1 > P_2 > P_4$. A CTC assim como em Rodal (1992), e em Santos (1987), apresentou valores próximos à soma de bases em virtude da ausência do alumínio e baixa participação do hidrogênio trocáveis.

Os resultados das análises físicas demonstram que aparentemente as áreas da Fazenda Caiçara e da Serra de Bodocongó tem uma granulometria média pois os seus valores para os componentes são bem distribuídos e apresenta uma capacidade de acúmulo de água maior, porém em nenhuma das áreas ficou evidenciado uma granulometria grosseira.

Pela classificação textural, as amostras da Fazenda Caiçara e Serra de Bodocongó se enquadram na classe franco-argilo-arenosa e as das Fazendas Bodopitá e Pocinho em Franco-arenosa e esses resultados confirmam a classificação do solo realizada pelo CNPAT/EMBRAPA, o que aponta para associações de vertissolos (*fase Caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado*), solos litólicos eutróficos (*textura arenosa e/ou media, fase pedregosa e/ou rochosa, Caatinga hiperxerófila/hipoxerófila ou floresta caducifólia, relevo suave ondulado a ondulado*), Bruno não cálcico (*fase Caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado a ondulado*) nessa região.

De acordo com Andrade (1977) e Lemos e Rodal (2002) o semi-árido Nordeste encontra-se sobre o embasamento cristalino, formado por uma grande superfície de aplainamento entre 300 e 500m de altitude. Normalmente sobre esse embasamento

ocorrem solos rasos com boa fertilidade natural argilosos e rochosos, classificados como Litossolos, Regossolos e Brunos não cálcicos.

5.4.2 Condições Climáticas

O conceito fitogeográfico de Caatinga aceito, coincide aproximadamente com as curvas de 1000mm, como foi demonstrado por Nimer (1972), Reis (1976) e Andrade – Lima (1981), cerca de 50% da área recebe menos de 750mm, enquanto outras regiões ainda menos de 500mm .

O clima na área de estudo é quente e semi-árido, as chuvas ocorrem normalmente entre março e julho sendo a precipitação média anual de aproximadamente 600mm (Dados compilados do Laboratório de Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do estado da Paraíba).

Analisando o panorama apresentado para o clima do semi-árido e especificamente da área de estudo verifica-se que o "inverno" de 2004 foi anômalo, apresentando-se totalmente diferenciado dos últimos anos (Tabelas 12 e 13), inclusive a precipitação de janeiro de 2004 no P₄ atingiu o equivalente a 93,84% de todo o ano de 2003, verifica-se também que o início do período chuvoso foi incomum na área de estudo, normalmente iniciado em março.

Tabela 12. Índices pluviométricos nos fragmentos analisados nos últimos quatro anos.

Precipitação (mm)	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
2000	676.4	725.5	114.0	800.9
2001	438.6	387.8	508.0	502.7
2002	451.8*	516.8	489.9*	415.9
2003	435.7	528.7	549.2*	391.1

Fonte: SEMARH/LMRS –2004

* Dados não oficiais

Tabela 13 . Índices pluviométricos dos fragmentos analisados (Junho 03/Junho 04).

Precipitação	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Junho/2003	67,4	78,0	128,5	66,4
Julho/2003	34,0	9,7	94,1	26,6
Agosto/2003	30,2	33,0	40,2	27,9
Setembro/2003	13,1	8,7	28,8	14,6
Outubro/2003	11,1	12,2	0,0*	14,0
Novembro/2003	0,0	8,8	0,0*	6,0
Dezembro/2003	0,0	2,0	0,0*	3,6
Janeiro/2004	229,9	298,3	275,4	367,6
Fevereiro/2004	105,4	139,4	179,8	151,2
Março/2004	46,2	55,4	54,8*	66,0
Abril/2004	23,3	22,7	52,3*	53,2
Mai/2004	117,0	73,2	124,0	79,4
Junho/2004	94,4	125,5	150,8	98,6

Fonte: SEMARH/LMRS -2004

* Dados não oficiais

Outro fato mencionável é o de que até o mês de junho de 2004, os índices pluviométricos para os 04 pontos de estudo já haviam ultrapassado a precipitação total dos anos de 2001, 2002 e 2003. Mesmo sendo uma condição diferenciada esses dados não interferiram nos resultados finais dos parâmetros ecofisiológicos.

O interessante desses dados para este estudo foi o acompanhamento das condições de disponibilidade de água para as plantas durante o decurso da pesquisa, sendo possível verificar a influência da ausência e presença da água como fator de estresse para as plantas.

A disponibilidade de água no solo proveniente das chuvas antes do período previsto, devido às altas intensidades pluviométricas nas áreas de estudo, e o seu contínuo reabastecimento permitiu as leituras do potencial hídrico e da eficiência quântica da

fotossíntese nos meses de janeiro/fevereiro de 2004, quando as plantas já atingiam ao máximo o seu potencial de enfolhamento.

5.4.3. Potencial Hídrico

Normalmente na região semi-árida brasileira, o déficit hídrico está relacionado à seca, e analisando-se esse fator percebe-se que não resulta apenas o índice pluviométrico baixo que pode provocar o déficit hídrico, mas sim a associação com outros fatores característicos da região como altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa, que provocam uma demanda evaporativa alta e conseqüente dessecação do solo.

Quando o solo seca, seu potencial de água torna-se mais negativo. As plantas continuam a absorver água enquanto o seu potencial hídrico (Ψ_h) for menor (mais negativo) do que o da água do solo. Em níveis de estresse o ajuste osmótico é uma das saídas encontradas para manter o volume celular, diminuindo o potencial hídrico e mantendo o abastecimento de água, porém a continuidade do estado de estresse leva ao comprometimento dos processos vitais das plantas.

A deficiência hídrica resulta em uma redução do volume celular, um aumento na concentração e uma progressiva desidratação do protoplasto celular. Todos os processos vitais são afetados pelo declínio do potencial hídrico. O crescimento e o desenvolvimento dos vegetais ficam altamente comprometidos.

Na Figura 23 encontram-se representados os resultados para o potencial hídrico caulinar (ψ_c) das espécies avaliadas, referentes aos 02 períodos de observação (1- estiagem e 2-chuvoso). A análise desses resultados permite observar que o potencial hídrico dessas espécies vegetais é bastante sensível a variação da quantidade de água no solo.

