FRANCISCA SOARES DE ARAÚJO

SECRETARIA
DE
PÓS-GRADUAÇÃO
I. B.

ESTUDOS FITOGEOGRÁFICOS DO CARRASCO NO NORDESTE DO BRASIL

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato(a) Francisca Soares de Araújo e aprovada pela Comissão Julgadora
20/03/98 Fernando R. Martins

Tese de Doutorado apresentada no programa de Doutorado em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Roberto Martins.

Campinas, SP
Departamento de Botânica

Ar15e
35293/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
UNICAMP
Ar15e
V. Ex.
TOMBO BC/135293
PROC. 395/98
C D X
PREÇO R$ 11,00
DATA 02/10/98
N.º CPD

CM-00117350-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

Araújo, Francisca Soares de

Ar15e Estudos fitogeográficos do carrasco no nordeste do Brasil / Francisca Soares de Araújo. -- Campinas, SP:[s.n.], 1998.

97f.: ilus.

Orientador: Fernando Roberto Martins

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Vegetação. 2. Ecologia vegetal. 3. Fitogeografia. I. Martins, Fernando Roberto. II.Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III.Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
SUBCOMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

ESTUDOS FITOGEOGRÁFICOS DO CARRASCO NO NORDESTE DO BRASIL

Banca Examinadora:	Assinatura:
Prof. Dr. Fernando Roberto Martins (Orientador)	Fernando R. Martins
Dr. André Maurício Vieira de Carvalho	
Prof. Dr. Ary teixeira de Oliveira Filho	
Prof. Dr. George John Shepherd	
Profa. Maria Angélica Figueiredo	

Suplentes:	Assinatura:
Profa. Dra. Luiza Sumiko Kinoshita	
Prof. Dr. João Semir	

Campinas, 20 de março de 1998.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Dentre as inúmeras pessoas que colaboraram para a realização deste trabalho gostaria de agradecer especialmente:

ao Professor Doutor Fernando Martins pela competente orientação, grande dedicação dispendida na orientação e pela agradável convivência no decorrer deste trabalho;

aos Professores Doutores Ary Teixeira de Oliveira Filho, George John Shepherd, Luiza Sumiko Kinoshita e Professora Maria Angélica Figueiredo pela leitura crítica quando da análise prévia do texto;

aos taxonomistas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ), Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade de São Paulo (USP), entre outros nacionais e estrangeiros pela grande colaboração na identificação do material botânico;

ao Professor George Yoshio Tamashiro da UNICAMP, pela grande colaboração na identificação do material botânico e revisão dos epítetos específicos;

ao Professor Afrânio Fernandes e Dra. Graziela Maciel Barroso pela colaboração na idenfificação do material botânico;

aos Professores Doutores Flavio Antonio M. dos Santos e Ary Gomes da Silva pelas sugestões estatísticas;

aos Professores Doutores Everardo V.S.B. Sampaio e Maria Jesus Nogueira Rodal pela fornecimento da literatura referente aos dados de floresta do nordeste;

à Professora Maria Angélica Figueiredo, à Francisca Cira Bezerra Pinto e ao Luiz Wilson Lima-Verde pelo grande cuidado na manutenção e melhoria do Laboratório de Fitogeografia da UFC, suprindo completamente a minha ausência;

à Professora e amiga Ana Cecilia Fortes Xavier, pela colaboração na correção dos banco de dados do último capítulo;

aos Professores do Departamento de Biologia da UFC, por terem assumido as minhas atividades didáticas durante a realização deste trabalho;

à Geógrafa Leonor de Maria Rodrigues Melo, pela colaboração na coleta dos dados;

aos funcionários do herbário da UFC, pela organização e catalogação do material botânico coletado;

aos Professores e funcionários do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UNICAMP pelo apoio dispendido;

ao Dr. Vítor Celso do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo grande apoio na elaboração mapeamento da vegetação de carrasco;

aos amigos da pós-graduação, especialmente à Adriana Martini, Ângela Sartori, Alan Sciamarelli,. Alessandra Penha, Andréa Barbosa, Andréa Spina, Ariadna Lopes, Cibele Castro, Dionete Santin, Elcida Araújo, Eduiardo Borba, Fábio Vitta, Janete Okamoto, Jimi Nakajima, Ingrid Koch, Karin dos Santos, Kasue Matsumoto, Luciana Alves, Luciana Passos, Marta Moraes, Renato Goldenberg, Rodrigo Pereira, Simone de Pádua, Tereza Grombone, Tereza Sposito, Veridiana, Vidal Mansano, pela agradável convivência, companheirismo e apoio nos momentos difícieis;

à Esmeralda Z. Borghi pela elaboração criteriosa dos desenhos cartográficos;

ao casal Ary Silva e Paola Gonçalves pelo grande apoio em especial no início da minha estadia em Campinas;

aos amigos Claudia Silva da Pós-Graduação em Ecologia da Unicamp e Nelson Silva da Pós-Graduação em Zoologia da USP pelo companheirismo e apoio;

ao casal Ilário Cândido Fernandes e Maria Graciema Daniel Cândido Fernandes, pela permissão para a realização dos trabalhos de campo em sua fazenda e pela hospedagem durante todo o levantamento de campo;

à Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP) e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), pelo financiamento parcial deste trabalho;

ao programa PICD / CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL....2
PREÂMBULO....3

1. Mapeamento e caracterização ambiental e fisionômica da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil....7
Resumo....8
Introdução....8
Material e métodos....11
Resultados e discussão....15
Conclusões....21
Referências bibliográficas....22

2. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no norte do planalto da Ibiapaba, estado do Ceará....35
Resumo....36
Introdução....36
Material e métodos....39
Resultados e discussão....40
Referências bibliográficas....45

3. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará...53
Resumo....54
Introdução....54
Material e métodos....56
Resultadosiscussão....58
Referências bibliográficas....63

4. Comparações florísticas entre o carrasco e outras formações vegetais do nordeste do Brasil 76
Resumo....77
Introdução....77
Material e métodos....80
Resultados e discussão....81
Referências bibliográficas....84

CONSIDERAÇÕES FINAIS....97

RESUMO GERAL

Este trabalho visa a conhecer a distribuição geográfica, área ocupada, prováveis variações fisiográficas, edáficas, climáticas, fisionômicas e florísticas da vegetação de carrasco no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe e sua afinidade fisionômica e florística com outros tipos de vegetação do nordeste do Brasil. Foi realizado o mapeamento do carrasco para o nordeste do Brasil, estudada a organização da comunidade lenhosa de um trecho de carrasco no norte do planalto da Ibiapaba e feita a comparação florística com a floresta, o cerrado e a caatinga. O mapeamento foi feito através da interpretação visual de imagens, superposição manual de informações temáticas e confirmação dos limites no campo. Foi realizado o levantamento fitossociológico de 1 ha de carrasco através do método de parcelas múltiplas para estudo da organização da comunidade lenhosa. A afinidade florística com outras formações vegetais do nordeste foi feita a partir de uma matriz de dados binários para espécies e de uma matriz do número de espécies por família, encontradas em 115 levantamentos de carrasco, caatinga, cerrado e floresta. A vegetação mapeada ocorre exclusivamente no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, entre 700 e 900 m de altitude, sobre Areias Quartzosas distróficas profundas. Distingue-se fisionomicamente e floristicamente da caatinga, do cerrado e da floresta. Apresenta grande variabilidade florística e fisionomia muito densa, sem estratificação definida, predominantemente arbustiva, com trepadeiras, podendo ser classificada como um altifruticeto denso com trepadeiras e árvores esparsas.

PREÂMBULO

No continente sul-americano, predominantemente úmido, ocorrem três núcleos de regiões áridas e semi-áridas, ocupando províncias geológicas e condições térmicas diferentes: 1) a diagonal arréica do Cone Sul, no oeste do continente, estendendo-se desde o golfo de Guaiaquil, a poucos graus do equador até o Estreito de Magalhães acima de 52° S; 2) o domínio semi-árido guajira, na fachada caribeana da Venezuela, no extremo nor-noroeste; e 3) o domínio das caatingas semi-áridas do nordeste brasileiro, em baixas altitudes e latitudes tropicais (Ab'Sáber 1974, Sarmiento 1975). Sarmiento (1975) verificou que as caatingas do nordeste brasileiro e as regiões dos altos Andes, dentro da diagonal arréica do Cone Sul, possuem as floras mais dissimilares.

A região nordeste brasileira tem uma área de 1.540.827 km^2 (Nimer 1989), na qual o clima semi-árido ocupa aproximadamente 800.000 km^2 (10% do território brasileiro) (Ab'Sáber 1974). Sua posição subequatorial, fora do domínio das áreas semi-áridas, faz dela uma região marcadamente azonal (Ab'Sáber 1974). Segundo Mabesoone (1978), o relevo atual do nordeste pode ser dividido em três regiões: 1) a região costeira, 2) a região do cristalino e 3) a bacia sedimentar neopaleozóica-mezosóica do Piauí-Maranhão. A região do cristalino é uma das mais individualizadas do embasamento pré-cambriano sul-americano, onde bacias intracratônicas, muitas vezes associadas a fossas, foram preenchidas por uma sedimentação abundante e extensiva durante o cretáceo (Andrade 1968). Possui um relevo bem diferenciado, com grandes áreas aplainadas, sobre as quais se elevam maciços cristalinos e serras e chapadas sedimentares. Dentre as elevações destacam-se o planalto cristalino da Borborema, com sua maior área ocorrendo no estado da Paraíba; as serras sedimentares do Martins, no estado do Rio Grande do Norte; a chapada do Araripe, na divisa entre Ceará e Pernambuco; e a chapada da Diamantina, na Bahia (Mabesoone & Castro 1975). A borda oriental da bacia sedimentar do Piauí-Maranhão é representada por uma alta e extensa cuesta, que limita os estados do Ceará e Piauí, chamada planalto da Ibiapaba.

A região nordeste apresenta drenagens estacionalmente intermitentes e extensivamente abertas para o mar em aproximadamente 50% de seu território e os totais pluviométricos médios anuais são inferiores a 750 mm, concentrados em três meses consecutivos, do outono ou outono-inverno (Nimer 1989). As variações são devidas às oscilações da Convergência Intertropical, ficando os meses secos sob o domínio do Centro de Ação do Atlântico Sul (Reis 1976, Nimer 1989).

Tanto o relevo como o clima e os solos são muito variáveis e, em conseqüência, ocorrem diferentes tipos de vegetação com fisionomias e floras distintas, sendo as caatingas

as formações mais característica. A floresta ocupa principalmente as áreas costeiras, no leste, e as encostas de relevos elevados interiores, que ocasionam chuvas de convecção forçada (Fernandes & Bezerra 1990). O cerrado representa penetrações da área nuclear (na Bahia e Piauí) ou áreas disjuntas, ocorrendo desde o nível do mar até altitudes próximas de 1.000 m (Furley & Ratter 1988), como na chapada do Araripe (Figueiredo 1986), no planalto da Ibiapaba (Figueiredo 1989) e no planalto da Borborema.

As formações xerófilas da caatinga ocorrem predominantemente nas baixas altitudes, em solos geralmente rasos, argilosos e rochosos, ocupando uma área aproximada de 600.000 a 900.000 km^2 na região nordeste (Sampaio 1995), apresentando variações fisionômicas e florísticas (Romariz 1974, Ferri 1980, Andrade-Lima 1981, Sampaio 1995, Rizzini 1997), constituindo a vegetação dominante na área semi-árida.

Sobre os planaltos e chapadas mais elevadas do interior, onde não ocorrem chuvas de convecção forçada, há outros tipos de vegetação, como o carrasco, que pode ser confundido com a caatinga pela caducifolia. Andrade-Lima (1978) referiu-se a ao carrasco como sendo um tipo vegetacional xerófilo em que predominam formas subarbóreas a arbóreas de pequeno porte (3-4 m), em solos arenosos das chapadas da bacia do rio Parnaíba, no Piauí. Andrade-Lima (1978) distinguiu fisionomicamente o carrasco da caatinga pela alta densidade dos indivíduos lenhosos, que apresentam troncos finos e são uniestratificados, e pela quase ausência de Cactáceas e Bromeliáceas. Segundo aquele autor, tal vegetação apareceria também na região de Barreiras (Bahia ocidental), sendo ambiguamente denominada de "grameal".

O termo carrasco tem sido usado no nordeste do Brasil para designar diferentes tipos de vegetação, incluindo áreas de cerrado denso na Bahia, caatingas arbustivas sobre solos pedregosos e vegetação arbustiva densa xerófila no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe. Figueiredo (1986) considerou o carrasco, no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, como um tipo próprio de vegetação, com algumas espécies de caatinga, cerrado e floresta. Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990) afirmaram ser aquela vegetação procedente da degradação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa. Aqueles autores não esclareceram se o carrasco seria proveniente de uma degradação natural do cerradão, devido às mudanças climáticas ao longo do tempo geológico, ou se sua degradação seria devida à perturbação antrópica. O conhecimento da composição florística é importante para caracterizar a vegetação (Rizini 1997), a sua origem e suas relações com outros tipos de vegetação. Comparando a flora lenhosa do carrasco do planalto da Ibiapaba, da caatinga e do cerrado no nordeste, Araújo et al. (1998a) não conseguiram definir se o carrasco seria um tipo de caatinga ou cerrado. Mas, através da análise de agrupamento a

partir de uma matriz de dados florísticos binários, composta por áreas de caatinga e carrasco, Araújo et al. (1998b) concluíram que o carrasco do planalto da Ibiapaba não seria um tipo de caatinga.

