

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**JESUS RODRIGUES LEMOS**

**FLORÍSTICA, ESTRUTURA E MAPEAMENTO DA  
VEGETAÇÃO DE CAATINGA DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DE AIUABA, CEARÁ**

**SÃO PAULO  
2006**

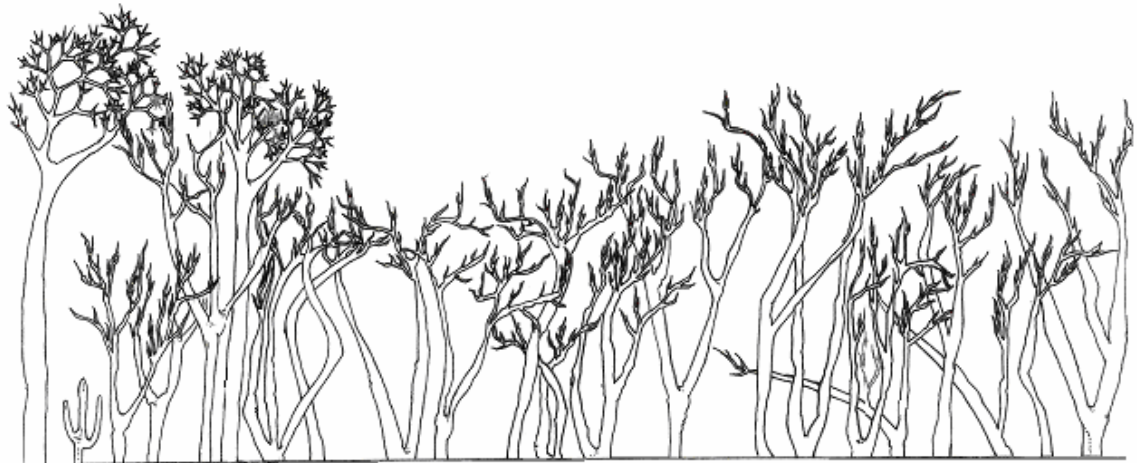
# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JESUS RODRIGUES LEMOS**

**FLORÍSTICA, ESTRUTURA E MAPEAMENTO DA  
VEGETAÇÃO DE CAATINGA DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DE AIUABA, CEARÁ**



**SÃO PAULO  
2006**

**Jesus Rodrigues Lemos**

**FLORÍSTICA, ESTRUTURA E MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DE  
CAATINGA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE AIUABA, CEARÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências  
da Universidade de São Paulo para obtenção do  
Título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: **BOTÂNICA**

Orientadora: Profa. Dra. Marico Meguro

Co-orientadora: Profa. Dra. Marisa D. Bitencourt

**SÃO PAULO  
2006**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Lemos, Jesus Rodrigues

L 555f Florística, estrutura e mapeamento da vegetação de caatinga da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará/ Jesus Rodrigues Lemos - São Paulo : J. R. Lemos, 2006.  
139 p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo,  
Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, 2006.

1. Caatinga - Ceará 2. Semi-árido - Ceará 3. Fitogeografia  
4. Florística 5. Fitossociologia 6. Sensoriamento remoto  
I.Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências.  
Departamento de Botânica. II. Título.

**LC QH 541.5.C5**

Jesus Rodrigues Lemos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: **Botânica**

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora:

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Marico Meguro (Orientadora) -USP

Assinatura: \_\_\_\_\_

A meus pais e à minha família, os quais sempre me impulsionaram em direção aos desafios submetidos, apoiando-me, mesmo que distante, nos momentos bons e ruins;

À Helena querida, pelo que representa na minha vida;

Dedico

*Ao homem da caatinga, que luta, conquista e persevera, dia após dia;*

*Ofereço*



## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela concessão da bolsa de Doutorado através do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas-Botânica da Universidade de São Paulo-USP.

À Fundação O Boticário de Proteção À Natureza-FBPN, pela credibilidade dada a este trabalho, financiando-o parcialmente.

À minha orientadora nesta pesquisa, Dra. Marico Meguro, por permitir-me a oportunidade de absorver uma pequena parcela de sua grande experiência. Agradeço também pela oportunidade, credibilidade, paciência e incentivo.

À minha co-orientadora, Dra. Marisa Bitencourt primeiramente por sua calorosa acolhida no Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação-LEPaC do Departamento de Ecologia da USP. Também por sempre transmitir confiança e otimismo, além de proporcionar-me ter uma visão “diferente” da caatinga.

Ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP na representação de seus professores, especificamente ao Professor Dr. Antonio Salatino, pela receptividade, atenção, compreensão e incentivo. Também aos professores do Departamento de Ecologia, sempre atenciosos e dispostos a colaborar.

À Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, na representação dos professores do Curso de Biologia, pela receptividade e liberação do uso das instalações do Herbário HUVA-“Prof. Francisco José de Abreu Matos”, inclusive para processamento do material botânico.

Aos professores do Departamento de Biologia da UFC pela boa receptividade no Herbário EAC e igualmente aos pesquisadores do Laboratório de Botânica da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA no Herbário IPA - Dárdano de Andrade-Lima.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA pela permissão do desenvolvimento desta pesquisa na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.

Aos Chefes da Estação Ecológica de Aiuaba, anterior (Sra. Emília Barros) e atual (Sr. Manoel Alencar), assim como a todos os seus funcionários, pela atenção e apoio logístico no campo/laboratório.

Ao Sr. Plínio Matias, por sua imensa colaboração em todas as etapas do trabalho de campo, à sua esposa, Sra. Antonia e seus filhos, pela generosa hospitalidade em sua residência, facilitando muito as atividades. Também a todos os moradores do entorno da Estação Ecológica, os quais tive a oportunidade de conhecer e que me receberam de braços abertos.

À professora Dra. Francisca Araújo, da Universidade Federal do Ceará-UFC, pela sugestão da Estação Ecológica de Aiuaba para o desenvolvimento desta pesquisa e à professora Maria Angélica Figueiredo pela apresentação da Estação Ecológica.

Aos taxonomistas de diversas instituições que identificaram grande parte do material botânico, principalmente Edson de Paula Nunes e José W. Lima-Verde (UFC); Afrânio Fernandes (UECE); Rita Pereira e Bernadete Costa e Silva (IPA); Luciano Paganucci (UEFS); Iracema Loiola (UFRN); Inês Cordeiro (IBt-SP) e Maria de Fátima Lucena (UFPE).

A todos os funcionários e colegas de curso, pelo companheirismo e auxílio e nas diferentes etapas desta pesquisa. Mais particularmente agradeço ao técnico do LEPaC, Wellington Bispo, pela imensa colaboração referente à parte computacional.

Aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação do Instituto de Biociências-IB, os quais sempre se demonstraram solícitos.

À bibliotecária Maria Inês Conte, do Centro Didático-IB/USP, pela revisão da lista de referências bibliográficas.

Por fim, quero expressar meus agradecimentos também a diversas pessoas não citadas aqui, mas que em um momento ou outro, mesmo que indiretamente, prestaram sua colaboração para que esta tese se concretizasse.

*"...árvores sem folhas, de galhos estorcidos e secos, revoltos, entrecruzados, apontando ríjamente no espaço ou estírandose flexuosos pelo solo, lembrando um bracejar ímenso, de tortura, da flora agonízante..."*

Euclides da Cunha

Os Sertões (1902)

## RESUMO

A caatinga foi reconhecida recentemente como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta. De um modo geral, tem sido descrita na literatura como pobre, possuindo baixo valor para fins de conservação. Talvez devido a este fato, a caatinga seja o bioma brasileiro mais desvalorizado e menos conhecido botanicamente, permanecendo como um dos mais desconhecidos na América do Sul do ponto de vista científico. Neste contexto, é premente a necessidade da ampliação do conhecimento sobre a distribuição de organismos e a forma como eles estão organizados em comunidades na caatinga. No Estado do Ceará, a caatinga é a unidade fito-ecológica mais representativa espacialmente, abrangendo aproximadamente 72.980 Km<sup>2</sup> e apesar da grande abrangência espacial da caatinga, pouco se conhece ainda sobre seus padrões de comunidades vegetais no Estado. Assim, este trabalho objetivou contribuir com a ampliação do conhecimento sobre a caatinga, investigando a flora e estrutura, bem como realizando o mapeamento orbital das fisionomias existentes na vegetação da Estação Ecológica (EE) de Aiuaba, Ceará. Esta é uma área considerada, pelo Programa Nacional da Biodiversidade/PROBIO, de Alta Importância Biológica no estado do Ceará. Foram realizadas coletas botânicas mensais, aleatórias, no período de outubro/2003 a fevereiro/2005, de ervas, subarbustos, arbustos, árvores, epífitas e lianas. A coleção botânica encontra-se depositada no acervo dos Herbários SPF, EAC, HUVA, IPA e K. No levantamento florístico foram coletados 183 espécimes, pertencentes a 47 famílias, 113 gêneros e 161 espécies. Deste total, dois táxons estão sendo propostos como espécies novas para a ciência. As famílias mais ricas em termos específicos foram Leguminosae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Acanthaceae e Asteraceae, as quais responderam por 51,5% do total das espécies. O maior índice de similaridade de Sørensen (IS) verificado entre a área de estudo e outros levantamentos realizados em diferentes estados do Nordeste brasileiro foi de 23,33%. Algumas espécies registradas na EE apresentam distribuição em todo o semi-árido

nordestino, com algumas ocorrendo em outros estados brasileiros e até em outros países da América do Sul. Para o estudo fitossociológico, foram alocadas através de sorteio, 50 parcelas de 10 x 10 m em uma área de 1,5 ha. Foram medidos os caules de todos os indivíduos lenhosos vivos ou mortos ainda em “pé”, inclusive cipós, que se individualizassem ao nível do solo e que atendessem aos seguintes critérios: Diâmetro ao Nível do Solo (DNS)  $\geq$  3 cm e altura total (AT)  $\geq$  1 m. Foram amostrados 3.007 indivíduos distribuídos em 47 espécies e 21 famílias. Leguminosae, Euphorbiaceae, Erythroxylaceae, Acanthaceae, Bignoniaceae e Rutaceae responderam por 65,9% das espécies e as três primeiras totalizaram 62,97% do valor de importância total. *Croton floribundus* (Euphorbiaceae), *Piptadenia moniliformis* (Leg. Mimosoideae), *Erythroxylum caatingae* (Erythroxylaceae) e *Bauhinia cheilantha* (Leg. Caesalpinioideae) tiveram os maiores valores de importância. As alturas e os diâmetros médios e máximos foram 4,51 e 13 m e 7,28 e 44,88 cm, constatando-se tratar de um trecho de caatinga cuja maioria dos indivíduos concentra-se no estrato inferior a 5 m de altura, com algumas espécies emergentes. O uso de imagens CBERS-2 e dados de campo proporcionaram a elaboração de um mapa da vegetação da EE de Aiuaba. Através de processamento de imagens, utilizando o *Normal Difference Vegetation Index* (NDVI), foi produzido um mapa vegetacional. Foram diagnosticadas três fisionomias vegetacionais, havendo predomínio de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta. A importância deste estudo está nas informações básicas acerca do estado atual da vegetação, vindo a fornecer subsídio para estudos futuros relacionados à compreensão e previsão de mudanças no padrão de distribuição das comunidades vegetais, bem como possibilitar a efetivação de investigações mais detalhadas. No aspecto geral, este estudo gerou informações acerca da diversidade biológica e ambiental da EE de Aiuaba. Informações como estas são fundamentais para o entendimento da evolução, da ecologia e da conservação de uma biota, vindo a fornecer suporte às decisões governamentais nas áreas de proteção ambiental, bem como no manejo das mesmas.

Palavras-chave: Caatinga-Ceará; Semi-árido; Fitogeografia; Sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

Caatinga was recently recognized as one of the 37 great natural regions of the planet. In general, it has been described in literature as poor, having little value for conservation purposes. Perhaps due to this fact, caatinga may be the most devalued and least botanically recognized Brazilian biome, remaining as one of the most unknown in South America from a scientific point of view. In this context, the need for broadening knowledge about the distribution of organisms and the way they are organized into communities in caatinga is predominant. In the state of Ceará, caatinga is the most spatially representative phyto-ecological unit, covering approximately 72,980 Km<sup>2</sup> and despite the great spatial coverage of caatinga, little is yet known about its patterns of vegetal communities in the State. Therefore, this study aims to contribute to the broadening of knowledge about caatinga, investigating the flora and structure, as well as carrying out the orbital mapping of the existing physiognomies in the vegetation of the Estação Ecológica (EE) in Aiuaba, Ceará state. This is an area considered, by the National Biodiversity Program/PROBIO, to be of High Biological Importance in the state of Ceará. Random monthly botanical collections were carried out, in the period from October/2003 to February/2005, of herbs, subshrubs, shrubs, trees, epiphytes and lianas. The botanic collection is to be found deposited in the SPF, EAC, HUVA, IPA and K Herbarium collections. In the floristic survey 183 specimens were collected, belonging to 47 families, 113 genera and 161 species. From this total, two taxa are being proposed as new species for science. The richest families in specific terms were Leguminosae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Acanthaceae and Asteraceae, which corresponded to 51.5% of the species total. The highest Sørensen's Similarity Index (IS) rate verified between the study area and other surveys carried out in different states of the Brazilian Northeast was 23.33%. Some species registered in the EE present a distribution throughout the northeastern semi-arid area, with some occurring in other Brazilian states and even in other South American countries. For

the phyto-sociological study, 50 plots of 10 x 10m in an area of 1.5ha were assigned, by means of a draw. The stems of all living or dead but still “standing” woody organisms were measured, including lianas, which might become distinct at ground level and which might observe the following criteria: Diameter at Ground Level (DNS)  $\geq$  3cm and Total Height (AT)  $\geq$  1m. Three thousand and seven organisms were sampled distributed into 47 species and 21 families. Leguminosae, Euphorbiaceae, Erythroxylaceae, Acanthaceae, Bignoniaceae and Rutaceae corresponded to 65.9% of the species and the first three totaled 62.97% of the total importance value. *Croton floribundus* (Euphorbiaceae), *Piptadenia moniliformis* (Leg. Mimosoideae), *Erythroxylum caatingae* (Erythroxylaceae) and *Bauhinia cheilantha* (Leg. Caesalpinioideae) had the greatest importance values. The average and maximum heights and diameters were 4.51 and 13m and 7.28 and 44.88cm, proving that deals with a stretch of caatinga where the majority of organisms are concentrated in the stratum of less than 5m in height, with some emergent species. The use of CBERS-2 images and field data provided the elaboration of a vegetation map at the EE in Aiuaba. Through the processing of images, using the Normal Difference Vegetation Index (NDVI), a vegetation map was produced. Three vegetational physiognomies were diagnosed, with a predominance of tall open shrubby-arboreal scrub. The importance of this study is in the basic information regarding the current state of vegetation, providing assistance for future studies related to the understanding and forecast of changes in the distribution pattern of vegetal communities, as well as enabling the effectuation of more detailed investigations. In a general aspect, this study generated information about the biological and environmental diversity of the EE in Aiuaba. Information like this is fundamental for the understanding of evolution, ecology and the conservation of a biota, providing support for governmental decisions in areas of environmental protection, as well as in the management of them.

Keywords: Caatinga-Ceará state; Semi-arid; Phytogeography; Remote sensing.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa pluviométrico do Nordeste com as iso-linhas de precipitação. O retângulo vermelho informa a localização aproximada da estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. Fonte: Nimer (1972) (modificado) ..... 24
- Figura 2. Mapa do Nordeste brasileiro destacando a região semi-árida (“Polígono das Secas do Brasil”) ..... 42
- Figura 3. Mapa das Áreas prioritárias da caatinga definidas pelo Programa Nacional da Biodiversidade-PROBIO. A área 10 representa a Estação Ecológica de Aiuaba-CE ..... 49
- Figura 4. Localização da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, evidenciando as unidades amostrais ..... 52
- Figura 5. Mapa cartográfico da SUDENE/DSG Aiuaba (SB.24-Y-B-IV), na escala de 1:100.000, mostrando parte do limite da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e o local onde foram instaladas as parcelas (pontos em vermelho) ..... 53
- Figura 6. Similaridade florística entre a área de estudo, Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e 33 levantamentos quantitativos realizados no semi-árido e cerrado do Nordeste brasileiro. A. Vegetação de caatinga instalada sobre o cristalino (Lyra-Lyra, 1982; Souza-Souza, 1983; Fon1, Fon2, Fon3, Fon4 e Fon5-Fonseca, 1991; Rod1, Rod2, Rod3 e Rod4-Rodal, 1992; AlcF-Alcoforado-Filho, 1993; Ferr1 e Ferr2-Ferraz, 1994; Arau1, Arau2, Arau3- Araújo *et al.*, 1995; Cam-Camacho, 2001; Cost- Costa, 2004) e vegetação de floresta seca (Cestaro & Soares, 2004). B1. Vegetação de caatinga instalada sobre áreas sedimentares (Oliv1-Oliveira *et al.*, 1997; L&R-Lemos & Rodal, 2002; Men-Mendes, 2003; Figu-Figueirêdo *et al.*, 2000),

vegetação arbustiva perenifolia (Rodet-Rodal <i>et al.</i> , 1998) e vegetação de carrasco (Araet-Araújo <i>et al.</i> , 1999). B2. Vegetação de carrasco (Ara1, Ara2 e Ara3-Araújo <i>et al.</i> , 1998) e cerrado (Castr-Castro, 1994; Oliv2-Oliveira, 2004; F&C1 e F&C2-Farias & Castro, 2004); AE-Área de estudo .....	86
Figura 7. Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (m), a intervalos fixos de 1 m na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará .....	90
Figura 8. Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (cm), a intervalos fixos de 3 cm na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará .....	90
Figura 9. Espaço vertical ocupado pelas espécies no levantamento fitossociológico, ordenadas de forma decrescente de Valor de Importância (VI). Estação ecológica de Aiuaba, Ceará .....	92
Figura 10. A-Perfil-diagrama da vegetação realizado numa faixa de 25 m x 5 m, no local do levantamento fitossociológico, representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA). 1- <i>Erythroxylum caatingae</i> ; 2- <i>Bauhinia pulchella</i> ; 3- <i>Capparis hastata</i> ; 4- <i>Helicteres baruensis</i> ; 5- <i>Machaerium hirtum</i> ; 6- <i>Bursera leptophloeos</i> ; 7- <i>Piptadenia moniliformis</i> ; 8- <i>Croton floribundus</i> ; 9- <i>Croton nepetifolius</i> ; 10- <i>Maprounea guianensis</i> ; 11- <i>Chloroleucon dumosum</i> ; 12- <i>Dioclea grandiflora</i> . B-Visão geral da área onde foi realizado o perfil .....	93
Figura 11. Diagrama de ordenação das espécies, registradas em 25 parcelas, nos dois primeiros eixos de ordenação produzidos pela análise de correspondência do tipo "DCA", Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. Os nomes completos das espécies estão na tabela 4 .....	97
Figura 12. Balanço hídrico da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Latitude: 06° 63' S; Longitude: 40° 12' W; Altitude: 350 m; CAD (capacidade de armazenamento de	

água no solo) = 125 mm; Dados obtidos no período de 1932-1985 (BRASIL, 1990) .....	99
Figura 13. Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. Classificação das fisionomias vegetais de acordo com a quantidade de folhas verdes presentes nas imagens CBERS-2, convertidas em imagem NDVI, confirmadas em campo .....	102
Figura 14. A-Perfil-diagrama representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA). 1- <i>Myracrodruon</i> <i>urundeuva</i> ; 2- <i>Cereus jamacaru</i> ; 3- <i>Croton blanchetianus</i> ; 4- <i>Jatropha</i> <i>molissima</i> ; 5- <i>Caesalpinia gardneriana</i> ; 6- <i>Mimosa tenuiflora</i> . B- Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo .....	106
Figura 15. A-Perfil-diagrama representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta densa (CArArboAD). 1- <i>Maprounea</i> <i>guianensis</i> ; 2- <i>Campomanesia</i> aff. <i>aromatica</i> ; 3- <i>Croton</i> sp.; 4- <i>Pilocarpus</i> sp.; 5- <i>Bauhinia flexuosa</i> ; 6- <i>Maprounea</i> sp.; 7- <i>Aspidosperma</i> <i>multiflorum</i> ; 8- <i>Bauhinia cheilantha</i> ; 9- <i>Machaerium</i> sp.; 10- <i>Erythroxylum caatingae</i> ; 11- <i>Bauhinia pulchella</i> ; 12- <i>Croton floribundus</i> . B- Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo .....	107
Figura 16. A-Perfil-diagrama representando a caatinga arbórea-arbustiva baixa densa (CArboArBD). 1- <i>Erythroxylum caatingae</i> ; 2- <i>Cordia</i> <i>leucocephala</i> ; 3- <i>Croton floribundus</i> ; 4- <i>Helicteres baruensis</i> ; 5- <i>Croton</i> <i>nepetifolius</i> ; 6- <i>Croton blanchetianus</i> ; 7- <i>Erythroxylum betulaceum</i> ; 8- <i>Piptadenia moniliformis</i> ; 9-Morto; 10- <i>Dalbergia cearensis</i> . B- Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo .....	108
Figura 17. A-Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba; B-detalle com pontos marcados (brancos) em campo com GPS; C-local onde foi realizado o levantamento fitossociológico .....	110
Figura 18. A-Detalhe do mapa cartográfico da SUDENE/DSG com o curso d'água intermitente tracejado em azul e B-Detalhe do mapa de	

vegetação gerado neste trabalho mostrando a classe “vegetação presente em áreas mais úmidas” (em verde mais escuro) ..... 111

Figura 19. Fotografia mostrando, em período seco, a vegetação presente em áreas menos elevadas da Estação Ecológica, próximas a corpos d’água intermitentes, onde observa-se espécies com folhas verdes.

A-Visão geral; B-Detalhe de um lago temporário ..... 112

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Lista das famílias e espécies registradas na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, com seus respectivos nomes vulgares, hábito e número de coletor de Jesus Rodrigues Lemos ..... 62
- Tabela 2. Similaridade florística entre a Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e outros levantamentos qualitativos realizados em áreas de vegetação caducifólia espinhosa e não espinhosa do Nordeste brasileiro. VEG - vegetação; ALT - altitude da área em metros; PLUV - pluviosidade média anual em mm; N - número total de espécies encontradas; NC - número de espécies comuns a este trabalho; IS - Índice de similaridade de Sørensen em percentual; CAA - caatinga; CAR - carrasco; CAR-CAA - transição carrasco-caatinga; MS - mata seca ..... 73
- Tabela 3. Distribuição geográfica das espécies do componente arbustivo-arbóreo da caatinga da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, com base nas seguintes fontes: Levantamentos qualitativos e quantitativos realizados em vegetação do semi-árido e cerrado nordestino, "Flora Neotropical", Trabalhos taxonômicos e consultas aos acervos dos Herbários EAC e IPA. O código das referências encontra-se no final da Tabela ..... 75
- Tabela 4. Famílias e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente da porcentagem do Valor de Importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. % Spp - porcentagem do número de espécies; DR, DoR e FR - densidade, dominância e frequência relativas (em %) ..... 80
- Tabela 5. Espécies amostradas com diâmetro do caule ao nível do solo maior ou igual a 3 cm e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do Valor de Importância (VI), Estação Ecológica de

Aiuaba, Ceará. N - número de indivíduos; DR, DoR e FR - densidade, dominância e frequência relativas (em %) .....	81
Tabela 6. Parâmetros fitossociológicos registrados na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e em levantamentos de vegetação do semi-árido do Nordeste brasileiro. CAA - caatinga; CAR - carrasco; CAR-CAA - transição carrasco-caatinga; C - cristalino; S - sedimento; DAP - diâmetro do caule a 1,30 m do solo; PNS - perímetro do caule ao nível do solo; DNS - diâmetro do caule ao nível do solo; AA - área amostrada; NE - número de espécies; DT - dominância total; ABT - área basal total; H' - índice de diversidade de Shannon; Alt. - altitude; Prec. - precipitação .....	85
Tabela 7. Variáveis físicas e químicas analisadas nas amostras de solo coletadas em 25 parcelas, nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm, na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. dp - desvio padrão; máx. - máximo; mín. - mínimo .....	95
Tabela 8. Intervalos de NDVI com suas classes de campo e respectivas extensões. Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará .....	103

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Distribuição do número de indivíduos por espécie em classes de altura (m), a intervalo fixo de 1 m, listadas em ordem decrescente do valor de importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará ...	135
Anexo B - Distribuição do número de indivíduos por espécie em classes de diâmetro (cm), a intervalo fixo de 3 cm, listadas em ordem decrescente do valor de importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará .....	137
Anexo C - Registro fotográfico mostrando a área de estudo e diferentes etapas do trabalho de campo na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. A e B-visão geral da serra onde realizou-se o levantamento fitossociológico nos períodos chuvoso e seco, respectivamente; C-coleta de material botânico; D-parcela montada; E e F-parcelas nos períodos chuvoso e seco, respectivamente; G-coleta de amostras de solo; H-amostras de solo acondicionadas .....	139

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	22
1.1. O domínio do semi-árido nordestino .....	22
1.2. A vegetação do semi-árido nordestino com ênfase na caatinga <i>sensu strictu</i> .....	26
1.3. Propostas de classificação para a vegetação de caatinga segundo diversos autores .....	33
1.4. Levantamentos fitossociológicos realizados em vegetação de caatinga no Nordeste brasileiro .....	36
1.5. O Estado do Ceará no domínio do semi-árido – tipos de vegetação .....	40
1.6. Levantamentos qualitativos e quantitativos realizados em vegetação caducifólia no Estado do Ceará .....	43
1.7. Contribuições do sensoriamento remoto para o conhecimento da vegetação no Nordeste brasileiro .....	44
1.8. Considerações e perspectivas acerca da situação do ecossistema caatinga e a Estação Ecológica de Aiuaba no contexto do semi-árido cearense .....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	50
2.1. Área de estudo .....	50
2.2. Estudo da flora e da vegetação .....	54
2.2.1. Estudo florístico .....	54
2.2.1.1. Coleta de dados e identificação de material botânico .....	54
2.2.1.2. Similaridade florística .....	55
2.2.1.3. Distribuição geográfica das espécies .....	55
2.2.2. Estudo fitossociológico e fisiográfico .....	56
2.2.2.1. Coleta e tratamento de dados quantitativos .....	56
2.2.2.2. Análise de agrupamento .....	56
2.2.2.3. Fisionomia da vegetação .....	57
2.2.2.4. Solo e elaboração do Balanço hídrico .....	57



2.2.3. Mapeamento da vegetação .....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
3.1. Estudo da flora e da vegetação .....	61
3.1.1. Levantamento florístico .....	61
3.1.1.1. Similaridade florística .....	72
3.1.1.2. Distribuição geográfica do componente arbustivo-arbóreo ....	74
3.1.2. Estudo fitossociológico e fisiográfico .....	78
3.1.2.1. Parâmetros fitossociológicos .....	78
3.1.2.2. Análise de agrupamento .....	83
3.1.2.3. Fisionomia da vegetação .....	87
3.1.2.4. Análise do solo e possíveis relações com as espécies amostradas .....	94
3.1.3. Mapeamento da vegetação .....	100
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	116

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O domínio do semi-árido nordestino

A maior parte do continente sul-americano é dominada por climas quentes a subquentes e temperados, bastante chuvosos e ricos em recursos hídricos. Entretanto, ocorrem na América do Sul três núcleos de regiões semi-áridas, que, conjuntamente, ocupam mais de 10% da área total do continente: a diagonal seca do Cone Sul, ao longo da Argentina, desertos do norte do Chile até o Equador e parte do Peru; a fachada caribeano da Venezuela (área *Guajira*) no extremo N-NW do bloco continental sul-americano e, por fim, a região do domínio das caatingas do Nordeste brasileiro (AB'SABER, 1974, 1994/1995).

Dentre as várias regiões brasileiras, o Nordeste é a que apresenta maior heterogeneidade de quadros naturais, que se revelam no seu clima, vegetação e solo. Segundo ANDRADE (1977), o clima vai desde o super-úmido até o semi-árido e há um mosaico de tipos de solos que vão desde os zonais maduros, pobres em nutrientes pela lixiviação intensa, até os de alteração reduzida e elevado estoque de minerais. Em termos de vegetação, ocorrem as florestas úmidas, florestas fluviais, cerrados, caatingas hipoxerófilas e hiperxerófilas, além de disjunções. Nas zonas sub-úmidas e semi-áridas, ocorrem as matas pluviais, os conhecidos brejos de altitude ou serras úmidas (FOURY, 1972). AB'SABER (1996), afirma que o Nordeste é um complexo fisiográfico, climático, hidrológico e ecológico, tipicamente semi-árido.

SOUZA *et al.* (1994), com base na isoieta modal de 800 mm.ano<sup>-1</sup> e em um conjunto de fatores como relevo, solo, litologia e hidrologia de superfície e subsuperfície, redimensionaram o semi-árido nordestino e concluíram que o mesmo apresenta sete geoambientes num total de 788.064 Km<sup>2</sup>, onde a precipitação média varia de 400 a 800 mm.ano<sup>-1</sup> e que, além da vegetação de caatinga, ocorrem tipos transicionais associados a outras formações vegetais ocorrentes na região Nordeste.

De acordo com NIMER (1989), a climatologia desta região é uma das mais complexas do mundo, dependendo principalmente de fatores como sua posição

geográfica referente aos diversos sistemas de circulação e do relevo, o qual é constituído pelas baixadas litorâneas e vales em níveis inferiores a 500 m de altitude, predominantemente abaixo de 200 m, entre elevações que alcançam 800-1000 m, possuindo isoietas de chuvas de 1000 mm (Figura 1).

A região nordestina aparece como uma área de convergência das terminações de quatro fluxos de correntes atmosféricas perturbadas, com a condicionante geográfica influenciando em sua situação climática. Quando as massas de ar Atlântico-Equatoriais carregadas de vapor de água são transportadas pelos ventos Alísios contra a costa do nordeste do Brasil, são adiabaticamente umedecidas e precipitam anualmente cerca de 2000 mm de chuva, sobre a área correspondente à Mata Atlântica, perdendo a maior parte da sua umidade. Nas áreas de sombra de chuva das faixas de montanhas, o semi-árido está submetido ao efeito de massas de ar mais secas e estáveis (ANDRADE & LINS, 1965). Quando estas últimas encontram algumas poucas elevações resultantes do processo de pediplanação, sofrem condensação e precipitam, possibilitando o desenvolvimento de “brejos”, ilhas de vegetação úmida dentro do semi-árido (ANDRADE-LIMA, 1964a; ANDRADE & LINS, 1964).

Conforme a classificação de KÖEPPEN, de 1948, há, no regime pluviométrico, ocorrência de precipitações de verão (w) e as de verão/outono (w'), respectivamente identificadas com os climas BShw (quente e semi-árido com chuvas de verão) e BShw' (quente e semi-árido com chuvas de verão/outono) (ANDRADE, 1977). SAMPAIO (1995), em concordância com REIS (1976), NIMER (1979) e REDDY (1983), comenta que a principal característica das precipitações pluviométricas no semi-árido do Nordeste é a natureza errática, pois apresentam irregularidade espacial e temporal. Completando este quadro característico do semi-árido nordestino, os autores acrescentam a alta radiação solar, as temperaturas médias anuais elevadas, baixas taxas de umidade relativa e fortes taxas de evaporação e evapotranspiração.

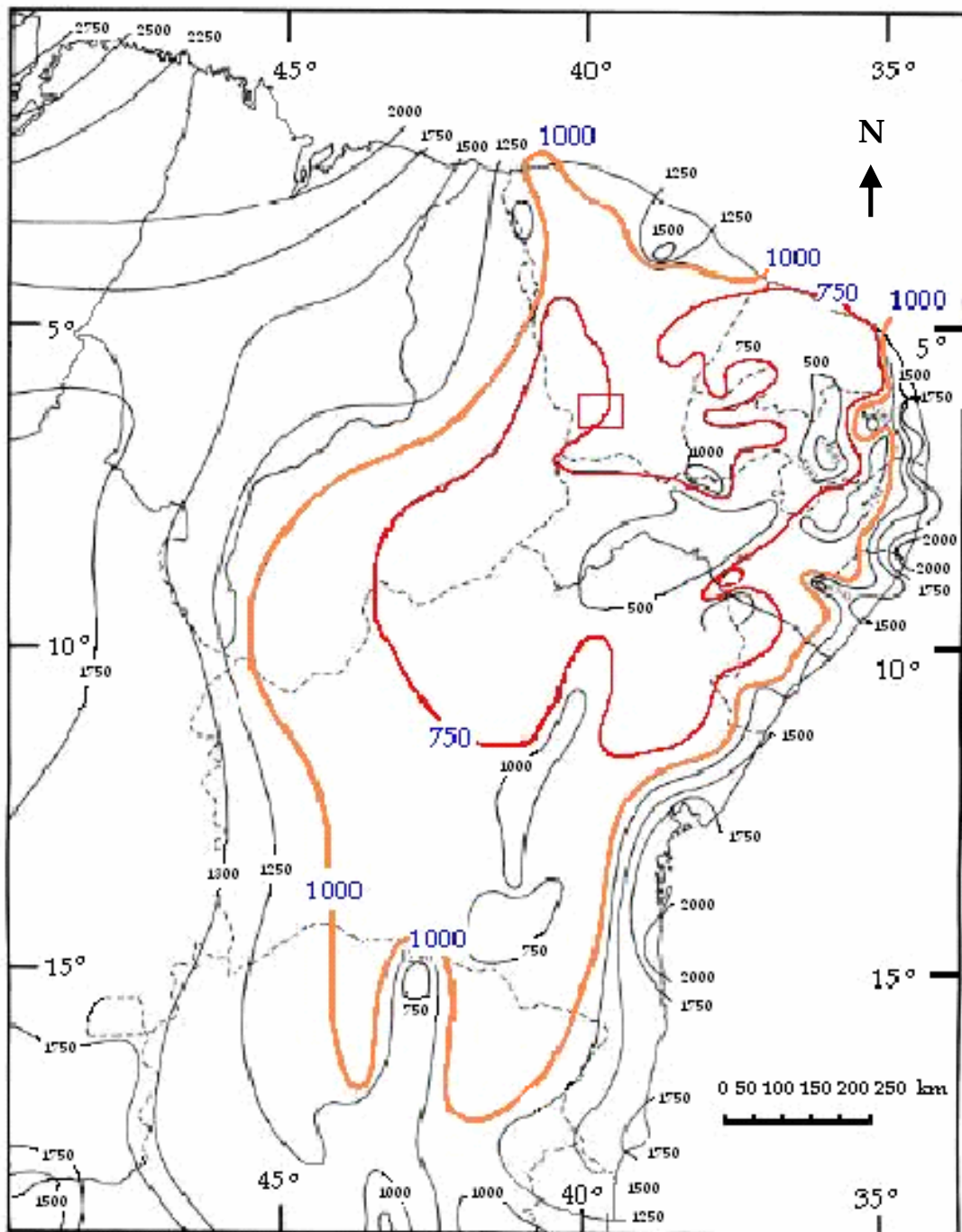


Figura 1. Mapa pluviométrico do Nordeste com as isoietas de precipitação. O retângulo vermelho informa a localização aproximada da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. Fonte: Nimer (1972) (modificado).