A análise dos resultados mostra ainda que as espécies em estudo apresentaram perceptível queda do potencial hídrico caulinar (ψ_c) medido do período seco para o chuvoso, demonstrando a susceptibilidade a variação do teor de água no solo evidentemente resultante das taxas de precipitação pluviométricas nos dois períodos, no inicial (1 - novembro de 2003) o solo apresentava-se bastante seco, característico desse ambiente e resultante da baixa quantidade de chuvas e da intensa evaporação ocorrida nos meses anteriores, no final (2 - janeiro de 2004) houve um dos maiores índices

pluviométricos já registrados na área de estudo nos últimos 100 anos, 367,6mm de acordo com o Laboratório de Sensoriamento Remoto e Recursos Hídricos do estado da Paraíba, havendo decorrente disso o suprimento da água no solo atingindo a capacidade de campo e portanto disponibilizando para as plantas toda a água de que necessitavam.

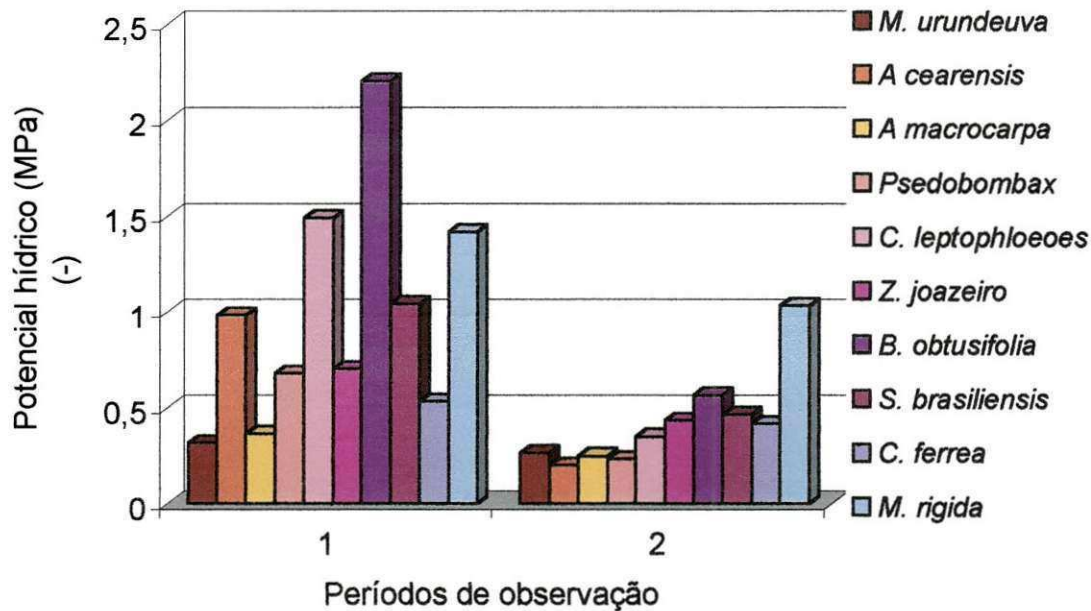


Figura 29. Potencial hídrico (negativo) de espécies da Caatinga em dois períodos de observação (1- estiagem e 2- chuvoso)

As espécies avaliadas neste estudo *M. urundeuva*, *A. cearensis*, *C. cynophallophora*, *A. macrocarpa*, *Pseudobombax sp*, *Z. joazeiro*, *B. obtusifolia*, *S. brasiliensis*, *C. ferrea*, *M. rigida*, têm suas características próprias de adaptações, porém diante do exposto e das considerações realizadas por Trovão et al.(2004), estas espécies utilizam-se de artifícios para manter o estoque de água no interior da planta durante o período de deficiência hídrica que quase sempre é longo como diz Reis (1976), pois mesmo em condições de estresse o potencial hídrico dessas espécies foi muito alto (pouco negativo) quando se compara ao potencial hídrico de espécies cultivadas em condições semelhantes.

Isso decorre provavelmente das adaptações anatomo-morfo-fisiológicas que as espécies adquiriram após muitos anos de existência e submetidas às condições inóspitas características da região semi-árida. Para Shantz (1927), Evenari et al. (1975) e Ludlow (1989) apud Larcher (2000) existem várias possibilidades de adaptações às condições de seca, como melhorar o sistema de absorção de água, ou de condução da água através das plantas, restrição da transpiração, manutenção do estoque de água e ainda existem as espécies com estádios dormentes sob baixos conteúdos de água e tolerância protoplasmática à dessecação.

Os mecanismos de resistência à seca são divididos em vários tipos. Primeiro pode-se distinguir entre adiamento da dessecação (a habilidade para manter a hidratação dos tecidos) e tolerância de dessecação (a habilidade para funcionar enquanto desidratado). A literatura mais antiga usa freqüentemente o termo "evitar a seca" em lugar de "tolerar a seca", mas estas condições são menores porque seca é uma condição meteorológica que pode ser tolerada por algumas plantas e não pode ser evitada por nenhuma em virtude de ser uma característica climática. Uma terceira categoria, fuga à seca, inclui plantas que completam os seus ciclos de vida durante a estação chuvosa, antes do início da seca.

Muitas medidas funcionais são desencadeadas pelas plantas para sobreviverem em condições de estresse hídrico ocasionado pela seca, entre elas as modificações anatomo-morfológicas que incluem aprofundamento do sistema radicular, diminuição no tamanho da folha, expansão caulinar, perda de folhas, dentre outras. Porém as mais incríveis são as modificações fisiológicas como a indução ao metabolismo ácido das crassuláceas e o ajuste osmótico.

O ajuste osmótico permite que a planta desenvolva valores baixos de potencial hídrico. Para Coll et al. (1995) as plantas que apresentam esse último mecanismo são as xerófilas verdadeiras e entre os principais solutos que condicionam esse ajuste está a prolina.

Variações sazonais no potencial hídrico têm sido relatadas em plantas de regiões áridas. Goldstein et al (1982) encontraram valores mínimos na época seca em plantas arbóreas de Savana. San José (1977) observou valores iguais à $-1,4$ MPa para *Curatela americana* também no período de seca e Moraes, Perez e Carvalho Jr. (1989)

observaram valores menores que $-3,0$ MPa para espécies arbóreas de Cerradão na mesma situação climática.

A análise estatística dos dados obtidos através das medições dos potenciais hídricos nos dois períodos (1-estiagem e 2-chuvoso), revelou que as espécies *Pseudobombax sp*, *Z. joazeiro*, *B. obtusifolia*, *S. brasiliensis* apresentaram valores significativos ($p < 0,05$) e as demais não significativos, isso aparentemente implica em que estas espécies foram mais sensíveis a variação no nível de água no solo (Tabela 14).

Tabela 14. Valores médios obtidos para os valores de Potencial Hídrico (ψ) em diferentes períodos climáticos.