Visando a conhecer a distribuição geográfica, área ocupada, prováveis variações fisiográficas, edáficas, climáticas, fisionômicas e florísticas daquela vegetação xerófila denominada carrasco, no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, no nordeste do Brasil, foram realizados: (1) mapeamento, (2) descrição dos fatores ambientais, (3) distribuição e ocupação, (4) caracterização da fisionomia, (5) variações estruturais e florísticas e (6) comparacão fisionômica e florística com a caatinga, cerrado e floresta do nordeste. Estas informações contribuirão para esclarecimentos de prováveis variações espaciais na distribuição das espécies, organização da comunidade lenhosa e de questionamentos sobre aquela vegetação como: a) seria um tipo próprio de vegetação, diferente da caatinga, da floresta e do cerrado? ou b) seria uma variação fisionômica extrema de um daqueles tipos de vegetação? ou c) seria uma vegetação ecotonal entre o cerradão e a caatinga? ou d) seria ainda resultante de uma degradação (plagioclímax) do cerradão? ou e) uma vegetação fóssil, representante de condições ambientais passadas? Tais questões decorrem do pouco conhecimento da composição florística, da estrutura da comunidade lenhosa e de suas variações espaciais. Os resultados obtidos neste trabalho foram organizados em quatro grandes itens: 1) mapeamento e caracterização ambiental e fisionômica da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil; 2) fisionomia e organização da vegetação do carrasco no norte do planalto da Ibiapaba, estado do Ceará; 3) variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará e; 4) comparações florísticas entre o carrasco e outras formações vegetais do nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRADE, G.O. de. 1968. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos. Estudos Universitários 2/3:1-13.

ANDRADE-LIMA, D. de. 1978. Vegetação. In Lins, R.C (ed.), Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife. p.131-135. (Série estudos e pesquisas, 9).

ANDRADE-LIMA, D. de. 1981. The caatingas dominium. Revta brasil. Bot. 4:149-153.

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., FIGUEIREDO, M.A., RODAL, M.J.N. & FERNANDES, A.G. 1998a. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. Revta brasil. Bot. 21 (prelo).

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., RODAL, M.J.N & FIGUEIREDO, M.A. 1998b. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. Rev. Brasil. Biol. 58:85-95.

FERNANDES , A. 1990. Temas fitogeográficos. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. 1990. Estudo fitogeográfico do Brasil. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERRI, M.G. 1980. Vegetação brasileira. Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

FIGUEIREDO, M.A. 1986. Vegetação. In SUDEC. (ed.), Atlas do Ceará. Fortaleza. p. 24-25.

FIGUEIREDO, M.A. 1989. Nordeste do Brasil - relíquias vegetacionais no semi-árido cearense (cerrados). ESAM, Mossoró, 13 p. (Coleção Mossoroense 646).

FURLEY, P.A.& RATTER J.A. 1988. Soil resources and plant communities of central Brazilian cerrado and their development. Journal of Biogeography 15:97-108.

MABESOONE, J.M. & CASTRO, C. 1975. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. Bol. do Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia, 3.

MABESOONE, J.M. 1978. Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro. Instituto de Geografia/USP (Série Geomorfologia 56).

NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2ª. ed. Fundação IBGE- SUPREN, Rio de Janeiro (Fundação IBGE- SUPREN. Recursos Naturais e Meio Ambiente).

REIS, A.C. de S. 1976. Clima da caatinga. An. Acad. Bras. Ciênc. 48:325-335.

RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª. ed. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.

RODAL, M. J. N. 1992. Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

ROMARIZ, D.A. 1974. Aspectos da vegetação do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.

SAMPAIO, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In BULLOCK, S.H., MOONEY, H.A. & MEDINA, E. Seasonally dry tropical forests. University Press, Cambridge. p.35-63.

SARMIENTO, G. 1975. The dry formations of South America and their floristic connections. Journal of Biogeography 2:233-251.

Mapeamento e caracterização ambiental e fisionômica da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil[1]

FRANCISCA SOARES DE ARAÚJO[2], FERNANDO ROBERTO MARTINS[3] e VITOR CELSO DE CARVALHO[4]

Título curto: Mapeamento da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil.

---

1. Parte da Tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor no Programa de Doutorado em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil. Este capítulo segue as normas da Revista Brasileira de Botânica.

2. Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Caixa Postal 12191, Fortaleza 60.455-760, CE, Brasil.
3. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas 13083-970, SP, Brasil.
4. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. Astronautas, 1758, Caixa Postal 515, São José dos Campos 12227-010, SP, Brasil.

RESUMO - (Mapeamento e caracterização ambiental e fisionômica da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil). Visando a conhecer a distribuição geográfica, área ocupada, prováveis variações fisiográficas, edáficas, climáticas e fisionômicas da vegetação xerófila denominada carrasco, no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, foi realizado o mapeamento, a descrição dos fatores ambientais, da ocupação e uso e caracterização fisionômica daquela vegetação no nordeste do Brasil. Como material de apoio foram utilizados mapas hipsométricos, pedológicos, imagens TM/Landsat e visitas ao campo. O mapeamento foi feito através da interpretação visual de imagens, superposição manual de informações temáticas e confirmação dos limites no campo. O cálculo das áreas foi feito por pesagem simples. A vegetação estudada ocupa uma área de 7.406 km^2 (0,48% da área total da região nordeste do Brasil), com apenas 14,2% da cobertura original conservada. Ocorre exclusivamente no reverso imediato do planalto da Ibiapaba e platô da chapada do Araripe, em altitudes de 700 a 900 m, sobre Areias Quartzosas distróficas profundas. A vegetação apresenta-se muito densa, constituída predominantemente por arbustos finos, raramente espinhosos, em torno de 6 m de altura, com raras árvores esparsadas geralmente não ultrapassando 10 m de altura, muitas trepadeiras herbáceas e lenhosas e raras cactáceas, resultando numa fisionomia de aspecto desorganizado. As folhas são geralmente pequenas ou compostas, variando de membranáceas a papiráceas e às vezes coriáceas. Com base na classificação adotada para a África no Colóquio de Yanganbi, aquela vegetação pode ser classificada como um altifruticeto caducifólio denso com trepadeiras e árvores esparsas, um tipo de "fourré".

Key words - Mapping, shrubland, vegetation.

Introdução

Na América do Sul, um continente predominantemente úmido, ocorrem três núcleos de regiões áridas e semi-áridas, ocupando províncias geológicas e condições térmicas diferentes: 1) a diagonal arréica do Cone Sul, no oeste do continente, estendendo-se desde o golfo de Guaiaquil, a poucos graus do equador até o Estreito de Magalhães acima de 52° S; 2) o domínio semi-árido guajira, na fachada caribeana da Venezuela, no extremo nor-noroeste; e 3) o domínio das caatingas semi-áridas do nordeste brasileiro em baixas altitudes e latitudes tropicais (Ab'Sáber 1974, Sarmiento 1975). Sarmiento (1972, 1975) verificou que as áreas geograficamente mais próximas são floristicamente mais similares, sendo as caatingas do nordeste brasileiro e as regiões dos altos Andes as mais dissimilares.

A região nordeste brasileira tem uma área de 1.540.827 km^2 (Nimer 1989), na qual o clima semi-árido ocupa aproximadamente 800.000 km^2 (10% do território brasileiro). Sua posição subequatorial, fora do domínio das áreas semi-áridas, faz dela uma região marcadamente azonal (Ab'Sáber 1974). Apresenta drenagens estacionalmente intermitentes e extensivamente abertas para o mar, em aproximadamente 50% de seu território (Nimer 1989). Na área semi-árida, os totais pluviométricos médios anuais são inferiores a 750 mm, concentrados em três meses consecutivos, do outono ou outono-inverno. As variações são devidas às oscilações da Convergência Intertropical, ficando os meses secos sob o domínio do Centro de Ação do Atlântico Sul (Reis 1976, Nimer 1989). Tanto o relevo como o clima e os solos são muito variáveis e, em conseqüência, ocorrem diferentes tipos de vegetação, sendo a caatinga a mais característica.

A vegetação xerófila da caatinga ocupa uma área aproximada de 600.000 a 900.000 km^2 na região nordeste (Sampaio 1995), apresentando variações fisionômicas e florísticas (Romariz 1974, Ferri 1980, Andrade-Lima 1981, Sampaio 1995, Rizzini 1997), constituindo a vegetação dominante na área semi-árida. Por causa dessas variações, tem sido difícil classificar a caatinga de acordo com um sistema fitogeográfico. Schnell (1987) fez uma revisão das diversas classificações fitogeográficas adotadas para a caatinga e admitiu três grupos distintos (floresta seca densa, altifruticeto ("fourré") e estepe espinhosa), na tentativa de colocar aquela vegetação dentro de uma classificação adotada para a África, no Colóquio de Yangambi.

Andrade-Lima (1978) referiu-se a um outro tipo vegetacional xerófilo denominado "carrasco" ou "catanduva", de aspecto fisionômico subarbóreo a arbóreo de pequeno porte (3-4 m), que ocorreria em solos arenosos das chapadas da bacia do rio Parnaíba, no Piauí. Segundo aquele autor, tal vegetação apareceria também na região de Barreiras (Bahia ocidental), sendo ambiguamente denominada de "grameal". Ainda aquele autor distinguiu o carrasco da caatinga, pela maior densidade do seu conjunto de indivíduos delgados, uniestratificação aparente e a quase ausência de Cactáceas e Bromeliáceas. Figueiredo (1986), no mapa de vegetação do estado do Ceará, considerou também aquela vegetação como distinta da caatinga, assinalando sua ocorrência no reverso do planalto da Ibiapaba e platô da chapada do Araripe. Baseando-se na presença de alguns elementos da flora e em observações fisionômicas, Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990) afirmaram ser aquela vegetação procedente da degradação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa. Analisando a distribuição das espécies em caatinga e cerrado, Araújo et al. (1998a) não conseguiram definir se o carrasco seria um tipo de caatinga ou cerrado. Mas, através da análise de agrupamento a partir de uma matriz composta por áreas de caatinga e

carrasco, Araújo et al. (1998b) concluíram que o carrasco do planalto da Ibiapaba seria um tipo de vegetação xerófila diferente da caatinga.

A palavra carrasco, segundo Luetzelburg (1922/23) indica uma vegetação lenhosa com árvores e arbustos de até 6 m de altura, na proporção de cinco árvores para um arbusto, muito ramificada, densa, emaranhada e confusa, genuinamente xerófila, de folhas grandes, coriáceas, inteiras, raramente pinadas e periodicamente caducas. Porém, este termo no Brasil tem sido usado para designar diferentes tipos de vegetação, principalmente na região nordeste e no estado de Minas Gerais.

O termo carrasco inclui: (1) as áreas de cerrado denso nas proximidades de Rio de Contas na Bahia (Harley 1995); (2) a vegetação entre 900 e 1200m de altitude em Areias Quartzosas, na serra do Ambrósio, um braço da cadeia do Espinhaço em Minas Gerais, constituída de densas moitas de arbustos e arvoretas circundadas por áreas desnudas (Meguro et al. 1994, Pirani et al. 1994); (3) as caatingas arbustivas sobre solos pedregosos nos diferentes estados do nordeste (Luetzelburg 1922/23), entre elas uma vegetação xerófila formada por arbustos mais baixos (3 a 5 m) que em outras caatingas, com raras cactáceas e bromeliáceas, muito densa, impenetrável, em solo silicoso, pobre e muito seco, pouco profundo, impróprio para a agricultura, ocorrendo na região central do Ceará (Foury 1972); (4) as áreas com vegetação de arbustos prostrados, de pequeno porte, sobre solos pedregosos ou arenosos nas chapadas da Bahia (Luetzelburg 1922/23); (5) vegetação arbustiva (1-1,5m de altura) densa nos planaltos de Minas Gerais (Saint-Hilaire 1975); (6) vegetação arbustiva densa, entrelaçada, de difícil penetração, caducifólia (Rizzini 1997), mas com maior densidade dos indivíduos lenhosos, que a caatinga, e quase ausência de cactáceas e bromeliáceas, ocorrendo no Piauí e planalto da Ibiapaba, na divisa entre Ceará e Piauí (Andrade-Lima 1978), representando 1,2% das regiões naturais daqueles dois estados (Tigre 1976), e no platô da chapada do Araripe na divisa entre Ceará e Pernambuco (Figueiredo 1986).

Visando a conhecer a distribuição geográfica, área ocupada, prováveis variações fisiográficas, edáficas, climáticas e fisionômicas daquela vegetação xerófila denominada carrasco, no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, no nordeste do Brasil, foi realizado: (1) mapeamento, (2) descrição dos fatores ambientais, (3) distribuição e ocupação e (4) caracterização fisionômica da vegetação. Estas informações contribuirão para futuros esclarecimentos de prováveis variações espaciais na distribuição das espécies, organização da comunidade lenhosa e de questionamentos sobre aquela vegetação como: a) seria uma vegetação ecotonal entre as fisionomias florestal (cerradão) e caatinga? b) um plagioclímax,

resultante da degradação anterior de um cerradão primária? ou c) uma vegetação fóssil, representante de condições ambientais passadas?

Material e métodos

Área de estudo. Dentro da região nordeste do Brasil foram selecionadas, através de mapas hipsométricos dos diferentes estados, as formas de relevos tabulares ou suavemente onduladas, com capeamento sedimentar, situadas na área semi-árida, com altitudes iguais ou superiores a 600 m. Estas formas de relevo foram selecionadas por apresentarem características ambientais semelhantes às áreas de carrasco do planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe. A área de estudo (Figura 1) incluiu: (I) o planalto da Ibiapaba (situado na divisa entre os estados do Ceará e Piauí); (II) a chapada do Araripe (localizada na divisa entre Ceará e Pernambuco); (III) a chapada da Diamantina (situada na parte central da Bahia) e pequenos relevos tabulares com cotas altitudinais em torno de 800m (na região de Barreiras no estado da Bahia); (IV) a Serra Geral (na divisa do estado da Bahia e Tocantins); e (V) a chapada das Mangabeiras (situada na divisa entre o norte da Bahia e o sudoeste do Piauí). As chapadas da Bahia foram selecionadas por apresentarem, além de alguns indicativos ecológicos da provável ocorrência do carrasco (como relevos tabulares com capeamento sedimentar e altitudes acima de 600 m), também alguns indicativos bibliográficos de que a vegetação denominada carrasco ou catanduva na bacia do rio Parnaíba poderia ocorrer na região de Barreiras sob o nome de "grameal", como sugeriu Andrade-Lima (1978).