OLIVEIRA *et al.* (1999), afirmam que o universo dos espaços físicos e ecológicos do sertão nordestino é considerado semi-árido pelo fato de possuir uma estação chuvosa alternada com uma estação muito seca, de duração quase igual, independente de situação extrema. ROSS (1998), salienta que, geograficamente, o Nordeste seco apresenta-se como uma região definida pela condição climática marcadamente azonal em relação ao cinturão próprio das faixas áridas e semi-áridas sub-tropicais do globo. Esta informação já fora apresentada por AB'SABER (1974), quando o autor afirmou ainda que o Nordeste semi-árido é um dos raros exemplos de domínios morfoclimáticos intertropicais secos.

No âmbito das grandes regiões paisagísticas brasileiras, a semi-aridez é hoje restrita ao Nordeste seco, mas já foi muito mais ampla no país no decorrer do Quaternário, por ocasião dos períodos glaciais, tendo atingido áreas que hoje são úmidas e relativamente chuvosas (WITHMORE & PRANCE, 1987). Neste sentido, infere-se que o atual polígono semi-árido nordestino é o núcleo de retração espacial da semi-aridez.

Geomorfologicamente, o semi-árido situa-se no domínio das depressões interplanálticas e intermontanas nordestinas, na região sub-equatorial e tropical. O elemento mais conspícuo nas formas do relevo é a extensão enorme das áreas planas ou quase planas, sobre as quais se elevam montanhas isoladas, serras e chapadas (MABESSONE, 1988). Esta feição geomorfológica, bem como a origem geológica na região do semi-árido, têm resultado em vários mosaicos de solos complexos com características variadas mesmo dentro de pequenas distâncias (SAMPAIO, 1995).

JACOMINE (1996) também destaca a grande diversidade litológica - além de variação no relevo e no regime de umidade do solo - na região semi-árida nordestina, bem como no Norte de Minas Gerais. O autor comenta que esses fatores combinados, preponderantes na formação e evolução dos solos da região, dão como resultado a presença de diversas classes de solos, sendo estas constituídas principalmente por Latossolos Vermelho e Amarelo, Solos Litólicos, Podzólicos, Solos Bruno Não Cálcicos, Areias Quartzosas, Planossolos e Regossolos. Ressalta-se contudo, que estas

classes de solos podem diferir quanto à atividade da argila, saturação por bases, textura, presença de sais solúveis e sódio trocável, além de permeabilidade, profundidade, porosidade e densidade aparente.

O tipo de solo tem sido considerado um preditor da distribuição de plantas lenhosas da caatinga (ARAÚJO *et al.*, 1999), existindo pelo menos 40 tipos neste ecossistema (IBGE, 1985).

No Nordeste brasileiro, as severas e drásticas aplainações ocorridas durante o Terciário e continuadas menos intensamente no Quaternário, traçaram a configuração geral das paisagens, onde, aos espaços intermontanos correspondem condições de semi-aridez que permitiu o desenvolvimento de vegetação xerófila. Dentro de um ambiente climático quente e seco, encontra-se todo o conjunto fisiográfico ecologicamente adstrito ao Nordeste semi-árido, coberto pela caatinga, vegetação de particularidades florísticas inconfundíveis (FERNANDES & BEZERRA, 1990; FERNANDES, 1998, 2003).

## **1.2. A vegetação do semi-árido nordestino com ênfase na caatinga *sensu strictu***

De etimologia indígena, significando **mata aberta, clara** - em contraposição às matas fechadas, escuras - a caatinga teria sido inicialmente representada por uma formação florestal. Entretanto, o termo generalizou-se no Nordeste para designar qualquer comunidade vegetal padronizada pelo seu aspecto fisionômico, resultante da caducifolia de suas espécies no período seco, assumindo caráter tropofítico e refletindo a semi-aridez no chamado polígono das secas (FERNANDES & BEZERRA, 1990).

O nome caatinga, entretanto, é igualmente aplicado para um domínio florístico-vegetacional (ANDRADE-LIMA, 1981), para uma formação vegetal (RIZZINI, 1997) e para diferentes tipos fitofisionômicos daquela formação como, caatinga arbustiva/subarbustiva e caatinga arbórea (FERNANDES & BEZERRA, 1990). Segundo RODAL (1992) estas fitofisionomias resultam da interação de um conjunto de fatores

locais como clima, relevo, geologia e geomorfologia. Devido a estas variabilidades – fisionômicas e florísticas – o termo caatinga vem sendo usado, por muitos, no plural (RODAL *et al.*, 1992).

Duas terminologias importantes também ligadas às caatingas e ao seu conceito fitogeográfico são: agreste e sertão.

O agreste é o nome dado à estreita faixa de vegetação que se estende entre os limites da Serra do Mar a leste, onde as florestas são abundantes, e os interiores mais secos a oeste. Apresentando uma forma alongada na direção norte-sul, podendo ser encontrada do Rio Grande do Norte à Bahia central, possui um regime de chuvas mais abundante (até 1000 mm.ano<sup>-1</sup>), sendo menos sujeito às secas catastróficas já que se beneficia da umidade residual dos ventos do sudeste e sua vegetação compartilha muitas características e espécies com as expansões semi-áridas a oeste. O agreste, portanto, deve ser considerado como parte das caatingas, constituindo uma variante hipoxerófila das comunidades encontradas a oeste (ANDRADE-LIMA, 1954; 1960, 1970, 1973).

Já o termo sertão é muito usado em todo o Brasil, apresentando um significado vago de área não cultivada, com poucos recursos e afastada das cidades e da civilização (EGLER, 1951). LUETZELBURG (1922/1923), considerou, no nordeste brasileiro, as regiões mais secas e sem recursos das caatingas como sendo sertão, enquanto que o restante foi considerado caatinga propriamente dita, particularmente as áreas onde fosse encontrada a espécie *Cereus jamacaru*. Entretanto, VASCONCELOS-SOBRINHO (1941) e ANDRADE-LIMA (1954, 1960, 1970) consideraram que as caatingas simplesmente devem ser divididas em agreste (região leste, de transição) de um lado e sertão (interiores secos) do outro.

O primeiro naturalista a estudar a vegetação de caatinga foi o alemão Von Martius que a denominou *Silvae Aestu Aphyllae* (floresta sem folhas durante o estio), ou ainda *Silva horrida* (devido ao fato de apresentar uma aparência hostil quando ocorre a queda total das folhas). Este pesquisador propôs um sistema fitogeográfico para o Brasil fundamentado em observações ecológicas da vegetação. Como

resultado, reconheceu sete compartimentos florísticos naturais, onde utilizou denominações simbólicas às deusas da mitologia grega. Assim, a caatinga recebeu de Martius a denominação de **Hamadriades** (de *Hamadryas*: Ninfas mortais dos bosques de carvalho, cada qual nascia e morria com a árvore que lhe servia de moradia, numa alusão às plantas da caatinga que “nasciam e morriam” anualmente, em correspondência à mortalidade destas divindades) (FERNANDES, 2003).

A vegetação de caatinga recobre aproximadamente 58% da região Nordeste e 11% do território nacional (ANDRADE, 1977; RIZZINI, 1997), estando circunscrita ao domínio do semi-árido. Sendo o único ecossistema exclusivamente brasileiro, abrange uma área aproximada de 800.000 Km<sup>2</sup> e inclui parte dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, além de estreita faixa norte do território de Minas Gerais (AB'SABER, 1977; FERNANDES, 2003). A vegetação tem como traço comum a completa caducifolia da maior parte de seus componentes encontrando-se submetida à deficiência hídrica durante grande parte do ano (EMPERAIRE, 1989; RODAL *et al.*, 1992).

Nesse domínio, porém, ocorre um grande número de associações vegetais, fisionômica e floristicamente diferentes (EGLER, 1951; ANDRADE-LIMA, 1981; STREILLEIN, 1982; EMPERAIRE, 1989; FERNANDES & BEZERRA, 1990; RODAL, 1992, SOUZA *et al.*, 1994), constituindo um mosaico composto por florestas secas e vegetação arbustiva, com enclaves de florestas úmidas montanas e de cerrados (TABARELLI & SILVA, 2003). PENNINGTON *et al.* (2000), colocam que a biota da caatinga seria o testemunho de uma enorme floresta seca que anteriormente se distribuía até o norte da Argentina, através do Brasil Central.

A origem da flora da caatinga, aliás, têm-se demonstrada uma matéria de discussão complexa e gerado controvérsias, existindo proposições de vários autores.

RIZZINI (1963) pretendendo mostrar a procedência da flora da caatinga, propõe por um lado, sua derivação ligada à Floresta Atlântica, devido à presença de espécies em comum, e por outro, que boa parte da flora nordestina apresenta afinidade com a flora do monte-argentino-paraguaio. Neste último caso, lança a hipótese do avanço



da vegetação seca desta região em direção ao Nordeste brasileiro, como consequência de um período seco, no Quaternário, que teria percorrido uma extensa faixa do continente sul-americano durante alterações climáticas e que, posteriormente, por paleoeventos, teria ocorrido seu isolamento em dois conjuntos xéricos, dando lugar às diferenças hoje existentes nos dois ambientes aparentemente disjuntos. O autor conclui suas idéias afirmando que a caatinga teve portanto, sua origem no Terciário, mas não no local atual e sim antes, na Argentina, em vista das condições geoclimáticas e das relações florísticas.

FERNANDES & BEZERRA (1990) consideraram a primeira proposição colocada por RIZZINI (1963), de significado inconsistente, pois as espécies em comum consideradas por este, ocorrem somente em relevos residuais elevados nordestinos (encraves) e não em verdadeiras áreas de caatinga, além das nítidas diferenças de ordem climática e de natureza geomorfológica entre a Floresta Atlântica e a caatinga. Também discordaram da segunda proposição colocada por RIZZINI (1963), pois acreditam na ocorrência de prováveis corredores xéricos como ligação entre os dois núcleos ecológicos - de origem independente - ao invés de uma ampla expansão daquela flora vindo a influir sobre a vegetação do Nordeste.

BIGARELLA *et al.* (1975) registraram algumas espécies que interligavam, em períodos ora úmidos, ora semi-úmidos, o Nordeste brasileiro e a grande Região Chaquenha. Em outros casos, mostram a dispersão de *Myroxylum* e de *Pterogyne nitens*, através de uma corrente migratória, procedente do norte da Argentina ao Nordeste brasileiro, ocorrida já no Pleistoceno, acompanhando uma das "marés" de frio, onde depois do retorno da "maré" ficaram os testemunhos dos táxons nos refúgios das serras úmidas ou "brejos", que hoje são isolados por extensas áreas de caatinga.

CABRERA & WILLINK (1980) incluíram a Província Chaquenha e a Província das Caatingas no mesmo domínio Chaquenho, sendo aquelas tratadas como duas áreas disjuntas, pressupondo-se um enorme corpo florístico contínuo em épocas passadas. A respeito disso, FERNANDES (2003), comenta que a pobreza de representantes

botânicos, documentados pelos registros taxonômicos, pouco representam para demonstrar significativos ou maiores relacionamentos entre as duas unidades florísticas, pois as poucas espécies citadas pelos autores são, em sua maioria, endêmicas ou de restrita participação corológica, havendo um simples sentido fitogeográfico local.

Seguindo as revelações de RIZZINI (1963) em relação a esse tema, ANDRADE-LIMA (1982) expressou, em seu último trabalho, considerações de que poderia realmente existir uma forte ligação entre a flora da caatinga e do Chaco. Para este autor, a flora das caatingas teria tido origem essencialmente exótica, especialmente em relação aos gêneros, e em menor grau para as espécies, e que estas pareciam ter alcançado a área por uma rota migratória a sudoeste e nordeste. Menciona ainda que a fonte da maioria dos táxons da caatinga parece ter estado na região norte do Chaco Argentino-Paraguaio-Boliviano.

FERNANDES & BEZERRA (1990) demonstraram-se pouco convencidos a respeito das ligações entre os dois ecossistemas sul-americanos. Os autores argumentaram enfaticamente que o número de táxons genéricos e de espécies que se constituem em limitadas formas afins ou vicariantes no monte-chaco, quando levadas em conta a riqueza florística nordestina, pouco representam para admitir-se afinidades mais aprofundadas desta última com a flora chaquenha. Além do fato de que, segundo os autores, a marcante separação geográfica e a nítida diferenciação dos corpos de vegetação nordestino e chaquenho levam a admitir a individualidade geográfica da região semi-árida nordestina.

Ao procurar estabelecer as relações entre as Províncias Chaquenha e Nordeste, PRADO (1991), assim como FERNANDES & BEZERRA (1990), considerou impossível a origem comum das floras, ressaltando, por exemplo, aspectos referentes aos endemismos genéricos e específicos - infinitamente maiores nas caatingas. O autor mostra em seu trabalho, as diferentes condições físicas entre as duas grandes áreas ecológicas Chaco/Nordeste brasileiro, como as de origem geológica e geomorfológica: o Chaco compreende extensas áreas sedimentares, originadas da

ação eólica e mais recentemente do efeito aluvional, sendo modeladas por um sistema fluvial basicamente endorréico; em contraste, o Nordeste encontra-se sobre pediplanos ondulados de origem erosiva, deixando exposto o antigo escudo pré-cambriânico, de pavimento cristalino, sulcado por numerosos rios, córregos ou riachos exorréicos, num particular sistema marcado pela condição ecológica.

No que se refere ao aspecto florístico, PRADO (1991) ressalta que, embora alguns táxons genéricos sejam comuns aos do Chaco e ao Nordeste, as espécies são distintas, possuindo apenas três espécies lenhosas comuns: *Ximenia americana*, *Parkinsonia aculeata* e *Sideroxylon obtusifolium* e que estas apresentam distribuição muito espalhada do México à Argentina, ocorrendo em numerosos tipos de vegetação. Assim, este autor considera que a caatinga compreende uma unidade fitogeográfica bem definida. Em outro trabalho, PRADO (2003) afirma que a flora da caatinga conecta-se principalmente com o restante das florestas sazonais secas, desde a Argentina até a Colômbia e Venezuela do que com a vegetação do Chaco ou da Mata Atlântica.

FERNANDES (2003), ao realizar uma análise crítica de todas estas proposições, consolida enfaticamente suas idéias assinalando que embora tenham ocorrido possíveis incursões de espécies da flora atlântica na caatinga ou da troca de elementos florísticos entre as floras desta e da região do Chaco, fatores como acontecimentos paleoclimáticos, aspectos geomorfológicos, padrões de vegetação e registros florísticos servem como argumentos para conferir à área onde predominam as caatingas, a categoria de Província.

Juntamente com estas influências que marcam o quadro fisiográfico da região, FERNANDES (1998, 2003) procurando justificar a área das caatingas como unidade fitogeográfica, acrescenta que um atributo particular nestas é a presença de táxons genéricos endêmicos com suas espécies: *Auxemma* (*A. oncocalix*, *A. glazioviana*), *Apterokarpos* (*A. gadneri*), *Cronocarpus* (*C. martii*, *C. mezii*, *C. gracilis*), *Fraunhoferia* (*F. multiflora*), *Myracrodruon* (*M. urundeuva*), *Amburana* (*A. cearensis*) e *Neoglaziovia* (*N. variegata*). O autor cita ainda espécies notáveis da caatinga, como *Patagonula bahiana*,

*Ceiba glaziovii*, *Commiphora leptophloeos*, *Cavanillesia arborea*, *Aeschynomene monteiroi*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *M. hostilis*, *Caesalpinia bracteosa*, *Croton sonderianus*, *C. compressus*, *Combretum leprosum*, *Calliandra depauperata*, *Cnidoscylus phyllacanthus*, *Aspidosperma pyriforme*, *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus gounellei*, *P. squamosus*, *Selaginella convoluta* e outras.

Por outro lado, várias rotas migratórias foram propostas - baseadas em estudos florísticos e taxonômicos prévios - para tentar justificar a origem da flora das caatingas (PRADO, 2003), como segue:

1- A conexão africana, a qual coloca que alguns gêneros pantropicais poderiam ter entrado na América do Sul via caatinga (ou vice-versa) no período de posição mais próxima da África;

2- A conexão do Caribe aponta que certas espécies das caatingas parecem ter derivado de um parente próximo na costa seca do Caribe, no norte da Colômbia e Venezuela (província "Guajira"), com alguns casos prováveis de vicariância;

3- A rota andina sugere que algumas espécies tenham chegado às caatingas (ou se expandido a partir delas) via oeste do continente, como indicado por fragmentos atuais de uma distribuição previamente contínua. Os principais passos desta rota estão conectados via vales secos inter-andinos principalmente na Colômbia e Peru;

4- A rota Trans-Amazônica coloca que um número de espécies das caatingas provavelmente atingiu a região via o lado atlântico do continente, atravessando as planícies da Amazônia quando as florestas recuaram devido aos ciclos secos e úmidos ocorridos no Pleistoceno;

5- O movimento das pinças (rota andina Trans-Amazônica) defende que provavelmente um grupo de espécies tenha migrado seguindo ambas as vias;

6- O arco Pleistocênico como uma rota migratória diz que um grupo considerável de espécies lenhosas, compreendendo alguns dos mais importantes membros das caatingas, tenha seguido um provável corredor de migração atravessando o centro da América do Sul;

7- A invasão da Amazônia, a qual enfatiza que algumas espécies pertencendo aos gêneros com sua distribuição principal nas florestas tropicais da Amazônia e florestas de galeria nos Cerrados podem também ser encontrados no semi-árido nordestino;

8- A invasão da Floresta Atlântica, hipótese defendida por RIZZINI (1963, 1997), a qual coloca que metade do estoque florístico das caatingas é derivado das florestas tropicais da Mata Atlântica e;

9- As expansões dos Cerrados, onde algumas espécies cuja distribuição é centralizada nos Cerrados podem se estender no nordeste do Brasil e se tornarem relevantes ou membros secundários das caatingas.

### **1.3. Propostas de classificação para a vegetação de caatinga segundo diversos autores**

Ao longo do tempo, diversos autores propuseram classificações para a caatinga. Uma das primeiras tentativas de classificação foi proposta por LUETZELBURG (1922/1923), onde o autor leva em consideração principalmente o aspecto fisionômico, estabelecendo duas classes para a vegetação das caatingas: a arbustiva, compreendendo nove grupos florísticos, e a arbórea, com três. Esta classificação recebeu críticas de autores como HUECK (1972) e ANDRADE-LIMA (1954), os quais ressaltaram os erros taxonômicos e conceituais cometidos e de FERNANDES & BEZERRA (1990) e RODAL (1992), que comentam a limitação desta classificação devido ao uso de nomenclatura regional, embora estes reconheçam a presença de boas descrições fisionômicas e de listas florísticas que permitem claramente a individualização dos grupos.

ANDRADE-LIMA (1954) salientou que enquanto a classificação existente baseada na florística está relativamente bem esclarecida, o mesmo não ocorre com aquela baseada no aspecto fisionômico-ecológico. Este autor propõe que as caatingas sejam

consideradas como um tipo de vegetação que se enquadre entre as formações tropicais decídua-espinhosas, arbóreas e arbustivas.

RIZZINI (1963), em seu estudo fitogeográfico da vegetação brasileira, propôs que as caatingas sejam tratadas como uma subprovíncia da província Atlântica, com base na florística muito próxima entre as caatingas e as florestas litorâneas. Assim, a “Subprovíncia Nordeste” de RIZZINI inclui: setor agreste, formado por floresta xerófila decídua próxima ao litoral; setor sertão, com vegetação arbustiva espinhosa e suculenta no interior; setor seridó, com arbustos e suculentas espalhadas no semi-árido e ilha de Fernando de Noronha, com vegetação do tipo agreste. Na opinião de PRADO (2003), RIZZINI agrupou em sua classificação fitogeográfica diferentes tipos de vegetação que apresentam pouco em comum florística ou fisionomicamente com as caatingas, como a vegetação do cerrado da Chapada do Araripe, os tabuleiros costeiros e as florestas tropicais e ombrófilas dos brejos. Este autor expressa categoricamente que a classificação de RIZZINI deveria ser descartada.

VELOSO (1964) apresentou um mapa de vegetação do nordeste baseado em critérios geográficos, dividindo a região em sub-regiões (áreas fisionômicas). Para o conjunto das caatingas, denominado “vegetação semi-árida do leste do nordeste”, a vegetação dos pediplanos foi classificada em: “Formação caatinga”, sendo esta subdividida em três subclasses baseadas na posição fisiográfica do terreno (em vez de florística) e “Formação florestal”.

PRADO (2003) considerou o termo “formação”, usado por VELOSO como errôneo, uma vez que segundo aquele, este termo diz respeito a uma unidade de vegetação fisionômica com estrutura similar, um habitat essencial característico, sendo independente da flora, podendo ser utilizado somente se a “Formação caatinga” tivesse uma fisionomia exclusiva a ela. PRADO (2003) considerou também a expressão “Formação florestal” muito ambígua.

SCHNELL (1966) propôs uma classificação bem simplificada para a caatinga: florestas secas densas com algumas espécies de árvores de tronco suculento; caatinga arbustiva densa com cactáceas de grande porte; caatinga arbustiva aberta com

característica de estepe e caatinga difusa com arbustos espaçados nas áreas mais secas.

ANDRADE-LIMA (1981), trata a caatinga como um domínio e, fundamentado tanto nos registros pioneiros de LUETZELBURG quanto em seus numerosos estudos prévios em áreas de caatinga, principalmente no Estado de Pernambuco (ANDRADE-LIMA, 1954, 1960, 1961, 1964a, 1964b, 1966a, 1966b, 1970, 1971, 1973, 1975, 1977, 1978), propôs, com base em critérios fisionômicos, florísticos e ecológicos, seis grandes unidades, com doze diferentes tipos, baseando-se principalmente nas espécies dominantes e em aspectos resultantes da integração de fatores climático-pedológicos. As unidades e tipos não foram mapeados, em função de passarem de um para outro de modo gradual, apesar de muitos deles terem sua área de ocorrência descrita, com maior ou menor precisão (RODAL & SAMPAIO, 2002).

FERNANDES & BEZERRA (1990) propuseram uma classificação mais prática e simples, considerando dois tipos de caatinga: a arbórea e a arbustiva/subarbustiva, porém, devendo estes tipos serem complementados com descrições fisionômicas detalhadas.

Após uma revisão das classificações fitogeográficas mundiais, os técnicos do RADAMBRASIL lançaram uma classificação fisionômico-ecológica para a vegetação brasileira em que a caatinga estaria enquadrada na formação savana-estépica (IBGE, 1992). Esta formação de clima estacional estaria classificada fisionomicamente como savana-estépica florestada, savana-estépica arborizada, savana-estépica parque e savana-estépica gramíneo-lenhosa; todas situadas na depressão interplanáltica nordestina (sertão).

Frente a todas estas classificações propostas para a vegetação de caatinga, RODAL & SAMPAIO (2002) consideraram que tratar da classificação da vegetação do bioma Caatinga significa reconhecê-lo como uma entidade identificável, composta por um conjunto de plantas que a distingue dos conjuntos que formam os outros biomas. Isto já implica, segundo aqueles autores, em uma classificação prévia e que

corresponde à classificação regional que tem sido usada, com alguma variação, na maioria das classificações prévias da vegetação brasileira.

RODAL & SAMPAIO (2002), analisando ainda as definições e delimitações já feitas sobre a caatinga, ressaltaram que é possível separar o que existe em comum e consideraram um conjunto de três características básicas para a mesma: 1) corresponde à vegetação que cobre uma área mais ou menos contínua, submetida a um clima quente e semi-árido, rodeada por áreas de clima mais úmido. Esta área está, na sua maior parte, confinada à região definida politicamente como Nordeste; 2) uma vegetação com plantas que apresentam características relacionadas a adaptação à deficiência hídrica (caducifolia, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, cobertura descontínua de copas); 3) possui uma flora com algumas espécies endêmicas a esta área semi-árida e outras que ocorrem nesta área e em outras áreas secas, mais ou menos distantes, mas não ocorrem nas áreas mais úmidas que fazem limite com o semi-árido.

Segundo LUETZELBURG (1922/1923), ANDRADE-LIMA (1954) e RIZZINI (1997), as caatingas apresentam uma grande heterogeneidade do ponto de vista estrutural, porém, com composição florística bastante uniforme, constituindo uma unidade natural bem definida e delimitada, especialmente pelo predomínio de Cactaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae e Leguminosae (LUETZELBURG, 1922/1923; FERNANDES & BEZERRA, 1990).

Entretanto, estudos mais recentes (EMPERAIRE, 1989; RODAL, 1984, 1992) têm mostrado que além de diferentes padrões fisionômicos, as caatingas também apresentam diversos conjuntos florísticos.

#### **1.4. Levantamentos fitossociológicos realizados em vegetação de caatinga no Nordeste brasileiro**

Os primeiros levantamentos quantitativos realizados na caatinga foram os inventários florestais realizados através da SUDENE por TAVARES *et al.* (1969a,b,



1970, 1974a,b, 1975) que tinham a finalidade de descrever, caracterizar e avaliar o potencial madeireiro das matas xerofíticas do Nordeste (SAMPAIO, 1996). Aqueles autores comentaram que apenas as caatingas com porte florestal teriam potencial madeireiro para permitir um manejo florestal. Em seguida, diversos outros trabalhos, com diferentes focos e objetivos, foram realizados na região Nordeste.

Com o objetivo de verificar as interrelações quantitativas entre as espécies arbóreas da caatinga e a importância das mesmas num programa de manejo, DRUMOND *et al.* (1979) realizaram uma análise da composição florística, da estrutura de abundância e da similaridade em uma comunidade vegetal no município de Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco. Concluíram que duas das espécies presentes na comunidade estudada, apresentaram alto índice de associação positiva, sugerindo a possibilidade de plantio em consórcio.

Comparando as comunidades vegetais em função de suas densidades, GOMES (1979) identificou oito padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba, onde demonstrou que a precipitação pluviométrica é o principal fator que condiciona as diferenças existentes entre os padrões individualizados na área. Estudando o mesmo conjunto de dados, LIRA (1979) reconheceu que era possível distinguir um *continuum* florístico e de vegetação na área, em lugar dos padrões identificados por GOMES (1979).

Numa área de campo experimental de manejo da caatinga da EMBRAPA, em Petrolina, Pernambuco, ALBUQUERQUE *et al.* (1982) utilizaram pela primeira vez no Nordeste, o método dos quadrantes para avaliar a densidade de espécies arbóreas e arbustivas, informação fundamental em programas de manejo.

Para mostrar a influência do relevo na vegetação, LYRA (1982) estudou duas comunidades vegetais espacialmente próximas, mas ecologicamente distintas: uma área de caatinga e outra de mata serrana, no semi-árido pernambucano. Foram estudados ainda, clima e solo como fatores condicionantes da vegetação. O autor concluiu que as condições climáticas são favoráveis na área da mata serrana e críticas

na área da caatinga, no que tange à pluviosidade, à temperatura do ar e à umidade relativa.

SOUZA (1983), analisando duas comunidades vegetais no agreste de Sergipe, região intermediária entre as florestas estacionais e a vegetação caducifolia espinhosa típica do sertão nordestino, concluiu que as comunidades seriam enquadradas como caatinga. Nas duas áreas, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Rubiaceae e Caesalpiniaceae foram as famílias mais importantes em número de espécies em todos os estratos.

Numa tentativa de detectar relações entre tipos de solos e as fisionomias das caatingas do sertão pernambucano, SANTOS (1987), amostrou a vegetação em sete áreas, com diferentes tipos de solos. Como principal conclusão observou que não é possível estabelecer maiores considerações entre solo e vegetação estudados, principalmente pela falta de um balanço hídrico que levasse em conta os diferentes potenciais de escoamento superficial dos solos estudados.

EMPERAIRE (1989), com o objetivo de conhecer a fisionomia e florística da vegetação de caatinga do sudeste piauiense, realizou uma amostragem estratificada-aleatória da vegetação, em diferentes unidades de dois domínios geomorfológicos: a bacia sedimentar do Piauí-Maranhão e a depressão periférica do São Francisco. Apesar de reconhecer as diferenças florísticas e fisionômicas entre aqueles dois domínios, considerou a área como um todo pertencente à caatinga.

Com o objetivo de contribuir para o conhecimento da flora e da vegetação de caatinga e esclarecer possíveis relações dessas com o clima e os solos, FONSECA (1991) estudou cinco áreas na região semi-árida de Sergipe. Concluiu que a área estudada deve ser considerada como possuindo um único tipo de vegetação: a caatinga hiperxerófila arbórea densa, condicionada pelo solo de textura arenosa.

RODAL (1992), em seu trabalho realizado nos municípios de Custódia e Floresta, Pernambuco, concluiu que a multiplicidade das fisionomias e dos conjuntos florísticos das caatingas do sertão pernambucano é explicada por fatores relacionados ao solo como profundidade, porcentagens de argila, areia e alumínio, e ainda pelo pH e teor de umidade e soma de bases trocáveis.

ARAÚJO *et al.* (1995) utilizaram o método do ponto quadrante com o objetivo de conhecer e caracterizar florística e fitossociologicamente três comunidades arbustivo-arbóreas dos ambientes de caatinga do Sertão do Moxotó em Pernambuco e comparar as informações obtidas com as já registradas para outras áreas de caatinga. Os autores concluíram que as três áreas estudadas apresentaram flora semelhante e que, as três juntas, tiveram similaridade abaixo de 50% com a maioria de áreas de caatinga estudadas no nordeste brasileiro.

Em 1997, OLIVEIRA *et al.* estudaram a composição florística, arquitetura e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área do município de Padre Marcos, Piauí, com solo do tipo Areias Quartzosas, altitude de 420 m e precipitação média anual em torno de 637 mm.ano<sup>-1</sup>. Concluíram que a vegetação estudada não pertencia ao domínio do cerrado, pois apresentou baixa afinidade específica com o mesmo, mas que poderia ser enquadrada, provisoriamente, como área de transição entre o carrasco e a caatinga de areia.

FERRAZ *et al.* (1998) fizeram um levantamento quantitativo em um gradiente altitudinal localizado entre o topo da serra até o vale, no município de Triunfo, Pernambuco. Verificaram que a área de maior altitude, 1100 m, era ocupada por uma vegetação de brejo de altitude; as áreas de menores altitudes, 700 e 500 m, pela caatinga; enquanto a de 900 m apresentava predominantemente elementos florísticos do brejo, associados a outros de caatinga.

RODAL *et al.* (1999) com objetivo de contribuir para o conhecimento da identidade florística da vegetação de caatinga das chapadas sedimentares do semi-árido pernambucano, realizaram levantamento da flora angiospérmica de uma área no município de Ibirimir, Pernambuco. Concluíram que embora a flora da área estudada localizasse sobre terrenos arenosos e profundos, as espécies encontradas também ocorriam em áreas de caatingas instaladas sobre o cristalino.

Estudando um trecho de vegetação no município de Buíque, sertão pernambucano, FIGUEIRÊDO *et al.* (2000) verificaram que a área estudada apresentava uma flora particular, com alta frequência de espécies típicas de ambientes com solos

arenosos e profundos, porém com menos espécies ocorrentes em outros tipos de vegetação do semi-árido, como o carrasco e as caatingas do cristalino. Classificaram aquela vegetação como sendo arbustiva caducifólia espinhosa, distinta da vegetação do carrasco e da vegetação instalada na depressão sertaneja.

LEMOS & RODAL (2002), realizaram levantamento fitossociológico em um trecho de caatinga instalada em chapada sedimentar no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, objetivando caracterizar a composição florística, fisionomia e estrutura do componente lenhoso. Verificaram que a área estudada apresentou maior similaridade florística com outras áreas sedimentares, especialmente da bacia do Meio Norte. Com porte predominantemente arbustivo e com indivíduos bastante ramificados ao nível do solo, a vegetação da área apresentou uma das maiores densidades médias registradas para o semi-árido.

ALCOFORADO-FILHO *et al.* (2003) realizaram levantamento florístico e fitossociológico em um remanescente de uma área de caatinga arbórea localizada no município de Caruaru, Pernambuco. Os autores destacaram que as condições de umidade na área proporcionam condições mais favoráveis, levando a uma vegetação de caatinga com porte alto e presença de algumas poucas espécies mais comuns em locais mais úmidos que o núcleo do Sertão nordestino.