Espécies	Potencial hídrico (MPa)	
	Estiagem	Chuvoso
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	- 0,32A	- 0,27A
<i>Amburana cearensis</i>	- 0,98A	- 0,20A
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	- 0,37A	- 0,25A
<i>Pseudobombax sp</i>	- 0,67A	- 0,23B
<i>Commiphora leptophloeos</i>	- 1,49A	- 0,35A
<i>Ziziphus joazeiro</i>	- 0,70A	- 0,43B
<i>Bumelia obtusifolia</i>	- 2,20A	- 0,57B
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	- 1,04A	- 0,46B
<i>Caesalpinia ferrea</i>	- 0,53A	- 0,41A
<i>Maytenus rigida</i>	- 1,42A	- 1,03A

Médias seguidas de letras iguais não são significativas ao nível de 5% pelo Teste de Tukey

O valor mínimo atingido para ψ_c no período de estiagem foi de $-0,31$ MPa para a espécie *M. urundeuva*, e o máximo de $-2,2$ MPa para a espécie *B. obtusifolia*, já no período chuvoso o menor índice também foi para *M. urundeuva* e o maior para *M. rigida*, em termos percentuais as quedas registradas foram de 15,79% para *M. urundeuva*, 79,66% para *A. cearensis*, 31,81% para *A. macrocarpa*, 65,51% para *Pseudobombax*, 76,51% para *C. leptophloeos*, 38,10% para *Z. joazeiro*, 74,24% para *B. obtusifolia*, 55,27% para *S. brasiliensis*, 21,87% para *C. ferrea* e 27,05% para *M. rigida*. É interessante frisar que as espécies *A. cearensis* e *C. leptophloeos*, mesmo com quedas tão altas, não apresentaram diferenças estatísticas entre os dois períodos.

Nogueira, Melo Filho e Santos (1998) realizaram trabalho sobre potencial hídrico das espécies da Caatinga *Spondias tuberosa* Arr, *Croton sincorensis* Mart., *Mimosa hostilis* Benth., *Z. joazeiro* e *Caesalpinia pyramidalis* Tull. em dois períodos estacionais do ano de 1996 e constataram decréscimo no potencial de água no período de estiagem. Embora sejam espécies distintas estes dados demonstram compatibilidade com os valores apresentados neste estudo, uma vez que são espécies características da mesma fisionomia vegetacional. Esses mesmos autores consideraram que mesmo havendo diferenças significativas entre os potenciais hídricos nos dois períodos, elas não são tão distintas e isso se deve as suas adaptações já condicionadas evolutivamente após várias secas sucessivas.

Outro autor que investigou o potencial hídrico de espécies da Caatinga foi Campos (1991) que também encontrou variações sazonais nesse parâmetro nas espécies *Caesalpinia pyramidalis* Tull., *Jatropha molissima* Pohl., *Aspidosperma pyriforme* Mart. *Mimosa hostilis* Benth.

A análise da variação no potencial hídrico em decorrência da disponibilidade de água é objeto de estudo de diversos trabalhos, como no caso pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) avaliada por Oliveira et al. (2002), do feijão (*Phaseolus vulgaris*, BAT 117 e *Vigna unguiculata* EPACE 1 e Vu 1183) avaliado por Pimentel e Hébert (1999) e laranjeiras avaliadas por Machado et al (1999).

Ferri (1985) avaliou características fisiológicas de espécies constituintes da Caatinga entre elas *M. urundeuva*, *A. cearensis*, *Z. joazeiro*, *B. sarturum* e *M. rygida*, que também se encontram neste trabalho. Quanto ao parâmetro infiltração de água nos períodos de chuva e seca ele observou que para *M. urundeuva* quando existe água no solo, ocorre infiltração intensa de água em determinadas horas do dia, já na seca inexistente infiltração de água. *A. cearensis* e *M. rygida* se comportam de maneira semelhante, já *Z. joazeiro* apresenta-se com uma infiltração maior no período da seca que as duas primeiras sendo superada apenas por *B. obtusifolia*, que apresenta infiltração elevada no período de seca (mesmo intensa). Isso corrobora com os resultados obtidos para o potencial hídrico caulinar que foi o mais alto entre todas as espécies, o que evidencia uma atividade maior no processo de absorção e translocação da água no corpo do vegetal.

A análise dos dados permite dizer que as espécies avaliadas são eficientes no uso da água disponível e que o potencial hídrico, mesmo tendo um decréscimo, estes não foram acentuados e aparentemente não interferiram na propriedade de translocação. Para Taiz e Zeiger (2004), a manutenção da intensidade relativa de movimento através da planta, mesmo em níveis baixos de água no solo, é um fator chave em quase todas os aspectos de resistência vegetal a seca.

5.4.4 Eficiência Quântica Fotoquímica do Fotossistema II

Na figura 24 encontram-se representados os valores médios da eficiência quântica da fotoquímica (E_p) do fotossistema II, determinadas nas espécies *M. urundeuva*, *A. cearensis*, *A. macrocarpa*, *Pseudobombax sp.*, *C. leptophloeoes*, *Z. joazeiro*, *B. obtusifolia*, *S. brasiliensis*, *C. ferrea*, e *M. rigida*. Estes valores correspondem aos período de estiagem e chuvoso.

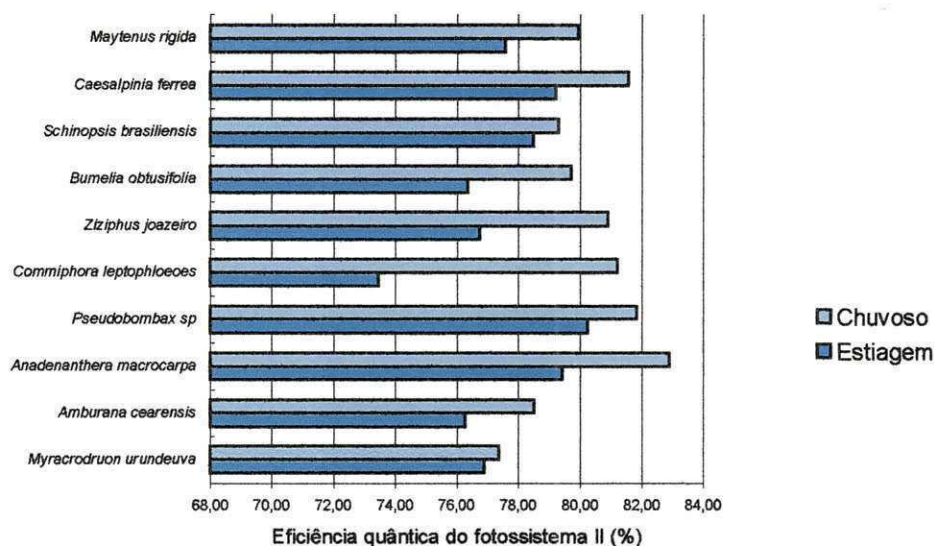


Figura 30. Eficiência quântica fotoquímica de espécies da Caatinga em dois períodos de observação (1- Estiagem e 2- Chuvoso).