Base cartográfica. A elaboração do mapa da vegetação de carrasco para o nordeste do Brasil teve como base inicial o mapa de vegetação do estado do Ceará (Figueiredo 1986), na escala aproximada de 1:2.500.000, o mapa de vegetação da bacia do rio Parnaíba (Andrade-Lima 1978) na escala aproximada de 1:4.170.000 e indicação bibliográfica da provável ocorrência daquela vegetação na região de Barreiras, estado da Bahia (Andrade-Lima 1978). Foram também utilizados os mapas hipsométricos para os estados do Ceará (Ceará 1994), Piauí (BRASIL 1970), Pernambuco (Pernambuco 1981) e Bahia (Bahia 1989), nas escalas de 1:500.000, 1:1.000.000, 1:600.000 e 1:1.500.000, respectivamente. Foram usados ainda mapas pedológicos, nas escalas 1:600.000 para os estados do Ceará (Brasil 1972a) e Pernambuco (Brasil 1972b) e 1:1.000.000 para o Piauí (Brasil 1983) e Bahia (Brasil 1973/76), respectivamente.

Mapeamento preliminar. Como base de dados para o mapeamento proposto foram utilizadas composições coloridas falsa-cor TM/Landsat produzidas com as seguintes combinações 2B-3G-4R (2-blue, 3-green e 4-red) e 3B-4G-5R (3-blue, 4-green e 5-red), disponíveis no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na escala de 1:250.000 (Tabela 1). Inicialmente foi elaborado um mapa esquemático da distribuição da vegetação de carrasco para o Nordeste do Brasil, na escala de 1:250.000, com base nas áreas mapeadas por Andrade-Lima (1978) na bacia do rio Parnaíba e por Figueiredo (1986) na chapada do Araripe e planalto da Ibiapaba (Figura 2). Tomaram-se como indicadores de áreas potenciais os limites definidos pelas cotas altitudinais de 600 a 900 m e os relevos tabulares da região de Barreiras com cotas altitudinais em torno de 800 m, estado da Bahia, serra Geral e chapada das Mangabeiras (Figura 1). Dentro destes limites altitudinais, foram interpretadas as imagens mencionadas, usando-se os critérios convencionais de fotointerpretação, em particular o padrão de coloração e textura da imagem, conforme padronizado por Hernandez-Filho (1988). Para auxiliar a localização dos limites mapeados e os trabalhos de verificação de campo, foram mapeados nas imagens os principais rios, estradas e cidades, identificados com a ajuda de mapas políticos regionais.

Verificação de campo. Foram realizadas duas viagens às áreas mapeadas, durante o ano de 1996, com duração de dez dias cada, num total de 5.959 km percorridos. A primeira viagem foi realizada no mês de maio, final do período chuvoso naquela região, mas a vegetação ainda se encontrava com folhas e muitas espécies estavam em floração e frutificação. A segunda viagem foi realizada no final do mês de agosto, no período seco, época em que a vegetação encontrava-se predominantemente sem folhas, exceto na chapada das Mangabeiras. Com base em critérios fisionômicos e florísticos foram identificadas as manchas e os limites da ocorrência da vegetação objeto de estudo. Sua localização no mapa foi feita através de pontos de controle localizados por GPS e quilometragem do carro. Em cada ponto foram anotadas a latitude, a longitude, a altitude, observações sobre o tipo de solo e seu uso, a fisionomia e os elementos florísticos predominantes na vegetação. A primeira viagem incluiu áreas dos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, englobando principalmente a chapada do Araripe, o planalto da Ibiapaba e o sudeste do Piauí. A segunda foi realizada principalmente em território baiano e no sudoeste do Piauí, incluindo a chapada da Diamantina, a região de Barreiras, a Serra Geral e a chapada das Mangabeiras (Figura 1).

Mapeamento final. Após verificar no campo as características e os limites geo-ambientais das áreas de ocorrência do carrasco da chapada do Araripe e do planalto da Ibiapaba no

nordeste do Brasil, foram elaborados os mapas finais (Figuras 3, 4 e 5). Os limites altitudinais foram alterados, fazendo-se manualmente a sobreposição aproximada das curvas de níveis de 700 e 900 m. No interior desses limites foram delimitadas, também manualmente, as manchas de solo com predominância de Areias Quartzosas distróficas (quando existente nos mapas disponíveis). Delimitada a área potencial da vegetação, esta foi dividida em: (1) conservada, quando a textura da imagem apresentava-se lisa e contínua, com coloração vermelho-médio (IR) ou verde-médio (normal), diferenciando-se dos demais tipos de vegetação pela textura e padrão de cor; (2) perturbada, quando o padrão contínuo se apresentava quebrado por mosqueados mais claros de pequenas dimensões, capazes de serem percebidos, mas não mapeados; (3) com agricultura, quando o padrão normal apresentava manchas de vegetação entremeadas com áreas desnudas, variando de pequenas a grandes, identificando possíveis áreas preparadas para cultivos, culturas recentes ou áreas completamente desnudas. A área total ocupada por aquela vegetação e as proporções de cada uma das subdivisões foram calculadas a partir da pesagem simples, em balança analítica, do papel correspondente a cada subdivisão mapeada.

Caracterização geo-ambiental das áreas do mapeamento final:

a) Planalto da Ibiapaba. Corresponde à bacia sedimentar do Piauí-Maranhão, que se formou entre o Devoniano e o Cretáceo. É considerada uma área de transição ecológica entre as regiões norte e nordeste (Andrade 1968), ou seja, entre o domínio da caatinga do nordeste semi-árido e o amazônico úmido das terras baixas e florestas equatoriais (Mabesoone 1978). Trata-se de uma seqüência de depósitos paleozóicos de origem marinha, litorânea e continental, em camadas quase horizontais com abaixamento no centro e levantamento nos bordos devido a fenômenos epirogenéticos posteriores. O planalto da Ibiapaba (Figura 1) é a escarpa mais conspícua (Mabesoone 1978), formada por arenitos conglomeráticos ocres ou cinzento-amarelados, conglomerados com seixos quartzosos arredondados ou sub-angulosos, com intercalações de siltitos e de folhelhos da Formação Serra Grande (Souza 1988). O rebordo oriental da bacia Piauí-Maranhão dispõe-se de norte a sul através de um escarpamento contínuo, abrupto e bastante festonado, em toda a fronteira ocidental do Ceará com o Piauí, só rompido na área de superposição do rio Poti, que atravessa o planalto no sentido leste-oeste (Souza 1988). O rebordo situado ao norte do rio é chamada de Ibiapada do Norte ou Serra Grande e o rebordo situado ao sul do Rio Poti, de Ibiapaba do Sul. O "front" deste rebordo apresenta declividade superior a 35%, contrastando a leste com terrenos rebaixados e aplainados da depressão sertaneja (Souza et al. 1979). O reverso mergulha gradativamente para oeste, em direção ao eixo da bacia, configurando um bloco dissimétrico

(Souza 1988), com maior altitude no norte (Mabesoone 1978), atingindo cotas acima de 900 m. As condições ecológicas do Planalto variam espacialmente devido aos efeitos das chuvas de convecção forçada. Estas ocorrem principalmente no "front" e no reverso imediato do norte do Planalto. À medida que o relevo é transposto no sentido leste-oeste, numa faixa de 8 a 10 km, cessam os efeitos das chuvas de convecção forçada, ocorrendo um aumento progressivo das deficiências hídricas de norte para sul e de leste para oeste (Souza et al. 1979), voltando a ficar mais úmido de leste para oeste à medida que se aproxima do rio Parnaíba, na divisa entre os estado do Piauí e Maranhão.

b) Chapada do Araripe. Entre os restos de bacias mesozóicas do nordeste brasileiro, a chapada do Araripe é a que conserva as formas mais características de uma chapada sedimentar (Anjos 1967). Funciona como um divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios São Francisco, ao sul, e Jaguaribe, ao norte (Beurlen & Mabesoone 1969). Situada ao sul do Ceará, na divisa com Pernambuco, a chapada do Araripe (Figura 1) abrange uma extensão territorial de 6.230 km^2, constituída por rochas sedimentares de idade cretácea, dominando na camada superior os arenitos e siltitos pertencentes à Formação Exu (Brasil 1981). Apresenta-se alongada no sentido leste-oeste com extensão aproximada de 170 a 180 km e largura não superior a 70 km (Souza 1988). No lado oriental é mais elevada, ultrapassando 950 m, enquanto a oeste, nas proximidades da fronteira com o Piauí, a altitude fica em torno de 700 m (Brito 1979). Constitui uma superfície de topo tabular, onde a inexistência de drenagem superficial no platô é decorrente da elevada porosidade e permeabilidade das rochas (Souza et al. 1979). O mergulho suave dos estratos sedimentares em direção norte e leste possibilita o surgimento de inúmeras nascentes na região do Cariri cearense (Brasil 1981). A chapada do Araripe é formada por uma série sedimentar (Série Araripe) quase horizontal, com um mergulho geral para nordeste, onde a seqüência se encontra completa. É constituída de quatro formações distintas: Cariri, Missão Velha, Santana e Exu (Beurlen 1962, 1963, Anjos 1967). A Formação Cariri, base da seqüência paleozóica, repousa diretamente sobre o embasamento cristalino, apresentando espessura de 20 a 50 m de um arenito conglomerático com muito feldspato (Beurlen 1962). A Formação Missão Velha, com espessura aumentando de 40 a mais de 120 m para leste (Anjos 1967), é constituída de arenito de granulação média ou fina (Beurlen 1962). A Formação Santana abrange calcários, margas, argilas, siltitos e uma camada de gipsita espessa (Beurlen 1971), constituindo a seção mais fossilífera da Série Araripe (Beurlen 1963). Forma uma capa extensa e contínua por quase toda a chapada, atingindo sua maior espessura (ca. 250 m) também na parte leste (Anjos 1967). A Formação Exu forma uma capa contínua em toda a chapada, com quase 300 m de espessura de arenito caolínico argiloso de granulação variável,

em geral média, com grãos pouco rolados (Beurlen 1962). As Formações Cariri e Exu teriam sido depositadas num ambiente fluvial, enquanto a Formação Missão Velha, num ambiente lacustre (Beurlen 1962). Estas formações arenosas, sem dúvida, originaram-se em água doce. Porém, a grande extensão da camada de gipsita e a fauna ictiológica da Formação Santana indicam certas influências marinhas e uma ligação, pelo menos temporária, com o mar (Beurlen 1962, 1971, Beurlen & Mabesoone 1969).

c) Solo e clima. Através da verificação no campo do tipo de solo onde ocorre a vegetação mapeada neste trabalho, foi feita a classificação pedológica baseada na descrição de um perfil realizado em Areias Quartzosas distróficas, no norte do planalto da Ibiapaba (Jacomine et al. 1973). Para testar diferenças de chuva entre o carrasco, a caatinga e a floresta, aplicou-se análise de variância (ANOVA) aos totais pluviométricos de 15 anos consecutivos (exceto em locais que apresentaram alguns anos com dados incompletos) de 16 localidades no planalto da Ibiapaba. Não foram usadas localidades da chapada do Araripe devido à ausência de dados de precipitação nos locais com carrasco. Para o carrasco e a caatinga também foi feita ANOVA com a quantidade de meses secos (precipitação igual a zero). Para a ANOVA foi feita a transformação pela raiz quadrada dos dados e, a posteriori, foram comparadas as diferenças entre os locais pelo teste de Tukey (Zar 1984) usando o programa SYSTAT (Wilkinson 1990). Os dados de precipitação foram fornecidos pela SUDENE (1990) e Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME 1995).

Resultados e discussão

Localização geral.

No reverso do planalto da Ibiapaba do norte, a unidade de mapeamento de solos refere-se a Areias Quartzosas distróficas profundas; na parte sul, a Areias Quartzosas distróficas profundas associadas a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Brasil 1972a, Brasil 1983). Na chapada do Araripe, o mapa de solos do estado do Ceará (Brasil 1972a) indica Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, mas o mapa de solos do estado de Pernambuco (Brasil 1972b) indica uma associação de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico + Areias Quartzosas distróficas e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico+ Laterita Hidromórfica distrófica e Regossolos. Nossas observações de campo mostraram que a vegetação de carrasco ocorre em Areias Quartzosas distróficas profundas, exceto uma pequena mancha em Regossolo na rodovia BR 122, entre Posto da Serra e Exu, em

Pernambuco. Devido à escala e ao tipo de levantamento pedológico, os mapas disponíveis mostram diferentes unidades de mapeamento sob o carrasco

A análise de um perfil de Areias Quartzosas, originadas de arenito do Siluriano-Devoniano, Formação Serra Grande, no norte do planalto da Ibiapaba em altitude de 740m, apresentou horizonte A fraco e seqüência A_1, C_1, C_2, C_3, C_4. O solo é essencialmente quartzoso, muito profundo, excessivamente drenado, ácido e de baixa fertilidade natural (Brasil 1972a). A saturação de bases (V%) variou de 10 a 30% no horizonte C, com reação fortemente ácida (pH 4,7 a 5,3) e alumínio trocável variando de 0,4 a 0,8 mE/100gIFSA.