Estudando a fisionomia e a estrutura do componente lenhoso de um hectare da vegetação de caatinga instalada em uma área pediplanada da depressão sertaneja pernambucana, COSTA (2004) constatou que, de um modo geral, a vegetação das áreas pediplanadas apresentam menor porte (altura e diâmetro) que aquelas situadas em outras áreas da depressão, como por exemplo, próximas a riachos ou serras.

### **1.5. O Estado do Ceará no domínio do semi-árido – tipos de vegetação**

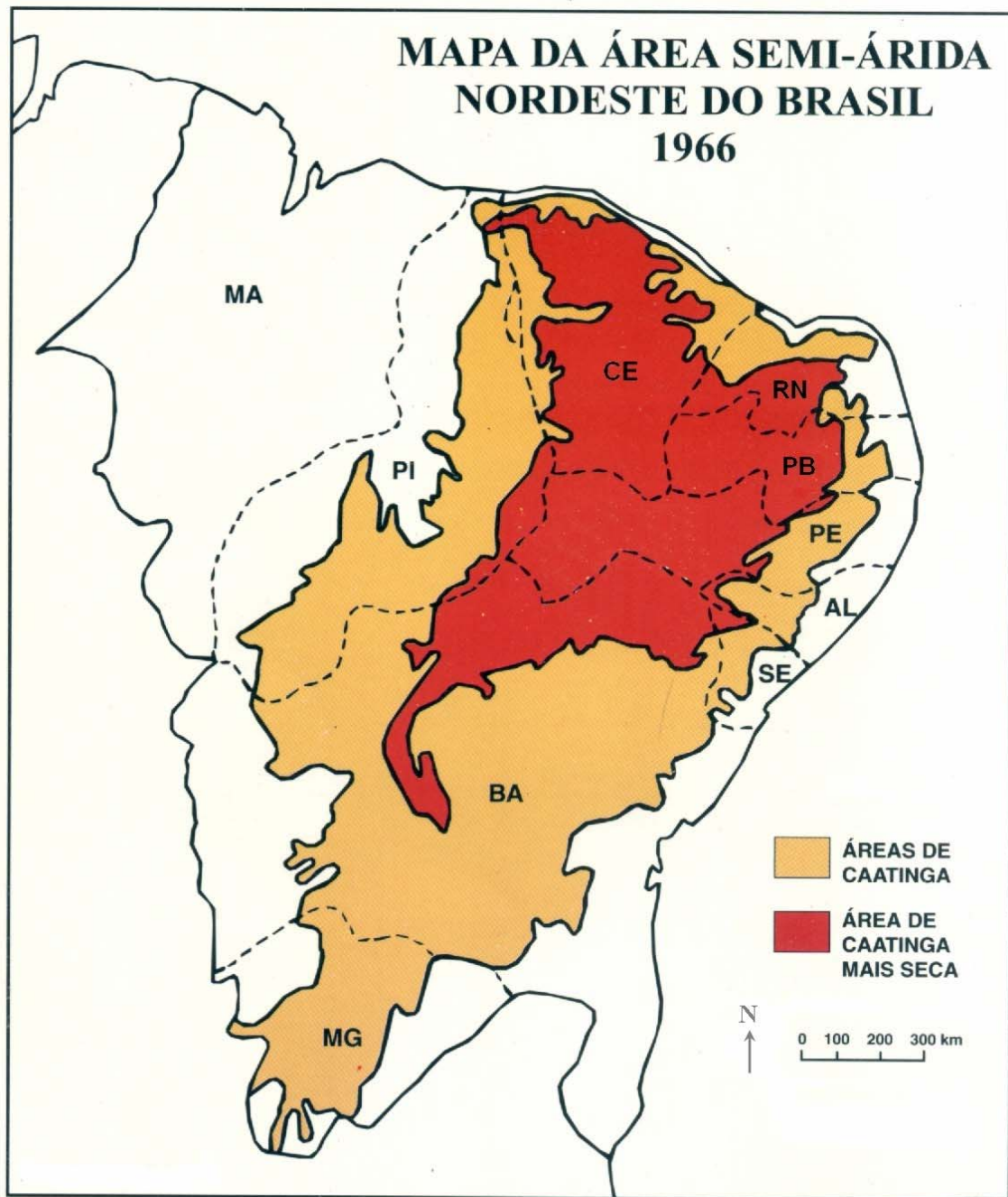
O Estado do Ceará encontra-se inserido no contexto do Nordeste semi-árido (Figura 2), sendo um dos nove Estados da região situados no “Polígono das Secas do Brasil”, contando com o maior percentual de semi-aridez em seu território

(FIGUEIREDO, 1997; BRASIL, 2000). Possui uma cobertura vegetal bastante diversificada e complexa, sendo reconhecidas três feições fisiográficas distintas: litoral, serras e sertões (FERNANDES & BEZERRA, 1990; BRASIL, 2000).

Tendo em vista as diferenças litológicas, a estrutura geológica, a compartimentação topográfica, o clima regional, os mesoclimas e especialmente os solos, FIGUEIREDO (1997), identifica onze unidades fitoecológicas para o Ceará: 1. Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; 2. Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio Nebular (Matas úmidas); 3. Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas secas); 4. Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga arbórea); 5. Caatinga Arbustiva Densa, 6. Caatinga Arbustiva Aberta; 7. Carrasco; 8. Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Mangue); 9. Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Mata ciliar de carnaúba, etc.); 10. Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão) e 11. Cerrado.

Destas, a unidade fito-ecológica mais representativa espacialmente é a caatinga, formação xerófila que cobre principalmente a superfície da depressão sertaneja. Abrangendo aproximadamente 72.980 Km<sup>2</sup> (BRASIL, 2000) e reunida a outra unidade igualmente xerófila, o carrasco, atinge 80% do Estado. Apesar da grande abrangência espacial da caatinga no Estado, pouco se conhece ainda sobre os conjuntos florísticos e fisionômicos que formam esta vegetação.

Quando a vegetação de caatinga encontra-se com a do cerrado, há um ecótono complexo, podendo ocorrer comunidades variadas (ANDRADE LIMA, 1978; EMPERAIRE, 1985; OLIVEIRA *et al.*, 1988, ARAÚJO *et al.*, 1999). Vários níveis de transição ocorrem entre estas formações: a caatinga típica, com elementos de cerrado esparsos (EITEN, 1972; ANDRADE-LIMA, 1978); o cerrado semi-decíduo, com alguns elementos de caatinga e ainda o “carrasco” ou “catanduva”, com proporção quase igual de elementos de cerrado e caatinga, mas também com alguns elementos exclusivos (PRADO, 2003).



Fonte: Lima (1996) *apud* Silva (1993) (modificado)

Figura 2. Mapa do Nordeste brasileiro destacando a região semi-árida (“Polígono das Secas do Brasil”)

ANDRADE-LIMA (1978) reconheceu o carrasco – o qual o autor registrou sua ocorrência em solos arenosos, sobre chapadas contíguas à vegetação das caatingas, na bacia do Rio Parnaíba, no Piauí – como tipo de vegetação diferente da caatinga. Embora o carrasco parecesse pertencer ao domínio da caatinga pela caducifolia, claramente diferenciava-se desta pela maior densidade dos indivíduos delgados, uma uniestratificação aparente e a quase ausência de cactáceas e bromeliáceas. FIGUEIREDO (1997) também considerou o carrasco como tipo particular de vegetação, constituído por espécies próprias, espécies de mata, de cerrado e de caatinga. Já FERNANDES & BEZERRA (1990) e FERNANDES (1998) consideraram-no como um cerradão degradado, com o aspecto de uma capoeira densa.

#### **1.6. Levantamentos qualitativos e quantitativos realizados em vegetação caducifólia no Estado do Ceará**

Estudos específicos focalizando aspectos florísticos e fitossociológicos com tipos de vegetação caducifólios no Ceará ainda são incipientes, constando apenas os trabalhos de ARAÚJO *et al.* (1998 a,b), ARAÚJO & MARTINS (1999) e ARAÚJO *et al.* (1999), realizados com a vegetação de carrasco e os trabalhos de FIGUEIREDO (1983) englobando áreas de carrasco e caatinga.

ARAÚJO *et al.* (1998b) e ARAÚJO & MARTINS (1999) observaram que o carrasco realmente é um outro tipo de vegetação caducifólia que ocorre no semi-árido nordestino. Ressaltaram que aquele diferencia-se da caatinga pela composição de espécies, uniestratificação, ausência de espinhos e pelas condições do habitat, como pluviosidade ligeiramente mais elevada, ocorrendo sempre em altitude acima de 800 m e em chapadas sedimentares com solos formados principalmente por Areias Quartzosas.

A organização comunitária de três áreas de carrasco, sobre Areias Quartzosas em Novo Oriente, Ceará, foi estudada por ARAÚJO *et al.* (1998b). Os autores concluíram que a densidade e a fitodiversidade das áreas estudadas foram

maiores do que as relatadas para a caatinga e, segundo a análise de agrupamento realizada, demonstraram, com base na flora que o carrasco de fato é um tipo de vegetação caducifólia diferente da vegetação de caatinga. De acordo com estes autores, a área de transição carrasco-caatinga de areia estudada por OLIVEIRA *et al.* (1997), em Padre Marcos, Piauí, seria mais relacionada à área de carrasco pela flora, devido ambas estarem localizadas em terrenos pertencentes à formação Serra Grande e por ambas apresentarem solos do tipo Areias Quartzosas.

ARAÚJO *et al.* (1999) e ARAÚJO & MARTINS (1999) estudaram a flora, fisionomia e organização da vegetação de carrasco no planalto da Ibiapaba, Ceará. Concluíram que aquele tipo de vegetação difere não só da caatinga, mas também do cerrado (e cerradão) e da capoeira em aspectos como o ecótopo, a organização e a fisionomia, sendo uma formação vegetal própria, podendo ser caracterizada como um fruticeto caducifólio alto fechado uniestratificado, apresentando trepadeiras, dossel irregular e árvores emergentes esparsas.

Alguns estudos pontuais com vegetação de carrasco e caatinga foram realizados no município de Aiuaba, Estado do Ceará. Neste município, encontra-se a Estação Ecológica de Aiuaba, onde inclusive, alguns destes estudos foram realizados e nos quais os autores focalizaram aspectos florísticos (OLIVEIRA *et al.*, 1988, SOUZA *et al.*, 1998; LIMA-VERDE *et al.*, 1998; BARROS *et al.*, 1998; ANDRADE *et al.*, 1998; LIMA-VERDE *et al.*, 1999) e fitossociológicos (FIGUEIREDO *et al.*, 1998a,b).

## **1.7. Contribuições do sensoriamento remoto para o conhecimento da vegetação no Nordeste brasileiro**

Um conhecimento muito mais detalhado das diferentes fitofisionomias presentes no território brasileiro vem sendo proporcionado pelo uso do sensoriamento remoto, o qual tem contribuído para a evolução da fitogeografia brasileira nos últimos anos (JOLY *et al.*, 1999).



No Brasil, entretanto, muitos estudos utilizando sensoriamento remoto na definição de padrões espaciais e atributos da vegetação xérica concentram-se em áreas de cerrado: BITENCOURT-PEREIRA, 1986; SANTOS, 1988; SANTOS & SHIMABUKURO, 1993; PARDI LACRUZ *et al.*, 1994; BITENCOURT *et al.*, 1997, 2004; PINHEIRO *et al.*, 1998; JUSTICE *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2003; OLIVEIRA, 2004.

Em áreas de caatinga, é pequeno o número de trabalhos, havendo apenas alguns estudos pontuais (CARVALHO, 1986; NÓBREGA, 1991; SÁ, 1991; BARBOSA, 1999; CAMACHO, 2001; MALDONADO *et al.*, 2002; MALDONADO, 2004), nos quais os autores abordam diferentes enfoques com objetivos diversos. Há ainda, inclusive, carência na base de informações existentes sobre a composição das espécies vegetais e a estrutura das diferentes fisionomias desta vegetação para se estabelecer uma classificação fitogeográfica mais precisa.

O uso do sensoriamento remoto em estudos de vegetação no Nordeste brasileiro é bastante recente. Uma das vantagens do seu uso para mapeamento de vegetação é minimizar os trabalhos de campo, otimizando tempo e custos. Entretanto, há alguns fatores locais, como presença de nuvens pela manhã, por exemplo, que dificultam uma maior exploração de imagens orbitais.

Na região semi-árida brasileira, o clima é o principal responsável pelas características fisionômicas da vegetação. Há um quadro de elevados valores de evapotranspiração e deficiência hídrica, o que ocasiona o processo de caducifolia das espécies. Em consequência disto, evidencia-se uma marcada sazonalidade na vegetação.

A sazonalidade por sua vez, pode ser facilmente detectada e acompanhada através de índice de vegetação espectral. O mais importante desses índices é o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou Índice de Vegetação de Diferença Normalizada. Este índice é bom para a avaliação da densidade da vegetação por área (MOREIRA, 2003). MESQUITA JÚNIOR (2003), fez um amplo levantamento na literatura acerca do uso do NDVI na identificação da cobertura vegetal nos últimos 20 anos e

verificou que este índice é um dos modelos espectrais mais bem estudados e bem aceitos pela comunidade científica.

### **1.8. Considerações e perspectivas acerca da situação do ecossistema caatinga e a Estação Ecológica de Aiuaba no contexto do semi-árido cearense**

Recentemente, a caatinga foi reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, conforme estudo coordenado pela *Conservation Internacional* (TABARELLI & SILVA, 2003). Grandes regiões naturais são ecossistemas que ainda abrigam, pelo menos, 70% de sua cobertura vegetal original, ocupam áreas superiores a 100.000 Km<sup>2</sup>, sendo desta forma, segundo GIL (2002), considerados estratégicos no contexto das grandes mudanças globais.

Ainda assim, de modo geral, a biota caatinga tem sido descrita na literatura como pobre, abrigando poucas espécies endêmicas, possuindo assim, baixo valor para fins de conservação (TABARELLI & VICENTE, 2002). Talvez devido a este fato, a caatinga seja o bioma brasileiro mais desvalorizado e mal conhecido botanicamente, permanecendo como um dos menos conhecidos na América do Sul do ponto de vista científico (BRASIL, 1998), tendo sua diversidade biológica subestimada (SILVA & DINNOUTI, 1999). Esta situação, segundo GIULIETTI *et al.* (2002), é decorrente de uma propaganda injustificada de que a caatinga é o resultado da modificação de outra formação vegetal. Estes autores salientam que há uma grande variedade de tipos de vegetação na caatinga e um grande número de espécies e remanescentes ainda bem preservados que incluem um número expressivo de táxons raros e/ou endêmicos.

Segundo TABARELLI *et al.* (2000), 41,1% da caatinga ainda não foi amostrada e 80% da área está subamostrada. Apesar do conhecimento insuficiente, a caatinga vem sofrendo alterações drásticas (BRASIL, 1999). O mapa de vegetação produzido pelo Projeto RADAMBRASIL indica que cerca de 30% da caatinga já foi drasticamente modificada pelo homem (CASTELETTI *et al.*, 2003), percentual este que faz da caatinga o terceiro bioma brasileiro – depois da Floresta Atlântica e do Cerrado – mais alterado

pelo homem (MYERS *et al.*, 2000). LEAL *et al.* (2005) chamam a atenção para o fato de que, apesar das ameaças à sua integridade, da perda gradativa da sua rica diversidade, menos de 1% da região são áreas estritamente protegidas em reservas.

TABARELLI *et al.* (2000) enfatizam ainda que surge a necessidade da rápida ampliação do conhecimento sobre a distribuição de organismos e a forma que eles estão organizados em comunidades na caatinga. Informações como estas são fundamentais para o entendimento da evolução, da ecologia e da conservação de uma biota (PRIMACK, 1995), vindo a fornecer suporte às decisões governamentais nas áreas de proteção ambiental, bem como no manejo das mesmas.

Recentemente, VELLOSO *et al.*, (2002), na tentativa de permitir uma melhor compreensão sobre a distribuição da diversidade do bioma caatinga, definiram oito grandes subdivisões ecogeográficas (ecorregiões) para este bioma. Uma destas ecorregiões - a Depressão Sertaneja Setentrional - inclui a Estação Ecológica de Aiuaba, considerada pelo Programa Nacional da Biodiversidade/PROBIO como área prioritária de Alta Importância Biológica (Figura 3).

De forma mais específica, a conservação da caatinga é importante para a manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta (TABARELLI & SILVA, 2003).

Assim, frente principalmente à ausência de conhecimentos científicos sobre a cobertura vegetal da caatinga no semi-árido cearense e uma vez que é recomendável que estes levantamentos sejam realizados em unidades de conservação, para posteriores acompanhamentos e comparações de dados, pretendeu-se investigar a vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, com o objetivo geral de identificar os padrões das comunidades vegetais de caatinga na Estação Ecológica de Aiuaba, vindo a fornecer subsídio para o manejo adequado dos recursos naturais da caatinga na região, visando sua conservação e sustentabilidade.

Os objetivos específicos do trabalho são:

1) Contribuir para um melhor conhecimento da flora angiospérmica da caatinga no Estado do Ceará, fornecendo a lista florística da área de estudo com informações do hábito das espécies;

2) Verificar a riqueza florística da área estudada – comparando-a a outros levantamentos – bem como a similaridade florística, com base em outras listas de levantamentos realizados em diferentes áreas do semi-árido nordestino;

3) Examinar, no semi-árido nordestino, a distribuição geográfica das espécies do componente lenhoso da área estudada;

4) Estudar os aspectos relacionados à estrutura fitossociológica e de diversidade existente em um trecho da vegetação amostrada na área de estudo e;

5) Realizar o mapeamento orbital, utilizando imagens CBERS-2, e estimar a cobertura vegetal da área de estudo, evidenciando suas principais fisionomias e possíveis semelhanças com outras áreas de vegetação de caatinga.

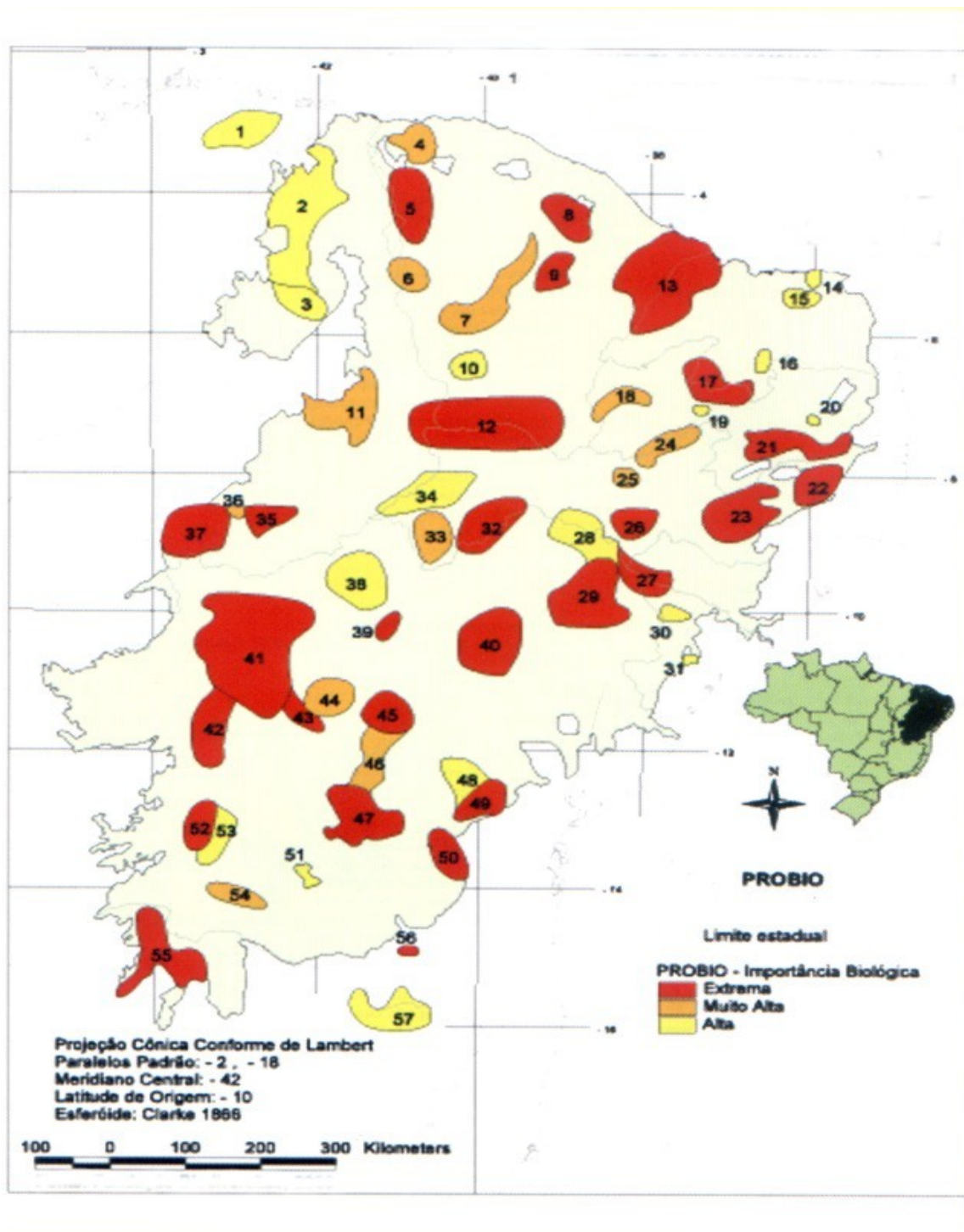
Com estes estudos, pretendeu-se responder às seguintes questões:

1) A diversidade de espécies vegetais da EE de Aiuaba é diferente ou similar a outras áreas de caatinga do Nordeste brasileiro? Estas espécies da área em questão são as mesmas ocorrentes em outras áreas de caatinga ou vegetação relacionada?

2) Em que outras áreas do semi-árido estas espécies estão distribuídas?

3) Há diferença entre a estrutura fitossociológica de comunidades vegetais da caatinga da EE de Aiuaba com outras áreas de vegetação caducifólia nordestina? Se existe, que fatores ambientais podem estar interferindo nestas diferenças?

4) Quais as possíveis fisionomias vegetais existentes na área da EE de Aiuaba? Existe uma fisionomia predominante? São semelhantes às fisionomias descritas na literatura?



Fonte: Velloso *et al.* (2002 *apud* Fundação Biodiversitas, 2000)

Figura 3. Mapa das Áreas prioritárias da caatinga definidas pelo Programa Nacional da Biodiversidade-PROBIO. A área 10 representa a Estação Ecológica de Aiuaba-CE.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O município de Aiuaba está localizado na porção meridional da microrregião “Sertão dos Inhamuns”, no sudoeste do Estado do Ceará, a 415 Km da capital do Estado. A Estação Ecológica (EE) de Aiuaba foi criada pelo Decreto de 06/02/2001 e está localizada a 4 Km a sudoeste do município de Aiuaba (06°36′01” e 06°44′35” S e 40°07′15” e 40°19′19” W), cobrindo 13.225 ha (IBAMA, 2002) (Figura 4).

Geomorfologicamente, a EE de Aiuaba apresenta formas estruturais com superfície tabular inumada; formas erosivas com superfícies tabular e conservada; formas dissecadas de topos convexos, aguçados e ligeiramente tabulares e formas de acumulação (SOUZA, 1983). São reconhecidas na região as seguintes unidades geomorfológicas: Planaltos Residuais, Depressão Sertaneja e Planícies Fluviais (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 1982). Quase toda a área está situada sobre terrenos do embasamento cristalino, com a predominância de rochas metamórficas, embora as porções mais elevadas da mesma apresentem terrenos sedimentares. As fácies de dissecção assumem aspectos distintos, uma vez que as variações litológicas interferem no trabalho seletivo da erosão através de um comportamento diferenciado (SOUZA, 1983).

As formações geológicas são do Cenozóico (coberturas terciárias- quaternárias e aluviões), Mesozóico (gabro), Pré-Cambriano Superior (seqüência actinítica e ortognaisse) e Pré-Cambriano Inferior Médio (gnaisse facoidal) (CORREIA FILHO *et al.*, 1983).

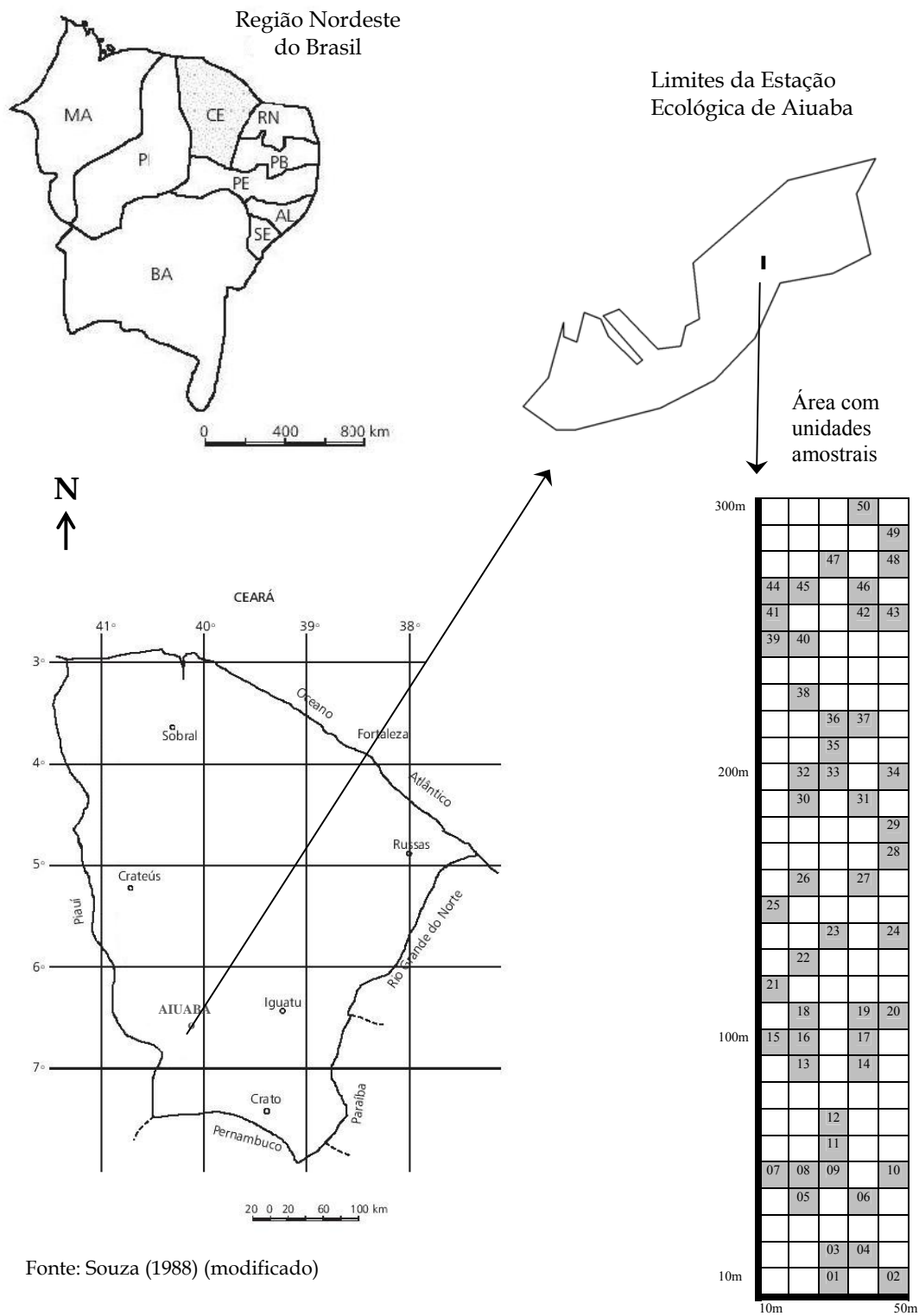
O relevo, com altitudes que variam entre 348 a 710 m, apresenta vertentes dissecadas e topos planos, reminiscências de antigos recobrimentos. Comporta características que se associam à estrutura geológica, aos eventos paleoclimáticos plio-pleistocênicos e à dinâmica geomorfológica atual (ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE, 1999). Quase toda a área da EE está distribuída no sentido longitudinal ao

longo de uma grande serra que se estende por cerca de 25 km, havendo diversas vertentes que fornecem um aspecto acidentado à área (Figura 5).

Há para a região, registro da presença de solos do tipo Latossolo vermelho-amarelo, Bruno Não Cálcico, Planossolo Solódico, Solos Litólicos Eutróficos, Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas e Aluviões (PEREIRA, 1983; LEITE & MARQUES, 1989). Especificamente para a área da EE, são registrados os solos dos tipos: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, pálido A moderado de textura argilosa e Bruno Não Cálcico vértico de textura argilosa (JACOMINE *et al.*, 1973).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é definido como BShw' (quente e semi-árido com a estação chuvosa atrasando para o outono), apresentando temperatura média anual variando em torno de 26° C (JACOMINE *et al.*, 1973).

A vegetação predominante é a caatinga, apresentando diferentes fisionomias, havendo também registro de presença da vegetação de carrasco na sua porção oeste (OLIVEIRA *et al.*, 1983, 1988). Esta variedade de fisionomias provavelmente esteja relacionada à heterogeneidade fisiográfica da área, com diferentes classes de solo e variações no relevo (ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE, 1999).



Fonte: Souza (1988) (modificado)

Figura 4. Localização da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, evidenciando as unidades amostrais.



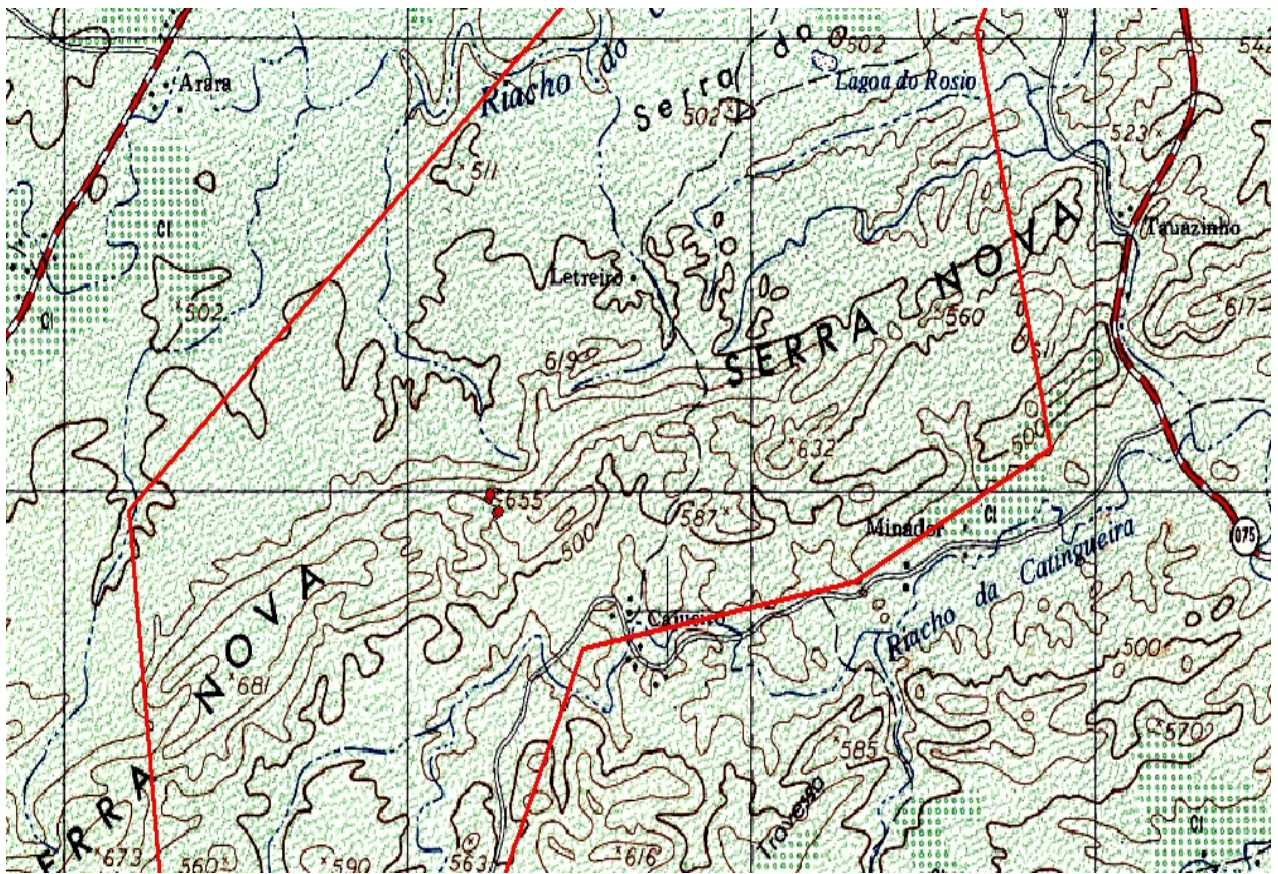


Figura 5. Mapa cartográfico da SUDENE/DSG Aiuaba (SB.24-Y-B-IV), na escala de 1:100.000, mostrando parte do limite da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e o local onde foram instaladas as parcelas (pontos em vermelho).

## **2.2. Estudo da flora e da vegetação**

### **2.2.1. Estudo florístico**

#### **2.2.1.1. Coleta de dados e identificação de material botânico**

Foram realizadas coletas botânicas mensais, no período de outubro/2003 a fevereiro/2005, de ervas, subarbustos, arbustos, árvores, epífitas e lianas. Essas coletas foram realizadas através de caminhadas aleatórias por toda a área da EE. Os espécimes foram coletados, de cinco a seis exemplares, preferencialmente em estágio reprodutivo (botões, flores e/ou frutos) e processados segundo técnicas usuais de herborização (MORI *et al.*, 1989; VAZ *et al.*, 1992).