Embora se perceba através da análise da Figura 24, uma tendência a decréscimos no período de estiagem, estes não estão abaixo da faixa ótima da eficiência quântica segundo Maxwell e Johnson (2000). Quando se analisam as reduções verifica-se que o decréscimo está na média de 3,7% sendo a diferença mais alta registrada para *Commiphora leptophloeoes* (9,55%) e a mais baixa para *Myracrodruon urundeuva* (0,62%).

Para Taiz e Zeiger (2004) o processo fotossintético só é afetado pelo estresse se este estiver nos níveis moderado ou alto. Em níveis inferiores as plantas desenvolvem ajustes que aumentam a eficiência no uso da água sem diminuir a taxa fotossintética. Entretanto, quando a insuficiência de água é severa a desidratação das células do mesófilo inibe a fotossíntese. Portanto, os dados aqui demonstrados da eficiência quântica das espécies, com pequenas variações, e ainda na faixa ótima, confirmam que os valores de potencial hídrico encontrados no período de estiagem não comprometeram essa atividade, ressaltando a eficiência do uso da água dessas espécies.

Heckathorn, Delucia e Zielinski (1997) trabalhando com gramíneas sob estresse, verificaram pouca influência deste aspecto apenas uma diminuição de 4 a 8% comparado as plantas não estressadas e Silva et al (2001) também não observaram nenhum prejuízo em relação a plantas estressadas e não estressadas neste parâmetro. Já para Krause e Weis (1991), a análise da fluorescência que evidencia a eficiência quântica máxima do fotossistema II, tem se tornado um fator muito importante nos estudos de estresse hídrico e Maxwell e Johnson (2000) além de Araújo et al. (2004) enfatizam que se as plantas estiverem em condições não estressantes, seus valores encontram-se entre 0,75 e 0,85, valores inferiores a estes indicarão estresse e redução da eficiência quântica máxima do fotossistema II.

As espécies *Anadenanthera macrocarpa*, *Bumelia obtusifolia* e *Caesalpinia ferrea* mostraram dados com diferenças estatísticas significativas para os dois períodos de observação (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios obtidos para os valores de Eficiência quântica da fotossíntese em diferentes períodos climáticos.

Espécies	Eficiência quântica	
	Estiagem	Chuvoso
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,7690A	0,7738A
<i>Amburana cearensis</i>	0,7629A	0,7852A
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0,7942B	0,8290A
<i>Pseudobombax sp</i>	0,8026A	0,8186A
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,7347A	0,8123A
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0,7676A	0,8092A
<i>Bumelia obtusifolia</i>	0,7637B	0,7970A
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,7850A	0,7931A
<i>Caesalpinia férrea</i>	0,7922B	0,8156A
<i>Maytenus rígida</i>	0,7758A	0,7994A

Médias seguidas de letras iguais não são significativas as ao nível de 5% pelo Teste de Tukey

Conquanto sejam válidas as diferenças encontradas como registro de variação entre os dois períodos, é necessária a observação de que nas épocas de mensuração existia a presença de folhas nas plantas e que algumas delas como a *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Pseudobombax sp* e *Commiphora leptophloeos* caracteristicamente em períodos longos de seca utilizam-se da abscisão foliar como forma de economizar água, sendo assim provavelmente as plantas avaliadas dessas espécies ainda não estavam totalmente sob condição de estresse hídrico. Aparentemente estas similaridades nos resultados exprimam justamente a adequação ou adaptação dessas espécies às condições ambientais já relatadas da área de estudo.

Segundo Angelopoulos et al (1996) o nível de estresse hídrico é um fator determinante na resposta das plantas. Estes autores analisaram plantas de oliveira (*Olea europaeae* L.) sob diferentes níveis de estresse e detectaram pequenos decréscimos na capacidade de transporte de elétrons do fotossistema II sob estresse moderado e uma diminuição significativa nas plantas sob estresse hídrico severo. Ainda para os autores, tais resultados indicam que o fotossistema II foi o principal sítio afetado pelo estresse hídrico.

Queiroz, Garcia e Lemos Filho (2002) avaliando a atividade fotossintética em plantas de *Myracrodruon urundeuva* não encontraram diferenças significativas para esse parâmetro nas plantas submetidas ao estresse hídrico, porém esse método avaliativo é

proposto por diversos outros autores como Krause e Weis (1991), e Araújo et al. (2004), justamente para avaliar os danos causados ao aparato fotossintético sob esse fator estressante.

Avaliações realizadas por Bjorkman e Demmig (1987) comparando plantas C_3 e C_4 demonstraram diferenças na emissão de fluorescência entre as espécies dos diferentes grupos e indicaram que a medida da emissão de fluorescência é um bom método para avaliação fotoquímica do fotossistema II.

Diante do exposto percebe-se que o nível de água no solo não foi condicionante de estresse nas plantas avaliadas de modo que pudesse comprometer a fotossíntese, porém embora neste trabalho não tenha se evidenciado diferenças consideráveis nas espécies analisadas através da medição da eficiência quântica da fotossíntese, este método deve ser melhor explorado em estudos de estresse hídrico com estas mesmas espécies.

6.0 CONCLUSÕES

- Os efeitos da ação antrópica na área de estudo estão refletidos sobre a riqueza e diversidade florística expressados pelo número de famílias, gênero e espécies presentes em razão direta ao grau de interferência dos referidos fragmentos
- Para os padrões de Caatinga, os valores de riqueza de espécies e família e o índice de Shannon - Wiener são considerados satisfatórios, demonstrando que embora exista evidências da antropização na área, esta, não é gravíssima havendo possibilidades de recuperação da cobertura vegetal na área de estudo.
- Os índices de Shannon - Wiener e Simpson evidenciam uma seqüência para o grau de antropismo nas áreas na ordem $P_1 > P_2 > P_4 > P_3$, porém a avaliação dos outros parâmetros indica a seqüência $P_1 > P_4 > P_2 > P_3$.
- A ausência de algumas espécies em alguns fragmentos e a sua presença em outros caracterizam-nas como componentes da área de estudo de ocorrência rara, podendo-se destacar aqui *Spondias tuberosa*, *Tabebuia impetiginosa*, *Allamanda puberula*, *Caesalpinia ferrea*, *Senna spectabilis*, *Maytenus rígida*, *Erythrina velutina* e *Talisia esculenta*.
- A pouca heterogeneidade florística entre os fragmentos estudados confirma que a vegetação da sub-bacia do Rio Bodocongó compõe uma única fisionomia de Caatinga, o que torna mais fácil a busca de estratégias para recuperação da área.
- A estratificação vertical das espécies que compõem os fragmentos analisados caracterizam a vegetação da área como arbustiva-arbórea, o que evidencia estágios serais intermediários porém com evidências de antropização, o que é resultante da fragmentação da área total de estudo
- A frequência dos indivíduos para cada espécie é variável nos fragmentos denotando pequenas diferenças entre os estágios sucessionais e mais uma vez diferentes níveis de antropismo.
- Nos fragmentos analisados, a maioria das espécies apresentou Valor de Importância inferior a 20, o que indica uma pequena participação relativa dessa maioria nas comunidades. Os valores mais altos estão ligados principalmente a densidade