Os dados de precipitação em locais próximos com outros tipos de vegetação (Tabela 2) mostraram que a precipitação nos locais com floresta foi maior que no carrasco e na caatinga. Porém, não foi detectada diferença nos totais de precipitação e nem nos totais de meses sem chuvas entre o carrasco e a caatinga. A maior precipitação na floresta deve-se à ocorrência de chuvas de convecção forçada no rebordo e reverso imediato do planalto, já que o período chuvoso daquela região depende da Convergência Intertropical (Nimer 1989). As chuvas de convecção forçada, associadas ao mergulho das camadas, ocasionam movimento de água subterrânea para oeste, onde está situado o carrasco, ocorrendo, provavelmente, maior disponibilidade de água no solo do que nas áreas da caatinga. A ocorrência da vegetação de carrasco não depende apenas da precipitação, mas de um conjunto de variáveis, como relevo, solo, clima edáfico e temperatura.

Distribuição, ocupação e uso.

Ocupando uma área potencial total de 7.406 km^2, (0,48% da área total da região nordeste), aquela vegetação constitui a feição dominante no planalto da Ibiapaba (Figuras 3 e 4), principalmente na chapada do Araripe (Figura 5), onde ocupa 75% da cobertura vegetacional do platô. Apenas uma pequena parte (14,2%) da cobertura original encontra-se conservada, outra pequena parte (15,4%) está perturbada. A maior parte (70,4%) corresponde às áreas desmatadas para agricultura e/ou manchas muito pequenas de vegetação, que não puderam ser mapeadas na escala de 1:250.000. Aquelas porcentagens foram obtidas através de imagens dos anos de 1989 a 1992 (Tabela 1). Em visitas ao campo observou-se que as áreas localizadas no sul do planalto da Ibiapaba, nas proximidades da rodovia BR 020 (Figura 4), já foram destruídas e substituídas por grandes plantações de cajueiro (*Anacardium ocidentalis* L.).

No planalto da Ibiapaba, o carrasco ocupa uma área de 3.215 km^2 (43,4% da área total), dos quais 25% conservados. A proporção de áreas conservadas no sul do planalto (19,5%) não corresponde à situação atual, como já discutido anteriormente. A área potencial

situada no norte da Ibiapaba é maior que a do sul (59,5%), porém apresentou apenas 5,5% de áreas conservadas. O norte da Ibiapaba, além de ser favorecido pelas chuvas de convecção forçada, apresenta mais cursos fluviais. Os cursos fluviais geralmente são barrados e utilizados para a irrigação dos interflúvios no período sem chuvas, principalmente na área onde está situado o carrasco, por ser menos favorecida pelas chuvas orográficas. A menor escassez de água no norte do planalto, provavelmente, contribuiu para um maior povoamento, abertura de estradas e, conseqüentemente, maior desmatamento das áreas de carrasco, que são utilizadas pricipalmente para horticultura.

No norte do planalto da Ibiapaba, o carrasco limita-se a leste com a Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-nebular (floresta úmida serrana); no sul, com a Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (floresta seca), ambas situadas na vertente leste do planalto, condizente com o registrado no mapa da vegetação do estado do Ceará (Figueiredo 1986). Em toda a extensão oeste do planalto, limita-se com a caatinga.

Na chapada do Araripe ocorre a maior área ocupada pela vegetação de carrasco, 4.191 km^2 (56,6% do total), mas restam apenas 5% da cobertura original (Figura 5). A planura do relevo e a existência de estradas que cortam a chapada nas direções norte-sul e leste-oeste devem ter facilitado a ação antrópica naquela região. Foram observadas culturas de café, feijão, milho, e, principalmente, mandioca. Com exceção do café, as outras também são cultivadas nas áreas de carrasco do planalto da Ibiapaba.

Na chapada do Araripe, o carrasco limita-se a nordeste com as floresta úmida serrana e a Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (cerradão), confirmando o encontrado por Figueiredo (1986). A sudeste, limita-se com o cerrado "sensu stricto". A noroeste e oeste, limita-se com a caatinga situada na vertente da chapada, onde a precipitação pluviométrica parece ser menor, provavelmente devido à posição do relevo, que fica a sotavento, tornando a semi-aridez mais acentuada. Na maior parte da vertente sul da chapada, onde a posição ocasiona a passagem de ventos com maior teor de umidade, o carrasco limita-se com uma floresta seca.

Comparando as áreas mapeadas anteriormente (Figura 2) com as deste trabalho (Figuras 3, 4 e 5), verificou-se, que no estado do Ceará, as diferenças foram mais acentuadas no norte da Ibiapaba. Figueiredo (1986) considerou como carrasco a área do reverso que atinge a divisa do estado do Ceará com o Piauí (Figura 2). Mas, neste trabalho o carrasco foi representado por uma faixa mais estreita (Figura 3). Nossas observações de campo mostraram que as áreas de "carrascos" ou "catanduvas" mapeadas por Andrade-Lima (1978) na bacia do rio Paraíba (Figura 2) incluíram também as chapadas com altitudes em torno de 400 m, cobertas por caatingas de solos arenosos com predomínio de *Piptadenia moniliformis*

Benth., chamada popularmente de catanduva. Sem um conhecimento mais detalhado da fisionomia e flora do carrasco na Ibiapaba e na chapada do Araripe, aquelas áreas de caatingas podem ser confundidas com o carrasco, devido ao predomínio das catanduvas. Mas, diferem por apresentar uma fisionomia mais uniforme que a do carrasco e uma flora diferente e menos rica.

Caracterização fisionômica.

A vegetação do planalto da Ibiapaba e da chapada do Araripe, conhecida localmente como "carrasco", é muito densa, constituída predominantemente por arbustos, ramificados no nível do solo, raramente espinhosos, em torno de 6 m de altura, com raras árvores espaçadas, geralmente não ultrapassando 10 m de altura (Figura 6a). Figueiredo (1986) descreveu o carrasco como uma vegetação de arbustos cespitosos, constituído por espécies de caatinga, floresta, cerrado e própria. Os arbustos apresentam, às vezes, caules subescandentes, geralmente finos, entrelaçados por muitas trepadeiras herbáceas e lenhosas. A predominância de arbustos de caules finos foi mostrada nas três áreas estudadas por Araújo et al. (1998b), no sul do planalto da Ibiapaba, onde a maioria dos indivíduos (92 a 98%) apresentou diâmetro do caule no nível do solo menor que 12 cm e alturas (89 a 99,9%) inferiores a 8 m, confirmando a predominância de plantas arbustivas. O emaranhado, provocado principalmente pelas trepadeiras que sobem nos caules e copas dos arbustos e árvores, contribui para que alguns arbustos apresentem aspectos subescandentes, principalmente quando jovens, resultando em plantas baixas e numa fisionomia de aspecto desorganizado, dando a impressão de perturbação antrópica. Aquele emaranhado de arbustos e trepadeiras dificulta a penetração do homem e animais domésticos. O estrato herbáceo é praticamente inexistente, desaparecendo quase por completo no período seco, exceto as bromeliáceas *Bromelia plumieri* (E. Morren) L.B.Smith e *Neoglaziovia variegata* (A. da Câmara) Mez que, às vezes, são encontradas em agregados em meio aos arbustos. As folhas são geralmente pequenas ou compostas, variando de glabrescentes a glabras e de membranáceas a papiráceas, às vezes, coriáceas. Em algumas áreas perturbadas do planalto da Ibiapaba, as espécies *Acacia langsdorffii* Benth. e *Piptadenia moniliformis* Benth. predominam fisionomicamente sobre as demais.

No período seco, as plantas iniciam a perda das folhas mais tarde que a caatinga. Além disso, alguns indivíduos não perdem completamente as folhas e alguns rebrotam durante o período seco, dando à vegetação um aspecto de menor caducifolia que a caatinga, confirmando a idéia da maior disponibilidade de água no solo. Entre eles foram encontradas

algumas populações de mirtáceas que florescem e renovam suas folhas do meio para o final da estação seca.

O carrasco da chapada do Araripe parece ser florísticamente mais diversificado que o do planalto da Ibiapaba e também parece apresentar um gradiente de diversidade no sentido leste-oeste. Provavelmente, tal gradiente estaria associado à variação de umidade. Porém, não existem dados de precipitação pluviométrica para aquela área. Observou-se no campo que, no mesmo período, ao longo da estrada PE 585 no sentido leste-oeste, a caducifolia aumentava em direção oeste, aparecendo algumas cactáceas nas proximidades de Marcolândia.

A ocorrência de cactáceas naquela vegetação é rara. No sul da Ibiapaba, em uma área de 7500 m^2, foram encontrados apenas três indivíduos de *Cereus jamacaru* DC. (Araújo et al. 1998). Além daquela espécie, no norte também foi encontrado *Cereus albicaulis* (Britton & Rose) Luetzelb.. No oeste da chapada do Araripe, parecem ocorrer outras espécies, também com poucos indivíduos. As famílias registadas com maior número de espécies, no sul da Ibiapaba, foram Caesalpiniaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Bignonicaceae e Mimosaceae (Araújo et al. 1998a).

Afinidades fisionômicas da vegetação mapeada neste trabalho.

A fisionomia da vegetação mapeada neste trabalho (Figura 6a), além de ter sido considerada por Andrade-Lima (1978) igual à de caatingas sobre solos arenosos no estado do Piauí, pode ser confundida com uma vegetação xerófila com murundus (Figura 6b), encontrada na vertente oeste da chapada da Diamantina, município de Seabra, estado da Bahia, em uma área com altitudes oscilando em direção ao oeste, de 900 m, 1100 m e 800 m, entre coordenadas 12°25' a 41°48' S e 12°27' a 42°14' W. Também pode ser confundida com uma vegetação xerófila, chamada localmente de "grameal" (Figura 6c), nas proximidades da região de Barreiras, entre os municípios de Muquém do São Francisco, Baianópolis, Tabocas do Brejo Velho, Brejolândia e Santana, em torno de 800 m de altitude, entre as coordenadas 12°13' a 15°33' S e 43°52'a 44°34' W. Na divisa dos estados do Piauí, Bahia, Tocantins e Maranhão, sobre o platô da chapada das Mangabeiras, também ocorre uma vegetação denominada localmente de carrasco, arbustiva e entrelaçada, de aspecto denso (Figura 6d), principalmente pela ocorrência de uma taboquinha (Bambusaceae) que também foi encontrada, embora com menor abundância, nas áreas de Seabra e Barreiras. Através das observações de campo, não foi possível verificar o nível de caducifolia do carrasco da chapada das Mangabeiras porque no final mês de agosto aquela vegetação ainda se encontrava predominantemente com folhas

No mapa de solos do estado da Bahia (Brasil 1973/76), a região de Seabra estaria situada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e o "grameal", sobre uma associação de Latosso Vermelho-Amarelo distrófico + Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente eutrófico. A vegetação da chapada das Mangabeiras estaria em Latossolo Amarelo álico e distrófico (Brasil 1983). As observações de campo mostraram que os solos do carrasco da chapada das Mangabeiras, são semelhantes aos observados nas duas regiões anteriores. Não foi observada a ocorrência de murundus e afloramentos rochosos naquela chapada, mas parece ter espécies que são comuns às regiões de Seabra e Barreiras.

Vegetação de Seabra - BA (Chapada da Diamantina). A vegetação xerófila observada na região de Seabra apresenta uma fisionomia arbustiva, com predomínio de *Acacia langsdorffii* Benth.. Dependendo do aparecimento de afloramentos rochosos ou murundus (muito comuns naquela região), aquela fisionomia varia de um aspecto denso e contínuo a uma fisionomia mais aberta, em forma de moitas, intercaladas com afloramentos rochosos ou murundus. O solo apresenta um horizonte A com aproximadamente 15-20 cm de profundidade, arenoso e um aparente horizonte subsuperficial argiloso, concrecionário, dando a impressão, de que no período das chuvas, ocorre alagamento. Aquela paisagem foi observada em relevo suave ondulado ao longo da rodovia BR 242, iniciando no município de Seabra, em direção oeste, até o contato com uma caatinga arbustiva em Solos Litólicos, com murundus e afloramentos rochosos, em torno dos 800 m de altitude.

Vegetação da região de Barreiras (grameal). A vegetação das proximidades de Barreiras, denominada localmente "grameal", foi considerada por Andrade-Lima (1978) como semelhante aos carrascos ou catanduvas, mapeados na bacia do Parnaíba. Em seu estado mais conservado, apresenta uma fisionomia predominantemente arbórea, porém em estádios mais perturbados, apresenta uma fisionomia muito parecida com o carrasco mapeado neste trabalho, devido ao predomínio de *Piptadenia moniliformis* Benth. Porém, difere do carrasco da Ibiapaba e Araripe, por apresentar um estrato uniforme e um conjunto florístico diferente, aparentemente mais próximo daquela vegetação observada em Seabra. Os solos são semelhantes aos de Seabra, porém não foi observada a presença de afloramentos rochosos, nem a ocorrência de murundus. Andrade-Lima (1978) considerou o "grameal", na região de Barreiras, estado da Bahia, como semelhante aos carrascos ou catanduvas da bacia do Parnaíba, provavelmente com base na ocorrência da espécie *Piptadenia moniliformis* Benth.. Porém, aquela espécie ocorre em áreas de caatinga sobre solos arenosos, nos terrenos costeiros do Grupo Barreiras e "llanos" venezuelanos (Bigarella et al. 1975), não representando um bom indicador do tipo de vegetação. O único trabalho realizado no "grameal" da região de Barreiras é um estudo preliminar sobre a relação solo-vegetação

(Bramão & Black 1955), em que a lista florística encontra-se predominantemente no nível de família.