Após a herborização, realizou-se a identificação e a montagem das exsicatas. A identificação foi realizada utilizando-se a literatura especializada, por comparação com material já identificado em herbários e por consultas a especialistas. Em seguida, elaborou-se a lista florística da área de estudo, utilizando o sistema de classificação de CRONQUIST (1981), com exceção das Leguminosas, para as quais seguiu-se a proposta do *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II, 2003). A informação referente ao hábito das espécies seguiu-se FONT-QUER (1977). A validação dos nomes das espécies, a exclusão das sinonímias botânicas e a grafia dos nomes dos autores das espécies foram feitas utilizando a base de dados fornecida pelo *Missouri Botanical Garden* ([www.mobot.org](http://www.mobot.org), consulta realizada em 10/11/2005).

A coleção botânica encontra-se depositada no acervo do Herbário SPF, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo-USP e duplicatas foram enviadas aos herbários EAC (Prisco Bezerra) da Universidade Federal do Ceará-UFC, HUVA (Prof. Francisco José de Abreu Matos) da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, IPA-Dárdano de Andrade-Lima da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA e K (Kew Herbarium) do Royal Botanic Gardens, Kew, Londres.

### 2.2.1.2. Similaridade florística

Para verificar a similaridade florística entre o presente estudo e outros levantamentos florísticos realizados em áreas de vegetação subcaducifólia, caducifólia espinhosa e não espinhosa do semi-árido nordestino, foram calculados os índices de similaridade de Sørensen (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974) através da seguinte expressão:  $IS = 2C/(A + B) \times 100$ , onde C = número de espécies comuns aos dois levantamentos comparados; A = número total de espécies no levantamento A, e B ao número total de espécies no levantamento B.

Foram considerados apenas estudos florísticos na tentativa de minimizar problemas metodológicos, principalmente critérios de inclusão de estudos fitossociológicos. Os levantamentos florísticos analisados foram: Ceará (ARAÚJO *et al.*, 1998a), Paraíba (LOURENÇO, 2002), Pernambuco (ARAÚJO *et al.*, 1995; FERRAZ *et al.*, 1998 (duas áreas); RODAL *et al.*, 1999; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003), Piauí (OLIVEIRA *et al.*, 1997; MENDES, 2003; LEMOS, 2004) e Rio Grande do Norte (CAMACHO, 2001).

### 2.2.1.3. Distribuição geográfica das espécies

Foram selecionados os táxons do componente arbustivo-arbóreo identificados ao nível de espécie e verificou-se a ocorrência destes em 28 listagens de levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados em vegetação do semi-árido e cerrado nordestino: um levantamento em Alagoas (SILVA, 2002), um na Bahia (QUEIROZ, 1999), dois no Ceará (ARAÚJO *et al.*, 1998a; ARAÚJO *et al.*, 1999), dois na Paraíba (PEREIRA *et al.*, 2002; LOURENÇO, 2002), dez em Pernambuco (LYRA, 1982; RODAL, 1992; ARAÚJO *et al.*, 1995; FERRAZ *et al.*, 1998; NASCIMENTO, 1998; RODAL *et al.*, 1998; RODAL *et al.*, 1999; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; COSTA, 2004), oito no Piauí (EMPERAIRE, 1984; CASTRO, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 1997; LEMOS & RODAL, 2002; MENDES, 2003; FARIAS & CASTRO, 2004; LEMOS, 2004; OLIVEIRA, 2004), dois no Rio Grande do Norte (FIGUEIRÊDO, 1987; CAMACHO, 2001) e dois em Sergipe (SOUZA, 1983; FONSECA, 1991).

Foram realizadas ainda consultas em monografias da “Flora Neotrópica” e em trabalhos taxonômicos. Ressalta-se que o objetivo principal foi verificar a distribuição destas espécies nos limites do semi-árido nordestino, pretendendo-se posteriormente ampliar este trabalho trazendo suporte à determinação de padrões de distribuição das plantas da caatinga do Estado do Ceará, não só em uma escala regional, mas também sul-americana e mundial. Aqui, foram consideradas espécies de ampla distribuição, as observadas no maior número de Estados nordestinos, e posteriormente, brasileiros.

## **2.2.2. Estudo fitossociológico e fisiográfico**

### **2.2.2.1. Coleta e tratamento de dados quantitativos**

Foram instaladas, de modo semi-permanente, 50 parcelas de 10 x 10 m distribuídas de forma previamente sorteada em uma área de 1,5 ha (Figura 4), localizadas entre 560 e 600 m de altitude. No interior de cada parcela foram medidos os caules de todos os indivíduos lenhosos vivos ou mortos ainda em “pé”, inclusive cipós, que se individualizassem ao nível do solo e que atendessem aos seguintes critérios: diâmetro ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3 cm e altura total (AT) maior ou igual a 1 m. Foram medidas as plantas que tocassem por dentro ou por fora a linha de limite em dois lados da parcela e nos outros dois lados, foram desprezadas.

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos gerais como densidade total, área basal total, alturas e diâmetros médios e máximos, além de densidade, dominância, frequências e valor de importância para família e espécie e o índice de diversidade de Shannon (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974, MAGURRAN, 1988), através do programa FITOPAC (SHEPHERD, 1995).

### **2.2.2.2. Análise de agrupamento**

Para compreender as relações de similaridade florística entre a área de estudo e o componente lenhoso de 20 levantamentos quantitativos (totalizando 33 áreas) do semi-árido e cerrado nordestinos, montou-se uma matriz qualitativa

(presença/ausência) dos táxons identificados ao nível específico nos seguintes levantamentos: a) vegetação de caatinga e floresta seca (LYRA, 1982; SOUZA, 1983; FONSECA, 1991 (cinco áreas); RODAL, 1992 (quatro áreas); ARAÚJO *et al.*, 1995 (três áreas); OLIVEIRA *et al.*, 1997; FERRAZ *et al.*, 1998 (duas áreas); FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; CAMACHO, 2001; LEMOS & RODAL, 2002; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; MENDES, 2003; COSTA, 2004, CESTARO & SOARES, 2004); b) carrasco (ARAÚJO *et al.*, 1998b (três áreas); ARAÚJO *et al.*, 1999); c) vegetação arbustiva perenifolia (RODAL *et al.*, 1998) e d) cerrado (CASTRO, 1994; FARIAS & CASTRO, 2004 (duas áreas); OLIVEIRA, 2004).

Com o objetivo de compatibilizar as diferentes listas, verificou-se a sinonímia das espécies. Realizou-se uma análise de agrupamento utilizando o método de agrupamento pelo vizinho mais distante, pretendendo realçar os grupos, e o índice de similaridade de Jaccard (HUBÁLEK, 1982; KENT & COKER, 1995) através do programa *Multi-Variate Statistical Package-MVSP* (KOVACH, 1995). Foram considerados dados de altitude e precipitação para todos os levantamentos acima citados e realizou-se também o teste ANOVA, utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences-SPSS*, versão 8.0 (STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES, 1998).

### **2.2.2.3. Fisionomia da vegetação**

Foram elaborados gráficos mostrando a distribuição do número de indivíduos por classes de altura (intervalo de 1 m) e diâmetro (intervalo de 3 cm).

Realizou-se também um diagrama de perfil da vegetação numa faixa de 25 m x 5 m de largura, no local do levantamento fitossociológico, representando-se todos os indivíduos, no espaço vertical e horizontal. Este perfil foi realizado no período seco para facilitar a visualização estrutural dos componentes da comunidade.

### **2.2.2.4. Solo e elaboração do Balanço hídrico**

Em metade das parcelas do levantamento fitossociológico, ou seja, 25 delas, foram coletadas amostras de solo em duas profundidades, uma de 0 a 20 cm e outra de 20 a 40 cm, descartando-se a serapilheira. Foram realizadas análises físicas e

químicas completas nos Laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará-UFC, seguindo a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979).

Para análise de ordenação, foi utilizada uma matriz de abundância de espécies por parcelas, sendo excluídas aquelas espécies com menos de duas ocorrências. A matriz final correspondeu a 25 parcelas com 42 espécies. A ordenação da matriz de parcelas e espécies foi feita através de uma análise de correspondência do tipo "DCA" (ver BRAAK *et al.*, 1995). Os escores obtidos para as parcelas nos dois primeiros eixos foram correlacionados com parâmetros dos solos utilizando-se o coeficiente "rho" de Spearman.

Foram consideradas 19 variáveis ambientais: areia grossa, Areia Fina, Silte, Argila, pH, sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), Fósforo assimilável, carbono (C), Matéria Orgânica, ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn). As análises de ordenação foram feitas através do programa *Multi-Variate Statistical Package-MVSP* (KOVACH, 1995) os outros procedimentos foram executados com o programa SPSS versão 8.0 (STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES, 1998).

Para verificar os fatores de pluviosidade, umidade do solo e tentar correlacioná-los com a ocorrência das espécies, elaborou-se o Balanço hídrico da área de estudo, de acordo com THORNTHWAITE & MATHER (1955), para o qual foram compilados os dados de precipitação e temperaturas médias mensais estimadas, de um período de registro de 54 anos (1932-1985) do Posto Aiuaba (BRASIL, 1990), localizado no município de mesmo nome. Utilizou-se a capacidade de armazenamento de água no solo de 125 mm (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

### **2.2.3. Mapeamento da vegetação**

O mapeamento da vegetação na EE de Aiuaba foi feito através de análise geográfica computadorizada, combinando dados cartográficos, de campo e de

imagens orbitais. Os conceitos fundamentais de sensoriamento remoto foram utilizados para gerar um mapa temático da provável cobertura vegetal da Estação.

O trabalho iniciou-se com a análise do material cartográfico e de vegetação. Utilizou-se o mapa cartográfico da SUDENE/DSG Aiuaba (SB.24-Y-B-IV), na escala de 1:100.000, onde foram verificadas as curvas de nível presentes na EE.

Posteriormente, foram usadas imagens de satélite CBERS-2 dos dias 27 (órbita 152 e ponto 107) e 30 (órbita 151 e pontos 107 e 108) de agosto de 2005 (início do período seco), cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. Estas imagens apresentam resolução espacial de 20 x 20 m e a largura de visada no solo de 113 km. Após a concatenação das três cenas (necessária para cobrir a área da EE) e após refinar o georeferenciamento (utilizando pontos de *GPS-Global Positioning System*), as imagens finais foram processadas no programa *IDRISI 32*. O limite da Estação foi fornecido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA.

Para facilitar a visualização e detectar nuvens, gerou-se uma composição colorida utilizando as imagens nas faixas do vermelho (atribuiu-se a cor azul), do infravermelho próximo (cor verde) e do vermelho (cor vermelha). Esta composição simula uma fotografia colorida, o que permite uma visão ampla da região.

Para classificar a vegetação, utilizou-se a imagem NDVI, que resulta da operação algébrica entre as imagens do vermelho e do infra-vermelho próximo. Este índice é obtido pela expressão:  $NDVI = (IVP - Ver)/(IVP + Ver)$ , onde *IVP* é igual à energia refletida na região do infravermelho próximo; e *Ver* corresponde à energia refletida na região do vermelho do espectro eletromagnético (MOREIRA, 2003). A imagem NDVI representa a cobertura vegetal verde no intervalo de -1 a 1, onde o 1 é igual à cobertura mais densa e o -1 à ausência total de vegetação.

Na imagem NDVI original, dentro dos limites da EE, posicionou-se os pontos de GPS obtidos em campo, inclusive onde foi realizado o levantamento fitossociológico. Nestes locais, foram observados os intervalos NDVI dentro dos *pixels* existentes. Posteriormente, examinando o histograma da imagem foram escolhidos os

intervalos do índice a partir daqueles identificados nos pontos coletados na imagem. Desse modo, foi feita a reclassificação da imagem NDVI em classes que pudessem ser identificadas em campo.

O mapa temático resultante, com as classes de vegetação da EE, possui uma escala aproximada de 1:50.000 e encontra-se acompanhado de perfis-diagramas específicos para cada fisionomia encontrada na Estação.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Estudo da flora e da vegetação

##### 3.1.1. Levantamento florístico

A Tabela 1 lista 161 táxons distribuídos em 113 gêneros e 47 famílias, dos quais 148 (91,9%) identificados ao nível de espécie e 13 (8,1%) ao nível de gênero. Neste estudo foram encontrados dois táxons que estão sendo propostos como espécies novas para a ciência: um do gênero *Croton* (Euphorbiaceae) e outro do gênero *Erythroxylum* (Erythroxylaceae).

As famílias que contribuíram com maior riqueza de espécies foram Leguminosae (LEMOS & MEGURO, 2005a), com 37 espécies (Papilionoideae com 15, Mimosoideae com 12 e Caesalpinioideae com 10), Euphorbiaceae com 15, Bignoniaceae com 13, Convolvulaceae representada por sete espécies e Acanthaceae e Asteraceae representadas por seis espécies cada uma. Essas seis famílias somaram 52,1% do total das espécies. Por outro lado, 24 famílias (51%) apresentaram apenas uma espécie.

As duas primeiras famílias (Leguminosae e Euphorbiaceae) que apresentaram maior número de espécies neste trabalho estão em concordância com vários levantamentos quantitativos e qualitativos realizados em áreas de diferentes embasamentos geológicos do semi-árido nordestino (ARAÚJO *et al.*, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 1997; ARAÚJO *et al.*, 1998a; ARAÚJO *et al.*, 1999; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; LEMOS & RODAL, 2002; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003), fato este que pode ser atribuído à condição de semi-aridez da região como um todo.

Entretanto, Bignoniaceae, que neste trabalho está representada por um número considerável de espécies (13), freqüentemente não é bem representada, em número de espécies, nos levantamentos analisados. Vale salientar que o maior número de trabalhos realizados são quantitativos, onde em muitos casos, os autores não incluem lianas no processo de amostragem, hábito preponderante nas espécies desta família.

Tabela 1. Lista das famílias e espécies registradas na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, com seus respectivos nomes vulgares, hábito e número de coletor de Jesus Rodrigues Lemos.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<b>ACANTHACEAE</b>			
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	Pimentinha	arbusto	205
<i>Dicliptera ciliaris</i> Juss.	-	erva	241
<i>Dyschoriste</i> sp.	-	erva	242
<i>Justicia strobilacea</i> (Nees) Lindau	-	arbusto	176, 234
<i>Ruellia asperula</i> (Mart. & Nees) Lindau	Melosa	arbusto	153
<i>Ruellia bahiensis</i> (Nees) Morong	-	erva	243
<b>ALISMATACEAE</b>			
<i>Echinodorus glandulosus</i> Rataj	Gorfo	erva	253
<b>AMARANTHACEAE</b>			
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	-	erva	177
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	árvore	245
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Braúna	árvore	236
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Imbuzeiro	árvore	150
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fr.	Ata brava	arvoreta	170, 296
<b>APOCYNACEAE</b>			
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	Pequiá	arbusto	282
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	árvore	141
<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J. C. Mikan) Woodson	-	liana	288
<b>ASCLEPIADACEAE</b>			
<i>Asclepias curassavica</i> L.	-	erva	263
<i>Cynanchum roulinioides</i> (E. Fourn.)	-	liana	175
Rapini			

Tabela 1 (cont.)

Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	N. de coletor
ASTERACEAE			
<i>Egletes viscosa</i> (L.) Less.	Macela	erva	249
<i>Isocarpha megacephala</i> Mattf.	-	erva	239
<i>Tridax procumbens</i> L.	-	erva	172
<i>Vernonia andrade-limae</i> G. M. Barroso	-	erva	228, 260
<i>Vernonia chalybaea</i> Mart. ex DC.	-	erva	220
<i>Wedelia villosa</i> Gardner	-	arbusto escandente	173
BIGNONIACEAE			
<i>Anemopaegma ataidei</i> A. H. Gentry	-	liana	256
<i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sandwith	-	liana	142
<i>Arrabidaea parviflora</i> (Mart. ex DC.) Bureau & K. Schum.	-	liana	284
<i>Clytostoma convolvuloides</i> Bureau & K. Schum.	-	liana	283
<i>Clytostoma ramentaceum</i> (Mart. ex DC.) Bureau & K. Schum.	Banheira	liana	315
<i>Cuspidaria morii</i> A. H. Gentry	-	liana	267
<i>Cuspidaria</i> sp.	-	liana	244
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	-	arbusto	300
<i>Mansoa hirsuta</i> DC.	Alho brabo	liana	215, 224
<i>Melloa quadrivalvis</i> (Jacq.) A. H. Gentry	Cipó-verdadeiro	liana	294
<i>Neojobertia candolleana</i> Mart.	-	liana	217
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Pau d'arco	árvore	196
<i>Tanaecium cyrtanthum</i> Bureau	-	liana	146, 274

Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<b>BOMBACACEAE</b>			
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	Barriguda	árvore	251
<b>BORAGINACEAE</b>			
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Maria preta	arbusto	159
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Freijó	árvore	187
<b>BROMELIACEAE</b>			
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. f.	Macambira	erva	270
<i>Tillandsia loliacea</i> Mart. ex Schult. f.	-	epífita	271
<i>Tillandsia streptocarpa</i> Baker	-	epífita	298
<b>CACTACEAE</b>			
<i>Opuntia inamoena</i> K. Schum.	Palmatória	erva	269
<b>CAPPARACEAE</b>			
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	Feijão bravo	árvore	144
<b>CARICACEAE</b>			
<i>Jacaratia corumbensis</i> Kuntze	Mamãozi- nho	arbusto	145, 246
<b>CELASTRACEAE</b>			
<i>Maytenus impressa</i> Reissek	-	árvore	193
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>			
<i>Licania rigida</i> Benth.	Oiticica	árvore	186
<b>COCHLOSPERMACEAE</b>			
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Algodão brabo	árvore	233
<b>COMBRETACEAE</b>			
<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler	Mofumbo de rio	arbusto escandente	157
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	Sipaúba	árvore	305
<b>CONVOLVULACEAE</b>			

Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Ipomoea</i> aff. <i>bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Jitirana	liana	235
<i>Ipomoea</i> aff. <i>subincana</i> Meisner	-	liana	155
<i>Ipomoea brasiliiana</i> (C. Martius) Meisner	-	liana	183
<i>Ipomoea rosea</i> Choisy	-	liana	174
<i>Ipomoea</i> sp.		liana	240
<i>Ipomoea verbascoidea</i> Choisy	-	liana	308
<i>Jacquemontia velutina</i> Choisy	Capela	liana	184, 223
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>			
<i>Erythroxylum betulaceum</i> Mart.	Carqueja	arbusto	165
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	Rompe-gibão	arbusto	160
<i>Erythroxylum</i> sp.	Rompe-gibão	arbusto	167
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Cansanção	arbusto	248
<i>Cnidoscolus vitifolius</i> (Mill.) Pohl	Urtiga roxa	arbusto	208
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro Preto	arbusto	162, 295
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Marmeleiro Branco	arbusto	161
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Velame	subarbusto	132, 218
<i>Croton nepetifolius</i> Baill.	Quebra-faca preto	arbusto	286
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	Quebra-faca branco	arbusto	285
<i>Croton</i> sp.	Velame	arbusto	158

Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Dalechampia fernandesii</i> G. L. Webster	-	liana	264
<i>Dalechampia pernambucensis</i> Baill.	Urtiga	liana	182
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão bravo	arbusto	151
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Maniçoba	árvore	214
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Violetezim	arbusto	168, 292
<i>Maprounea</i> sp.	-	arbusto	289, 312
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	-	arbusto	229
<b>HIPPOCRATEACEAE</b>			
<i>Pristimera andina</i> Miers	-	liana	226, 232, 299
<b>HYDROPHYLLACEAE</b>			
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	Espinho de judeu	subarbusto	202
<b>LEGUMINOSAE (Subfamília Caesalpinioideae)</b>			
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	arbusto	178
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	Mororó-de-bode	arbusto	198, 231
<i>Bauhinia flexuosa</i> Moric.	Costela-de-vaca	liana	302
<i>Bauhinia</i> sp.	Mororó	arbusto	171
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Pau-Ferro	árvore	147
<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	Catingueira	árvore	137
<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	-	árvore	278

Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	São João	arbusto	204
<i>Senna</i> sp.	-	arbusto	280
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H. S. Irwin & Barneby	Canafístula	arvoreta	181
<i>Senna trachypus</i> (Mart. ex Benth.) H. S. Irwin & Barneby	Canafístula -de-bode	arbusto	201
LEGUMINOSAE (Subfamília Mimosoideae)			
<i>Acacia langsdorfii</i> Benth.	Maracaípe	arbusto	276
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	Calumbi	arbusto	148
<i>Acacia</i> sp.	-	arbusto	179
<i>Albizia polyantha</i> (A. Spreng.) G. P. Lewis	Muquém	árvore	266
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico preto	árvore	136
<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.	-	arvoreta	216
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	Arapiraca	árvore	139
<i>Mimosa invisá</i> Mart. ex Colla	Malícia	arbusto escandente	209
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta	árvore	210
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. M. de Lima & H. C. de Lima	Angico Branco	árvore	138, 262
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	Angelim	árvore	166
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca	arbusto	185

Tabela 1 (cont.)

Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	N. de coletor
LEGUMINOSAE (Subfamília			
Papilionoideae)			
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	Imburana de cheiro (cumaru)	árvore	197
<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex. Benth.	Fava de boi	liana	238
<i>Chaetocalyx scandens</i> (L.) Urb.	-	liana	212
<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze	-	liana	195
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	Violete listrado	árvore	281
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Violete de anel	árvore	258
<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.	Mucunã	liana	206
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Mulungu	árvore	237
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Anil	arbusto	189
<i>Lonchocarpus araripensis</i> Benth.	-	árvore	297
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	-	árvore	314
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Espinheiro	arbusto	303
<i>Machaerium</i> sp.	Violete coração-de-negro	árvore	304
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	Carrancudo	árvore	250, 259
<i>Poecilanthe</i> sp.	Ingazeira	árvore	131
LORANTHACEAE			
<i>Struthanthus</i> sp.	Enxerto	hemi-parasita	227
MALPIGHIACEAE			



Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Heteropterys grandiflora</i> A. Juss.	-	liana	277
<i>Heteropterys pteropetala</i> A. Juss.	-	arbusto escandente	311
<i>Mascagnia sepium</i> (A. Juss.) Griseb.	-	arbusto escandente	272
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	-	arbusto escandente	287
<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i> C. E. Anderson	Cipó-de- vidro	liana	255
<b>MALVACEAE</b>			
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Malva	erva	222, 225
<i>Herissantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky	Melosa	subarbusto	190
<i>Pavonia glazioviana</i> Gürke	Malva da chapada	arbusto	261
<i>Sida</i> aff. <i>galheirensis</i> Ulbr.	Malva branca	arbusto	135
<i>Sida</i> aff. <i>salzmannii</i> Monteiro	Malva	arbusto	191
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva	erva	180
<i>Sidastrum micranthum</i> (A. St.-Hil.) Fryxell	Malva roxa	arbusto	194
<i>Wissadula amplissima</i> (L.) R. E. Fr.	-	arbusto	247
<b>MYRTACEAE</b>			
<i>Campomanesia</i> aff. <i>aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Goiabinha	arvoreta	169
<b>NYCTAGINACEAE</b>			
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	Pau piranha	árvore	265, 291
<b>OLACACEAE</b>			

Tabela 1 (cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa	arbusto	268
ONAGRACEAE			
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	-	erva	221
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis triangularis</i> A. St.-Hil.	-	erva	306
PLUMBAGINACEAE			
<i>Plumbago scandens</i> L.	Louco	subarbusto	192
POLYGONACEAE			
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Pajeú	árvore	156
RHAMNACEAE			
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	árvore	140
RUBIACEAE			
<i>Borreria scabiosoides</i> Cham. & Schltdl.	-	erva	230
<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC.	-	arbusto	317
RUTACEAE			
<i>Pilocarpus spicatus</i> A. St.-Hil.	Jaborandi	arvoreta	307
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	Pratudo	árvore	164, 310
SAPINDACEAE			
<i>Paullinia pinnata</i> L.	-	liana	143
<i>Serjania glabrata</i> Kunth	Espinho-de-cuã	liana	134
SCROPHULARIACEAE			
<i>Angelonia aff. cornigera</i> Hook.	Mela-peru	erva	273
<i>Angelonia biflora</i> Benth.	-	erva	133
SOLANACEAE			

Tabela 1 (conclusão)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>N. de coletor</b>
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	-	arbusto	279
<i>Solanum baturitense</i> Huber	Velame-roxo	arbusto	188, 254
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	Jurubeba roxa	arbusto	203, 257
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	arbusto	149
<b>STERCULIACEAE</b>			
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Guaxumbo	arbusto	207
<i>Helicteres heptandra</i> L. B. Sm.	-	arbusto	200
<i>Helicteres muscosa</i> Mart.	-	subarbusto	211
<i>Waltheria indica</i> L.	Malva	erva	219
<b>TILIACEAE</b>			
<i>Luehea uniflora</i> A. St.-Hil.	-	arbusto escandente	309
<b>TURNERACEAE</b>			
<i>Turnera calyptrocarpa</i> Urb.	-	subarbusto	290
<b>VERBENACEAE</b>			
<i>Lantana camara</i> L.	Camará	subarbusto	152, 163
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	-	arbusto	199
<i>Lippia sidoides</i> Cham.	-	arbusto	213
<b>VITACEAE</b>			
<i>Cissus sicyoides</i> L.	-	liana	154
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	-	liana	252
<b>VOCHYSIACEAE</b>			
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	-	árvore	316

### 3.1.1.1. Similaridade florística

Comparando-se as espécies registradas no presente estudo com outros levantamentos qualitativos realizados em áreas de vegetação subcaducifólia, caducifólia espinhosa e não espinhosa do Nordeste brasileiro, observou-se que os Índices de Similaridade de Sørensen (IS) variaram entre 6,92% e 23,33% (Tabela 2).

Os três maiores valores de IS ocorreram com áreas de caatinga de Pernambuco (23,33%) e do Piauí (22,1% e 21,54%). Ainda assim, bem inferiores a 50%, valor mínimo sugerido para decidir se uma comunidade pode ser considerada parte da mesma associação (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). De qualquer forma, os dois maiores IS ocorreram com áreas cujas altitudes e precipitações médias são semelhantes a este trabalho, o que sugere uma semelhança florística decorrente de fatores ambientais similares.

Percebeu-se uma relação de similaridade também com áreas de carrasco do Ceará (ARAÚJO *et al.*, 1998a) e do Piauí (CHAVES, 2005), o que também pode ser atribuído a condicionantes abióticos semelhantes com a área estudada (Tabela 2). Algumas destas áreas (ARAÚJO *et al.*, 1998a; MENDES, 2003; LEMOS, 2004), situadas na Bacia sedimentar do Meio-Norte, encontram-se geograficamente próximas à EE de Aiuaba, o que também poderá contribuir para a presença de muitas espécies comuns às áreas.

O levantamento realizado por LOURENÇO (2002) em região da mata seca do agreste paraibano mostrou pequena similaridade florística com este trabalho (6,92%), provavelmente pelo fato da vegetação do primeiro, segundo a autora, ser caracterizada pela presença de poucas espécies caducifólias e espinhosas, além da ocorrência de espécies de mata úmida.

Valores intermediários de similaridade foram registrados para estudos realizados nos Estados de Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte. Provavelmente este fato seja devido às maiores diferenças topográficas existentes entre a área de estudo e as áreas comparadas.

Tabela 2. Similaridade florística entre a Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e outros levantamentos qualitativos realizados em áreas de vegetação caducifólia espinhosa e não espinhosa do Nordeste brasileiro. VEG - vegetação; ALT - altitude da área em metros; PLUV - pluviosidade média anual em mm; N - número total de espécies encontradas; NC - número de espécies comuns a este trabalho; IS - Índice de similaridade de Sørensen em percentual; CAA - caatinga; CAR - carrasco; CAR-CAA - transição carrasco-caatinga; MS - mata seca.

Município/UF	Autor (es)	VEG	ALT	PLUV	N	NC	IS (%)
Ibimirim-PE	RODAL <i>et al.</i> (1999)	CAA	600	631,8	139	35	23,33
São Raimundo Nonato-PI	LEMONS (2004)	CAA	500 a 600	687,8	210	41	22,1
São José do Piauí-PI	MENDES (2003)	CAA	400 a 540	816,4	136	32	21,54
Novo Oriente-CE	ARAÚJO <i>et al.</i> (1998a)	CAR	750 a 850	838	184	37	21,44
Cocal-PI	CHAVES (2005)	CAR	110 a 500	900	250	39	18,97
Areia-PB	PEREIRA <i>et al.</i> (2002)	CAA	596	700	54	18	16,74
Macaíba-RN	CESTARO & SOARES (2004)	MS	20	1.227	66	19	16,74
Serra Talhada-PE	FERRAZ <i>et al.</i> (1998)	CAA	700	874	35	16	16,32
Padre Marcos-PI	OLIVEIRA <i>et al.</i> (1997)	CAR- CAA	420	637	81	19	15,7
Caruaru-PE	ALCOFORADO FILHO <i>et al.</i> (2003)	CAA	530	694	96	19	14,78
Serra Talhada-PE	FERRAZ <i>et al.</i> (1998)	CAA	500	679	45	15	14,56
Custódia/Floresta-PE	ARAÚJO <i>et al.</i> (1995)	CAA	470	574-586	93	17	13,38
Buíque-PE	FIGUEIRÊDO <i>et al.</i> (2000)	CAA	600	600	119	17	12,14
Soledade-PB	PEREIRA <i>et al.</i> (2000/2001)	CAA	520	384	109	15	11,11
Serra Negra do Norte-RN	CAMACHO (2001)	CAA	220 a 385	497	34	10	10,25
Lagoa Seca-PB	LOURENÇO (2002)	MS	550 a 715	901	128	10	6,92

Da análise realizada, observou-se que algumas espécies destacaram-se por ocorrerem em grande maioria dos levantamentos comparados na Tabela 2, podendo-se citar: *Aspidosperma pyriformium*, *Bauhinia cheilantha*, *Cnidoscolus urens*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia moniliformis*, *Rollinia leptopetala* e *Tabebuia impetiginosa*. Isto sugere que estas espécies apresentam uma distribuição geográfica ampla no semi-árido nordestino.

### 3.1.1.2. Distribuição geográfica do componente arbustivo-arbóreo

De acordo com os trabalhos analisados (Tabela 3), de 66 táxons da EE identificados até o nível específico, as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Senna macranthera*, *S. spectabilis*, *Solanum paludosum*, *Ximenia americana* e *Ziziphus joazeiro* foram registradas em nove Estados da região Nordeste, bem como em Estados de outras regiões: Norte (AC, AP, PA, RR), Sudeste (MG, RJ, SP, ES), Centro-Oeste (GO, DF, MT, MS) e Sul (PR, SC).

Foram seguidas de *Aspidosperma pyriformium*, *Bauhinia cheilantha*, *Caesalpinia ferrea*, *Erythrina velutina*, *Jatropha mollissima*, *Mimosa tenuiflora*, *Piptadenia moniliformis*, *Senna spectabilis*, *Spondias tuberosa* e *Tabebuia impetiginosa*, registradas em oito Estados, algumas incluindo o Maranhão, Estado não pertencente ao domínio do semi-árido. Como já observado por LEMOS & MEGURO (2005b), esta vasta ocorrência sugere uma distribuição ampla destas espécies no semi-árido brasileiro.

Onze espécies (16%) tiveram registros em sete Estados nordestinos: *Amburana cearensis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Erythrina velutina*, *Guapira laxa*, *Jatropha mollissima*, *Myracrodruon urundeuva*, *Parapiptadenia zehntneri*, *Piptadenia stipulacea*, *Senna macranthera*, *Spondias tuberosa* e *Thiloua glaucocarpa*.

Duas espécies (*Helicteres baruensis* e *Jacaratia corumbensis*) tiveram registro em apenas dois Estados. Esta última é listada por PRADO (2003) como espécie lenhosa e suculenta que ocorre nas florestas do núcleo "Piedmont" e ocasionalmente no Oeste do Chaco.

Tabela 3. Distribuição geográfica das espécies do componente arbustivo-arbóreo da caatinga da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, com base nas seguintes fontes: 1-Levantamentos qualitativos e quantitativos realizados em vegetação do semi-árido e cerrado nordestino, 2-“Flora Neotrópica”, 3-Trabalhos taxonômicos e 4-consultas aos acervos dos Herbários EAC e IPA. O código das referências encontra-se no final da Tabela.