relativa, demonstrando que o número de indivíduos por espécie foi o fator preponderante.

- A área basal da maioria das espécies na área de estudo foi influenciada pelo número de indivíduos e não pelo grande volume das espécies aliás poucos são os indivíduos classificados nas altas faixas de classes diamétricas.
- Houve decréscimo no potencial de água no período de estiagem, portanto existe variação sazonal neste parâmetro avaliado, no entanto deve-se considerar que mesmo havendo diferenças significativas entre os valores do potencial hídrico nos dois períodos, estes não são tão distintos.
- Com relação à eficiência quântica do fotossistema II, encontrou-se diferença significativa entre os dados dos dois períodos, no entanto os valores encontrados não revelam danos no aparato fotossintético das espécies avaliadas, estando na faixa aceitável de condições não estressantes provavelmente decorrentes das adaptações das plantas da Caatinga às variações climáticas.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. G. e BANDEIRA, G. R. L. Effect of thinnin and slashing on forage phytomass from a Caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v 30, p. 885-891. 1995.

ALBUQUERQUE, S. G.; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO FILHO, J. A. **Densidade de espécies arbustivas em vegetação de Caatinga**. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA. (Pesquisa em Andamento, 16). 1993.

ALCOFORADO – FILHO, F. G. **Florística e Fitossociologia em uma área de Caatinga arbórea no município de Caruaru-PE**. Recife, 1993. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1993.

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e Fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**. v.17(2):p. 287-303. 2003.

ALMEIDA, E. História de Campina Grande. Campina Grande: Livraria Pedrosa, 424 p. 1964.

ANDRADE, W. M. Variações de Abundância em Populações de Plantas da Caatinga. UFRPE. 54f. Dissertação de Mestrado. 2000.

ANDRADE, G. O. **Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste**. Recife: SUDENE (Estudos Regionais, 2). 1977.

ANDRADE-LIMA, D. de. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-153, 1981.

ANGELOPOULOS, K.; DICHIO, B.; XILOYANNIS, C. Inibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaeae* L.) during water stress and rewatering. **Journal Experimental Botany**. v.47, p. 1093-1100.1996.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Variações Estruturais e florísticas do Carrasco no Planalto do Ibiapaba, estado do Ceará. São Paulo, **Acta Botanica Brasilica** , v.13 (1), p. 1-14. 1999.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Rev. Bras. de Biol.** v. 59: 4, p. 663-678. 1999.

ARAÚJO, E. L., **Composição Florística e estrutura de vegetação em três áreas de Caatinga em Pernambuco**. Recife, 1990. 182p. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal rural de Pernambuco. 1990.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de Caatinga em Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia** v. 55 (4), p. 595-607. 1995.

ARAÚJO, F. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; FERNANDES, A. G. Composição Florística da vegetação de Carrasco, Novo Oriente, CE **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21(2). P. 105-116. 1998.

ARAÚJO, R. A.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, C. A.; FERNANDES, A. R. Características Biométricas, índice SPAD-502 e emissão da fluorescência em porta-enxertos de citros. **Revista Ceres**, v. 51(294), p. 189-199. 2004.

BARACUHY, J. G. de V. **Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semi-árido nordestino : estudo de um caso**. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Paraíba – Campina Grande, 221 p. 2001.

BACARIN, M. A.; MOSQUIN, P. R. Cinética da emissão de fluorescência das clorofilas de dois genótipos de feijoeiro. **Ciência. Agrotécnica**. Lavras, v. 26, n.4, p 705-710, jul/ago, 2002.

BARBOSA, D, C. A. **Estudos ecofisiológicos em *Anadenhantera macrocarpa* (Benth.) Brenan. Aspectos da germinação e crescimento**. São Paulo, 1980. 146 p. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. 1980.

BARROSO, N. G. **Análise comparativa entre métodos de estudos do impacto ambiental na bacia hidrográfica do Rio Itajaí - Mirim, SC**. Santa Maria: UFSM, 1987. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, 1987.

BIERREGAARD, J.R., LOVEJOY, R.O.T., KAPOV, V., SANTOS, A. DOS.; HUTCHINGS, R. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. **BioScience** v. 42, p. 859-866. 1992 .

BERTONI, J. E. A. de. **Composição florística e estrutura de uma floresta do interior do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Reserva Estadual de Porto Ferreira. Campinas, 1984. 195p.

BJÖRKMAN, O. DEMMIG, B. 1987. Photon Yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. **Planta**. v. 170: 489-504. 1987.

BOLHÀR-NORDENKAMPF H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; Öquist, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER E. G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrumentation. **Func. Ecol.** v.3, p. 497-514. 1989.

BRAUN-BLANQUET, J. **Plant sociology: the study of plant communities.** New York, Harfnor Publishing Press, 454p. 1966.

CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. O. de. **Manual of vegetation analysis.** New York, Hafner Publising Company, 325 p. 1971.

CAMPOS, M. A. **Aspectos morfo fisiológicos de plantas da Caatinga, durante períodos úmidos e de estresse hídrico.** Recife. 1991. 129p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1991.

CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a: Considerações teóricas e aplicações práticas. **Notas de aula.**[199-]. UENF/CCTA.

CAMPOSTRINI, E.; MAESTRI, M. Photosynthetic potential of five genotypes of *Coffea canephora* Pierre. **Revista Bras. de Fisiologia Vegetal**, v. 10(1), p.13-18. 1998.

CASTELETI, C. H. M.; SILVA, J. M. C; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M.M. Quanto resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: Silva, J. M. C.; Tabarelli, M. (coord.), **Workshop Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do bioma Caatinga.** Petrolina, Pernambuco. www. Biodiversitas. Org.Br/Caatinga. 2000.