Conclusões

A vegetação mapeada neste trabalho ocorre exclusivamente no reverso imediato do planalto da Ibiapaba, borda oriental da bacia do Piauí-Maranhão, na divisa entre os estados do Ceará e Piauí; e na chapada do Araripe, na divisa entre os estados do Ceará e Pernambuco. Ocupa a faixa altitudinal de 700 a 900 m, nos interflúvios suavemente inclinados do planalto da Ibiapaba e no platô da chapada do Araripe, em solos do tipo Areias Quartzosas distróficas profundas. Devido à baixa fertilidade do solo, as áreas de carrasco são desmatadas e cultivadas geralmente por um ou dois anos e, posteriormente, abandonadas. A pequena área ocupada pela vegetação mapeada neste trabalho no nordeste brasileiro (0,48%), sua distribuição restrita ao planalto da Ibiapaba e à chapada do Araripe, a pequena proporção de remanescentes da cobertura original (14,2%), a falta de áreas protegidas por lei e a lenta recuperação daquela vegetação, mostram a necessidade urgente de criação de áreas protegidas, antes que aquela vegetação desapareça, sem que seja pelo menos conhecida a sua diversidade biológica. Os totais anuais médios de chuva (1289 a 1651 mm) foram significativamente maiores nos locais com vegetação de floresta, entretanto, não foi encontrada diferença entre os locais com vegetação de caatinga e carrasco (633 a 948 mm). Porém, considerando as características de relevo e solo, é bem possível que o clima edáfico seja mais úmido no carrasco.

Com base na descrição fisionômica e na classificação adotada para a África no Colóquio de Yanganbi (Schnell 1987), a vegetação mapeada neste trabalho pode ser classificada como um altifruticeto caducifólio, denso com trepadeiras e árvores esparsas, um tipo de "fourré" (Rougerie 1988).

Não foi possível avaliar a afinidade florística da vegetação mapeada neste trabalho entre o "grameal" (na região de Barreiras) , a vegetação da região de Seabra (chapada da Diamantina) e chapada das Mangabeiras, pela inexistência de trabalhos sobre a flora daquelas áreas e até mesmo de descrições fisionômicas. Mas, através das observações de campo, foi possível notar uma provável proximidade florística maior entre aquelas áreas do que entre elas e as do planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe.

A região fitogeográfica do nordeste chamada genericamente de domínio das caatingas (Andrade-Lima 1981), apresenta muitos tipos diferentes de vegetação com

fisionomias e floras distintas. É possível reconhecer pelo menos duas séries fisionômica-florística, a higrófila (incluindo manguezais, florestas costeiras e serranas, vegetação aquática dos açudes e lagoas temporárias, etc.) e a xerófila. A série xerófila tem nos diferentes tipos de caatingas os seus representantes mais conhecidos e melhor descritos. Mas, ocorrem vários outros tipos de vegetação que, embora apresentem fisionomias semelhantes (como o carrasco, o grameal e a vegetação com morundus da região de Seabra), apresentam floras distintas e mais ricas (Araújo et al. 1988b). Tais floras xerófilas são pouco conhecidas e mostram que os tipos de vegetação ocorrentes no nordeste, muito possivelmente, tiveram diferentes origens. Resulta, então, que a região nordeste deva ter uma biodiversidade muito maior do que se supõe e que há necessidade de planejar e instalar áreas de reserva nos diferentes tipos de vegetação.

Agradecimentos - Os autores agradecem aos Drs. A.T. Oliveira-Filho, G.J. Shepherd, L.S. Kinoshita e M. A. Figueiredo, pelas críticas e sugestões. À Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) pelo auxilio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho. Ao programa PICD / CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida a F.S. Araújo.

Referências bibliográficas

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

ANDRADE, G.O. de. 1968. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos. Estudos Universitários. 2/3:1-13.

ANDRADE-LIMA, D. de. 1978. Vegetação. In Lins, R.C.(ed.). Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife. p.131-135. (Série estudos e pesquisas, 9).

ANDRADE-LIMA, D. de. 1981. The caatingas dominium. Revta brasil. Bot. 4:149-153.

ANJOS, N. da F.R. 1967. Síntese histórica da geologia da chapada do Araripe. Boletim Geográfico 26:69-73.

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., FIGUEIREDO, M.A., RODAL, M.J.N. & FERNANDES, A.G. 1998a. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. Revta brasil. Bot.21 (prelo).

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., RODAL, M.J.N & FIGUEIREDO, M.A. 1998b. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. Rev. Brasil. Biol. 58:85-95.

BAHIA. 1989. Mapa do estado da Bahia: hipsometria, escala 1: 1.500.000. CEI.

BEURLEN, K.A. 1962. Geologia da chapada do Araripe. An. Acad. Bras. Ciênc. 34:365-370.

BEURLEN, K. A. 1963. Geologia e estratigrafia da chapada do Araripe. In Congresso Nacional de Geologia, 17, Recife, Sociedade brasileira de geologia - núcleo Pernambuco, p.12-18.

BEURLEN, K.A. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da formação Santana na chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). An. Acad. Bras. Ciênc. 43:411-415.

BEURLEN, K.A. & MABESSONE, J.M. 1969. Bacias cretáceas intracontinentais do nordeste do Brasil. Notícia Geomorfológica 9:19-34.

BIGARELLA, J.J., ANDRADE-LIMA, D. de & RIEHS, P.J. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. An. Acad. Bras. Ciênc. 47:411-464 (Suplemento).

BRAMÃO, L. & BLACK, G. A. 1955. Nota preliminar sobre o estudo solo-vegetação de Barreiras, Bahia. Bolm. Serv. Nac. Pesq. Agron. 9

BRASIL. 1970. Mapa do estado do Piauí: hipsometria, escala 1:1000.000. IBGE.

BRASIL. 1972a. Mapa exploratório-reconhecimento de solos: estado do Ceará, escala 1:600.000. SUDENE.

BRASIL 1972b. Mapa exploratório-reconhecimento de solos: estado de Pernambuco, escala 1:600.000. SUDENE.

BRASIL. 1973/76. Mapa exploratório-reconhecimento de solos da margem direita / esquerda do rio São Francisco: estado da Bahia, escala 1:1.000.000. SUDENE.

BRASIL. 1981. Ministério das Minas e Energia. Geomorfologia. In: Folhas SB 24/25 Jaguaribe/Natal: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. (Levantamento de Recursos Naturais).

BRASIL. 1983. Mapa exploratório-reconhecimento de solos: estado do Piauí, escala 1:1.000.000. SUDENE.

BRITO, I.M. 1979. Bacias sedimentares de formações pós-paleozóicas do Brasil. Interciência, Rio de Janeiro.

CEARÁ. 1994. Mapa do estado do Ceará, escala 1: 500.000. IPLANCE, Fortaleza.

FENAME. 1983. (ed.). Atlas geográfico. IBGE, Rio de Janeiro.

FERNANDES, A. 1990. Temas fitogeográficos. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. 1990. Estudo fitogeográfico do Brasil. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERRI, M.G. 1980. Vegetação brasileira. Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

FIGUEIREDO, M.A. 1986. Vegetação. In Atlas do Ceará. (ed.). SUDEC. Fortaleza. p. 24-25.

FOURY, A.P. 1972. As matas do nordeste brasileiro e sua importância econômica. Boletim Geográfico 31:14-131.

FUNCEME. 1995. Relatório de pluviometria por faixa de anos - Estado do Ceará. Departamento de apoio tecnológico (DETEC), Fortaleza.

HARLEY, R.M. 1995. Introduction. In STANNARD, B.L. Flora of the Pico das Almas, chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew.

HERNANDEZ-FILHO, P. 1988. Metodologia da análise visual de dados em sensoriamento remoto-vegetação. (ed.), INPE. São José dos Campos. (INPE, 4696-MD/037).

JACOMINE, P.K.T., ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. 1973. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará. v. II. SUDENE (Boletim Técnico, 28).

LUETZELBURG, P.v. 1922/1923. Estudo botânico do Nordeste. Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas. v. 3 (Publicação 57, Série 1, A), Rio de Janeiro.

MABESOONE, J.M. 1978. Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro. Instituto de Geografia/USP (Série Geomorfologia 56).

MEGURO, M., PIRANI, J.R., GIULIETTI, A.M. & MELLO-SIVA, R. 1994. Phytophysiognomy and compositon of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. Revta brasil. Bot. 17:149-166.

NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2ª. ed. IBGE- SUPREN (Fundação IBGE-SUPREN, Recursos Naturais e Meio Ambiente), Rio de Janeiro.

PERNAMBUCO. 1981. Mapa do estado de Pernambuco, escala 1:600.000. CONDEPE.

PIRANI, J.R., GIULIETTI, A.M., MELLO-SIVA, R. & MEGURO, M. 1994. Checklist and patterns of geographic distribution of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. Revta brasil. Bot. 17:133-147.

REIS, A.C. de S. 1976. Clima da caatinga. An. Acad. Bras. Ciênc. 48:325-335.

RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª. ed. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.

ROMARIZ, D.A. 1974. Aspectos da vegetação do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.

ROUGERIE, G. 1988. Geographie de la biosphere. Armand Colin Editeur, Paris.

SAINT-HILAIRE, A. de. 1975. Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

SAMPAIO, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In BULLOCK, S.H., MOONEY, H.A. & MEDINA, E. Seasonally dry tropical forests. University Press, Cambridge. p.35-63.

SARMIENTO, G. 1972. Ecological and floristic convergences between seasonal plant formations of tropical and subtropical South America. Journal of Ecology 60:367-410.

SARMIENTO, G. 1975. The dry formations of South America and their floristic connections. Journal of Biogeography 2:233-251

SCHNELL, R. 1987. La flore et la vegetation de l'amérique tropicale. TomoII, Masson, Paris.

SOUZA, M.J.N. 1988. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. Rev. Geologia 1:73-91.

SOUZA, M.J.N., LIMA, F.A.M. & PAIVA, J.B. 1979. Compartimentação topográfica do estado do Ceará. Ciên. Agron. 9: 77-86.

SUDENE. 1990. Dados pluviométricos mensais do nordeste: v.1 - Ceará. Recife (Série pluviométrica, 3).

TIGRE, C.B. 1976. Estudos de silvicultura especializada no nordeste. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró (Coleção Mossoroense, 41).

WILKINSON, L. 1992. SYSTAT: The system for statistics. Evanston, IL: SYSTAT Inc.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2ª ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Tabela 1 - Relação das imagens TM/Lansat usadas na elaboração do mapeamento da vegetação de carrasco no Nordeste do Brasil. B (blue), R(red), G (green), (* imagens que abrangem o planalto da Ibiapaba e a chapada do Araripe).

Imagens	Bandas / Cor	Data	Colorido
217/065*	3B 4R 5G	24/08/1992	Infravermelho colorido
218/062*	2B 3G 4R	23/08/1989	Infravermelho colorido
218/063*	3B 4G 5R	07/08/1989	Colorido normal
218/064*	3B 4G 5R	07/08/1989	Colorido normal
218/065*	3B 4G 5R	22/05/1990	Colorido normal
219/067	3B 4R 5G	10/09/1993	Infravermelho colorido
219/068	3B 4R 5G	10/09/1993	Infravermelho colorido
219/069	3B 4R 5G	10/09/1993	Infravermelho colorido
219/070	3B 4R 5G	09/08/1993	Infravermelho colorido
220/067	3B 4G 5R	26/06/1992	Colorido normal
220/068	3B 4G 5R	10/06/1992	Colorido normal
221/067	3B 4G 5R	04/08/1992	Colorido normal
221/068	3B 4G 5R	04/08/1992	Colorido normal

Tabela 2 - Valores máximos, médios e mínimos e comparação das médias (Tukey) dos totais anuais de precipitação de 16 localidades próximas ou no planalto da Ibiapaba, com os respectivos tipos de vegetação, altitude e período de disponibilidade dos dados. Os anos entre parênteses foram excluídos por falta de dados. Médias seguidas por letras iguais não diferiram estatisticamente ($p \leq 5\%$).

Locais	Altitude (m)	Tipo de vegetação	Período (anos)	Meses secos	Precipitação		
				med	med	max	min
Viçosa do Ceará	685	floresta	80-95 (86)	–	1.558[a]	2.307,7	632,6
Ubajara	870	floresta	81-95	–	1.556[a]	2.864,5	644,7
Ibiapina	878	floresta	81-95	–	1.651[a]	3.230,4	765,7
São Benedito	903	floresta	81-95	–	1.392[a]	2.767,8	564,6
Guaraciaba do Norte	902	floresta	81-95	–	1.307[a]	2.602,2	484,0
Tianguá	795	transição floresta / carrasco	81-95	–	1.289[a]	2.409,3	770,0
Alívio	730	carrasco	74-88	2,6[ab]	833,7[b]	1.044,4	489,0
Carnaubal	700	carrasco	81-95	4,3[bd]	667,6[b]	1.626,4	246,4
Poranga	700	carrasco	69-85 (80,81)	4,2[cd]	675,8[b]	1.201,1	207,1
Assunção	480	caatinga	70-86 (83,84)	4,9[bd]	807,8[b]	2.023,0	271,0
Crateús	275	caatinga	70-85 (84)	2,0[a]	747,7[b]	1.348,6	147,8
Fronteiras	418	caatinga	69-85 (72,83)	4,0[bc]	632,6[b]	1.058,1	445,0
Ipueiras	231	caatinga	81-95	4,0[bc]	984,1[b]	2.004,2	490,7
Pe Vieira	350	caatinga	69-85 (74,81)	3,3[bc]	744,6[b]	1.531,3	273,5
Pio IX	550	caatinga	69-85 (70,75)	4,0[bc]	814,4[b]	2.058,3	311,4
Simões	600	caatinga	65-81 (69,74)	4,4[cd]	650,7[b]	1.020,7	392,7

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização das áreas estudadas na região nordeste do Brasil.

Figura 2 - Localização das áreas de carrasco mapeadas por Andrade-Lima (1978) e Figueiredo (1986).

Figura 3 - Área de carrasco mapeada no norte do planalto da Ibiapaba.