<b>Espécies</b>	<b>Distribuição no País por Unidades da Federação (UF)</b>	<b>Código da referência</b>
<i>Acacia langsdorffii</i> Benth.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>1,2</sup> , BA <sup>1</sup>	2, 3, 4, 20, 23
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>2</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , SE <sup>2</sup> , DF <sup>2</sup> , ES <sup>1</sup>	3,15
<i>Albizia polyantha</i> (A. Spreng.) G. P. Lewis	PI <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , PA <sup>2</sup>	-
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A C. Sm.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PE, PB <sup>2</sup> , SE, BA, GO <sup>1</sup> , TO <sup>1</sup> , SP <sup>2</sup>	2, 5, 9, 10, 16, 21, 22, 26, 28
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	MA <sup>2</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup> , RR <sup>2</sup> , MG <sup>2</sup> , GO <sup>1</sup> , MT <sup>2</sup> , MS <sup>1,2</sup> , RJ <sup>2</sup> , SP <sup>2</sup> , PR <sup>2</sup>	1, 2, 5, 10, 16, 21
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE	3, 4, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PB, PE, AL, SE, BA <sup>2</sup>	1, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 26, 27, 28
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>1,2</sup> , PE, AL, SE, BA	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 20, 21, 23, 26, 27, 28
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup>	2, 21, 22, 24
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>2</sup> , SE	27
<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1,2</sup> , CE <sup>1,2</sup> , PE, BA <sup>1</sup> , SP <sup>2</sup>	13, 2
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>1,2</sup> , PE, AL, SE, BA <sup>1</sup> , PA <sup>2</sup> , SP <sup>2</sup>	1, 2, 5, 8, 10, 13, 14, 21, 22, 23, 26, 27
<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>1,2</sup>	15, 3
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup>	21, 23
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	PI, CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup>	21
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>1</sup> , PE <sup>1</sup> , AL	1, 6, 10
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	PI <sup>2</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>1</sup> , BA, GO <sup>1</sup> , TO <sup>1</sup>	2, 5
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	PI, CE <sup>1</sup> , PB, PE, AL <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , MG <sup>2</sup> , RJ <sup>2</sup>	5, 8, 13, 14, 15, 23, 37
<i>Cnidoscolus vitifolius</i> (Mill.) Pohl.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PB, PE <sup>1,2</sup> , BA <sup>2</sup> , MT <sup>2</sup>	3, 4, 19, 37
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	MA, PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB, PE <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , RR, AP, PA, RO, MT <sup>2</sup>	21, 22, 24, 31
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, BA <sup>2</sup>	3, 10, 23
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	CE <sup>1</sup>	-

Tabela 3 (cont.)

<b>Espécies</b>	<b>Distribuição no País por Unidades da Federação (UF)</b>	<b>Código da referência</b>
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , AL <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , SP <sup>2</sup>	37
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax et K. Hoffm.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PE <sup>1</sup> , BA <sup>1</sup>	13, 14, 16
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, BA	2, 3, 13, 20, 23, 24, 36
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	PI <sup>2</sup> , CE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , GO, DF, MG, ES <sup>1</sup> , RJ <sup>2</sup> , SP <sup>2</sup> , PR, SC, RS <sup>1</sup>	4, 36
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	MA <sup>1</sup> , PI, CE <sup>1,2</sup> , RN, PB, PE, SE, BA	2, 5, 6, 17, 25, 27
<i>Erythroxylum betulaceum</i> Mart.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , BA <sup>1,2</sup>	20, 23
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	PI, PB <sup>2</sup> , PE, BA <sup>2</sup>	12, 20, 23
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE <sup>2</sup>	4, 13, 14, 20, 23
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	PI, CE <sup>1</sup>	21, 23
<i>Helicteres heptandra</i> L. B. Sm.	MA <sup>1,2</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>1</sup> , AL <sup>2</sup>	22, 23
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>1,2</sup> , BA <sup>2</sup> , MG, RJ, ES	3, 4, 18, 19, 21, 23, 34
<i>Jacaratia corumbensis</i> Kuntze	PI, CE <sup>1</sup>	17
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill.	PI <sup>1,2</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE, BA <sup>1,2</sup>	1, 5, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 26, 28
<i>Licania rigida</i> Benth.	PI <sup>2</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , SP	29, 30
<i>Lonchocarpus araripensis</i> Benth.	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, BA	2, 14, 18, 24
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	MA <sup>1,2</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup> , PA <sup>2</sup> , GO <sup>1</sup> , MT <sup>1</sup> , MG <sup>1,2</sup>	2, 3, 4, 18, 21, 22, 24
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>1,2</sup> , GO <sup>1</sup> , ES <sup>1</sup> , RJ <sup>2</sup>	-
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	PI, CE <sup>2</sup> , RN, PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup>	17, 25, 30
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	CE <sup>1,2</sup> , PE, BA <sup>2</sup> , AM <sup>2</sup> , MG <sup>2</sup> , RJ <sup>2</sup>	10, 15
<i>Maytenus impressa</i> Reissek	CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup>	-
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>1,2</sup> , PE, AL, SE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup> , MG <sup>2</sup>	1, 2, 5, 10, 13, 16, 21
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, BA <sup>2</sup>	1, 3, 5, 8, 10, 16, 21, 23, 24, 26
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. M. de Lima & H. C. de Lima	PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, BA	1, 2, 8, 10, 13, 23
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1,2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup>	1, 2, 3, 4, 5, 13, 18, 20, 21, 23, 24, 25
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, BA, PR <sup>1</sup>	1, 2, 3, 7, 16, 21, 26
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	CE <sup>1,2</sup> , PE, SE <sup>2</sup> , BA, GO <sup>1</sup>	2, 10
<i>Poeppigia procera</i> C. Presl.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , PE, BA <sup>1</sup> , ES <sup>2</sup>	2, 13, 20, 21



Tabela 3 (conclusão)

Espécies	Distribuição no País por Unidades da Federação (UF)	Código da referência
<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , PE, AL <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , GO <sup>1</sup> , MG <sup>2</sup> , SP <sup>2</sup> , RS <sup>2</sup>	10, 22, 24
<i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fr.	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>1</sup> , BA <sup>1,2</sup> , MG, RJ	3, 4, 10, 12, 20, 21, 23, 35
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, BA <sup>1,2</sup> , SE	7, 9, 14, 16, 27, 28
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	CE <sup>1,2</sup> , PE, AL, RS <sup>2</sup>	1, 13
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>1,2</sup> , PE <sup>1</sup> , AL <sup>2</sup> , SE, BA <sup>1</sup> , GO <sup>1</sup> , DF <sup>2</sup> , MG <sup>2</sup> , PR <sup>1</sup>	2, 3, 4, 12, 13, 16, 18, 23, 28
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H. S. Irwin & Barneby	MA <sup>1</sup> , PI <sup>1</sup> , CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1,2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>1</sup> , AL, SE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup> , AC <sup>2</sup> , PA <sup>2</sup> , GO <sup>1,2</sup>	1, 2, 8, 10, 13, 14, 23
<i>Senna trachypus</i> (Mart. ex Benth.) H. S. Irwin & Barneby	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>1,2</sup> , PE <sup>2</sup> , BA <sup>1</sup>	3, 4, 23
<i>Solanum baturitense</i> Huber	PI <sup>2</sup> , CE <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , GO <sup>2</sup>	3
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	MA <sup>1</sup> , PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>1,2</sup> , PB <sup>1,2</sup> , PE <sup>2</sup> , AL, SE, BA, AC, AP, RR, PA, RJ	39
<i>Solanum paniculatum</i> L.	CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>1</sup> , BA <sup>1,2</sup>	3, 4, 14
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	PI <sup>1</sup> , CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>1</sup> , AL, SE, BA <sup>2</sup>	1, 5, 7, 8, 9, 10, 23, 28
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	MA <sup>2</sup> , PI, CE <sup>1,2</sup> , RN <sup>1</sup> , PB, PE <sup>1</sup> , AL, BA <sup>1</sup> , AC, PA, DF, MT, MS, MG, RJ, SP	1, 8, 9, 21, 22, 23, 24, 26, 34
<i>Thilooa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	MA <sup>1</sup> , PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>2</sup> , PB, PE, BA <sup>2</sup>	3, 4, 10, 14, 18, 24
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	PI <sup>2</sup> , CE <sup>1,2</sup> , PB <sup>2</sup> , PE <sup>2</sup> , AL, BA <sup>2</sup>	1
<i>Ximения americana</i> L.	MA, PI, CE <sup>1,2</sup> , RN, PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup> , PA <sup>2</sup> , GO, DF, MT, MG, ES, RJ, SP, PR, SC	1, 5, 10, 20, 22, 23, 32
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	PI, CE <sup>1</sup> , PE <sup>2</sup> , AL <sup>2</sup> , BA <sup>2</sup>	4, 20, 23, 38
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	MA, PI, CE <sup>1</sup> , RN <sup>1</sup> , PB <sup>2</sup> , PE, AL, SE, BA <sup>2</sup>	1, 5, 7, 8, 23, 26, 27, 28, 40

1-Levantamentos qualitativos e quantitativos realizados em vegetação do semi-árido e cerrado nordestino: AL - (1) SILVA (2002); BA - (2) QUEIROZ (1999); CE - (3) ARAÚJO *et al.* (1998a), (4) ARAÚJO *et al.*, (1999); PB - (5) PEREIRA *et al.* (2002), (6) LOURENÇO (2002); PE - (7) LYRA (1982), (8) RODAL (1992), (9) ARAÚJO *et al.* (1995), (10) FERRAZ *et al.* (1998), (11) NASCIMENTO (1998), (12) RODAL *et al.* (1998), (13) RODAL *et al.* (1999), (14) FIGUEIRÊDO *et al.* (2000), (15) ALCOFORADO FILHO *et al.* (2003), (16) COSTA (2004); PI - (17) EMPERAIRE (1984), (18) CASTRO (1994), (19) OLIVEIRA *et al.* (1997), (20) LEMOS & RODAL (2002), (21) MENDES (2003), (22) FARIAS & CASTRO (2004), (23) LEMOS (2004), (24) OLIVEIRA (2004); RN - (25) FIGUEIREDO (1987), (26) CAMACHO (2001); SE - (27) SOUZA (1983), (28) FONSECA (1991). 2-“Flora Neotrópica”: (29) PRANCE (1972); (30) ROGERS & APPAN (1973); (31) POPPENDIECK (1981); (32) SLEUMER (1984); (33) LANDRUM (1986); (34) GENTRY (1992), (35) MAAS *et al.* (1992). 3-Trabalhos taxonômicos: (36) CARVALHO (1989); (37) SILVA (1998); (38) PIRANI (1999); (39) AGRA (2000); (40) LIMA (2000). 4-Consultas aos acervos dos herbários EAC e IPA: Espécies ocorrentes nestas UF's e tombadas nos acervos dos Herbários EAC (1), IPA (2) e EAC e IPA (1,2). Algumas espécies foram registradas em mais de uma das fontes acima mencionadas.

A espécie *Croton blanchetianus* foi também verificada somente em outra área de caatinga situada no sertão central do Estado do Ceará. Ressalta-se, porém, que o baixo registro de ocorrência em outras áreas do semi-árido pode ser atribuído à falta de identificação dos táxons ao nível específico tanto nas listas florísticas quanto nos herbários visitados ou ainda à carência de levantamentos florísticos sistematizados na caatinga, especificamente em Estados que apresentam lacunas no conhecimento da flora angiospérmica.

De acordo com o rótulo das exsicatas dos Herbários EAC e IPA, verificou-se que 27 espécies tiveram registros de coleta fora da região Nordeste, indo de Estados da região Norte a Sul do país. Algumas, inclusive, extravasaram o território brasileiro, a exemplo de *Anadenanthera colubrina* e *Senna spectabilis* registradas na Argentina, *Cochlospermum vitifolium* e *Tabebuia impetiginosa*, na Venezuela e *Cnidocolus urens* no México.

Das espécies acima mencionadas, PRADO (2000), destaca que, dentre outras, *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Myracrodruon urundeuva* fazem parte do Arco Pleistocênico, uma rota migratória que permitiu a um grupo considerável de espécies lenhosas, a migração através de um corredor que atravessa o centro da América do Sul. Esta idéia converge com a colocação de PENNINGTON *et al.* (2000), os quais mencionam que a biota da caatinga seria o testemunho de uma enorme floresta seca que anteriormente se distribuía até o norte da Argentina, através do Brasil Central.

### **3.1.2. Estudo fitossociológico e fisiográfico**

#### **3.1.2.1. Parâmetros fitossociológicos**

Nos 5.000 m<sup>2</sup> foram amostradas 20 famílias compreendendo 47 espécies (Tabelas 4 e 5). Das famílias amostradas, Leguminosae (com 16 espécies – sendo a subfamília Caesalpinioideae com sete espécies, Mimosoideae com quatro e Papilionoideae com cinco), Euphorbiaceae (com sete espécies) e Erythroxylaceae,

Acanthaceae, Bignoniaceae e Rutaceae (com duas espécies cada) responderam por 65,9% da flora amostrada. As três subfamílias de Leguminosae juntamente com Euphorbiaceae e Erythroxylaceae alcançaram os maiores valores de importância (VI), sendo responsáveis por 62,9% do VI total (Tabela 4). Estas famílias também foram citadas entre as mais importantes em diversos levantamentos de caatinga do semi-árido nordestino.

A ordenação das 47 espécies amostradas pelos seus valores de importância seguiu, principalmente a dominância relativa, evidenciando que a área basal dos indivíduos foi essencial à determinação do VI das espécies, como foi o caso de *Croton floribundus*, *Piptadenia moniliformis* e *Erythroxylum caatingae*, decrescentemente. As duas primeiras apresentaram valores semelhantes em termos de dominância e frequência relativa, diferindo em termos de densidade, uma vez que a primeira teve o triplo de densidade da segunda (Tabela 5).

*Croton floribundus* (Euphorbiaceae), espécie de maior importância na área de estudo, não foi relacionada entre as mais importantes em outros levantamentos de caatinga analisados.

*Piptadenia moniliformis* (Leg. Mimosoideae) amostrada com diâmetros espessos, também esteve entre as espécies mais importantes nos levantamentos de ARAÚJO *et al.* (1998b), ARAÚJO *et al.* (1999), ambas áreas de carrasco e no levantamento realizado numa área de caatinga de areia-carrasco estudada por OLIVEIRA *et al.* (1997).

*Erythroxylum caatingae* (Erythroxylaceae) esteve entre as espécies mais importantes somente no levantamento realizado por LEMOS & RODAL (2002) em uma área de caatinga instalada em chapada sedimentar do Piauí.

A espécie *Bauhinia cheilantha* (Leg. Caesalpinioideae) que também está entre as de maior VI na área de estudo devido principalmente à densidade relativa, foi também uma das mais importantes em uma área de caatinga do agreste pernambucano estudada por ALCOFORADO FILHO *et al.* (2003). Destacou-se também como uma das que apresentaram densidades elevadas em trabalhos analisados realizados em áreas de caatinga (RODAL, 1992; ARAÚJO *et al.*, 1995; SILVA, 2002).

Tabela 4. Famílias e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente da porcentagem do Valor de Importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. % Spp - porcentagem do número de espécies; DR, DoR e FR - densidade, dominância e frequência relativas (em %).

<b>FAMÍLIA</b>	<b>%Spp</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>%VI</b>
Euphorbiaceae	14,89	33,36	27,75	8,38	23,16
Leg. Mimosoideae	10,64	5,29	18,64	8,04	10,65
Leg. Caesalpinioideae	14,89	14	8,48	7,2	9,89
Leg. Papilionoideae	8,51	9,61	12,17	7,54	9,77
Erythroxylaceae	4,26	6,75	14,21	7,54	9,5
Indivíduos mortos em pé	2,13	5,42	7,27	8,21	6,96
Sterculiaceae	2,13	4,66	1,86	7,04	4,52
Verbenaceae	2,13	5,09	1,39	6,7	4,39
Boraginaceae	2,13	4,32	2,15	6,37	4,28
Acanthaceae	4,25	2,96	1	6,03	3,33
Malpighiaceae	2,13	2,13	0,64	5,86	2,88
Hippocrateaceae	2,13	1,5	0,46	3,85	1,94
Apocynaceae	2,13	0,76	0,83	2,01	1,2
Nyctaginaceae	2,13	0,7	0,69	2,18	1,19
Bignoniaceae	4,24	0,7	0,35	2,18	1,08
Rutaceae	4,24	0,53	0,3	2,18	1
Tiliaceae	2,13	0,53	0,12	2,18	0,94
Convolvulaceae	2,13	0,37	0,29	1,51	0,72
Myrtaceae	2,13	0,37	0,11	1,51	0,66
Burseraceae	2,13	0,23	0,46	1,01	0,57
Combretaceae	2,13	0,27	0,41	1,01	0,56
Celastraceae	2,13	0,23	0,25	0,5	0,33
Turneraceae	2,13	0,16	0,05	0,65	0,3
Capparaceae	2,13	0,06	0,12	0,32	0,18
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela 5. Espécies amostradas com diâmetro do caule ao nível do solo maior ou igual a 3 cm e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do Valor de Importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. N - número de indivíduos; DR, DoR e FR - densidade, dominância e frequência relativas (em %).

Espécies	Família	Hábito	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	arbusto	327	10,87	17,57	5,42	33,87
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	Leg. Mimosoideae	Árvore	103	3,43	16,3	5,19	24,92
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	Erythroxylaceae	arbusto	162	5,39	13,57	5,19	24,14
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Leg. Caesalpinioideae	arbusto	334	11,11	5,33	3,42	19,86
Indivíduos mortos em pé	-	-	163	5,42	7,27	5,78	18,47
<i>Croton nepetifolius</i> Baill.	Euphorbiaceae	arbusto	300	9,98	3,25	4,95	18,18
<i>Machaerium</i> sp.	Leg. Papilionoideae	Árvore	163	5,42	5,78	4,36	15,57
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	arbusto	221	7,35	3,98	3,18	14,52
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sterculiaceae	arbusto	140	4,66	1,86	4,95	11,47
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	Verbenaceae	arbusto	153	5,09	1,39	4,72	11,2
<i>Maprounea</i> sp.	Euphorbiaceae	arbusto	123	4,09	2,24	4,72	11,04
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Boraginaceae	arbusto	130	4,32	2,15	4,48	10,95
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	Leg. Papilionoideae	Árvore	49	1,63	4,3	2,48	8,41
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	Acanthaceae	arbusto	71	2,36	0,82	4,01	7,19
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	Malpighiaceae	escandente	64	2,13	0,64	4,13	6,9
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	Leg. Caesalpinioideae	arbusto	52	1,73	1,75	2,36	5,84
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Leg. Papilionoideae	Árvore	63	2,1	1,53	1,42	5,04
<i>Pristimera andina</i> Miers	Hippocrateaceae	Liana	45	1,5	0,46	2,71	4,67
<i>Erythroxylum betulaceum</i> Mart.	Erythroxylaceae	arbusto	41	1,36	0,64	2,12	4,13
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Leg. Papilionoideae	arbusto	23	0,76	0,69	2,12	3,58
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	Apocynaceae	arbusto	23	0,76	0,83	1,42	3,01
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	Nyctaginaceae	Árvore	21	0,7	0,69	1,53	2,92
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Euphorbiaceae	subarbusto	18	0,6	0,2	1,77	2,57
<i>Bauhinia flexuosa</i> Moric.	Leg. Caesalpinioideae	Liana	17	0,57	0,38	1,53	2,47
<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.	Leg. Papilionoideae	Liana	14	0,47	0,56	1,18	2,2
<i>Dyschoriste</i> sp.	Acanthaceae	Erva	18	0,6	0,18	1,42	2,19
<i>Luehea uniflora</i> A. St.-Hil.	Tiliaceae	arbusto	16	0,53	0,12	1,53	2,19
<i>Clytostoma convolvuloides</i> Bureau & K. Schum	Bignoniaceae	Liana	19	0,63	0,25	1,3	2,18
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Leg. Mimosoideae	arbusto	16	0,53	0,16	1,3	1,99
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	Rutaceae	Árvore	11	0,37	0,23	1,3	1,89
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	Leg. Mimosoideae	Árvore	9	0,3	0,91	0,59	1,8
<i>Ipomoea verbascoidea</i> Choisy	Convolvulaceae	Liana	11	0,37	0,29	1,06	1,71
<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	Leg. Caesalpinioideae	Árvore	7	0,23	0,82	0,59	1,65
<i>Campomanesia</i> aff. <i>aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Myrtaceae	arvoreta	11	0,37	0,11	1,06	1,54
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillet	Burseraceae	arvoreta	7	0,23	0,46	0,71	1,4
<i>Thiloua glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	Combretaceae	Árvore	8	0,27	0,41	0,71	1,38
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Euphorbiaceae	arbusto	12	0,4	0,37	0,59	1,36
<i>Acacia langsdorffii</i> Benth.	Leg. Mimosoideae	arbusto	8	0,27	0,57	0,24	1,07
<i>Senna</i> sp.	Leg. Caesalpinioideae	arbusto	9	0,3	0,13	0,47	0,9
<i>Maytenus impressa</i> Reissek	Celastraceae	Árvore	7	0,23	0,25	0,35	0,83
<i>Turnera calyptrocarpa</i> Urb.	Turneraceae	subarbusto	5	0,17	0,05	0,47	0,69
<i>Pilocarpus</i> sp.	Rutaceae	arvoreta	5	0,17	0,07	0,24	0,48
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	Euphorbiaceae	arbusto	2	0,07	0,13	0,24	0,44
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	Capparaceae	Árvore	2	0,07	0,11	0,24	0,41
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	Bignoniaceae	arbusto	2	0,05	0,12	0,23	0,4
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Leg. Caesalpinioideae	Árvore	1	0,02	0,05	0,11	0,19
<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	Leg. Caesalpinioideae	Árvore	1	0,02	0,03	0,11	0,17
Total/47	24	-	3007	100	100	100	299,9

*Croton rhamnifolioides*, *Capparis hastata*, *Jacaranda jasminoides*, *Caesalpinia ferrea* e *C. gardneriana* (Tabela 5) foram amostradas com, no máximo, dois indivíduos, o que indica que sua densidade média seria em torno de dois indivíduos em meio hectare. SHAFER (1990) considera raras as espécies que ocorrem na comunidade com uma densidade média de até dois indivíduos por hectare. Por outro lado, não se pode concluir que uma espécie é rara com base apenas em sua ocorrência na amostra, mas em sua distribuição na vegetação real. De fato, as espécies acima mencionadas ocorrem com frequência considerável em outros trechos da área de estudo.

Entre as espécies amostradas, registrou-se um número expressivo de lianas (compreendendo 10,6% das espécies): *Pristimera andina* (Hippocrateaceae), *Bauhinia flexuosa* (Leg. Ceasalpinioideae), *Dioclea grandiflora* (Leg. Papilionoideae), *Clytostoma convolvuloides* (Bignoniaceae) e *Ipomoea verbascoidea* (Convolvulaceae).

A presença significativa de lianas também foi observada por OLIVEIRA *et al.* (1997) em uma área de transição caatinga de areia-carrasco, ARAÚJO *et al.* (1998b) em vegetação de carrasco e LEMOS & RODAL (2002) em uma área de caatinga. Vale ressaltar que, embora a maioria dos levantamentos de área de caatinga não tenha incluído lianas (FONSECA, 1991; RODAL, 1992; ARAÚJO *et al.*, 1995; FERRAZ *et al.*, 1998), verificou-se, através de suas listas florísticas gerais, que há um baixo número de lianas nestes levantamentos, com exceção do trabalho de ALCOFORADO FILHO *et al.* (2003).

O índice de diversidade de Shannon, 3,11 nats.ind.<sup>-1</sup> foi superior ao encontrado na maioria dos levantamentos de vegetação caducifólia do semi-árido nordestino (Tabela 6). Verificando este índice nos levantamentos, observa-se uma semelhança entre o valor encontrado na área de estudo e outros levantamentos de caatinga (SOUZA, 1983; FONSECA, 1991; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; LEMOS & RODAL, 2002), os quais apresentaram também valores de precipitação similares. Ainda de acordo com a Tabela 6, observa-se que as áreas de carrasco (ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO *et al.*, 1999), também com índices pluviométricos mais elevados, apresentam, no geral, índices de diversidade semelhantes à área de estudo.

O maior ou menor número de espécies encontrados nos levantamentos realizados em áreas de caatinga e tipos de vegetação relacionados deve ser resposta a vários fatores, tais como situação topográfica, tipo, profundidade e permeabilidade do solo e, de forma mais acentuada, ao total pluviométrico. A maior diversidade encontrada em algumas áreas, portanto, pode estar relacionada à maior altitude e precipitação das mesmas, já que estão situadas em chapadas (ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO *et al.*, 1999; LEMOS & RODAL, 2002) e planaltos (ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003) do semi-árido.

### **3.1.2.2. Análise de agrupamento**

Através da análise de agrupamento, realizada a partir de uma matriz de presença/ausência das espécies da área de estudo e 20 levantamentos (33 áreas) realizados no semi-árido e cerrado nordestinos, percebeu-se a formação de dois grandes grupos florísticos (Figura 6). O grupo A, que evidenciou áreas de vegetação de caatinga instalada sobre o cristalino (LYRA, 1982; SOUZA, 1983; FONSECA, 1991; RODAL, 1992; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; ARAÚJO *et al.*, 1995; FERRAZ *et al.*, 1998; CAMACHO, 2001; COSTA, 2004) e floresta seca (CESTARO & SOARES, 2004) e o B, que reuniu a área de estudo, os levantamentos de caatinga sobre sedimentos (OLIVEIRA *et al.*, 1997; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; LEMOS & RODAL, 2002; MENDES, 2003), carrasco (ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO *et al.*, 1999), cerrado (CASTRO, 1994; OLIVEIRA, 2004, FARIAS & CASTRO, 2004) e de vegetação arbustiva perenifólia sobre áreas sedimentares (RODAL *et al.*, 1998).

Em um primeiro momento, esses resultados mostram uma clara separação entre a flora instalada sobre terrenos cristalinos e sedimentares. Em um segundo nível de similaridade, o grupo B desmembra-se em dois grupos, o B1 que reuniu todos os levantamentos realizados em vegetação das chapadas sedimentares do semi-árido nordestino e o B2 que englobou a maioria dos levantamentos de carrasco e todos os de cerrado.

A área de estudo agrupou-se, primeiramente, a uma área de caatinga estudada sobre sedimentos arenosos no Piauí (MENDES, 2003) e posteriormente, à outra área de caatinga em área sedimentar também no Piauí (LEMONS & RODAL, 2002), a uma área de carrasco (ARAÚJO *et al.*, 1999) e a uma área de transição carrasco-caatinga (OLIVEIRA *et al.*, 1997). Todas as citadas áreas encontram-se instaladas na Bacia sedimentar do Meio-Norte, localizada geograficamente próxima da EE de Aiuaba, especificamente no seu lado oeste.



Tabela 6. Parâmetros fitossociológicos registrados na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e em levantamentos de vegetação do semi-árido do Nordeste brasileiro. CAA - caatinga; CAR - carrasco; CAR-CAA - transição carrasco-caatinga; C - cristalino; S - sedimento; DAP - diâmetro do caule a 1,30 m do solo; PNS - perímetro do caule ao nível do solo; DNS - diâmetro do caule ao nível do solo; AA - área amostrada; NE - número de espécies; DT - dominância total; ABT - área basal total; H' - índice de diversidade de Shannon; Alt. - altitude; Prec. - precipitação.

Autor-Área	Ano	Vegetação	Critério de inclusão	AA (m <sup>2</sup> )	NE	DT (ind.ha <sup>-1</sup> )	ABT (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Alt.Méd./ Máx. (m)	Diâm.Méd./ Máx. (cm)	H' (nats.ind. <sup>-1</sup> )	Alt. (m)	Prec. (mm. ano <sup>-1</sup> )
LYRA	1982	CAA/C	-	3000	44	7570	-	-	-	-	509	557.5
SOUZA-N. S. da Glória	1983	CAA/C	DAP≥5cm	6000	60	2520	-	-	-	3.36	290	650
SOUZA-Frei Paulo	1983	CAA/C	DAP≥5cm	6000	46	1937	-	-	-	3.06	204	650
FONSECA-B. da Onça I	1991	CAA/C	DNS≥3cm	1500	35	2913	-	-	-	3.07	230	500
FONSECA-B. da Onça II	1991	CAA/C	DNS≥3cm	1500	26	3947	-	-	-	2.31	240	500
FONSECA-Faz. Califórnia	1991	CAA/C	DNS≥3cm	1500	32	3340	-	-	-	2.39	280	500
FONSECA-Curitiba I	1991	CAA/C	DNS≥3cm	1500	23	3360	-	-	-	2.60	280	500
FONSECA-Curitiba II	1991	CAA/C	DNS≥3cm	1500	28	4427	-	-	-	2.47	230	500
RODAL-Boa Vista II	1992	CAA/C	DNS≥3cm	2500	22	1076	34.29	5.50/19.0	13.66	1.99	450	651
RODAL-Boa Vista I	1992	CAA/C	DNS≥3cm	2500	28	1872	20.28	4.16/16.0	8.44	1.91	450	651
RODAL-Fasa	1992	CAA/S	DNS≥3cm	2500	23	1876	16.51	3.73/10.5	8.09	2.54	500	632
RODAL-Poço do Ferro II	1992	CAA/C	DNS≥3cm	2500	24	2172	15.62	3.37/13.5	7.89	2.25	500	632
ARAÚJO <i>et al.</i> -B.Faveleiro	1995	CAA/C	PNS≥5cm	100 PQ	27	3023	19.84	2.6/7.0	6.7/54.1	2.18	470	586
ARAÚJO <i>et al.</i> -P.do Ferro I	1995	CAA/C	PNS≥5cm	100 PQ	22	5385	31.8	3.2/8.0	7.1/33.5	1.85	470	586
ARAÚJO <i>et al.</i> -Samambaia	1995	CAA/C	PNS≥5cm	100 PQ	25	3975	32.24	4.1/15.0	7.5/64.0	1.64	470	574
ARAÚJO <i>et al.</i> -Baixa Fria	1998b	CAR/S	DNS≥3cm	2500	49	5952	14.2	3.8/8.5	5.0/29.0	3.03	760	838
ARAÚJO <i>et al.</i> -Carrasco	1998b	CAR/S	DNS≥3cm	2500	54	5724	27.7	5.4/13.0	6.5/39.6	2.57	760	838
ARAÚJO <i>et al.</i> -Estrondo	1998b	CAR/S	DNS≥3cm	2500	49	6596	19.5	5.3/11.0	5.4/27.0	2.98	750	838
OLIVEIRA <i>et al.</i>	1997	CAR-CAA/S	DNS≥3cm	4500	57	4618	24.2	3.2/9.0	6.5/43.0	2.65	420	637
FERRAZ <i>et al.</i> - 700 m	1998	CAA/C	DNS≥3cm	1000	22	5590	52.4	3.9/7.9	10.74/51.22	1.83	700	874
FERRAZ <i>et al.</i> - 500 m	1998	CAA/C	DNS≥3cm	2000	35	3555	30.6	3.95/10.6	8.21/37.13	2.33	500	679
ARAÚJO <i>et al.</i>	1999	CAR/S	DNS≥3cm	10000	74	4408	-	-	-	3.161	830	1000
FIGUEIRÊDO <i>et al.</i>	2000	CAA/S	DNS≥3cm	100 PQ	33	1824.10	8.2	2.11/8.0	6.22/33.0	2.45	600	600
CAMACHO	2001	CAA/C	DNS≥3cm	2000	13	7015	12.25	2.36/-	-	3.07	220	497
CAMACHO	2001	CAA/C	DNS≥3cm	2000	12	6320	9.98	2.41/-	-	2.43	250	497
CAMACHO	2001	CAA/C	DNS≥3cm	500	11	4120	18.92	4.28/-	-	2.78	350	497
CAMACHO	2001	CAA/C	DNS≥3cm	800	9	2812	15.51	3.53/-	-	2.55	385	497
LEMONS & RODAL	2002	CAA/S	DNS≥3cm	10000	56	5827	31.9	3.5/9.5	7.03/75.12	3.0	600	689
ALCOFORADO FILHO <i>et al.</i>	2003	CAA/C	DNS≥3cm	6000	56	3210	24.9	4.7/19.0	7.2/47.0	3.09	537	694
COSTA	2004	CAA/C	DNS≥3cm	10000	28	3139	18.5	2.36/12.0	7.29/45.68	1.85	545	511
ESTE TRABALHO		CAA/C	DNS≥3cm	5000	47	3007	18.3	4.51/13.0	7.28/44.88	3.11	560	582

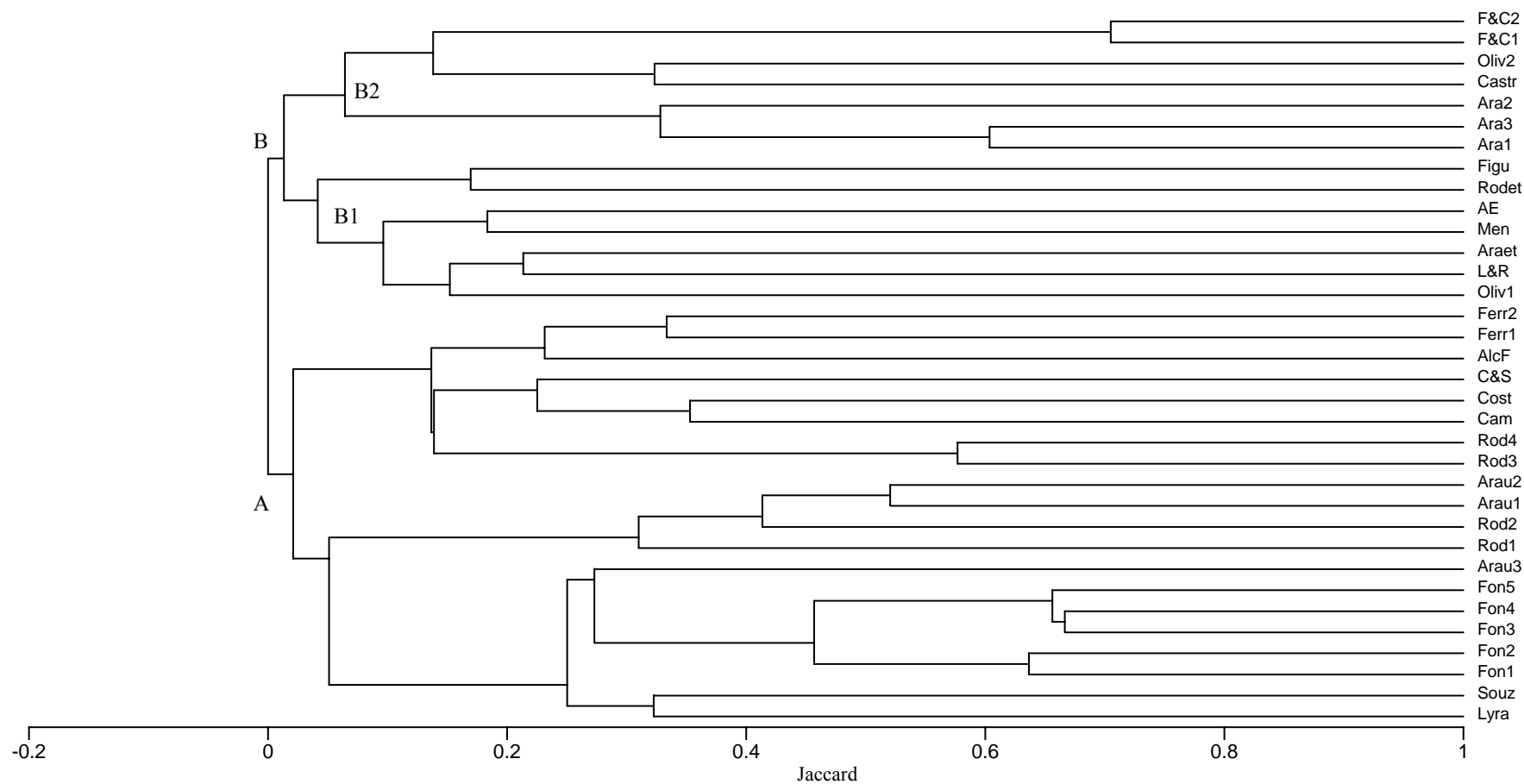


Figura 6. Similaridade florística entre a área de estudo, Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará e 20 levantamentos quantitativos (33 áreas) realizados no semi-árido e cerrado do Nordeste brasileiro. A. Vegetação de caatinga instalada sobre o cristalino (Lyra-LYRA, 1982; Souza-SOUZA, 1983; Fon1, Fon2, Fon3, Fon4 e Fon5-FONSECA, 1991; Rod1, Rod2, Rod3 e Rod4-RODAL, 1992; Arau1, Arau2, Arau3- ARAÚJO *et al.*, 1995; Ferr1 e Ferr2-FERRAZ *et al.*, 1998; Cam-CAMACHO, 2001; AlcF-ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; Cost- COSTA, 2004) e vegetação de floresta seca (CESTARO & SOARES, 2004). B1. Vegetação de caatinga instalada sobre áreas sedimentares (Oliv1-OLIVEIRA *et al.*, 1997; L&R-LEMOS & RODAL, 2002; Men-MENDES, 2003; Figu-FIGUEIRÉDO *et al.*, 2000), vegetação arbustiva perenifólia (Rodet-Rodal *et al.*, 1998) e vegetação de carrasco (Araet-ARAÚJO *et al.*, 1999). B2. Vegetação de carrasco (Ara1, Ara2 e Ara3-ARAÚJO *et al.*, 1998b) e cerrado (Castr-CASTRO, 1994; Oliv2-OLIVEIRA, 2004; F&C1 e F&C2-FARIAS & CASTRO, 2004); AE-Área de estudo.