CASTRO, A. A. J. F. **Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro –SP.** Campinas 287p. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. 1987.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de Indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido.** 192 f. Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1995.

CESP Companhia Energética de São Paulo. **Manejo Integrado de bacias hidrográficas.** São Paulo-SP, 35p. 1992 a.

CESP Companhia Energética de São Paulo. **Recomposição de matas nativas pela CESP.** São paulo-SP. 13p. 1992 b.

CLINEBELL II, R. R.; PHILLIPS, O. L.; GENTRY, A. H.; STARK, N.; ZUURING, H. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. **Biol. Conserv.** v. 4, p. 56-90. 1995.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMÉS, R. S. **Fisiologia Vegetal.** 7 ed. Madri: Ediciones Pirâmides, S.A., 662p. 1995.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants.** 2º ed. New York, **The New York Botanical Garden**, 555p. 1988.

DIAGNÓSTICO DO SETOR FLORESTAL DO ESTADO DA PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba. João Pessoa – Paraíba – Brasil. Junho de 1994.

DAUNBENMIRE, R. **Plant Communities: a textbook of plant synecology.** New York, Harper & Row, 300p.1968.

DURÃES, F.O.M; OLIVEIRA, A.C; MAGALHÃES, P.C; MARTINEZ, C.A. Efecção de condições de estresse em plantas e potencial para screening em milho através de fluorescência da clorofila. In: **45ª Reunião Técnica Anual do Milho e 28ª Reunião Técnica Anual de Sorgo, 2000.** Pelotas, RS. Anais, (Embrapa ClimaTemperado, Documento 70). 2000.

EL-SHEEKH, M. M. Quenching of the variable fluorescence induced by zinc in the green alga *Chlorella fusca*. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.,** v.5(1), p. 01-05. 1993.

EMPERAIRE, L. **Vegetação e flora.** I IBAMA, Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra Capivara, São raimundo Nonato – PI. Brasília: FUDAM. p. 61-206. 1991.

FERRAZ, E. M. N. **Variação florístico-vegetacional na região do vale do Pajeú, Pernambuco.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1994.

FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal.** Vol.1. 2ª edição. São Paulo. EPU, 1985.

FIGUEIREDO, L. S. RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Florística e Fitossociologia de uma área de vegetação caducifólia espinhosa no município de Buíque – Pernambuco. **Naturalia** v. 25, p. 205-224. 2000.

FISHER, R. A.; CORBERT, A. S.; WILLIAMS, C. B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal ecology* 12:42-58. In: MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. **1999. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. Holos.** Ed. Especial: p. 236-267. 1943.

FLORES, E. J. M. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, município de Viçosa, Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado). Viçosa: UFV, 165p. 1993.

FONSECA, M. R. da. **Análise da Vegetação arbustivo-arbórea da Caatinga hiperxerófila do Nordeste de Sergipe.** Campinas, 187p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 1991.

FUKUSHIMA, E.; ARATA, Y.; ENDO, T.; SONNEWALD, U; SATO, F. Improved Salt tolerance of Transgenic Tobacco Expressing Apoplastic Yeast-Derived Invertase. **Plant Cell Physiol.** v. 42(2), p. 245-249. 2001.

GADELHA NETO, P. D. **Levantamento Florístico e Fitossociológico em um Remanescente de Caatinga no município de Sousa-Paraíba.** Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2000. Dissertação de Mestrado. 2000.

GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Ann. Missouri Bot. Gar.** v.75, p. 1-34. 1988.

GOLDSTEIN, G.; SARMIENTO, G.; MEINZER, F. Um análisis de la economia hídrica em espécies de la sabana estacional y su interpretación ecologica y fisiológica. **Acta Cient. Venez.** v. 33, p.114. 1982.

GOMES, M. A. F. **Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 1979.

GOVINDJEE, E. Sixty-three years since Kaustky: Chlophyll fluorescence. **Aut. J. Plant Physiol.** v. 22 ,p. 131-160. 1995.

HAVAUX, M.; ERNEZ, M. LANNOYE, R. Correlation between heat tolerance and drought tolerance in cereals demonstrated by rapid chlorophyll fluorescence tests. **J. Plant. Physiol.** v. 133, p.555-560. 1988.

HAYASHI, I; NUMATA, M. Structure and sucession of the Caatinga vegetation in the Brazilian Northeast. **Tokio Geography papers,** v. 20, p.23-44, 1976.

HECKATHORN, S.A.; DELUCIA, E.H.; ZIELINSKI, R.E. 1997.The contribution of drought-related decreases in foliar nitrogen concentration to decreases in photosynthetic capacity during and after drought in prairie grasses. **Physiology Plantarum,** Copenhagen, v.101, p.173-182, 1997.

KECK, R. W.; BOYER, J. S. Chloroplast response to loww leaf water potentials. III. Differing inhibition of electron transport and photophosphorylation. **Plant Physiology,** v. 53, p. 474-479. 1974.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation Description and Analysis. A pratical Approach.** John Wiley & Sons. New York. 363p. 2000.

KERSHAW, K. A. 1975. Quantitative and dynamic plant ecology. 3 ed. Londres. Edward Arnold. 308p. *In:* FLORES, E. J. M. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, município de Viçosa, Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado). Viçosa: UFV, 165p. 1993.

KRAMER, P. J. **Plant and soil water relationships: A modern synthesis.** New York, McGraw-Hill Book,. 482p.

KRAUSE, G. H.; WEISS, E. Chlorophyll fluorescence as a tool in plant phyysiology. II. Interpretation of the fluorescence signals. **Photosynth. Res.** v. 5, p. 1139-1157. 1984.

KRAUSE, G. H.; WEISS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis. **Annu. Rev Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** v. 42, p. 313-359. 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução Carlos Henrique B. A. Prado e Augusto César Franco. São Carlos, RiMa, 531p. 2000.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife. 804p. 2003.

LEMONS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de Caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v. 16:1, p. 23-42. 2002.

LINS, J. R. P; MEDEIROS, A N. Mapeamento da Cobertura Florestal nativa lenhosa do Estado da Paraíba. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007/ GOVERNO DA PARAÍBA. 45p. In: **Diagnóstico do Setor Florestal do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba.** João Pessoa – Paraíba – Brasil. Junho de 1994.

LIRA, O C. **Continuum vegetacional nos cariris Velhos, Paraíba.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 116p. 1979.

LLOYD, M. R.; GHELARDI, R. J. A table for calculating the equability component of species diversity. *Journal of Animal Ecology* 33:217-225. In: MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. 1999. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. **Holos.** Ed. Especial: 236-267. 1964.