Figura 4 - Área de carrasco mapeada no sul do planalto da Ibiapaba.

Figura 5 - Área de carrasco mapeada na chapada do Araripe.

Figura 6 - Aspectos fisionômicos: (a) vegetação mapeada neste trabalho na chapada do Araripe em maio de 1997; (b) vegetação xerófila da região de Seabra, estado da Bahia; (c) "grameal" perturbado da região de Barreiras, estado da Bahia: e (d) carrasco da chapada das Mangabeiras, na divisa entre estados da Bahia, Piauí e Maranhão. As fisionomias b, c, d foram fotografadas em agosto de 1997.

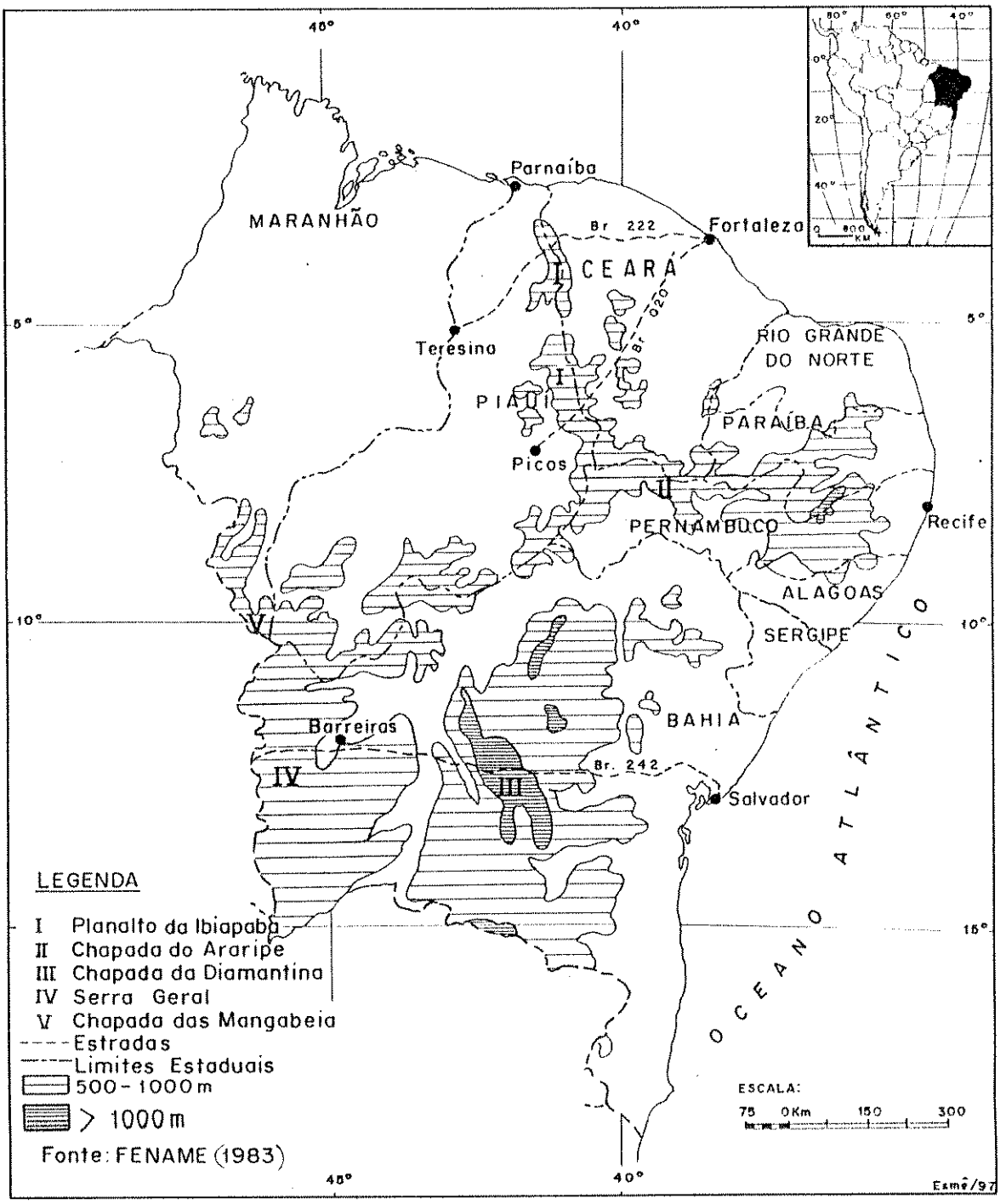

MARANHÃO
Parnaíba
Br 222
Fortaleza
CEARÁ
Br 020
Teresina
RIO GRANDE DO NORTE
PIAUÍ
PARAÍBA
Picos
PERNAMBUCO
Recife
ALAGOAS
SERGIPE
BAHIA
Barreiras
Br. 242
Salvador
OCEANO ATLÂNTICO
LEGENDA
I Planalto da Ibiapaba
II Chapada do Araripe
III Chapada da Diamantina
IV Serra Geral
V Chapada das Mangabeia
Estradas
Limites Estaduais
500 - 1000 m
> 1000 m
Fonte: FENAME (1983)
ESCALA:
75 0Km 150 300
Esmê/97

Figura 1

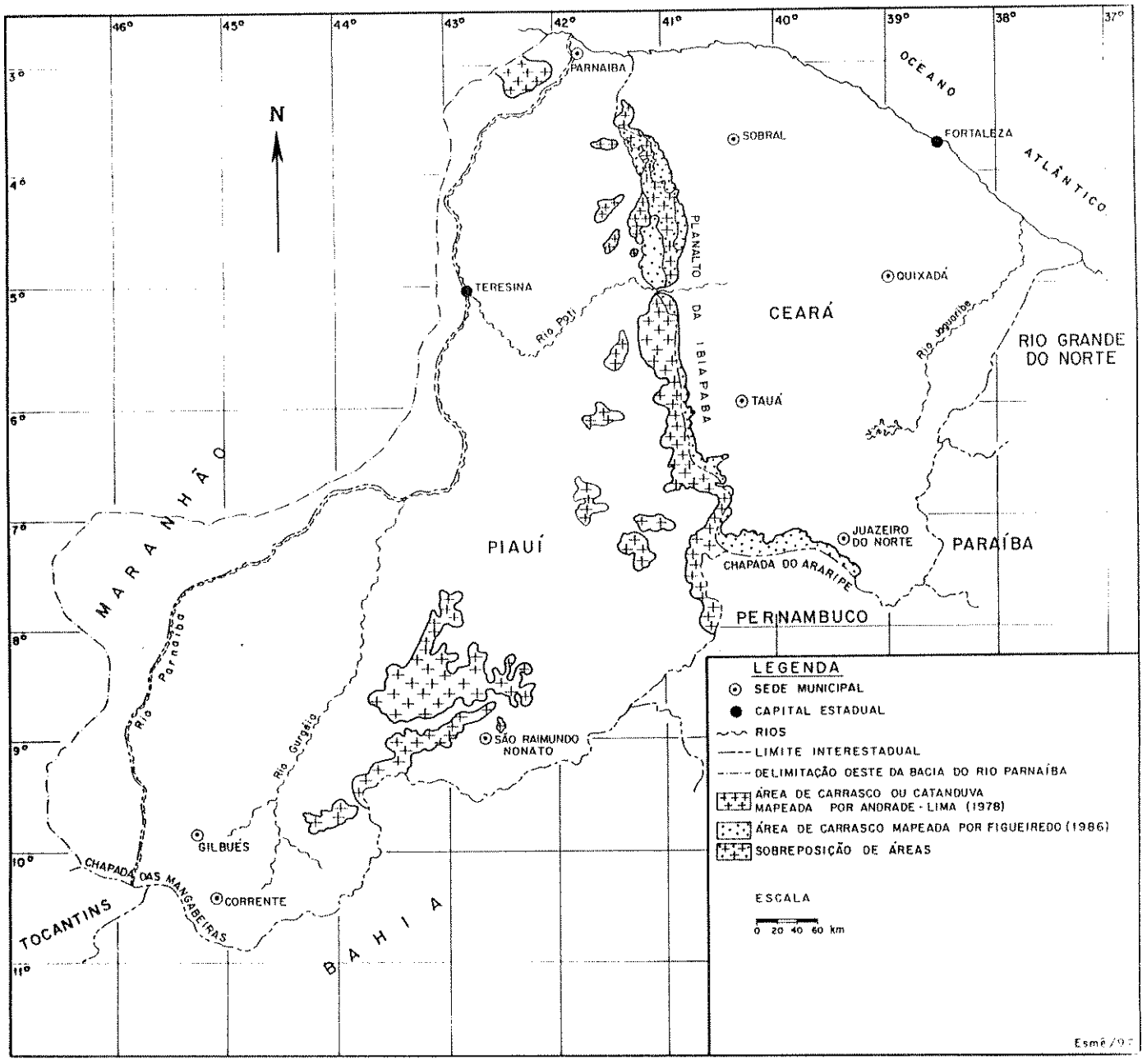

46°
45°
44°
43°
42°
41°
40°
39°
38°
37°
3°
4°
5°
6°
7°
8°
9°
10°
11°
N
PARNAIBA
SOBRAL
FORTALEZA
OCEANO ATLÂNTICO
TERESINA
Rio Poti
PLANALTO DA IBIAPABA
QUIXADÁ
CEARÁ
Rio Jaguaribe
RIO GRANDE DO NORTE
TAUÁ
MARANHÃO
PIAUÍ
JUAZEIRO DO NORTE
PARAÍBA
CHAPADA DO ARARIPE
PERNAMBUCO
Rio Parnaíba
Rio Gurguéia
SÃO RAIMUNDO NONATO
GILBUÉS
CHAPADA DAS MANGABEIRAS
CORRENTE
TOCANTINS
BAHIA
LEGENDA
SEDE MUNICIPAL
CAPITAL ESTADUAL
RIOS
LIMITE INTERESTADUAL
DELIMITAÇÃO OESTE DA BACIA DO RIO PARNAÍBA
ÁREA DE CARRASCO OU CATANDUVA MAPEADA POR ANDRADE - LIMA (1978)
ÁREA DE CARRASCO MAPEADA POR FIGUEIREDO (1986)
SOBREPOSIÇÃO DE ÁREAS
ESCALA
0 20 40 60 km

Figura 2

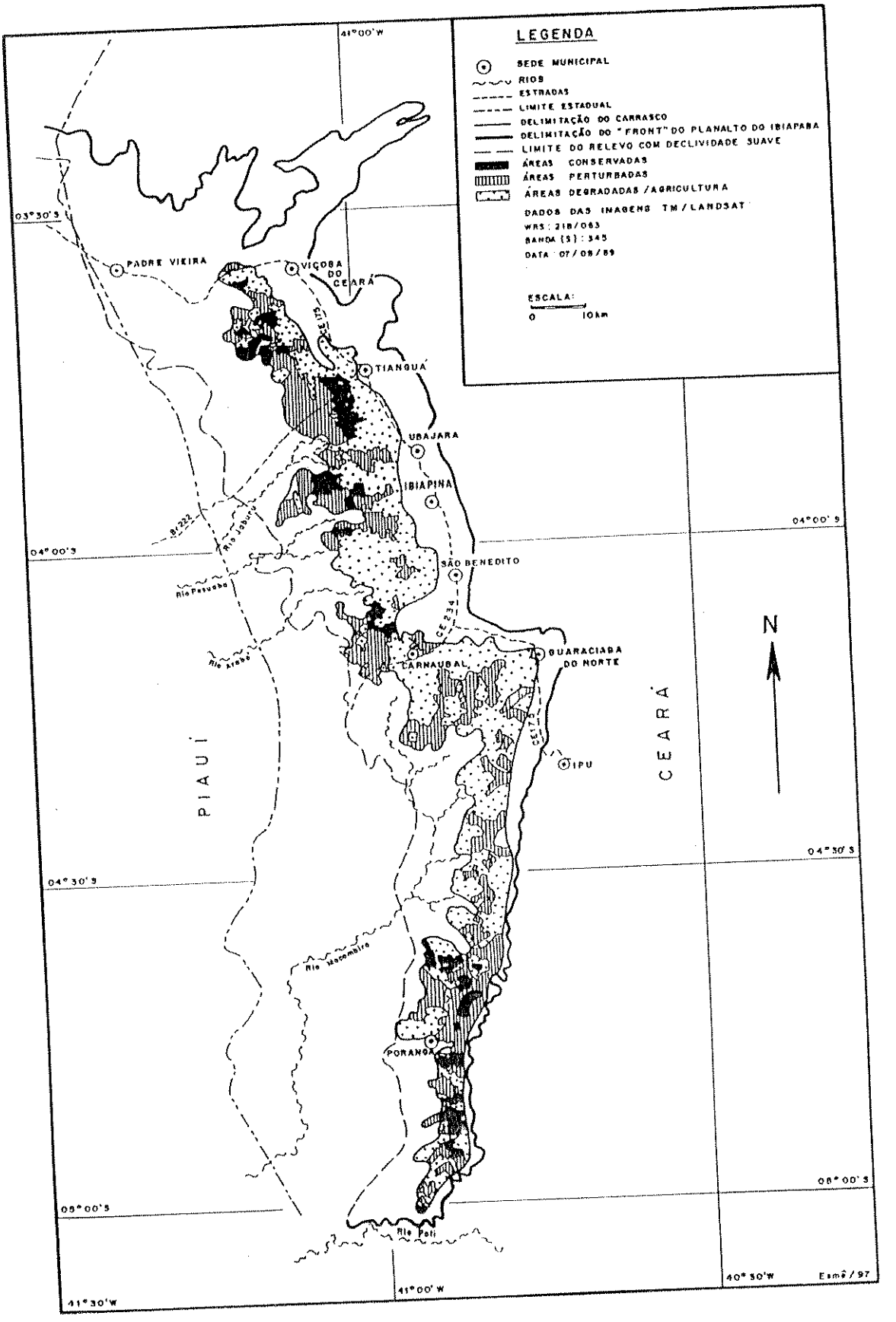

LEGENDA
SEDE MUNICIPAL
RIOS
ESTRADAS
LIMITE ESTADUAL
DELIMITAÇÃO DO CARRASCO
DELIMITAÇÃO DO "FRONT" DO PLANALTO DO IBIAPABA
LIMITE DO RELEVO COM DECLIVIDADE SUAVE
ÁREAS CONSERVADAS
ÁREAS PERTURBADAS
ÁREAS DEGRADADAS / AGRICULTURA
DADOS DAS IMAGENS TM / LANDSAT
WRS : 218/063
BANDA (5) : 345
DATA : 07/08/89
ESCALA:
0 10km
41°00'W
03°30'S
PADRE VIEIRA
VIÇOSA DO CEARÁ
CE 179
TIANGUÁ
UBAJARA
IBIAPINA
BR 222
Rio Jaburu
04°00'S
Rio Pesqueiro
SÃO BENEDITO
CE 234
Rio Arabé
CARNAUBAL
GUARACIABA DO NORTE
CE 377
IPU
PIAUÍ
CEARÁ
N
04°30'S
Rio Macambira
PORANGA
06°00'S
09°00'S
Rio Poti
41°30'W
41°00'W
40°30'W
Esmê / 97