Ainda nesta análise, de acordo com os resultados do teste ANOVA, verificou-se que a altitude não demonstrou interferência no agrupamento destes levantamentos. Por outro lado, os valores de precipitação foram significativos na separação desses levantamentos, separando os levantamentos realizados em áreas de caatinga de modo geral, de carrasco e de cerrado.

### 3.1.2.3. Fisionomia da vegetação

Nos 5.000 m<sup>2</sup> amostrados, distribuídos em 50 parcelas, foram registrados 3.007 indivíduos, incluindo todas as formas de vida lenhosas, dos quais 2.844 vivos e 163 mortos ainda em pé, ou 5,4% do total de indivíduos. Este percentual de indivíduos mortos encontra-se no intervalo dos valores colocados por SAMPAIO (1996), entre 1,4 e 11%, registrados nos trabalhos fitossociológicos realizados nas últimas décadas.

A área basal total (18,3 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) está entre as mais baixas registradas nos trabalhos do semi-árido, estando próximo de valores encontrados em áreas de carrasco do Ceará (ARAÚJO *et al.*, 1998b) e de caatinga sobre embasamento cristalino de Pernambuco (ARAÚJO *et al.*, 1995; COSTA, 2004) e do Rio Grande do Norte (CAMACHO, 2001).

As alturas médias e máximas foram 4,51 m e 13 m, respectivamente. Em termos de ocupação do espaço vertical, a maior concentração de indivíduos ocorreu entre 4,1 e 5 m, cerca de 17,5% (Figura 7). A grande concentração de indivíduos em classes inferiores a 5 m é freqüentemente registrado em vários estudos realizados em áreas de vegetação caducifolia do semi-árido nordestino que utilizaram critérios de inclusão (DNS<sub>≥</sub>3cm) semelhantes a este trabalho (RODAL, 1992; OLIVEIRA *et al.*, 1997; ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO & MARTINS, 1999; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; CAMACHO, 2001; LEMOS & RODAL, 2002; LEMOS, 2003; AMORIM *et al.*, 2005).

Houve ocorrência de 240 indivíduos acima de 8,0 m e apenas alguns emergentes acima de 12 m. Um número pouco expressivo de indivíduos nos segmentos de maiores alturas pode indicar que essa vegetação não forma um dossel regular, e sim que os indivíduos mais altos têm alturas diferentes. Isto é o que ocorre

na área estudada, onde o dossel não forma uma cobertura horizontal contínua. Comparando as alturas médias de formações arbustivas e arbustivo-arbóreas de caatinga e de carrasco (RODAL, 1992; OLIVEIRA *et al.*, 1997; ARAÚJO *et al.*, 1998b; FERRAZ *et al.*, 1998; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; LEMOS & RODAL, 2002; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; COSTA, 2004), observou-se que a área de estudo registrou valor de altura superior à maioria dos levantamentos, com exceção de uma área estudada por RODAL (1992), dos levantamentos realizados por ALCOFORADO-FILHO *et al.* (2003) em uma área de caatinga arbórea e de duas áreas de carrasco estudadas por ARAÚJO *et al.* (1998b) (Tabela 6).

Alguns autores (HUTCHINGS, 1997; CONDIT *et al.*, 1998) salientam que a estrutura de tamanho de uma comunidade vegetal é o resultado da ação de fatores bióticos e abióticos que atuam sobre as populações, sendo também um dos indicativos do *status* de regeneração da vegetação. De fato, como exposto acima, um destes fatores abióticos, especificamente a disponibilidade hídrica, pareceu ser determinante na altura dos indivíduos das áreas analisadas.

Os diâmetros médios e máximos foram 7,28 cm e 44,88 cm. Mais da metade do número de indivíduos ocorreu na menor classe de diâmetro (3 a 6 cm), cerca de 55,6%. O número de indivíduos decresceu com o aumento das classes de diâmetro, dando a configuração de um “J” invertido ao gráfico (Figura 8). Este dado poderia evidenciar que a maioria das populações estaria em fase inicial do estabelecimento, porém, é importante lembrar que, em se tratando de vegetação de caatinga, algumas espécies apresentam menor porte, por esta ser sua potencialidade genética.

Comparando-se também os valores de diâmetro médio das formações de caatinga e carrasco listados na Tabela 6 e que utilizaram o mesmo critério de inclusão (RODAL, 1992; OLIVEIRA *et al.*, 1997; ARAÚJO *et al.*, 1998b; FERRAZ *et al.*, 1998; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2000; LEMOS & RODAL, 2002; ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; COSTA, 2004), observou-se que o valor encontrado na área de estudo foi semelhante aos encontrados em áreas de caatinga instalada tanto no embasamento cristalino (ALCOFORADO FILHO, 1993; COSTA, 2004) quanto sedimentar (LEMOS & RODAL, 2002).

De maneira geral, os dados médios de altura e diâmetro sugerem que a vegetação de caatinga instalada sobre áreas sedimentares, bem como de carrasco apresentam menor porte que a instalada sobre o embasamento cristalino (Tabela 6).

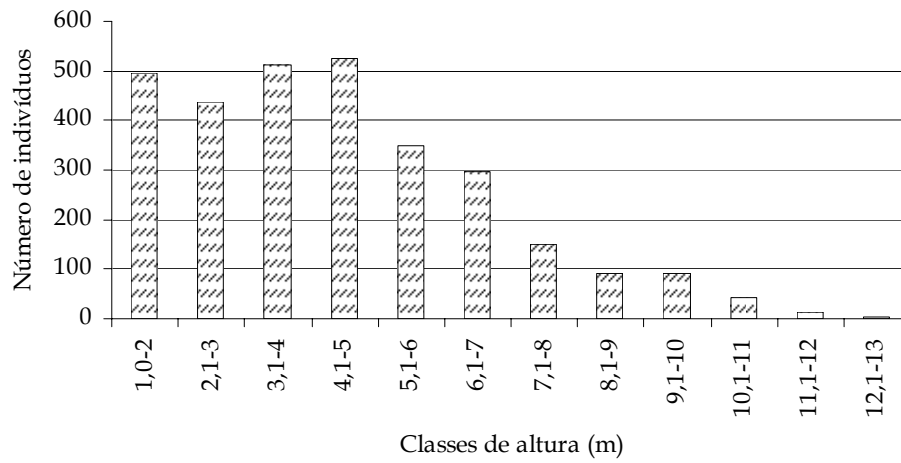


Figura 7. Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (m), a intervalos fixos de 1 m na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.

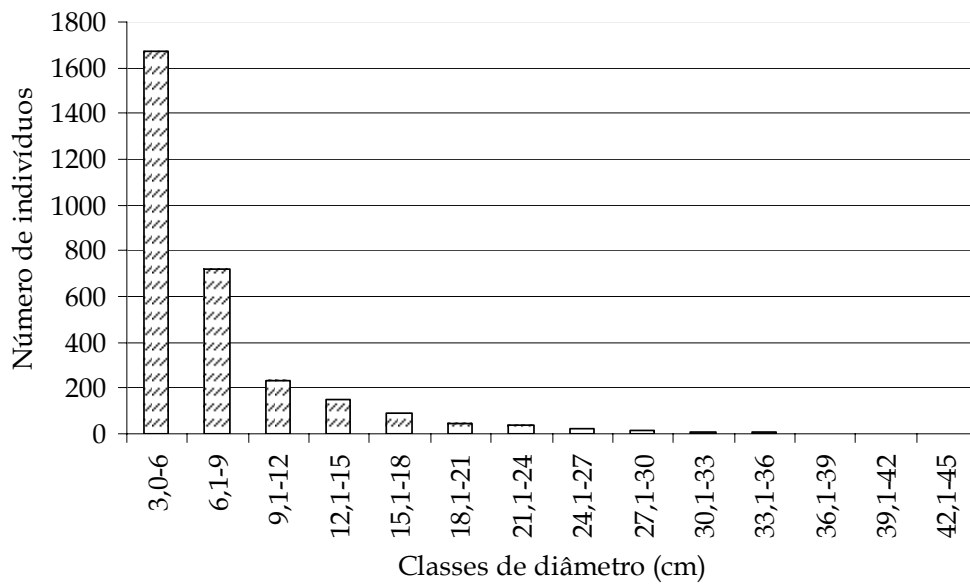


Figura 8. Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (cm), a intervalos fixos de 3 cm na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.

Nota-se na Figura 9, a qual mostra os valores mínimo, médio e máximo de altura das espécies amostradas no levantamento fitossociológico, que apenas uma espécie, *Piptadenia moniliformis*, alcançou 13 m de altura, embora algumas outras espécies arbóreas se destaquem como emergentes: *Dalbergia* sp., *Dalbergia cearensis*, *Guapira laxa*, *Poeppigia procera*, *Thiloa glaucocarpa* e *Maytenus impressa*.

A Figura 10 mostra o perfil-diagrama da vegetação, realizado numa faixa de 25 m x 5 m de largura, onde estão representados todos os indivíduos, no espaço vertical e horizontal, ao longo de um gradiente topográfico.

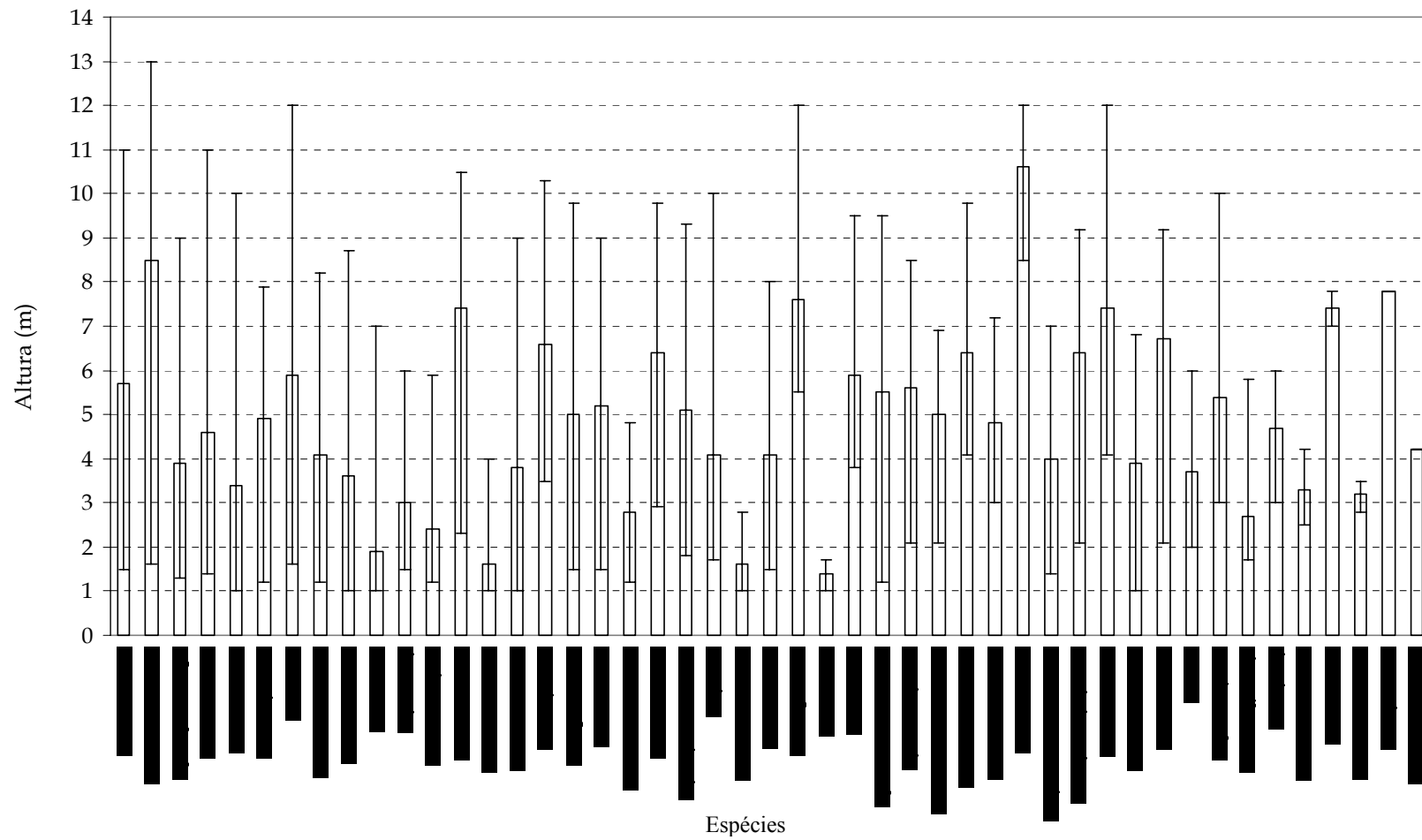


Figura 9. Espaço vertical ocupado pelas espécies amostradas no levantamento fitossociológico, ordenadas de forma decrescente de Valor de Importância (VI), Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.



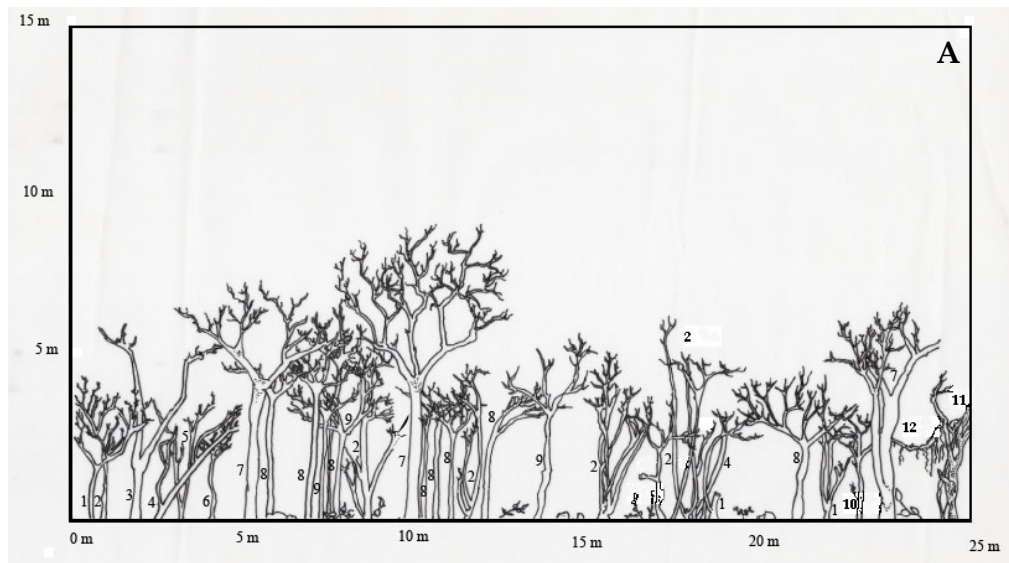


Figura 10. A-Perfil-diagrama da vegetação realizado numa faixa de 25 m x 5 m, no local do levantamento fitossociológico, representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA). 1-*Erythroxylum caatingae*; 2-*Bauhinia pulchella*; 3-*Capparis hastata*; 4-*Helicteres baruensis*; 5-*Machaerium hirtum*; 6-*Bursera leptophloeos*; 7-*Piptadenia moniliformis*; 8-*Croton floribundus*; 9-*Croton nepetifolius*; 10-*Maprounea guianensis*; 11-*Chloroleucon dumosum*; 12-*Dioclea grandiflora*. B-Visão geral da área onde foi realizado o perfil.

A presente investigação, em termos estruturais, ressalta as seguintes características: trata-se de um trecho de caatinga cuja maioria dos indivíduos concentra-se no estrato inferior a 5 m de altura, com algumas espécies emergentes, que chegam a 10 m ou mais, de destacada importância na estrutura da comunidade, pois figuram entre as de maior VI, como exemplificado por *Piptadenia moniliformis*, pela combinação dos expressivos números de indivíduos e área basal. Entretanto, a Figura 10 não mostra dois estratos bem distintos, um arbóreo e outro arbustivo. A área em questão apresenta grande número de espécimes em estágio jovem, muitos deles espécies componentes do estrato arbustivo, além da presença significativa de lianas lenhosas.

#### **3.1.2.4. Análise do solo e possíveis relações com as espécies amostradas**

A análise das amostras do solo mostrou que os teores de cátions trocáveis (Na, K, Ca e Mg), assim como carbono e matéria orgânica diminuem com a profundidade. É um solo distrófico ( $V < 50\%$ ), pobre em P e possui alta saturação em Alumínio ( $m > 50\%$ ) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999). O pH médio foi semelhante entre as profundidades, apresentando-se ácido ( $pH < 5,0$ ) (Tabela 7).

Quanto à textura, observou-se que a fração argila apresentou valores altos em relação à areia fina e silte. O solo foi enquadrado nas classes texturais franco-argiloso e argila, com elevados valores médios para argila, fração responsável por alta capacidade de adsorção de água e de troca catiônica. Pode-se salientar que a fração argila apresentou valores altos em relação à areia fina e silte, similar ao registrado na bacia sedimentar do Parnaíba, Piauí (LEMOS & RODAL, 2002) e contrariamente ao observado em Areias Quartzosas da mesma bacia (OLIVEIRA *et al.*, 1997) e do planalto da Ibiapaba, Ceará (ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO *et al.*, 1999).

Tabela 7. Variáveis físicas e químicas analisadas nas amostras de solo coletadas em 25 parcelas, nas profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. dp - desvio padrão; máx. - máximo; mín. - mínimo.

Variáveis	Profundidade (cm)							
	0 - 20		20 - 40		0 - 20		20 - 40	
	média (dp)		média (dp)		máx	mín.	máx	mín
Areia grossa (%)	18,0	(4,2426)	21,24	(6,8086)	28,0	13,0	41,0	12,0
Areia Fina (%)	9,4	(0,6455)	10,68	(2,2494)	11,0	8,0	17,0	8,0
Silte (%)	33,4	(2,6926)	31,36	(3,5459)	37,0	27,0	40,0	25,0
Argila (%)	39,16	(3,1712)	36,72	(5,8561)	44,0	31,0	46,0	21,0
Água disponível (g.100g <sup>-1</sup> )	8,4912	(0,8555)	9,0076	(1,0163)	10,38	6,78	10,82	6,74
Umidade a 0,033 Mpa	23,676	(1,2837)	22,4164	(1,7570)	26,92	21,84	26,44	17,45
Umidade a 1,5 Mpa	15,1848	(1,1517)	13,4488	(1,7602)	18,01	13,23	16,27	8,74
PH Água	4,112	(0,2205)	4,128	(0,2407)	4,5	3,8	4,4	3,7
Na <sup>+</sup> (cmolc/Kg)	0,0652	(0,0105)	0,0608	(0,0608)	0,1	0,05	0,08	0,05
K <sup>+</sup> (cmolc/Kg)	0,2664	(0,0548)	0,2428	(0,1141)	0,36	0,18	0,73	0,15
Ca <sup>++</sup> (cmolc/Kg)	0,78	(0,3775)	0,652	(0,3070)	1,8	0,3	1,5	0,2
Mg <sup>++</sup> (cmolc/Kg)	0,496	(0,1904)	0,464	(0,1846)	1	0,2	0,8	0,2
Al <sup>+++</sup> (cmolc/Kg)	4,978	(0,7625)	4,738	(0,7625)	6,45	3,7	6,45	3,7
Soma de bases (S)	1,596	(0,5586)	1,42	(0,4958)	3,2	0,8	2,6	0,6
Cap. Troca Catiônica - T (g.100g <sup>-1</sup> )	9,684	(1,2522)	8,308	(1,2642)	12,1	7,4	11	6
Sat. Bases (V%)	16,32	(5,0060)	17	(5,0498)	29	8	27	9
Sat. Al (m%)	75,56	(7,8)	76,96	(7,4020)	88	59	89	60
Fósforo assimilável (mg/Kg)	1,56	(0,5066)	1,24	(0,4359)	2,0	1,0	2,0	1,0
Matéria Orgânica (g/Kg)	34,696	(4,9828)	26,512	(4,4679)	42,51	23,93	40,67	20,64
Carbono (g/Kg)	20,118	(2,8909)	15,379	(2,5911)	24,66	13,88	23,59	11,97
Ferro (ppm)	60,92	(8,2620)	59,436	(13,4433)	78	47,1	92,5	37,3
Cobre (ppm)	1,016	(0,7825)	0,948	(0,5839)	4,1	0,3	2,4	0,3
Zinco (ppm)	1,86	(0,9083)	1,644	(0,8656)	3,5	0,8	3,8	0,6
Manganês (ppm)	3,192	(1,4503)	2,404	(1,2374)	7,5	1,4	5,8	1,2

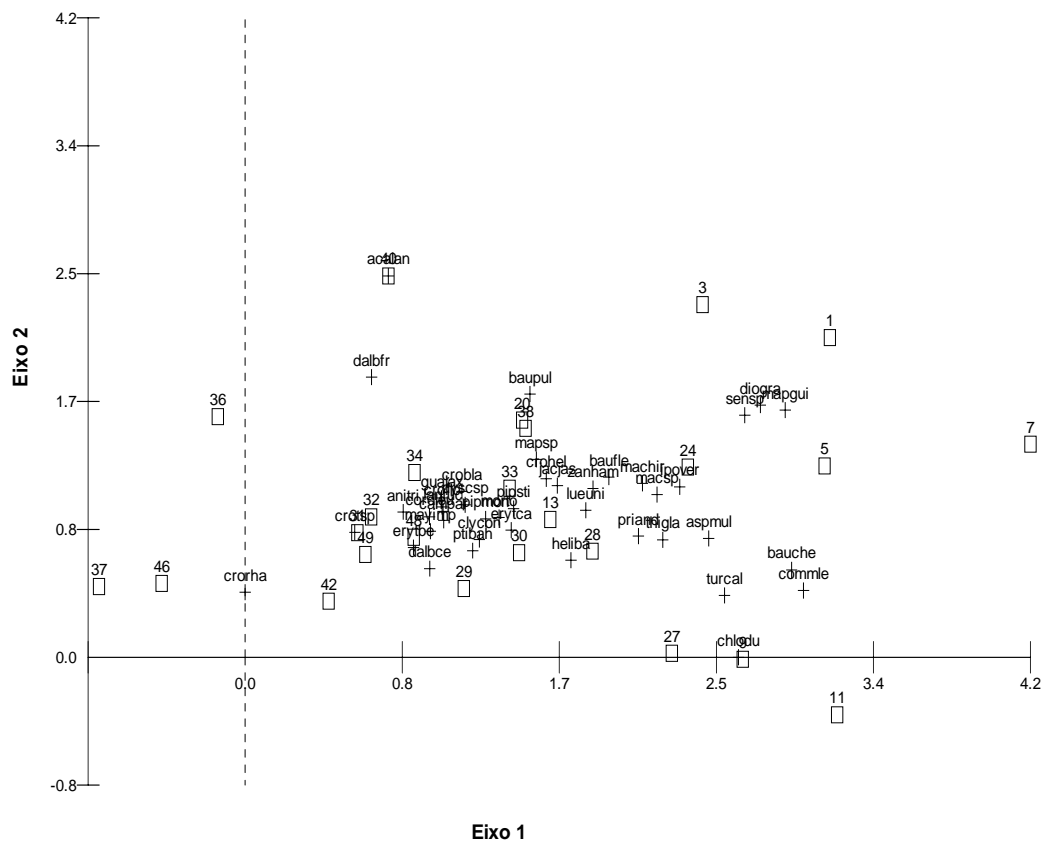
Com relação à profundidade efetiva (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979), as parcelas apresentaram valores superiores a 1,20 m, portanto, o solo pode ser considerado profundo para os padrões da caatinga.

A análise de ordenação através de DCA (Figura 11), mostrou que a disposição dos elementos no primeiro eixo permite distinguir um gradiente polarizado pelas parcelas 1, 5 e 7 e 36, 37 e 46.

As espécies *Bauhinia cheilantha*, *Commiphora leptophloeos*, *Maprounea guianensis*, *Dioclea grandiflora*, *Chloroleucon dumosum* posicionaram-se na porção inferior do gradiente (parcelas 1, 5 e 7), onde ocorreram valores mais elevados de pH, potássio, silte e argila (solos potencialmente mais ricos e menos tóxicos). Entretanto não há registros na literatura acerca de correlações destas espécies com estas variáveis de solo e afirmações mais contundentes neste sentido tornam-se inadequadas, pois haveria necessidade de um melhor conhecimento acerca da biologia dessas espécies.

De modo geral, torna-se difícil aqui estabelecer relações entre a presença de uma espécie em uma área relativamente pequena, como foi a estudada, baseando-se apenas em variáveis do solo e com uma única experimentação. Como se sabe, a ocorrência de uma espécie em um sítio é uma resposta aos vários fatores do ambiente que ali vigoram, além do que, devido a certa plasticidade de ocupação de habitat que em geral as plantas possuem, poderão responder a fatores novos e adaptar-se ao longo do tempo.

A despeito disto, BOTREL *et al.* (2002), alerta para o fato de que a interpretação das correlações existentes entre a ocorrência das espécies e variáveis do ambiente físico deve ser analisada com cautela, já que fatores como as condições de luz e água e a própria dispersão das espécies, por exemplo, são variáveis que quase sempre não são perceptíveis e mensuráveis. Além do que, as espécies são sensíveis às variáveis ambientais de uma forma interativa e não isoladamente. Desta forma, ainda segundo os autores, conclusões sobre a distribuição de espécies frente a variáveis ambientais só devem ser generalizadas após muitas repetições do mesmo padrão em diferentes áreas.



Em relação ao Balanço hídrico elaborado para a área de estudo, foi verificado que a precipitação e déficit hídricos médios anuais são de 582 mm e 975 mm. A temperatura média mensal varia de 24 a 28° C. As chuvas estendem-se de dezembro a maio (verão-outono). A maior precipitação pluviométrica média mensal ocorre em março, com 165 mm (Figura 12).

Mesmo apresentando pontos relativamente altos, localizados nos topos das serras, A EE apresentou valor da precipitação média inferior a quase todos os levantamentos de caatinga listados na Tabela 6, exceção feita aos trabalhos realizados na depressão sertaneja do Rio Grande do Norte (Camacho, 2001), Pernambuco (LYRA, 1982; COSTA, 2004) e Sergipe (FONSECA, 1991) as quais apresentaram valores de precipitação entre 497 e 557,5 mm. De fato, a área de estudo encontra-se inserida em uma região tida como um dos pólos xéricos no Estado do Ceará (“Sertão dos Inhamuns”).

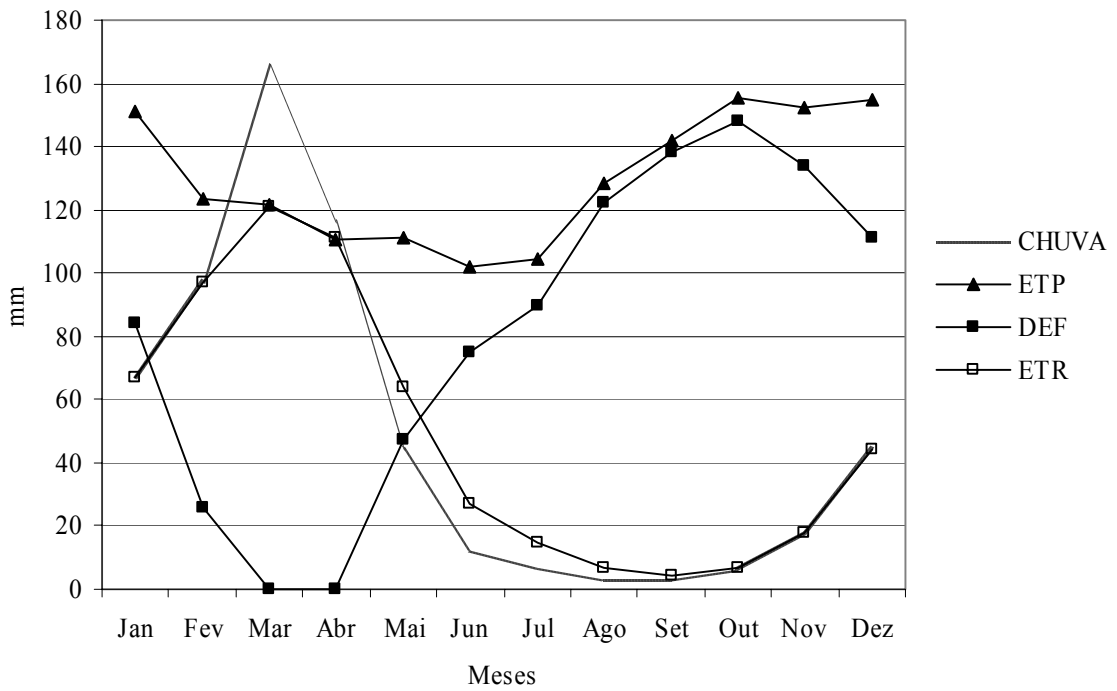


Figura 12. Balanço hídrico da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, segundo THORNTHWAIT & MATHER (1955). Latitude: 06° 63' S; Longitude: 40° 12' W; Altitude: 350 m; CAD (capacidade de armazenamento de água no solo) = 125 mm; Dados do período de 1932-1985 (BRASIL, 1990).

### 3.1.3. Mapeamento da vegetação

Utilizando o limite da EE e os pontos de GPS obtidos no campo associados a cada fisionomia, reclassificou-se a imagem NDVI (derivada da imagem CBERS-2) em intervalos referentes aos seguintes padrões fisionômicos: água; nuvens e sombra de nuvens; caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA); caatinga arbustiva-arbórea alta densa (CArArboAD); caatinga arbórea-arbustiva baixa densa (CArboArBD) e a vegetação presente em áreas mais úmidas. Para cada fisionomia verificada, tanto na imagem como no campo, foi elaborado um perfil- diagrama para acompanhar o mapa temático produzido.

A Figura 13 mostra o resultado da análise da paisagem, feita a partir das imagens CBERS-2, a qual permitiu a identificação dos corpos d'água (em azul), das nuvens e sombra de nuvens (em marrom) e de quatro classes de vegetação (do laranja ao verde). As classes água, nuvem e sombra de nuvem foram certificadas tanto por seus comportamentos espectrais nas faixas do vermelho e do infra-vermelho próximo, como pela imagem do tipo composição colorida. Nesta, a nuvem apresenta-se de coloração branca e sua sombra apresenta-se negra. Existe também a possibilidade de haver pequenas sombras de relevo espalhadas em toda a extensão da EE, pois sua variação altitudinal é de 348 a 710 metros. O mapa produzido, na escala de aproximadamente 1:50.000, é um avanço muito grande para uma região do país onde os mapas são geralmente na escala de 1:100.000 ou menos.

No aspecto geral, a discriminação altitudinal das fisionomias vegetais registradas na EE não são facilmente detectáveis em campo, podendo ocorrer sobreposição de faixas altitudinais com a presença de diferentes fisionomias. Entretanto, foi perceptível que a CArArboAD ocorre predominantemente nas áreas mais elevadas da EE.