LOPES, W. de P. L.; SILVA, A. F. da; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura Fitossociológica de um trecho de Vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce-Minas Gerais, Brasil. **Acta. Bot. Bras.** v.16:4, p.443-456. 2002.

LUGO, A. E. **Estimativas de Reduções na diversidade de Espécies da Floresta Tropical.** p. 72-88. In E. O. Wilson, (ed.). **Biodiversidade.** Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1997.

LUETZELBURG, P. V. **Estudo botânico do Nordeste.** Rio de Janeiro, Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 1922/1923. v.3.1, A.,57. 1922/1923.

LYRA, A. L. R. T. **A condição do Brejo; efeito do relevo na vegetação de duas áreas do município de Brejo da Madre de Deus-PE.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 106p. 1982.

Mac ARTHUR, R. H, On the relative abundance of bird species. *Proceedings of the National academy of Science* 43: 293-295. In: MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. 1999. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. **Holos.** Ed. Especial: p.236-267. 1957.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira "Valença". **Bragantia,** v.58, p 217-226. 1999.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University Press., 197p. 1988.

MARTINS, F. R. **O método dos quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São Paulo.** São Paulo. **Parque Estadual de Vassununga.** 164p. tese (Doutorado) Instituto de Biociências do Estado de São Paulo. 1979.

MARTINS, R. F. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas (Botânica)**, v. 40: 103-164. 1989.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. **Holos.** Ed. Especial:p. 236-267. 1999.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 659-668. 2000.

McINTOSH, R. P. Na Index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. **Ecology**, v. 48, p. 392-404. 1967.

MEIRA NETO, J. A. A.; REGO, M. M. de; COELHO, D. J. S.; RIBEIRO, F. G. Origem, sucessão e estrutura de uma floresta de galeria periodicamente alagada em Viçosa-MG. **Rev. Árvore**, v. 27:4. p 561-574. 2003.

MOHAMMED, G. H. BINDER, W. D. GILLIES, S. L. Chlorophyll fluorescence: A review of its practical forestry applications and instrumentation. **Scand. J. For. Res.**, v.10, p. 383-410. 1995.

MORAES, J. A. P. V.; PEREZ, S. C. J. G. A.; CARVALHO JR. L. F. Curso diário do potencial da água e da resistência estomática em plantas de cerradão. **Ann:Missouri Bot. Garden**, v.27,13-23,1989.

MORAIS, S. M. J. **Diagnósticos quantitativos mínimos de ambiência para o manejo integrado da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria-RS.** 135 p. (Dissertação Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: IBGE. **Geografia do Brasil.** Região Nordeste. Rio de Janeiro, IBGE, p. 1-45. 1977.

MOREIRA, H. M. **Estudos Fenológicos em um remanescente de Caatinga no sertão Paraibano.** João Pessoa. 58p. Monografia de Graduação – Universidade Federal da Paraíba. 1996.

MYERS, N. Conservation needs and opportunities in tropical moist forests. p. 141-154 In: H. Synge, (ed.). **The biological Aspects of Rare Plant Conservation**. Wiley; Sons, New York, USA. 1981.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G. A B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 845-853. 2000.

MUELLER_DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley; Sons, 574p. 1974. In: RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. De S. B.; FIGUEIREDO, M. A. 1992. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema Caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil. 24p.

NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS A. da S.; TABANEZ, A. A. J.; VIANA. V. M. Estrutura e Dinâmica de Populações Arbóreas de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na Região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59 (2): 329-342. 1999.

NETONDO, G. W.; ONYANGO, J. C.; BECK, E. Sorghum and salinity: II. Gas Exchange and Chlorophyll Fluorescence of Sorghum under Salt Stress. **Crop. Science**. 44: 806-811. 2004.

NIMER, E. Climatologia da Região Nordeste do Brasil: Introdução a Climatologia dinâmica. **Revista Brasil. Geogr.** v. 34: 3-51. 1972.

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos Mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras**. Lavras MG: v. 30, p. 1-31. 1999.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Curso diário do potencial hídrico foliar em cinco espécies lenhosas da Caatinga. **Ecossistema**. v. 23. Dez. 1998.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA Jr., J. F. da. 2001. Resistência Estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de Gravioleira. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 3, p. 491-495, jul/sept.2001.

OGREN, E.; OQUIST, G. Effect of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. **Planta**, v. 166, p. 380-388. 1985.

OLIVEIRA, M. A J. O.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A., HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e Transpiração em Pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**. V.59, n.1, p. 59-63, jan/mar.p. 59-63. 2002.

PEDRALLI, G. TEIXEIRA, M. C. B.; FREITAS, V. L. de O.; MEYER, S. T.; NUNES, Y. R. F. Florística e Fitossociologia da Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Ciê. Agrotec.** v. 24 (Edição especial), p. 103-136. 2000.

- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York, John Wiley and Sons.165p. 1975.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife.804p. 2003.
- PIMENTEL, C.; HÉBERT, G. Potencial Fotossintético e Condutância Estomática em espécies de feijão caupi sob deficiência hídrica.**Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 11(1), p.7-11. 1999.
- PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora.252p. 2002.
- PEREIRA, I. M. **Levantamento Florístico do estrato Arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistema de Caatinga sob diferentes níveis de antropismo**. Areia. PB. 2000. 70p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. 2000.
- PEREIRA, W. E. Trocas gasosas, fluorescência da clorofila, crescimento e composição mineral de quatro porta-enxertos de citros submetidos a estresse por alumínio, em cultivo hidropônico. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 123p. (Tese de Doutorado). 2001.
- PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. de V.; SAMPAIO, E. V. S. B. Composição Florística e Análise Fitossociológica do Componente Arbustivo-Arbóreo de um Remanescente Florestal no Agreste Paraibano. **Acta Bot. Bras.** v. 16: (3), p. 357-369. 2002.
- PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 5, p. 285-307p. 1974.
- PORTES, T. A.; MAGALHÃES, A. C. N. Análise Comparativa de diferentes genótipos de feijão através da medição da fluorescência da clorofila a e do balanço de O₂. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Brasília, v.5, n.1, p 17-23, jan 1993.
- PRIMACK, R.B. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individuals, and singleflowers. *In* The population structure of vegetation (J. White, ed.). Handbook of vegetation science, Dr. W.Junk Publ., Dordrecht, v.3, p.571-593. 1985.
- PURSIHEIMO, S.; MARTINSUO, P.; RINTAMAKI, E.; ARO, E. M. Photosystem II protein follows four distinctly different regulatory patterns induced by environmental cues. **Plant, Cell and Environment**. v. 26, p.1995-2003. 2003.
- QUEIROZ, C. G. S.; GARCIA, Q. S.; LEMOS FILHO, J. P. Atividade Fotossintética e peroxidação de lipídios de membrana em plantas de aroeira do sertão sob estresse hídrico e após reidratação.**Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 14, n.1. p. 59-63. 2002.
- RADAMBRASIL. **Inventário Florestal da Região Nordeste do Brasil**.1984.