Figura 3

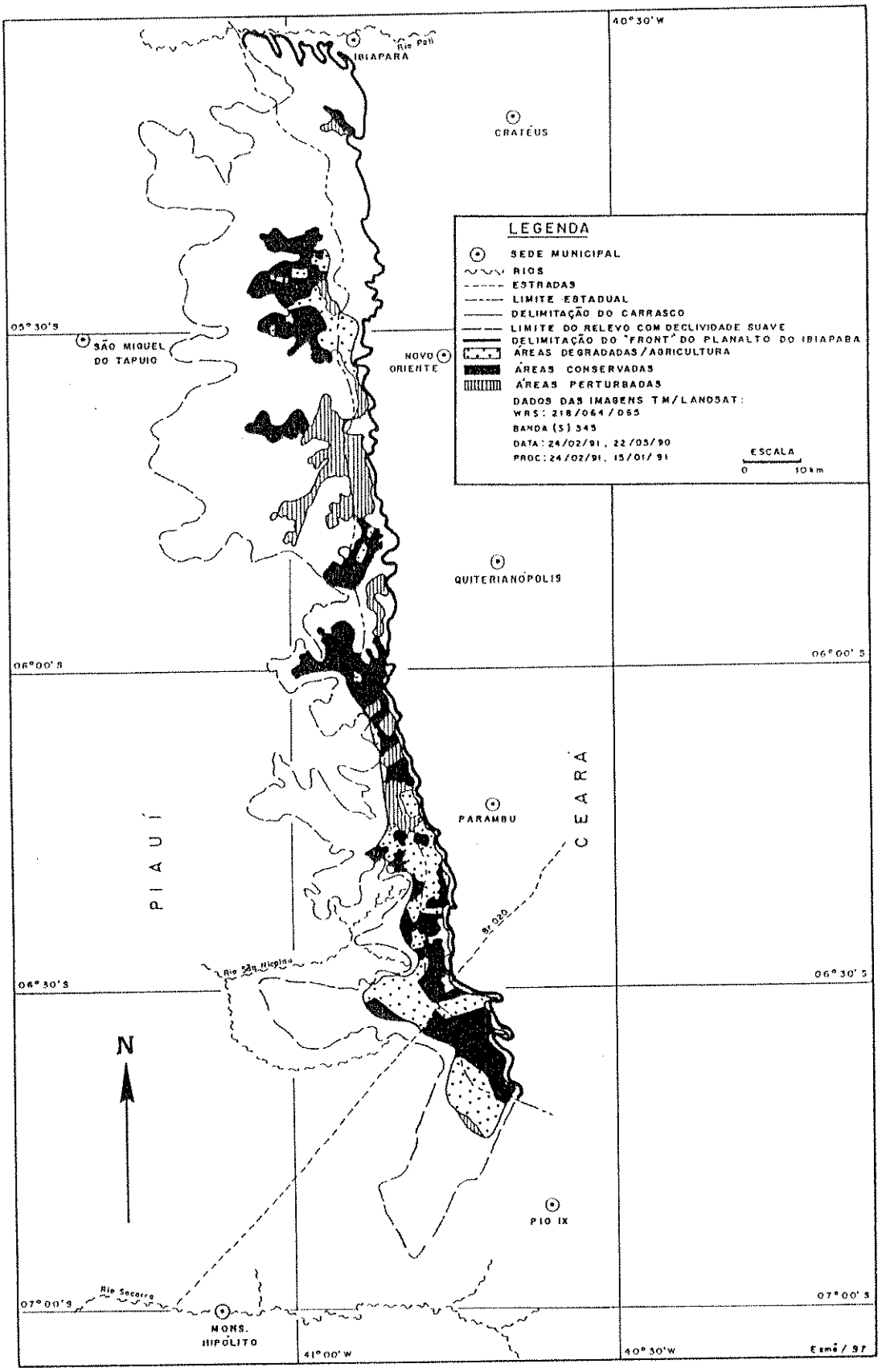

40°30'W
IBIAPARA
CRATÉUS
LEGENDA
SEDE MUNICIPAL
RIOS
ESTRADAS
LIMITE ESTADUAL
DELIMITAÇÃO DO CARRASCO
LIMITE DO RELEVO COM DECLIVIDADE SUAVE
DELIMITAÇÃO DO "FRONT" DO PLANALTO DO IBIAPABA
ÁREAS DEGRADADAS/AGRICULTURA
ÁREAS CONSERVADAS
ÁREAS PERTURBADAS
DADOS DAS IMAGENS TM/LANDSAT:
WRS: 218/064 / 065
BANDA (S) 345
DATA: 24/02/91, 22/05/90
PROC: 24/02/91, 15/01/91
ESCALA
0 10 km
05°30'S
SÃO MIGUEL DO TAPUIO
NOVO ORIENTE
QUITERIANÓPOLIS
06°00'S
PARAMBU
PIAUÍ
CEARÁ
BR-020
06°30'S
N
PIO IX
07°00'S
MONS. HIPÓLITO
41°00'W
40°30'W
Esmá / 97

Figura 4

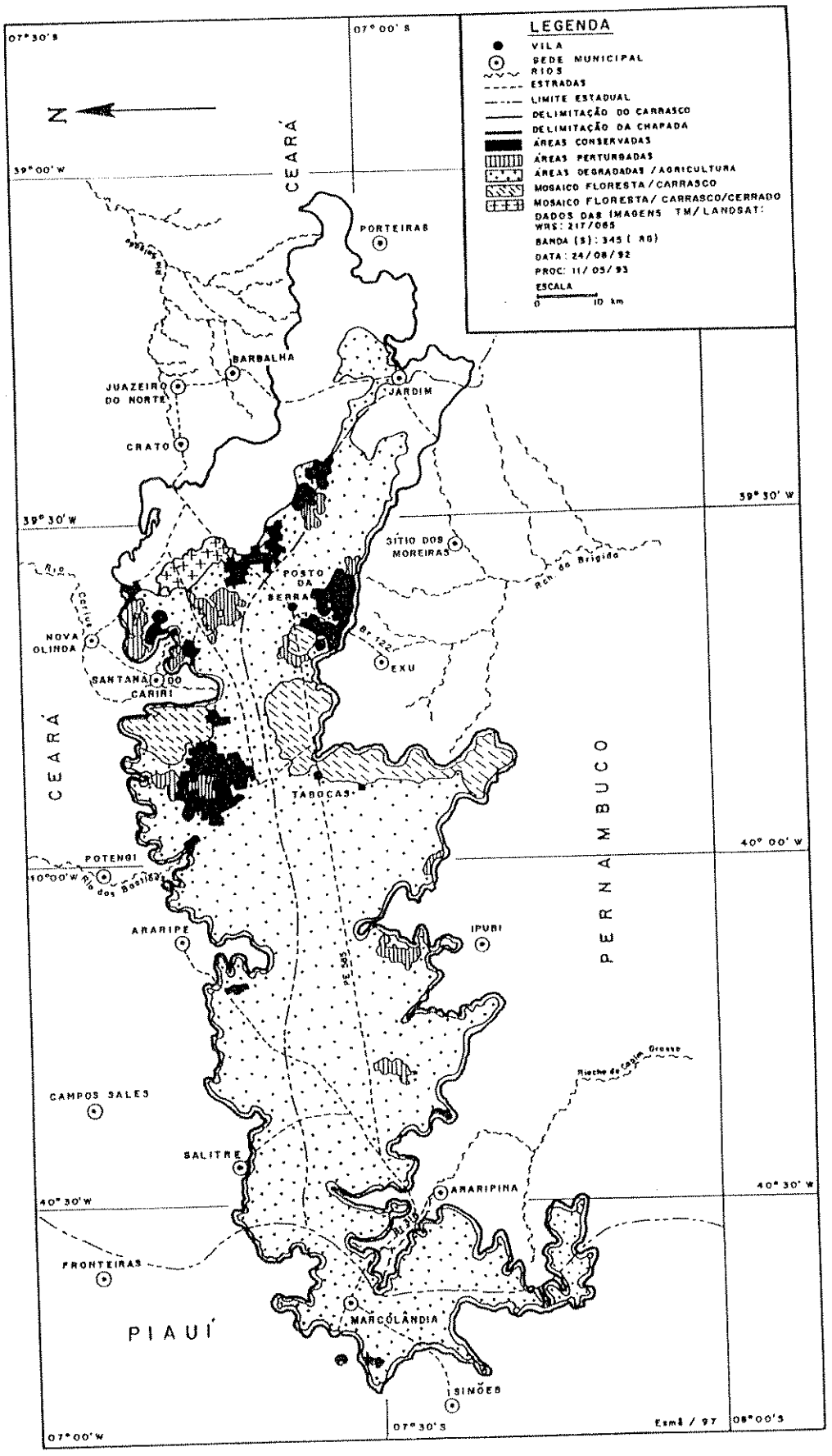

LEGENDA
VILA
SEDE MUNICIPAL
RIOS
ESTRADAS
LIMITE ESTADUAL
DELIMITAÇÃO DO CARRASCO
DELIMITAÇÃO DA CHAPADA
ÁREAS CONSERVADAS
ÁREAS PERTURBADAS
ÁREAS DEGRADADAS / AGRICULTURA
MOSAICO FLORESTA / CARRASCO
MOSAICO FLORESTA / CARRASCO/CERRADO
DADOS DAS IMAGENS TM/LANDSAT:
WRS: 217/065
BANDA (S): 345 (RG)
DATA: 24/08/92
PROC: 11/05/93
ESCALA
0 10 km
N
07°30'S
07°00'S
39°00'W
39°30'W
40°00'W
40°30'W
07°00'W
07°30'S
08°00'S
CEARÁ
PERNAMBUCO
PIAUÍ
PORTEIRAS
BARBALHA
JUAZEIRO DO NORTE
JARDIM
CRATO
SÍTIO DOS MOREIRAS
POSTO DA SERRA
NOVA OLINDA
SANTANA DO CARIRI
EXU
TABOCAS
POTENGI
ARARIPE
IPUBI
CAMPOS SALES
SALITRE
ARARIPINA
FRONTEIRAS
MARCOLÂNDIA
SIMÕES
Rio Carius
Rch. da Brígida
Rio dos Bastidas
Riacho de Casim Grosso
Esmã / 97

Figura 5

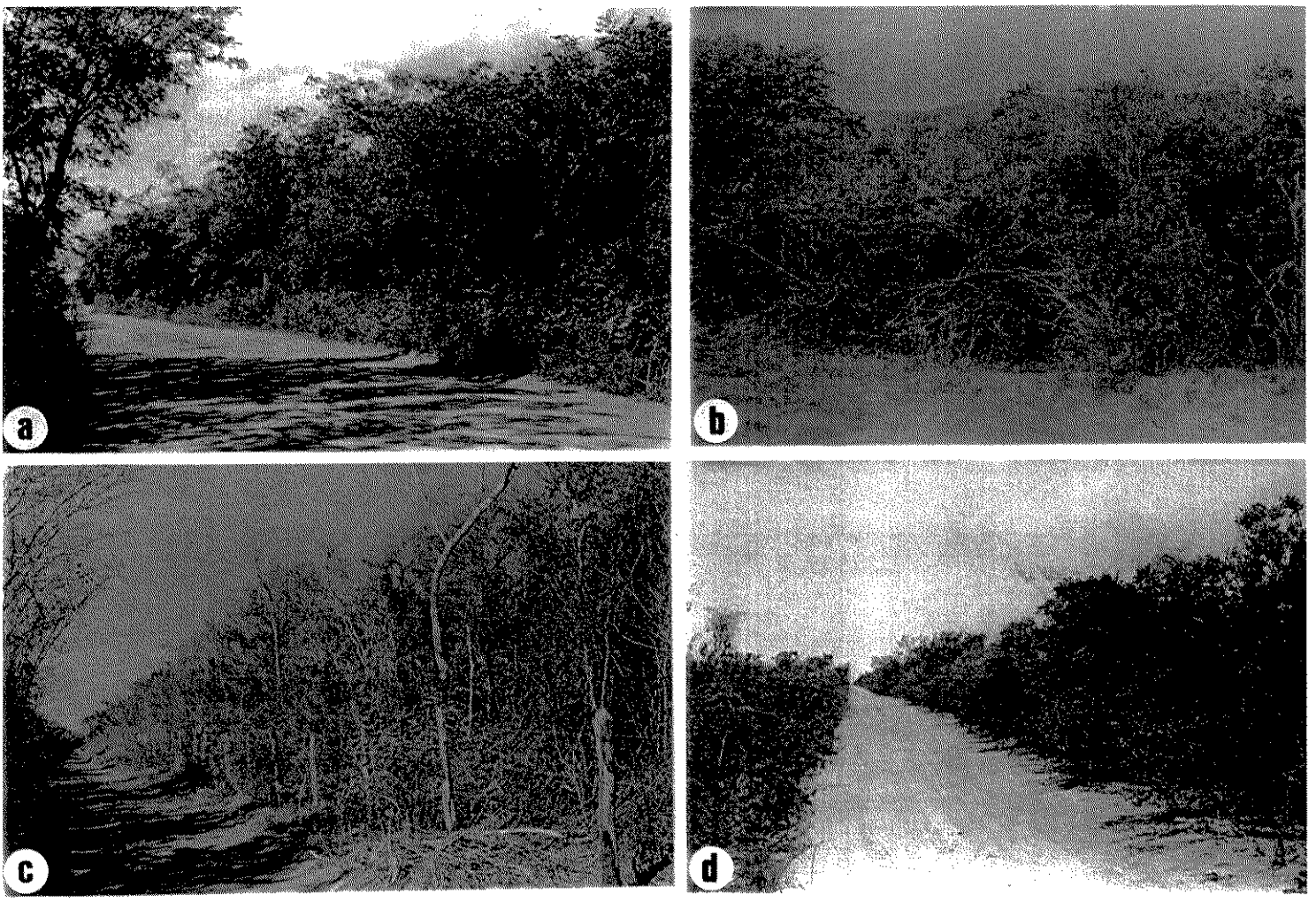


Figura 6

FISIONOMIA E ORGANIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO CARRASCO NO NORTE DO PLANALTO DA IBIAPABA, ESTADO DO CEARÁ[1]

Francisca Soares de Araújo[2]

Fernando Roberto Martins[3]

Título abreviado:

Fisionomia e organização da vegetação de carrasco, CE.