A classe aqui denominada de vegetação presente em áreas mais úmidas, foi a que apresentou o maior intervalo NDVI (valores mais próximos do +1), embora a data da imagem (final de agosto) corresponda a meados do período seco na região.



Este fato pode ser justificado pela localização dessas áreas, mais próximas a leitos de lagoas, rios e/ou riachos intermitentes, os quais preservam uma disponibilidade hídrica durante mais tempo no solo.

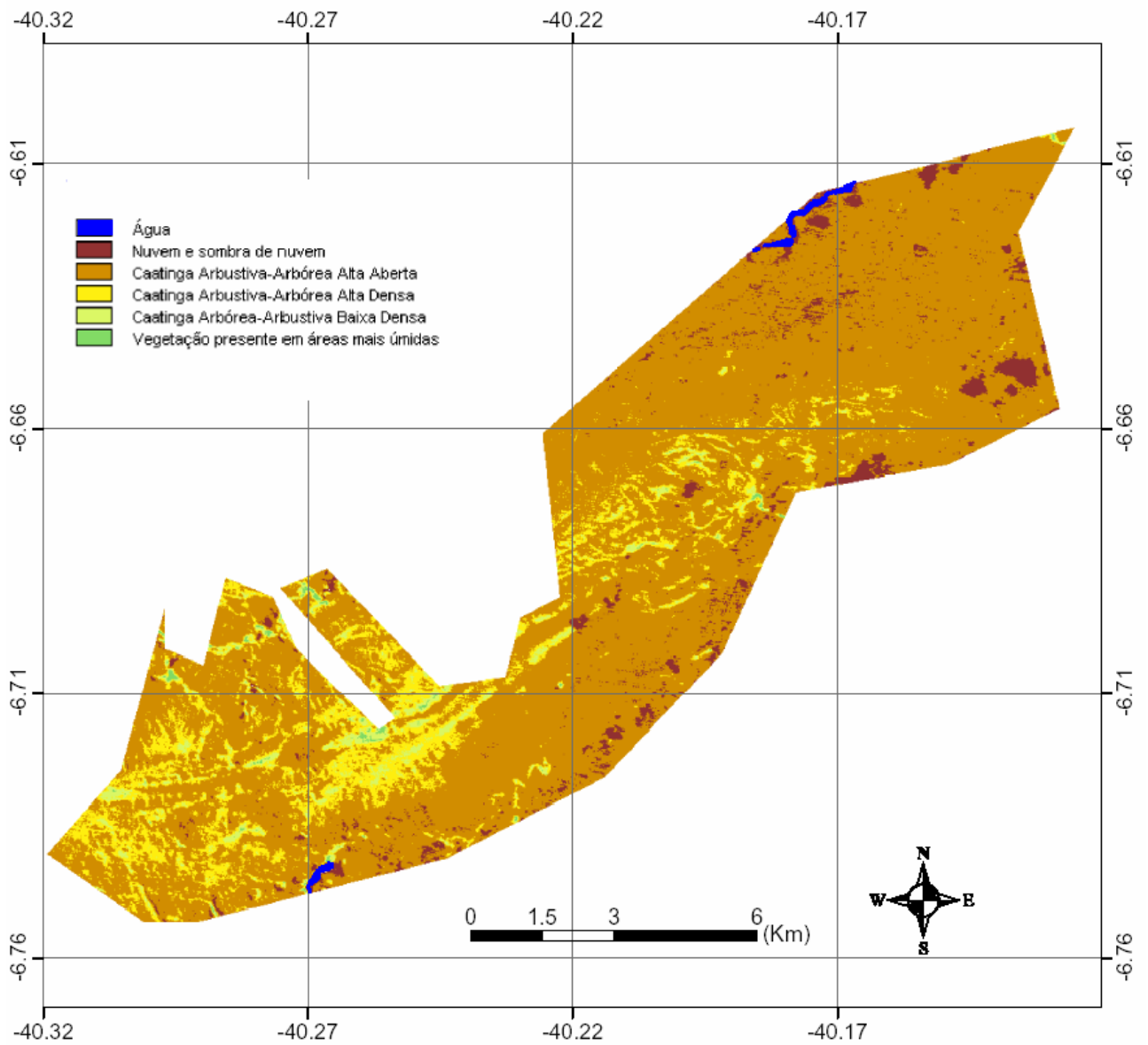


Figura 13. Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. Classificação das fisionomias vegetais de acordo com a quantidade de folhas verdes presentes nas imagens CBERS-2, convertidas em imagem NDVI, confirmadas em campo.

A Tabela 8 sumariza os intervalos do índice de vegetação usado, as classes obtidas em campo, bem como suas respectivas áreas. Em seguida, apresenta-se uma descrição de cada uma das classes.

Tabela 8. Intervalos de NDVI com suas classes de campo e respectivas extensões. Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.

<b>Intervalos NDVI</b>	<b>Classes no campo</b>	<b>Área da classe (ha)</b>
-0,24 a 0,06	Água	27,57
0,07 a 0,24	Nuvens e sombra de nuvens	499,37
0,25 a 0,31	Caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA)	9.519,20
0,32 a 0,34	Caatinga arbustiva-arbórea alta densa (CArArboAD)	1.439,1
0,35 a 0,38	Caatinga arbórea-arbustiva baixa densa (CArboArBD)	301,01
0,39 a 0,62	Vegetação presente em áreas mais úmidas	30,00

### 1. Água

Esta classe encontra-se pouco representada na área da EE, já que em seus limites não há rios ou riachos perenes. Há, próximo ao limite nordeste da mesma, apenas um açude o qual possui uma pequena porção projetada para o interior da área da Estação, ainda assim, como também há irregularidade de chuvas na região, este volume de água é muito variável ao longo do ano. Esta classe está representada, na data desta imagem, por 0,23% da área total da Estação.

## 2. *Nuvens e sombra de nuvens*

No momento do registro das imagens utilizadas neste trabalho, havia uma pequena quantidade de nuvens sobre a área da EE, as quais projetam também sombras sobre a área estudada. Esta classe representou, no mapa elaborado, cerca de 4,23% da área.

## 3. *Caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA)*

Na área de estudo, esta fisionomia ocupa a maior extensão (9.519,20 ha ou 80,56%), sendo portanto, a fisionomia mais expressiva na EE. Esta fisionomia foi caracterizada por apresentar predominantemente arbustos altos, entre 5 e 7 m, relativamente esparsos entre si, ocorrendo porém, algumas árvores emergentes, também esparsas, com alturas entre 8 e 10 m. Não possui assim, um dossel uniforme. A presença do estrato herbáceo demonstrou-se marcante. As espécies de porte arbustivo encontradas foram *Jatropha molissima* e *Croton blanchetianus* (Euphorbiaceae), havendo uma predominância desta última. Das espécies arbóreas, as registradas foram *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae), *Caesalpinia gardneriana* e *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae). A Figura 14 mostra um perfil-diagrama representando esta fisionomia.

## 4. *Caatinga arbustiva-arbórea alta densa (CArArboAD)*

Esta fisionomia ocupa a segunda maior extensão na EE (1.439,1 ha ou 12,18%). Foi caracterizada por apresentar predominância de espécies arbustivas altas, entre 5 e 7 m, densamente distribuídas entre si, com presença de alguns elementos arbóreos de até 8,5 m de altura. As espécies mais características desta fisionomia foram, entre as arbustivas, *Bauhinia cheilantha*, *Bauhinia pulchella* (Leguminosae), *Maprounea guianensis* (Euphorbiaceae), *Pilocarpus* sp. (Rutaceae) e *Aspidosperma multiflorum* (Apocynaceae) e entre as arbóreas, *Machaerium* sp. (Leguminosae) e *Erythroxylum caatingae* (Erythroxylaceae). Houve também a presença de espécies escandentes como *Bauhinia*

*flexuosa*, a qual contribuiu para uma densidade mais significativa. Esta fisionomia está esquematizada no perfil-diagrama da Figura 15.

##### 5. *Caatinga arbórea-arbustiva baixa densa (CARboArBD)*

Esta fisionomia abrange a menor área dentre as fisionomias verificadas na EE (301,01 ha ou 2,55%), sendo caracterizada pela presença de alguns indivíduos arbustivos e arbóreos baixos, densamente próximos entre si, em um estrato relativamente uniforme. O estrato herbáceo apresentou-se pouco significativo. Encontra-se instalada principalmente sobre relevo plano a suavemente ondulado. As espécies são totalmente caducifólias no período seco. Os arbustos, predominantes nesta fisionomia, medem entre 2 e 3 m e as árvores entre 4 e 5 m. Entre os arbustos registrados encontram-se *Bauhinia cheilantha* (Leguminosae), *Cordia leucocephala* (Boraginaceae), *Maprounea guianensis*, *Croton nepetifolius* (Euphorbiaceae), *Erythroxylum betulaceum* e *E. caatingae* (Erythroxylaceae). Entre as árvores mais representativas desta fisionomia foram encontradas *Piptadenia moniliformis*, *Dalbergia cearensis*, *Machaerium* sp. (Leguminosae) e *Zanthoxylum hamadryadicum* (Rutaceae). A Figura 16 esquematiza um perfil-diagrama desta fisionomia.

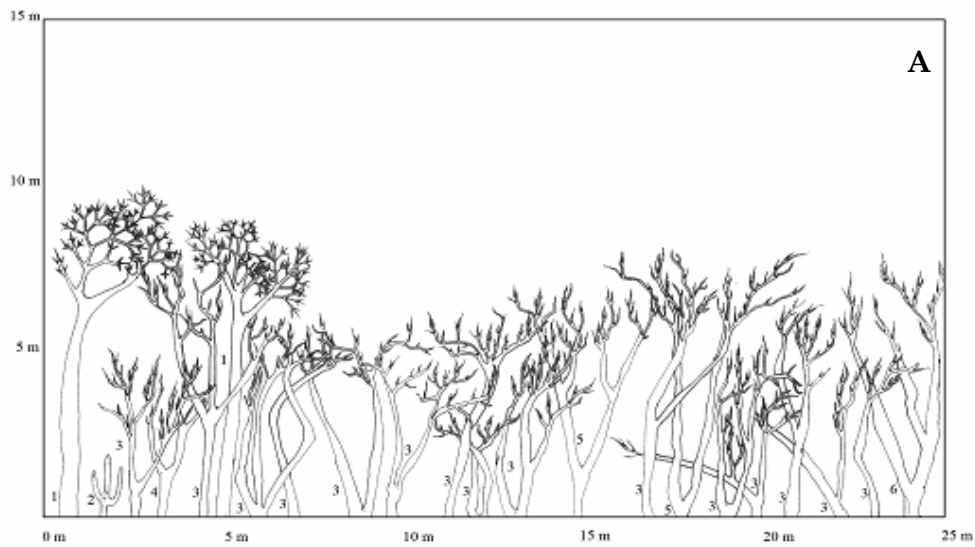


Figura 14. A-Perfil-diagrama representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta (CArArboAA). 1-*Myracrodruon urundeuva*; 2-*Cereus jamacaru*; 3-*Croton blanchetianus*; 4-*Jatropha molissima*; 5- *Caesalpinia gardneriana*; 6-*Mimosa tenuiflora*. B-Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo.

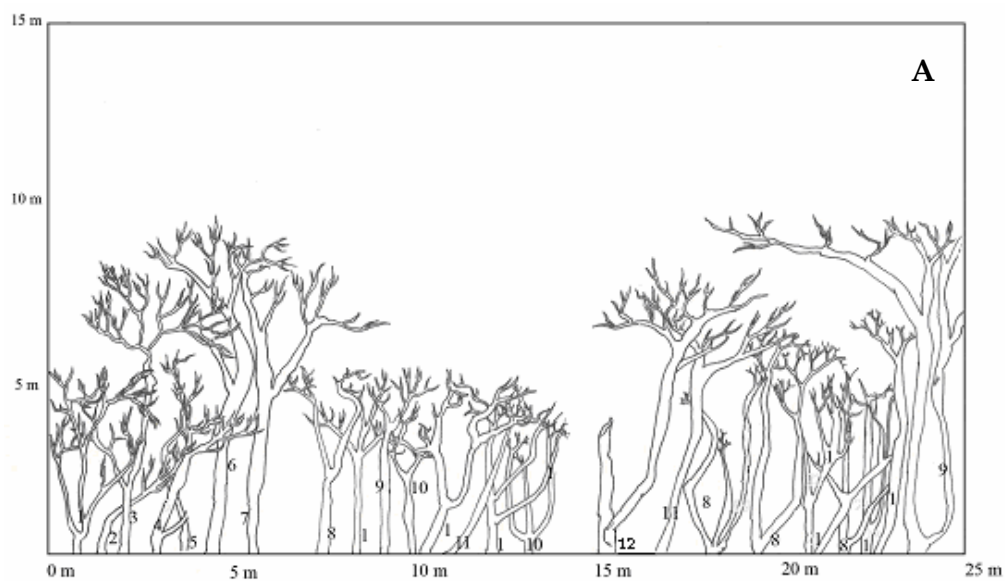


Figura 15. A-Perfil-diagrama representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta densa (CARArboAD). 1-*Maprounea guianensis*; 2-*Campomanesia* aff. *aromatica*; 3-*Croton nepetifolius*; 4-*Pilocarpus* sp.; 5-*Bauhinia flexuosa*; 6-*Maprounea* sp.; 7-*Aspidosperma multiflorum*; 8-*Bauhinia cheilantha*; 9-*Machaerium* sp.; 10-*Erythroxylum caatingae*; 11-*Bauhinia pulchella*; 12-*Croton floribundus*. B- Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo.



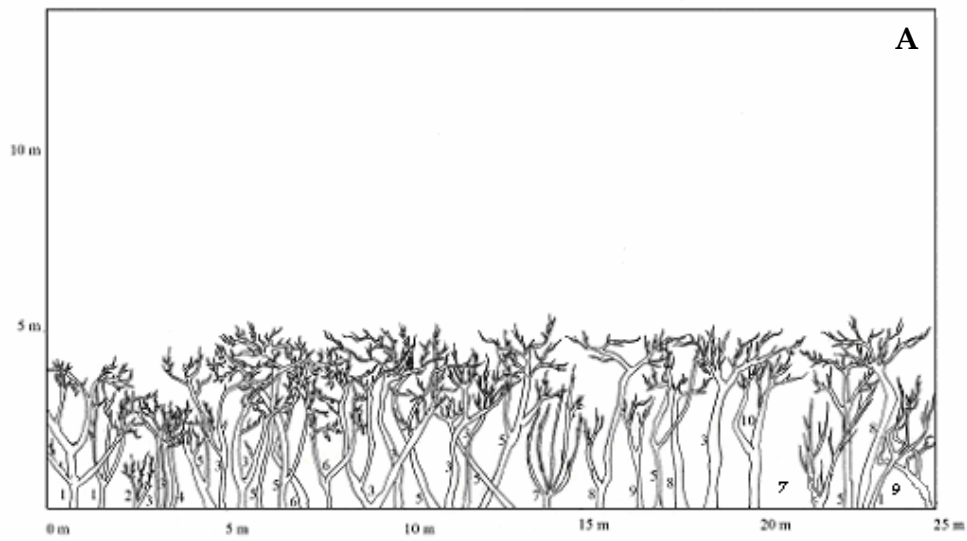


Figura 16. A-Perfil-diagrama representando a caatinga arbórea-arbustiva baixa densa (CARboArBD). 1-*Erythroxylum caatingae*; 2-*Cordia leucocephala*; 3-*Croton floribundus*; 4-*Helicteres baruensis*; 5-*Croton nepetifolius*; 6-*Croton blanchetianus*; 7-*Erythroxylum betulaceum*; 8-*Piptadenia moniliformis*; 9-Indivíduo morto em pé; 10-*Dalbergia cearensis*. B-Fotografia mostrando a citada fisionomia em campo.



## 6. *Vegetação presente em áreas mais úmidas*

Esta classe foi caracterizada levando-se em consideração mais aspectos fisiológicos do que fisionômicos, visto que muitas espécies presentes aqui ainda não apresentavam caducifolia, ou apresentavam parcialmente na ocasião da classificação da imagem. Como espécies verificadas em campo, observou-se a presença de *Combretum lanceolatum*, *Cordia trichotoma*, *Erythrina velutina*, *Licania rigida*, *Platymiscium floribundum*, *Poecilanthe* sp., *Tabebuia impetiginosa*, *Ziziphus joazeiro*, entre outras. Ocupou uma área correspondente a 30,0 ha da EE (0,25%).

Como a imagem NDVI revela predominantemente a densidade de folhas verdes por área e a caatinga perde folhas no período seco, o mapa temático só tem validade se associado aos perfis diagrama obtidos no campo, os quais evidenciam a estrutura da vegetação.

A figura 17 evidencia, no mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, com as fisionomias presentes, os pontos marcados em campo com GPS e, em destaque, o local onde foram montadas as parcelas para o estudo fitossociológico. Nesta figura, verifica-se em B os locais onde foram coletados os pontos com GPS. Estes pontos foram selecionados servindo de referência para cada uma das fisionomias observadas previamente em campo, levando-se em consideração a possibilidade de acesso. Em C, são evidenciadas três fisionomias verificadas na Estação e que também são encontradas no local onde foram montadas as parcelas.

A classe *vegetação presente em áreas mais úmidas*, como foi observado no mapa topográfico, está presente sempre em áreas próximas a cursos d'água intermitentes, ou seja, em áreas com solos aluviais, como pode ser visto no mapa de vegetação gerado em detalhe na Figura 18. Isto evidencia que, mesmo em épocas secas, há disponibilidade de água remanescente do último período chuvoso no solo ou no subsolo nestes locais (Figura 19), acarretando a ocorrência de espécies (como as já citadas) que provavelmente possuem maior exigência em relação à disponibilidade hídrica.

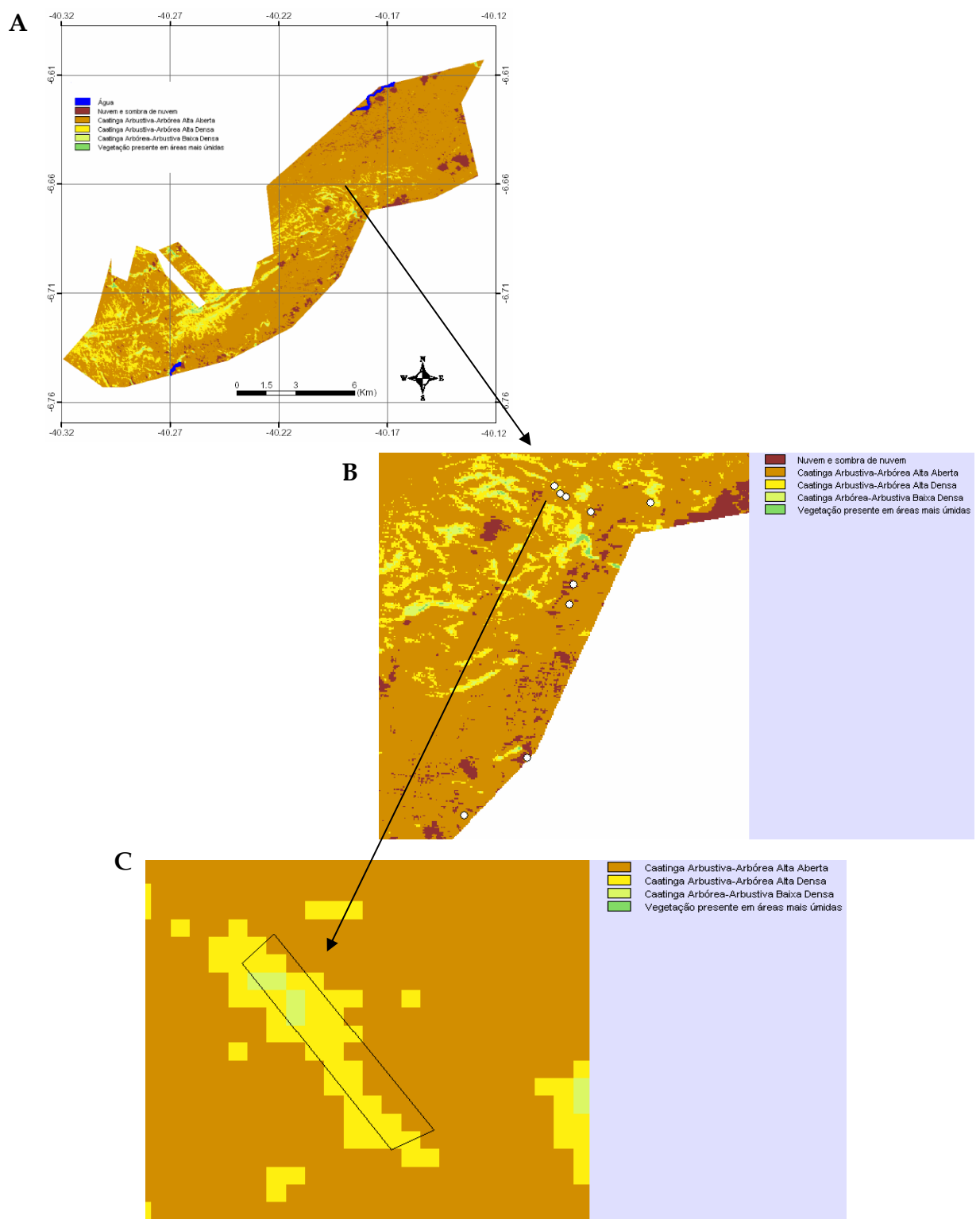


Figura 17. A-Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba; B- detalhe com pontos marcados em campo com GPS; C-local onde foi realizado o levantamento fitossociológico.

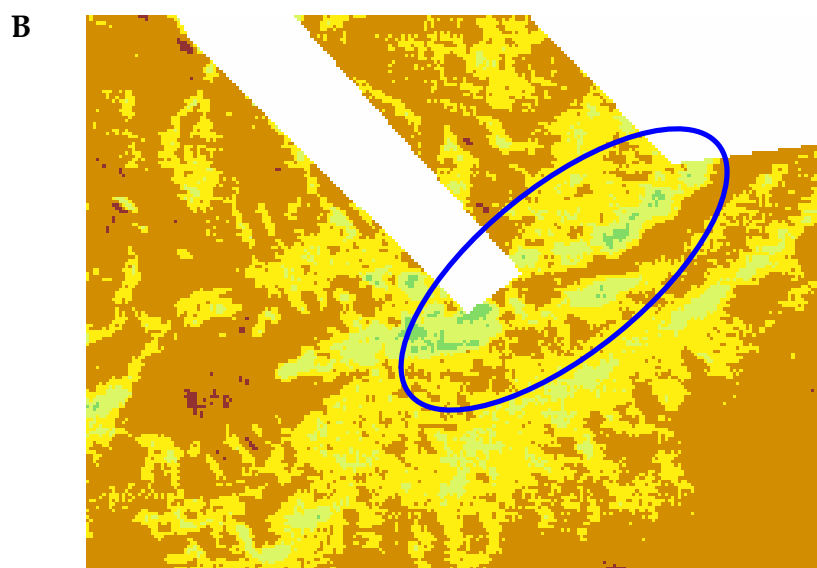
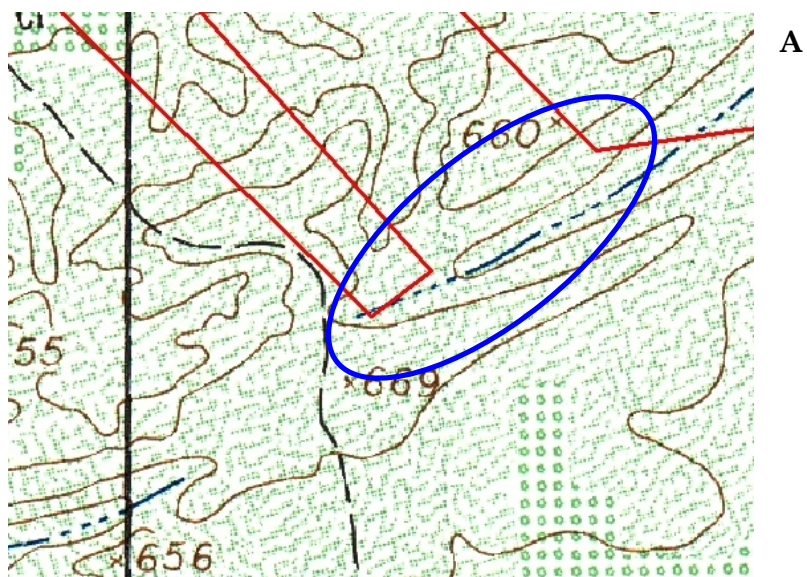


Figura 18. A-Detalhe do mapa cartográfico da SUDENE/DSG com o curso d'água intermitente tracejado em azul e B-Detalhe do mapa de vegetação gerado neste trabalho mostrando a classe "vegetação presente em áreas mais úmidas" (em verde mais escuro).



Figura 19. Fotografia mostrando, em período seco, a vegetação presente em áreas menos elevadas da Estação Ecológica, próximas a corpos d'água intermitentes, onde observa-se espécies com folhas verdes. A-Visão geral; B-Detalhe de um lago temporário.

O mapa final da vegetação da EE de Aiuaba indicou a predominância de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta. Fisionomias de vegetação de caatinga aberta já foram retratadas por vários autores em diferentes áreas do semi-árido. Este fato torna-se perfeitamente compreensível, visto que na caatinga, a água constitui fator ecológico limitante do desenvolvimento de uma cobertura vegetal densa, estando a produtividade primária desse ecossistema limitada pelo suprimento hídrico, associados a outras condições ambientais.

De fato, o balanço hídrico da área de estudo aponta que o clima parece ser o principal responsável pelas características fisionômicas da vegetação da EE. Apresenta altos valores de evapotranspiração e deficiência hídrica, o que contribui no processo de caducifolia das espécies como adaptação à deficiência hídrica (KOZLOWSKI *et al.*, 1991; LARCHER, 1995). A caducifolia, segundo ARAÚJO (2003), confere uma marcada sazonalidade fisionômica sobre a flora lenhosa da caatinga.

Assim, na data da imagem utilizada neste estudo, que corresponde a meados do período seco, a vegetação encontrava-se em grande parte com seus componentes sem folhas. Por outro lado, como pode ser observado nas Figuras 10 e 14, nas áreas próximas a cursos d'água intermitentes, a vegetação apresenta espécies ainda com folhas, resultante de uma maior disponibilidade de água no solo.

Vale a pena salientar que estes resultados produziram informações básicas acerca do estado atual da vegetação na área estudada, podendo vir a fornecer subsídio para estudos futuros relacionados à compreensão e previsão de mudanças sazonais. Um estudo seqüenciado, analisando informações em diferentes períodos do ano (seco e chuvoso), irá possibilitar a efetivação de investigações mais detalhadas, como por exemplo, a possibilidade de se avaliar o grau de perda de folhas de cada fisionomia e em áreas com variações de relevo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A EE de Aiuaba apresenta, de maneira geral, uma composição florística similar a outras áreas de caatinga localizadas em diferentes estados do Nordeste brasileiro. Entretanto, mostrou maior similaridade com outras áreas de vegetação de caatinga instaladas sobre sedimentos arenosos e com áreas de carrasco.

Por um lado, esta semelhança pode ser atribuída à relativa proximidade da EE de Aiuaba com a porção leste da Bacia sedimentar do Meio Norte e por outro, à presença de algumas espécies na área de estudo como *Rollinia leptopetala* (Annonaceae), *Poeppigia procera* (Leg. Caesalpinioideae) e *Dalbergia cearensis* (Leg. Papilionoideae), freqüentemente encontradas em substratos arenosos das chapadas do semi-árido.

No que se refere à distribuição geográfica das espécies do componente arbustivo-arbóreo da área de estudo, verificou-se que um pequeno grupo apresentou ampla distribuição no semi-árido nordestino, inclusive ocorrendo fora do bioma caatinga. Algumas delas ainda mencionadas como integrantes do Arco Pleistocênico.

No que se refere às famílias com maior número de espécies na área de estudo, verificou-se que as mesmas também foram citadas entre as mais importantes em diversos levantamentos de caatinga do semi-árido nordestino. Salienta-se aqui, a presença significativa de lianas lenhosas na área, não freqüentemente mencionada em trabalhos de vegetação do semi-árido.

Em termos estruturais, verificou-se, pelo trecho da vegetação amostrado, tratar-se de uma comunidade cuja maioria dos indivíduos concentra-se no estrato inferior a 5 m de altura, não apresentando estratos bem distintos. Não foi possível tecer afirmações mais conclusivas acerca da interferência de fatores ambientais, principalmente solo, na estrutura da comunidade ou na distribuição das espécies na EE.

A predominância na Estação da fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta, verificada no mapa da vegetação e confirmada em campo, está em

consonância com os dados da literatura registrados para a maioria das áreas de caatinga estudadas na região Nordeste.

O mapa da vegetação gerado para a área de estudo produziu informações básicas acerca do estado atual da vegetação, podendo vir a fornecer subsídio para estudos futuros relacionados à compreensão e previsão de mudanças sazonais. Um estudo seqüenciado, com mais datas, analisando informações em diferentes períodos do ano (seco e chuvoso) irá possibilitar a efetivação de investigações mais detalhadas, levando à elaboração de um mapa com zonas com maior probabilidade de ocorrência de uma ou outra fisionomia dentre as encontradas neste trabalho, ou até de outras fisionomias. Do mesmo modo, se a orientação das vertentes, hipsometria e clinografia tivessem sido considerados, a certeza do mapa seria maior ainda.

No aspecto geral, este estudo gerou informações acerca da diversidade biológica e ambiental da Estação Ecológica de Aiuaba, contribuindo com a elaboração do seu Plano de manejo. Estas informações ajudarão a tornar, em um futuro próximo, esta Unidade de Conservação de caatinga do Estado do Ceará, uma referência para comparação de impactos ambientais e servirão de suporte para estudos biogeográficos e de padrões de vegetação em todo o semi-árido nordestino.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A. N. *O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1974. (Série Geomorfologia, n. 43).

\_\_\_\_\_. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos da América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas*, São Paulo, n. 3. 1977.

\_\_\_\_\_. No domínio das caatingas. In: MONTEIRO, S. & KAZ, L. (Coords.) *Caatinga – Sertão, Sertanejos*. Rio de Janeiro: Edições Alumbamento/Livroarte Editora, 1994-95. p. 37-46.

\_\_\_\_\_. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG. SBCS; UFV-PDS. 1996.

AGRA, M. F. *Revisão taxonômica de Solanum sect. Erythrotrichum Child (Solanaceae)*. 2000. 283f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ALBUQUERQUE, S. G. de; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO FILHO, J. A. de. *Densidade de espécies arbóreas e arbustivas em vegetação de caatinga*. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 9p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em andamento, 16).

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

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ANDRADE. G. O. *Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste*. Recife: SUDENE. 75p. 1977. (Estudos Regionais, 2).

ANDRADE. G. O. & LINS, R. C. Introdução ao estudo dos “brejos” pernambucanos. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra*, v. 2. p. 21-34, 1964.

\_\_\_\_\_. Introdução à morfoclimatologia do nordeste do Brasil. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra*, v. 3-4. p. 17-28, 1965.



ANDRADE, I. M.; FIGUEIREDO, M. A.; LIMA-VERDE, L. W.; SILVEIRA, A. P. Bignoniaceae de Aiuaba-CE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998. p. 117.

ANDRADE-LIMA, D. de. *Contribution to the study of the flora of Pernambuco, Brazil*. Recife: UFRPE. 1954. 154 p. (Monografia I).

\_\_\_\_\_. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, v. 5, p. 305-341. 1960.

\_\_\_\_\_. Tipos de floresta de Pernambuco. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, São Paulo, v. 12, p. 69-85, 1961.

\_\_\_\_\_. Esboço fitoecológico de alguns "brejos" de Pernambuco. *Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (Boletim Técnico)*. v. 8, p. 3-10, 1964a.

\_\_\_\_\_. Notas para a fitogeografia de Mossoró, Grossos e Areia Branca. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, v. 13, p. 29-48, 1964b.

\_\_\_\_\_. Vegetação. In: *ATLAS nacional do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, Conselho Nacional de Geografia, 1966a. v. 2, n. 11.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônico-nordestina. *Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (Boletim Técnico, 19)*, p. 3-30, 1966b.

\_\_\_\_\_. Recursos vegetais de Pernambuco. *Cadernos do Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco: Série 1 - Agricultura*, v. 1, p. 43-54, 1970.

\_\_\_\_\_. Vegetação da área Jaguaquara-Maracás, Bahia. *Ciência e Cultura*, v. 23, p. 317-319, 1971.

\_\_\_\_\_. Traços gerais da fitogeografia do Agreste de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 23., 1973, Garanhuns. *Anais...* Garanhuns: Sociedade Botânica do Brasil, 1973. p. 185-188.

\_\_\_\_\_. Vegetation of the Rio Grande Basin, Bahia, Brazil. Preliminary note. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 35, p. 223-232, 1975.

\_\_\_\_\_. A flora de áreas erodidas de Calcário Bambuí, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 37, p. 179-194, 1977.

\_\_\_\_\_. Vegetação. In: LINS, R. C. (Ed.) *Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos*. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 1978. p. 131-135 (Série Estudos e Pesquisas, 9)

\_\_\_\_\_. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 4, p. 149-153, 1981.

\_\_\_\_\_. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: PRANCE, G. T (Ed.) *Biological diversification in the tropics*. New York: Columbia Univ. Press, 1982. p. 245-251.

ANGIOSPERM phylogeny group II. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Annals of the Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 141, n 4, p. 399-436, 2003.

ARAÚJO, E. L. Diversidade de herbáceas na vegetação da caatinga. In: JARDIM, E. G.; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. V. M. (Eds.). *Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal*. Belém: Sociedade Brasileira de Botânica, 2003. p. 82-84.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-14, 1999.

ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 59, n. 4, p. 663-678, 1999.

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*, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 105-116, 1998a.

ARAÚJO, F. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N.; FIGUEIREDO, M. A. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 58, n. 1, p. 85-95, 1998b.

ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. *Cobertura Vegetal: município de Aiuaba-CE*. Fortaleza: APNE, 1999.

BARBOSA, H. A. *Análise espaço temporal de índice de vegetação AVHRR/NOAA e precipitação na região Nordeste do Brasil em 1982-85*. 1999. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1999.

- BARROS, E. de O.; FIGUEIREDO, M. A.; LIMA-VERDE, L. W. Levantamento das espécies de Asteraceae no município de Aiuaba-CE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998. p. 116.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. de; RIEHS, J. Considerações a respeito das mudanças paleoclimáticas na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 47, 1975. (suplemento).
- BITENCOURT, M. D.; MESQUITA JR., H. N.; MANTOVANI, W.; BATALHA, M. A.; PIVELLO, V. R. Identificação das fisionomias de cerrado com imagem Índice de Vegetação de Diferença Normalizada. In: LEITE, L. L.; SAITO, C. H. (Eds.). *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. 1 ed. Brasília: Universidade Federal de Brasília, 1997. Cap. 7, p. 316-320. (Metodologia Aplicada à Ecologia).
- BITENCOURT, M. D., MESQUITA JR, H. N., KUNTSCHIK, G. Describing savannas physiognomies and seasonal tropical forests using temporal SAR (JERS-1) and optical images (Landsat) in São Paulo State-Brazil. In: *JERS-1 Research Invitation Program-Final Report*. ed. Tokyo: EORC/JAXA, v.1, 2004. p. 53-73.
- BITENCOURT-PEREIRA, M. D. Correlação de fitomassa foliar de campo cerrado com dados espectrais obtidos pelo sistema MSS/LANDSAT e por radiometria de campo. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1986. 90p. (INPE 3758-TDL/205).
- BOTREL, R. J., OLIVEIRA-FILHO, A. T., RODRIGUES, L. A., CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, vol. 25, p. 195-213, 2002.
- BRAAK, C. J. F. ter; JONGMAN, R. H. G.; TONGEREN, O. F. R. van. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge: Cambridge Press, 1995.
- BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. *Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Estado Ceará*. Recife: SUDENE, 1990. v. 2. p. 425. (Série Pluviometria, 3).
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Primeiro relatório nacional para a convenção sobre a biodiversidade biológica: Brasil*. Brasília: MMA, 1998.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Desertificação: caracterização e impactos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente. *Diagnóstico da Gestão Ambiental nas Unidades da Federação – Ceará*. Fortaleza, PNMA II, 2000. 113p.

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. *Biogeografia da América Latina*. Caracas: Eva B. Chesneau, 1980 (Série de Biologia – Monografia, 13).

CAMACHO, R. G. V. *Estudo fitofisiográfico da caatinga do Seridó: Estação Ecológica do Seridó, RN*. 2001. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CARVALHO, A. M. *Systematic studies of the genus Dalbergia L. F. in Brazil*. 1989. 374 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Reading, Londres, 1989.

CARVALHO, V. C. *Structure e dynâmique de la végétation en milieu tropical semi-arido. A caatinga de Quixaba (PE): do terreno à análise de dados MSS/Landsat*. 1986. 332 f. Tese (Doctorat) - Université de Toulouse-Le Mirail e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Toulouse/São José dos Campos, 1986.

CASTELETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto ainda resta da Caatinga?: uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. & LINS, L. (Orgs.) *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

CASTRO, A. A. J. F. *Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado*. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

CESTARO, L. A.; SOARES, J. J. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 203-218, 2004.

CHAVES, E. M. F. *Florística e potencialidades econômicas da vegetação de carrasco no município de Cocal, Piauí, Brasil*. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

CONDIT, R.; SUKUMAR, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Predicting population trends from size distribution: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist*, v. 152, n. 4, p. 495-509, 1998.

CORREIA FILHO, E. P.; FARIAS, M. T. B.; SOUSA, J. V. Geologia. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) *Projeto Aiuaba: relatório técnico (maio/1982-outubro/1983)*. Fortaleza-CE: FCPC/UFC/NECO, 1983. p. 5-50.

COSTA, K. C. C. *Fitossociologia do componente lenhoso da vegetação caducifólia espinhosa da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil*. 2004. 39 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

CRONQUIST, A. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press. 1981. 1262 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. UFPB: FAO. 306 p. 1979. (Estudos FAO Irrigação e drenagem, 33).

DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M. de; LIMA, J. L. S. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Porto Alegre, n. 4, p. 47-59, 1979.

EGLER, W. A. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 6-77. 1951.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, v. 38, p. 201-341, 1972.

EMPERAIRE, L. A Região da Serra da Capivara (Sudeste do Piauí) e sua vegetação. *Brasil Florestal*, v.60, p. 5-21, 1984.

EMPERAIRE, L. La végétation de l'État du Piauí, Brésil. *Compte Rendu des Seances de la Société de Biogéographie*, Paris, v. 60 n. 4, p. 151-163, 1985.

\_\_\_\_\_. *Végétation et gestion des ressources naturelles dans la caatinga du sud-est du Piauí (Brésil)*. 1989. 378p. Tese (Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles) - Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1989. (Travaux et Documents Micro édités, 52).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de levantamento e conservação de solos. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979. 45p.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 949-963. 2004.

FERNANDES, A. *Fitogeografia brasileira*. Fortaleza: Multigraf, 1998. 340p.

\_\_\_\_\_. *Conexões florísticas do Brasil*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. 135p.

- FERNANDES, A.; BEZERRA, P. *Estudo fitogeográfico do Brasil*. Fortaleza: Styllus Comunicações, 1990. 205 p.
- FERRAZ, E. M. N.; RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PEREIRA, R. DE C. A. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do vale do Pajeú, Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 7-15, 1998.
- FERREIRA, L. G.; SILVA, A. A.; JESUS, E. T.; SANO, E. E.; SHIMABUKURO, Y. E. Monitoramento sistemático da cobertura vegetal no bioma cerrado através de índices de vegetação MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. *Anais...* São José dos Campos, SP, 2003. p. 2729-2736. 1 CDROM.
- FERRI, M. G. *A vegetação brasileira*. São Paulo: EDUSP, 1980.
- FIGUEIRÊDO, 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*, São Paulo, v. 25, p. 205-224, 2000.
- FIGUEIREDO, M. A. *Aregião dos Inhamuns-CE no domínio das caatingas*. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1983. 34p. (Coleção Mossoroense, 411).
- FIGUEIREDO, M. A. *A microrregião salineira norte-riograndense no domínio das caatingas*. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1987. 44p. (Coleção Mossoroense, 353).
- \_\_\_\_\_. A cobertura vegetal do Ceará: unidades fitoecológicas. In: *ATLAS do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE, 1997. p. 28-29. Mapas coloridos. Escala 1:1.500.000.
- FIGUEIREDO, M. A.; LIMA-VERDE, L. W.; ANDRADE, I. M.; SOUZA, M. M. A.; PINTO, F. C. B. & SILVEIRA, A. P. Fitossociologia da vegetação de carrasco, Aiuaba-CE: arquitetura de tamanho e abundância. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998a. p. 354.
- FIGUEIREDO, M. A.; LIMA-VERDE, L. W.; ANDRADE, I. M.; SOUZA, M. M. A.; ARAÚJO, F. J. F. Análise fitossociológica de uma área de caatinga arbórea na localidade Sítio, Aiuaba-CE: estrutura de tamanho e abundância. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998b. p. 357.
- FONSECA, M. R. da. *Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Nordeste do Estado de Sergipe*. 1991. 187 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

FONT-QUER, M. P. *Diccionario de botanica*. Barcelona: Labor, 1977.

FOURY, A. P. As matas do Nordeste brasileiro e sua importância econômica. *Boletim de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 227, p. 14-131, mar/abr. 1972.

GENTRY, A. H. *Flora Neotropica*: monografia n. 25 (II): Bignoniaceae: Parte II (Tribo Tecomeae). New York: The New York Botanical Garden. 1992. p. 83-84, 199-202.

GIL, P. R. *Wilderness: earth's last wild places*. Cidade do México: CEMEX, 2002.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; Du BOCAGENA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da caatinga. In: SAMPAIO, E. V.S.B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J. & GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds.). *Vegetação & Flora da Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste-APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas-CNIP, 2002. p. 103-118.

GOMES, M. A. F. *Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba*. 1979. 88 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1979.

HUBÁLEK, Z. Coefficients of association and similitude, based on binary (presence-absence) data: an evaluation. *Biological Reviews of Cambridge Philosophical Society*, v. 57, n. 4. p. 669-689, 1982.

HUECK, K. *As florestas da América do Sul - Ecologia, composição e importância econômica*. São Paulo: Universidade de Brasília; Editora Polígono, 1972.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). *Plant Ecology*. 2nd. ed. London: Blackwell Science, 1997. p. 325.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, 1985.

\_\_\_\_\_. Diretoria de Geociências. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Estação Ecológica de Aiuaba/CE. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br/unidades/estacoes/reuc/302.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2002.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas - características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). *O solo nos grandes*

*domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG: SBCS; UFV-PDS, 1996.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará*. v. 1/2. Recife: SUDENE. (Boletim Técnico, 28; Série Pedologia, 16). 1973.

JOLY, C.A.; AIDAR, M. P. M.; KLINK, C. A.; McGRATH, D. G.; MOREIRA, A. G.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. C.; OLIVEIRA, A. A.; POTT, A.; RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, v. 51, n. 5/6, p. 331-348. 1999.

JUSTICE, C. O.; TOWSHEND, J. R. G.; VERMOTE, E. F.; MASUOKA, E.; WOLFE, R. E.; SALEOUS, N.; ROY, D. P.; MORISSETTE, J. T. Na overview of MODIS land data processing and products status. *Remote Sensing of Environment*, n. 83, p. 3-15, 2002.

KENT, M.; COKER, P. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. London: John Wiley, 1995.

KÖEPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 487p, il.

KOVACH, W. L. *A multivariate statistic package for the IBM PC and compatibles. Version 2.2*. Wales, UK: Kovach Computing Services, 1995.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. *Physiological ecology of woody plants*. New York: Academic Press, 1991.

LANDRUM, L. R. *Flora Neotropica*: Monografia n. 45 (Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium e Luma – Myrtaceae). New York: The New York Botanical Garden, 1986. p. 21-23.

LARCHER, W. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 3 ed. Berlin: Springer, 1995.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. Changing the course of biodiversity conservation in the caatinga of Northeastern Brasil. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.

LEITE, F. A. B.; MARQUES, J. N. Solos. In: *ATLAS do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE, 1989. p. 16-17. 57p. Mapas coloridos. Escala 1:1.500.000.

LEMOS, J. R. Fitofisionomia de um hectare de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Estado do Piauí, Brasil. *Brasil Florestal*, Brasília, n. 75, p. 39-43, 2003.



- LEMOS, J. R. Composição florística do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 85, p. 55-66, 2004.
- LEMOS, J. R.; MEGURO, M. Distribuição geográfica de plantas lenhosas da caatinga da Estação Ecológica de Aiuaba, Estado do Ceará. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2005, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2005b. 1 CD-ROM.
- LEMOS, J. R.; MEGURO, M. Leguminosas da Caatinga – Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 56., 2005, CURITIBA. *Anais...* Curitiba: Sociedade Botânica do Brasil, 2005a. 1 CD-ROM.
- LEMOS, 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 Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 16, n.1, p. 23-42, 2002.
- LIMA, J. L. S. de. *Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades*. Petrolina-PE: EMBRAPA-CPATSA/APNE/RBG-KEW, 1996. 44p.
- LIMA, R. B. *A família Rhamnaceae no Brasil – Diversidade e Taxonomia*. 2000. 292 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- LIMA-VERDE, L. W.; FIGUEIREDO, M. A.; ANDRADE, I. M. Acanthaceae da Estação Ecológica de Aiuaba e áreas circunvizinhas, Ceará, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998. p. 116.
- LIMA-VERDE, L. W.; FIGUEIREDO, M. A.; BARROS, E. O.; RODRIGUES, J. M. R. Bromeliaceae ocorrentes na caatinga e no carrasco do município de Aiuaba, Ceará. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. *Anais...* Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil, 1999. p. 49.
- LIRA, O. C. *Continuum vegetacional nos Cariris Velhos, Paraíba*. 1979. 116 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1979.
- LOURENÇO, C. E. L. *Levantamento florístico de um fragmento de Mata Seca no agreste da Paraíba, Brasil*. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.
- LUETZELBURG, P. von. *Estudo botânico do nordeste*. Rio de Janeiro: IFOCS, 1922-1923. v. 1/2. (Publicações 57. Série I, A).
- LYRA, A. L. R. T. *A condição de "brejo": efeito do relevo na vegetação de duas áreas do município do Brejo da Madre de Deus – PE*. 1982. 105 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1982.

- MAAS, P. J. *et al.*. *Flora Neotropica: Monografia 57 (Rollinia)*. New York: The New York Botanical Garden. 1992. p. 121-122.
- MABESSONE, J. M. *Ambiente semi-árido do Nordeste brasileiro 3: Caracterização ambiental*. [S. l.]: UFPE, Departamento de Geologia, Estudos e Pesquisas, 1988.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University, 1988. 197p.
- MALDONADO, F. D. *Desenvolvimento e avaliação de uma metodologia de detecção de mudanças na cobertura vegetal do semi-árido*. 2004. 311 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.
- MALDONADO, F. D.; SANTOS, J. R.; CARVALHO, V.C. Land use dynamics in the semi-arid region of Brazil (Quixaba, PE) : characterization by principal component analysis (PCA). *International Journal of Remote Sensing*, v. 23, n. 23, p. 5005-5013, 2002.
- MENDES, M. R. A. *Florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga arbórea, São José do Piauí, Piauí*. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- MESQUITA JÚNIOR, H. N. *Modelagem das variações da resposta espectral das fisionomias de Cerrado em relação às variações climáticas sazonais*. 2003. 244 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias da aplicação*. 2 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2003. 307p.
- MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORANDIN, L. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. 2 ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989. 103p.
- MÜELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley, 1974. 547p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-845. 2000.
- NASCIMENTO, C. E. S. *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de caatinga à margem do rio São Francisco, Petrolina – Pernambuco*. 1998. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.
- NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia*, n. 34, p. 3-51. 1972.

\_\_\_\_\_. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação IBGE-SUPREN, 1979. (Recursos Naturais e Meio Ambiente 4).

\_\_\_\_\_. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989.

NÓBREGA, M. A. da. *Aspectos fitogeográficos da caatinga e potencialidades de seus recursos naturais renováveis*. 1991. 173 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

OLIVEIRA, J. G. B.; CESAR, H. L.; NUNES, E. P. Vegetação. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) *Projeto Aiuaba: relatório técnico (maio/1982-outubro/1983)*. Fortaleza-CE: FCPC/UFC/NECO, 1983. p. 117-130.

OLIVEIRA, J. G. B.; QUESADO, H. L. C.; NUNES, E. P.; FIGUEIREDO, M. A.; BEZERRA, C. L. F. *Vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará*. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1988. 27p. (Coleção Mossoroense, 537).

OLIVEIRA, M. E. A. *Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil*. 2004. 151f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

OLIVEIRA, M. E. A., SAMPAIO, E. V. S. B., CASTRO, A. A. J. F., RODAL, M. J. N., Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. *Naturalia*, São Paulo, v. 22, p. 131-150, 1997.

OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco river. *Paleo*, n. 152, p. 319-337, 1999.

PARDI LACRUZ, M. S.; SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; MIRANDA, E. E. Multitemporal NOAA/AVHRR data to analyse seasonal changes on vegetation at contact areas between forest and savana woodland. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM - ISPRS COMMISSION, 7., 1994, Rio de Janeiro. *Proceedings*, v. 30, part 7b, p. 344-349, 1994.

PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A.. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, v. 27, p. 261-273. 2000.

PEREIRA, I. M., ANDRADE, L. A., BARBOSA, M. R. V., SAMPAIO, E. V. S. B. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 357-369, 2002.

PEREIRA, R. C. M. Solos. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) *Projeto Aiuaba: relatório técnico* (maio/1982-outubro/1983). Fortaleza-CE: FCPC/UFC/NECO, 1983. p. 72-90.

PEREIRA, R. C. A.; LIMA, M. J. A.; DU BOUQUÉ-NETA, A. L. Vegetação e flora de uma área de caatinga nos Cariris Velhos (semi-árido nordestino), Brasil. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, Recife, v. 12, n. especial. p. 11-17, jan./dez., 2000-2001.

PINHEIRO, G. G. C.; SANO, E. E.; MENESES, P. R. Análise dos dados digitais de radar (satélite JERS-1, banda L) para o estudo ambiental na região dos cerrados. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9. Santos, SP, 11-18 set., 1998. *Anais...* São José dos Campos, SP. (CDROM). 1998.

PIRANI, J. R. *Estudos taxonômicos em Rutaceae: revisão de Helietta e Balfourodendron (Pteleinnae): análise cladística de Pteleinnae: sinopse de Rutaceae no Brasil*. 1999. 197 f. Tese (Livre-Docência - Depto. de Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POPPENDIECK, H-H. *Flora Neotropica: monografia n. 27 (Cochlospermaceae)*. New York: The New York Botanical Garden, 1981. p. 9-13.

PRADO, D. E. *A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America*. 1991. Tese (Doctor of Philosophy) - University of St. Andrews, Scotland, 1991.

\_\_\_\_\_. Seasonally dry forests of tropical south America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 57, n. 3, p. 437-461, 2000.

\_\_\_\_\_. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (Eds.) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 3-74.

PRANCE, G. T. *Flora Neotropica: monografia n. 9 (Chrysobalanaceae)*. New York: Hafner Publishing Company, 1972. p. 85-86.

PRIMACK, R.B. *A primer of conservation biology*. Massachusetts: Sinauer Associates, 1995.

QUEIROZ, L. P. Leguminosas de caatinga: espécies com potencial forrageiro. In: PLANTAS do Nordeste Workshop Geral 1. *Anais...* Recife: Royal Botanic Gardens, Kew, 1999. p. 53-62.

REDDY, S. J. Climatic classification: the semiarid tropics and its environment: a review. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 18, n. 8, p. 823-47, 1983.

REIS, A. C. de S. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 48, n. 2, p. 325-335, 1976.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 25, p. 3-64, 1963.

\_\_\_\_\_. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

RODAL, M. J. N. *Fitoecologia de uma área do médio vale do Moxotó, Pernambuco*. 1984. 143 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1984.

\_\_\_\_\_. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. 1992. 224 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

RODAL, M. J. N., ANDRADE, K. V. de A., SALES, M. F., GOMES, A. P. S. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 517-526, 1998.

RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M.; MELO, A. L. de. Composição florística de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia no município de Ibimirim, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 15-28, 1999.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V.S.B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J. & GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds.) *Vegetação & Flora da Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste-APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas-CNIP, 2002. p. 11-24.

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

ROGERS, D. J.; APPAN, S. G. *Flora Neotropica: monografia n. 13: Manihot Manihotoides (Euphorbiaceae)*. New York: Hafner Press. 1973, p. 177-181.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1998. (Didática, 3).

SÁ, I. B. *Aplicação da abordagem multi-estágio em sensoriamento remoto para mapeamento da vegetação da caatinga: estudo de caso, Petrolina, PE*. 1991. 96 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1991.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge: University Press, 1995.

\_\_\_\_\_. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E. V. S. B; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. (Eds.) *Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas*. Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 203-224.

SANTOS, J. R. *Biomassa aérea da vegetação de cerrado: estimativa e correlação com dados do sensor "Thematic Mapper" do satélite LANDSAT*. Tese de Doutorado. Curitiba, 1988.

SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E. O sensoriamento remoto como indicador das fenofases dos cerrados brasileiros: estudo de caso com dados AVHRR/NOAA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos, SP., v. 2, p. 249-257.

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

SCHNELL, R. Problèmes phytogéographiques, écologiques et économiques de la caatinga brésilienne. *Journal D'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, v. 13, p. 59-90, 1966.

SHAFER, C. L. *Nature reserves: island theory and conservation practice*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990.

SHEPHERD, G. J. *Fitopac 1: manual do usuário*. Campinas: UNICAMP, 1995. 49p. (cópia datilografada).

SILVA, R. A. *Riqueza e diversidade de espécies vegetais lenhosas da caatinga na região de Xingó, Alagoas*. 2002. 60 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

SILVA, S. I. *Euphorbiaceae da caatinga: distribuição de espécies e potencial oleaginoso*. 1998. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SILVA, M. M. C.; DINNOUTI, A. Análise de representatividade das unidades de conservação federais de uso indireto na Floresta Atlântica e Campos Sulinos. In: PINTO, L. P. (Coord.) *Padrões de biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste*. Campinas, 1999. p. 1-16.

SLEUMER, H. O. *Flora Neotropica: monografia n. 38 (Olacaceae)*. New York: The New York Botanical Garden. 1984. p. 91-95.

SOUZA, G. V. *Estrutura da vegetação da caatinga hipoxerófila do Estado de Sergipe*. 1983. 95 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1983.

SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) *Projeto Aiuaba: relatório técnico (maio/1982-outubro/1983)*. Fortaleza-CE: FCPC/UFC/NECO, 1983. p. 51-71.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. *Revista de Geologia*, n. 1, p. 73-91, 1988.

SOUZA, M. J. N. de; MARTINS, M. L. R.; SOARES, Z. M. L.; FREITAS-FILHO, M. R. de; ALMEIDA, M. A. G. de; PINHEIRO, F. S. de A.; SAMPAIO, M. A. B.; CARVALHO, G. M. B. S.; SOARES, A. M. L.; GOMES, E. C. B.; SILVA, R. A. Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO. Fortaleza: Fundação Esquel do Brasil, 1994.

SOUZA, M. M. A.; FIGUEIREDO, M. A.; SILVEIRA, A. P.; LIMA-VERDE, L. W. Espécies vegetais da caatinga e sua utilização sócio-econômica em Aiuaba-CE e Apodi-RN/CE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998. p. 275.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES Inc. *SPSS for Windows*: release 8.0: brief Guide. New Jersey, USA: Prentice- Hall, 1998.

STREILLEN, K.E. Ecology of small mammals in the semi-arid Brazilian caatinga. I- Climate and faunal composition. *Annals of Carnegie Museum of Natural History*, v. 51, p. 79-107, 1982.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; VICENTE, A.; SANTOS, A. M. M. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na caatinga: análise preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. (Coords.). *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. 2000. p. 13.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (Eds.) *Ecologia e conservação da caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 777-796.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V.S.B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds.) *Vegetação & flora da caatinga*. Recife: Associação Plantas do

Nordeste-APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas-CNIP, 2002. p. 25-40.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal do Ceará: I - estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v. 7 n. 1/4, p. 93-111, 1969a.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; LIMA, J. L. S. de; CARVALHO, G. H. de. Inventário florestal de Pernambuco: I - estudo preliminar das matas remanescentes do município de São José de Belmonte. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v. 7 n. 1/4, p. 113-139, 1969b.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; CARVALHO, G. H. de.; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal de Pernambuco: I - estudo preliminar das matas remanescentes do município de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v. 8 n. 1/2, p. 149-194, 1970.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal do Ceará: II - estudo preliminar das matas remanescentes do município de Tauá. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v. 12 n. 2, p. 5-19, 1974a.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal do Ceará III: - estudo preliminar das matas remanescentes do município de Barbalha. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v. 12 n. 2, p. 20-46, 1974b.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; CARVALHO, G. H. de. *Inventário florestal na Paraíba e no Rio Grande do Norte: I - estudo preliminar das matas remanescentes do Vale do Piranhas*. Recife: SUDENE, 1975. 31p. (Série Recursos Vegetais 4).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. Centerton: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publication in Climatology, 8).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. *Estudo de comunidades de caatinga na Estação Ecológica de Aiuaba: relatório técnico*. Fortaleza, 1982. 29p. (Convênio SUBIN 049/79-UFC/UFRN/UFPB - "Estação Ecológica de Aiuaba").

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. As regiões naturais de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, v. 3, p. 25-32, 1941.

VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R. Técnicas e manejos de coleções botânicas. In: MANUAL técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. p. 5-75. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).



VELOSO, H. P. Os grandes climaxes do Brasil: IV considerações gerais sobre a vegetação da região Nordeste. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 62, p. 203-223, 1964.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. *Ecorregiões propostas para o bioma caatinga*, 1. ed. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental & The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76p. Resultados do seminário de planejamento ecorregional da caatinga.

WITHMORE, T. C.; PRANCE, G. T. *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford: Clarendon Press, 1987.

# **ANEXOS**

Anexo A – Distribuição do número de indivíduos por espécie em classes de altura (m), a intervalo fixo de 1 m, listadas em ordem decrescente do valor de importância (VI). Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará.

ESPÉCIES	CLASSES DE ALTURA (m)												TOTAL
	1,0-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0	7,1-8,0	8,1-9,0	9,1-10,0	10,1-11,0	11,1-12,0	12,1-13,0	
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	9	26	43	58	49	64	34	17	21	6	-	-	327
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	4	1	5	9	1	8	7	12	24	21	8	3	103
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	26	35	31	33	15	14	6	2	-	-	-	-	162
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	11	47	81	76	47	48	13	6	4	1	-	-	334
Indivíduos mortos em pé	57	39	16	12	12	17	5	4	1	-	-	-	163
<i>Croton nepetifolius</i> Baill.	10	18	40	102	74	46	10	-	-	-	-	-	300
<i>Machaerium</i> sp.	1	14	29	30	26	19	12	11	12	8	1	-	163
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	4	33	83	68	19	9	4	1	-	-	-	-	221
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	17	35	41	31	8	3	4	1	-	-	-	-	140
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	123	15	11	2	1	1	-	-	-	-	-	-	153
<i>Maprounea</i> sp.	18	49	43	12	1	-	-	-	-	-	-	-	123
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	54	51	19	4	2	-	-	-	-	-	-	-	130
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	-	1	2	3	10	6	5	11	8	3	-	-	49
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	64	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	28	6	2	7	10	3	6	2	-	-	-	-	64
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	-	-	3	11	8	9	9	8	2	2	-	-	52
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	2	12	10	8	10	10	7	1	3	-	-	-	63
<i>Pristimera andina</i> Miers	4	3	8	5	11	7	6	1	-	-	-	-	45
<i>Erythroxylum betulaceum</i> Mart.	10	16	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	41
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	-	2	1	4	3	4	4	3	2	-	-	-	23
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	3	1	4	5	2	3	4	-	1	-	-	-	23
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	3	6	4	3	1	1	1	-	2	-	-	-	21
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Bauhinia flexuosa</i> Moric.	4	2	2	4	3	1	1	-	-	-	-	-	17
<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. Ex Benth.	-	-	-	-	4	4	-	3	2	-	1	-	14
<i>Dyschoriste</i> sp.	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Luehea uniflora</i> A. St.-Hil.	-	-	3	2	5	3	2	-	1	-	-	-	16

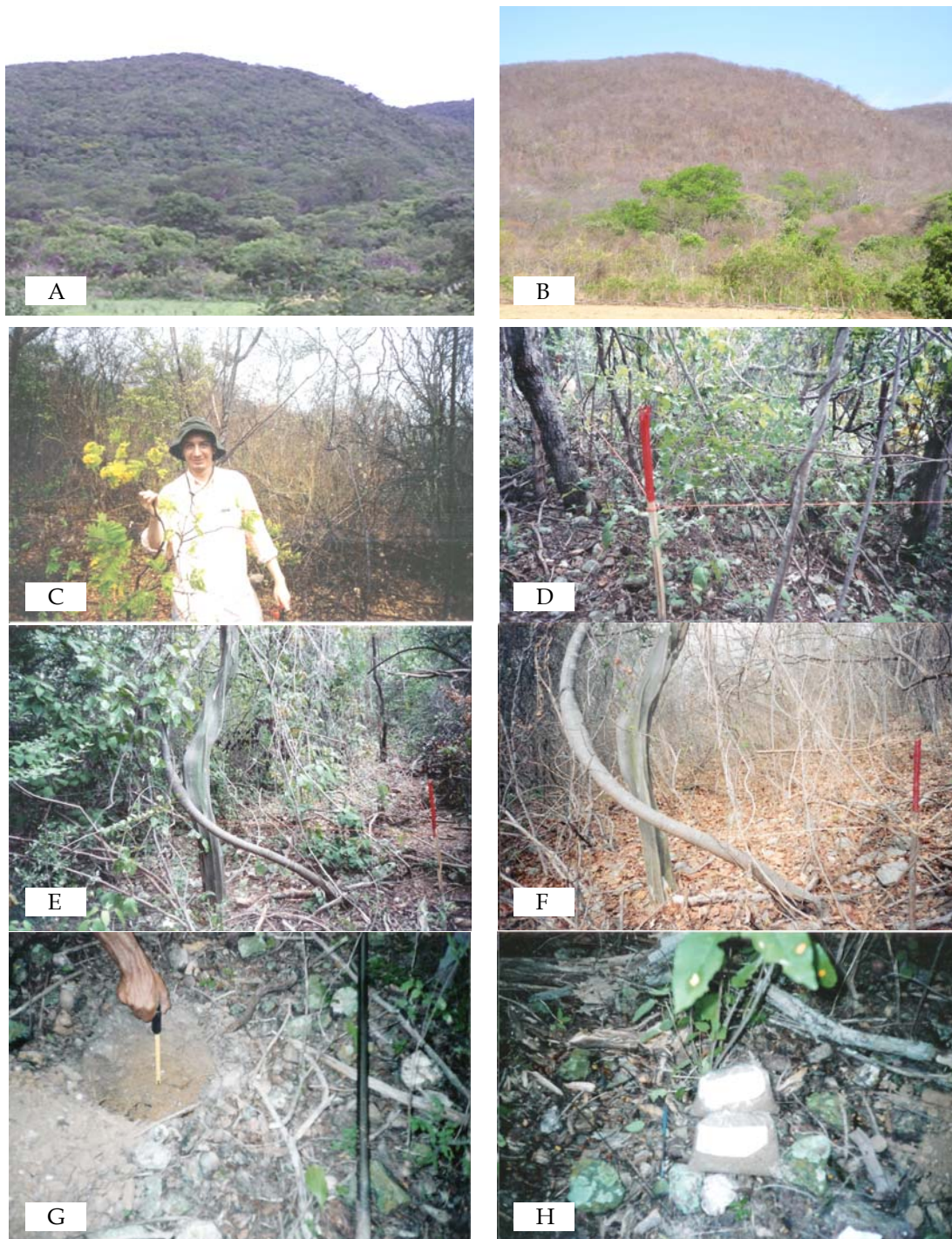
Anexo A (conclusão)

ESPÉCIES	CLASSES DE ALTURA (m)											TOTAL	
	1,0-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0	7,1-8,0	8,1-9,0	9,1-10,0	10,1-11,0	11,1-12,0		12,1-13,0
<i>Clytostoma convolvuloides</i> Bureau & K. Schum	2	1	-	5	5	1	4	1	-	-	-	-	19
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	-	1	1	5	2	5	-	2	-	-	-	-	16
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	-	2	-	4	3	2	-	-	-	-	-	-	11
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	-	-	-	3	2	2	-	-	2	-	-	-	9
<i>Ipomoea verbascoidea</i> Choisy	-	1	4	1	4	-	1	-	-	-	-	-	11
<i>Poeppigia procera</i> C. Presl.	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	-	7
<i>Campomanesia</i> aff. <i>aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	1	2	2	3	2	1	-	-	-	-	-	-	11
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillet	-	1	-	1	1	1	2	-	1	-	-	-	7
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	-	-	-	3	-	1	1	1	-	1	1	-	8
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	1	3	3	4	-	1	-	-	-	-	-	-	12
<i>Acacia langsdorfii</i> Benth.	-	1	-	-	2	1	1	2	1	-	-	-	8
<i>Senna</i> sp.	2	1	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	9
<i>Maytenus impressa</i> Reissek	-	1	2	1	1	1	-	-	1	-	-	-	7
<i>Turnera calyptrocarpa</i> Urb.	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Pilocarpus</i> sp.	-	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>497</b>	<b>436</b>	<b>511</b>	<b>526</b>	<b>349</b>	<b>297</b>	<b>151</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>44</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>3007</b>



Anexo B (conclusão)

ESPÉCIES	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)														TOTAL
	3,0-6,0	6,1-9,0	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	30,1-33,0	33,1-36,0	36,1-39,0	39,1-42,0	42,1-45,0	
<i>Clytostoma convolvuloides</i> Bureau & K. Schum	13	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	14	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	8	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	1	4	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	9
<i>Ipomoea verbascoidea</i> Choisy	6	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>Poepigia procera</i> C. Presl.	-	1	1	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	7
<i>Campomanesia</i> aff. <i>aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillet	1	1	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	2	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	5	3	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Acacia langsdorfii</i> Benth.	1	1	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Senna</i> sp.	7	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
<i>Maytenus impressa</i> Reissek	4	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Turnera calyptrocarpa</i> Urb.	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Pilocarpus</i> sp.	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>1673</b>	<b>722</b>	<b>236</b>	<b>151</b>	<b>87</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3007</b>



Anexo C - Registro fotográfico mostrando a área de estudo e diferentes etapas do trabalho de campo na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. A e B-visão geral da serra onde realizou-se o levantamento fitossociológico nos períodos chuvoso e seco, respectivamente; C-coleta de material botânico; D-parcela montada; E e F-parcelas nos períodos chuvoso e seco, respectivamente; G-coleta de amostras de solo; H-amostras de solo acondicionadas.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)