REIS, A. C. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 48, p. 325-335. 1976.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustiva-arbórea em quatro áreas de Caatinga em Pernambuco**. Campinas. Universidade de Campinas. Tese de Doutorado. 1992.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. De S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema Caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil. 24p. 1992.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, 181 p. 1991.

RODRIGUES, R. R. Análise Estrutural das Formações Florestais Ripárias. In: BARBOSA, L. M. (Coord.) Simpósio sobre mata Ciliar, Anais. Fundação Carjil. Campinas, p. 99-116. 1989.

SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULETTI, J. V.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. Vegetação e flora da Caatinga. Associação plantas do Nordeste – APNE CNIP, 176p. 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. Pp. 203-230. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. (eds) **Pesquisa botânica Nordestina: progresso e perspectivas**. Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco, Recife. 1996.

SAN JOSÉ, J. J. Potencial hídrico e intercâmbio gaseoso de *Curatella americana* L. En la temporada seca de la sabana de *Tractrypogon*. **Acta Cient. Venezoelana**, v. 23, p. 373-379, 1977.

SANTOS, M. F. A. V. **Características do solo e vegetação em sete áreas de Parnamirim, Pernambuco**. Recife. 230p. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1987.

SCARIOT, A., SEVILHA, A. C. Diversidade, Estrutura e Manejo de Florestas Deciduais e as Estratégias para Conservação. **Tópicos Atuais em Botânica: Palestras Convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica**. Org. Taciana Barbosa Cavalcanti ... (et al.) – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil. 400p. 2000.

SCHIMWELL, D. W. **The description and classification of vegetation**. University of Washington Press, Seattle. 1971.

SCHEPHERD, G. J. **Fitopac 1. Manual do Usuário**. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas. 88p. 1995.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTRET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sa pressure in vascular plants. **Science**, v.148, p.339-346, 1965.

SILVA, G. G. **A problemática da desertificação do ecossistema da caatinga do Município de São João do Cariri.** (Dissertação de Especialização).Universidade Federal do Piauí. 94p. 1993.

SILVA, L. A; SOARES, J. J. Levantamento Fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP. **Acta Bot. Bras.** v.16. n.2 p.205-216. 2002.

SILVA, S.; SOARES, A. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; MAGALHÃES, P. C. Respostas Fisiológicas de gramíneas promissoras para Revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos submetidas à deficiência hídrica. **Ciênc. Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.1, p 124-133, jan/fev, 2001.

SILVA-JUNÍOR, M. C. BARROS, N. F; CÂNDIDO, F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. **Revista Brasileira de Botânica** v. 10(2), p. 125-137. 1987.

SMILLE R. M.; NOTT, R. Salt tolerance in crop plants monitored by chlorophyll fluorescence *in vivo*. **Plant Physiol.** v. 70 , p. 1049-1054. 1982.

SOARES, N. S. C. Dinâmica de Colifagos Somáticos, Bacteriófagos f- específicos e Bactérias patogênicas no Rio Bodocongó (Campina Grande – Paraíba, Brasil.Dissertação de Mestrado. PRODEMA (UEPB/UFPB) 2002.

SOUZA, G. V. **Estrutura da vegetação da Caatinga hipoxerófila do estado de Sergipe.** Dissertação de Mestrado. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1983.

SLATYER, R. O. **Plant water relationships.** New York, Academic Press, 366p. 1967.

STRANT, M.; ÖQUIST, G. Effects of frost hardening, dehardening and freezing stress on *in vivo* chlorophyll fluorescence of scots pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). **Plant Cell Environ.** v. 11, p. 231-238. 1988.

SUDENE. **Projeto para o desenvolvimento integrado da Bacia Hidrogeológica do Jatobá: Levantamento dos Recursos de Vegetação.**Recife. 46p. 1979.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3ª ed. Artmed. Porto Alegre. 719 p. 2004.

TORRES NETO, A.; CAMPOSTRINI, E. OLIVEIRA, J. G. de; YAMANISHI, O. K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Braz. J. Plant Physiol.**, v. 14 (3), p. 203-210. 2002.

TYREE, M.T.; RICHTER, H. Alternative methods of analyzing water potential isotherms. Some cautions and classifications curvilinearity in water potential isotherms. *Journal of Experimental Botany*, v.60, p.911-916, 1982.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, A. B.; QUEIROZ, J. A. Avaliação do Potencial Hídrico de Espécies da Caatinga Sob Diferentes Níveis de Umidade No Solo. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. v. 4. n. 2. 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Ciências. Departamento de Biologia. **Estudo de comunidades de Caatinga na estação ecológica de Aiuaba**; Relatório Técnico. Fortaleza, 29p. Convênio SUBIN 149/179. UFCE/UFRN/UFPE – “Estação Ecológica de Aiuaba”. 1982.

UHL, C.; MURPHY, P. G. Composition, structure, and regeneration of a tierra firme forest in the amazon basin of Venezuela. *Tropical Ecology*, Varanasi, v. 22, n.2, p. 219-237. 1981.

VALENTE, O. F. Manejo de bacias hidrográficas. *Brasil Florestal*, v. 5, n. 18, p. 14-22, 1974.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí. *Scientia Florestalis*. n. 62, p.114-129. 2002.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de Desertificação no Nordeste**. Relatório Técnico, SUDENE, Recife. 1983.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 folhas. 2002.

VIANA, V. M. Biologia e Manejo de fragmentos florestais. In: **Anais 6º congresso Florestal Brasileiro**, 1990. Campos do Jordão, p. 113-118. 1990.

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. de V. A. Estrutura e Composição florística do estrato herbáceo sub-arbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. *Rodriguesia*. v. 52 (80), p.17-30. 2001.

WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems**. New York, Mac Millan, 1975.

WITHIMORE, T. C. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. P 3-14. In: Laurance, W. F. ; R. O. Bierregard, r., (eds). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and conservation of Fragmented Communities**. The University of Chicago Press. Chicago. USA. 1997.

ZOCHE, J. J.; PORTO, M. L. Florística e fitossociologia de campo natural sobre banco de carvão em áreas mineradas. Rio Grande do Sul, Brasil, *Acta bot. Bras.* v. 6(2), p.47-84. 1993.