---

1. Parte da Tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor no programa de Doutorado em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil. Este capítulo segue as normas da Acta Botânica Brasilica.

2. Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Caixa Postal 12191, Fortaleza 60.455-760, CE, Brasil.

3. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas 13083-970, SP, Brasil.

RESUMO (Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no norte do planalto da Ibiapaba, estado do ceará). Este trabalho visa a contribuir para o conhecimento da organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, de suas variações, de suas semelhanças e diferenças com caatingas e cerrados do nordeste. Foi estudado 1 ha (3°54'34" S e 40°59'24" W, altitudes em torno de 830 m) sobre Areias Quartzosas distróficas profundas, na localidade de Jaburuna, município de Ubajara, no norte do planalto da Ibiapaba. Foram alocadas aleatoriamente 100 parcelas de 10x10 m, medindo-se o perímetro do caule e a altura vertical do sistema aéreo de todos os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule no nível do solo igual ou maior que 3 cm, presentes no interior da parcela. Não foram medidas as alturas das trepadeiras. No centro de cada parcela foi retirada uma amostra de solo das profundidades de 0-50 cm e de 50-100 cm. No carrasco predominam arbustos microfanerofíticos densos e trepadeiras lenhosas, não há estratificação, as copas distribuem-se cerradamente e entrelaçadas por trepadeiras em todo o volume aéreo da vegetação lenhosa. Distinguiu-se da fisionomia da caatinga, do cerradão e da capoeira. A fisionomia da caatinga é geralmente aberta, o cerradão tem fisionomia florestal e a capoeira apresenta poucos e bem definidos estratos.

Palavras-chave: carrasco, fisionomia, fitossociologia, vegetação

Introdução

Na região nordeste do Brasil, o relevo, o clima e os solos são muito variáveis. Em conseqüência, ocorrem diferentes tipos de vegetação com fisionomias e floras distintas. A maior parte da área semi-árida ocorre sobre o embasamento cristalino, formado por uma grande superfície de aplanaimento entre 300 e 500 m de altitude (Sampaio 1995). Nessa superfície, ocorrem relevos residuais cristalinos elevados, planaltos e chapadas sedimentares. Entre os relevos de maiores extensões, o planalto da Ibiapaba, a chapada do Araripe e o planalto da Borborema atingem 1000 m de altitude e a Chapada da Diamantina alcança 1200 m. Sobre o embasamento cristalino, geralmente ocorrem solos rasos, argilosos e rochosos, classificados como Litossolos, Regossolos e Brunos Não-Cálcicos; nas áreas sedimentares, os solos são geralmente profundos, classificados como Latossolos, Podzólicos e Areias Quartzosas (Sampaio 1995).

Na área semi-árida, principalmente em baixas altitudes, a caatinga é a vegetação xerófila dominante, apresentando variações fisionômicas e florísticas (Romariz 1974; Ferri 1980; Andrade-Lima 1981; Rizzini 1997). Conforme as variações fisiográficas e climáticas, a

fisionomia da caatinga pode variar de arbórea a arbustiva, aberta ou densa, ocorrendo sobre variados solos, desde profundos e arenosos, com grande infiltração de água (nas áreas sedimentares), até solos rasos, com pouca infiltração de água. O condicionante principal daquela vegetação é a precipitação pluviométrica, estando a área da caatinga limitada pela isoieta de 1.000 mm, ocorrendo as caatingas mais xerófilas em isoietas menores que 500 mm (Andrade-Lima 1981).

Sobre os planaltos e chapadas mais elevados do interior, onde não ocorrem chuvas de convecção forçada, há outros tipos de vegetação que podem ser confundidos com a caatinga pela caducifolia, mas diferem pela fisionomia e composição florística. Andrade-Lima (1978) referiu-se a um tipo vegetacional xerófilo, denominado "carrasco" ou "catanduva", em que predominam formas subarbóreas e arbóreas de pequeno porte (3-4 m), em solos arenosos das chapadas da bacia do rio Parnaíba, no Piauí. Andrade-Lima (1978) distinguiu fisionomicamente o carrasco da caatinga pela alta densidade dos indivíduos lenhosos, que apresentam troncos finos e são uniestratificados, e pela quase ausência de Cactáceas e Bromeliáceas. Segundo aquele autor, tal vegetação também apareceria na região de Barreiras (Bahia ocidental), sendo ambiguamente denominada de "grameal".

O termo carrasco tem sido usado no nordeste do Brasil para designar diferentes tipos de vegetação, incluindo áreas de cerrado denso na Bahia, caatingas arbustivas sobre solos pedregosos e vegetação arbustiva densa xerófila no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe. Figueiredo (1986) considerou o carrasco, no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe, como um tipo próprio de vegetação, que, em sua composição, apresentaria algumas espécies de caatinga, cerrado e floresta. Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990) afirmaram ser aquela vegetação procedente da degradação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa. Aqueles autores não esclareceram se o carrasco seria proveniente de uma degradação natural do cerradão, devido às mudanças climáticas ao longo do tempo geológico, ou se sua degradação seria devida à perturbação antrópica.

O cerrado ocorre em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.300 m no planalto central brasileiro, sob precipitação pluviométrica em torno de 1.500 mm, podendo ser menor que 800 mm no nordeste e maior que 2.000 mm no noroeste (Furley & Ratter 1988). Os solos predominantes são: Latossolos (46%), Areias Quartzosas (15,2%), Podzólicos (15,1%), Litólicos (7,3%), Lateritas Hidromórficas (6%), Cambissolos (3%), Concrecionários (2,8%), Gley (2%), Terras Roxas (1,7%) e outros (0,9%) (Goedert 1986). A fisionomia do cerradão é de uma floresta xeromorfa fechada, ocorrendo em solos mais férteis (Furley & Ratter 1988). O cerradão tem fisionomia florestal (Rizzini 1997) e os diferentes níveis de degradação da floresta, em ordem crescente de perturbação, foram chamados por

Löfgren (1898) e Eiten (1970) de capoeirão, capoeira, carrascal e campo. A capoeira seria um escrube (Eiten 1970) secundário, alto e fechado, ou uma floresta baixa secundária, com arvoretas (5 a 6 m de altura) de poucas espécies e estrato herbáceo pouco desenvolvido (Klein 1980). Poucos e bem definidos estratos, diâmetros pequenos e abundância de trepadeiras herbáceas de poucas espécies, em florestas tropicais, são alguns indicativos de estádios iniciais de sucessão secundária (Budowisk 1963). Não há registro bibliográfico da presença e ou abundância de trepadeiras herbáceas ou lenhosas no cerrado ou na caatinga.

Se o carrasco for um cerradão degradado, deve ocorrer em solos característicos das áreas de cerradão, apresentar fisionomia de capoeira ou de um cerrado aberto e uma composição florística empobrecida de cerradão. A fisionomia de cerrado aberto é resultante da degradação do cerradão através do fogo (Furley & Ratter 1988). Se o carrasco for um tipo de caatinga, espera-se que ocorra em solos característicos das áreas de caatinga e apresente fisionomia e composição florística semelhantes a algum tipo de caatinga. Se o carrasco for uma vegetação clímax, poderá diferir da caatinga e do cerradão pela fisionomia e organização, além de apresentar composição florística própria. A fisionomia refere-se à aparência geral externa da vegetação e a organização refere-se à disposição, arranjo, ordem e relações entre as partes (indivíduos ou populações) que constituem o todo, a comunidade (Martins 1990). Sendo ambas atributos da forma da comunidade (Martins 1990), fisionomia e organização estão estreitamente relacionadas, uma variando em função da outra. Além da fisionomia e da organização, também a composição florística é importante para caracterizar a vegetação (Rizzini 1997). O conhecimento desses atributos pode permitir inferir sobre a amplitude da variação fisionômica de certa vegetação, a sua origem e suas relações com outros tipos de vegetação. Comparando a flora lenhosa do carrasco do planalto da Ibiapaba, da caatinga e do cerrado no nordeste, Araújo *et al.* (1998a) não conseguiram definir se o carrasco seria um tipo de caatinga ou cerrado. Mas, através da análise de agrupamento a partir de uma matriz de dados florísticos binários, composta por áreas de caatinga e carrasco, Araújo *et al.* (1998b) puderam concluir que o carrasco do planalto da Ibiapaba não seria um tipo de caatinga.

Este trabalho visa a contribuir ao conhecimento da organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba e suas variações, de suas semelhanças e diferenças com as caatingas e cerrados do nordeste e do tipo de solo em que ocorre. Essas informações contribuirão para caracterizar a fisionomia e a organização e detectar prováveis padrões de variação do carrasco e sua afinidade com as fisionomias da caatinga e do cerrado. A caracterização da fisionomia e da organização da vegetação do carrasco poderá permitir conceituar mais objetivamente esse tipo de vegetação, ainda pouco conhecida.

Material e métodos

Área de estudo - A área estudada situa-se ao redor das coordenadas 3°54'34" S e 40°59'24" W, em altitudes em torno de 830 m, na localidade de Jaburuna, município de Ubajara, no norte do planalto da Ibiapaba, na divisa entre os estados do Ceará e Piauí (Fig. 1). Os solos são Areias Quartzosas distróficas profundas, originadas de arenitos da Formação Serra Grande (SUDEC 1980). São muito friáveis, mesmo úmidos, não plásticos e não pegajosos. Têm textura arenosa, são excessivamente drenados, a capacidade de retenção de água é muito baixa e são extremamente ácidos. O horizonte A pode atingir até 30 cm, com coloração bruno-escura e o horizonte C é muito profundo, estendendo-se além dos 200 cm, com coloração clara (SUDEC 1980).

As temperaturas médias anuais no alto reverso imediato do planalto da Ibiapaba, no estado do Ceará, estão na faixa de 22° a 24°C (Lins 1978). A precipitação média anual no posto de Tianguá, situado na transição floresta/carrasco, distando aproximadamente 20 km em linha reta da área estudada, é de cerca de 1.289 mm (FUNCEME 1995). Em outras áreas de carrasco mais distantes, como Carnaubal (FUNCEME 1995) e Poranga (SUDENE 1990), a precipitação anual média varia em torno de 667,6 e 675,8 mm, respectivamente. A área estudada, em Ubajara, está situada entre as isoietas de 1.000 e 1.200 mm, com chuvas de verão-outono e precipitação máxima concentrada em fevereiro, março e abril, resultante dos deslocamentos sazonais da Convergência Intertropical (CIT). Durante três meses do ano, a precipitação é menor que 1% do total anual (Lins 1978).

Levantamento fitossociológico - Foi utilizado o método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), com dimensões de 10x10 m, bastante usado no nordeste para estudos quantitativos da caatinga (Gomes 1979; Fonseca 1991; Rodal 1992) e do carrasco (Araújo *et al.* 1998b). Foram alocadas aleatoriamente 100 parcelas, totalizando 1 hectare. Para aleatorizar as parcelas, foram sorteados pares de números num sistema de coordenadas com um eixo Y = 400 m na direção E-W e um eixo X = 200 m na direção S-N. Foram incluídos todos os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule no nível do solo igual ou maior que 3 cm, vivos ou mortos ainda em pé. As trepadeiras lenhosas enraizadas no interior das parcelas também foram amostradas, por estarem entre as espécies de maior IVI no carrasco estudado por Araújo *et al.* (1998b). Foram medidos o perímetro do caule no nível do solo, a altura vertical do sistema aéreo das plantas no interior da parcela, ou que tocaram por dentro ou por fora a linha de limite em dois lados da parcela. As plantas que tocaram por dentro ou por fora

a linha de limite dos dois outros lados da parcela foram desprezadas. As medidas do perímetro foram tomadas com fita métrica e as alturas, com canos plásticos encaixáveis. Não foram medidas as alturas das trepadeiras. No centro de cada parcela foi retirada uma amostra de solo das profundidades de 0-50 cm (horizonte A e parte do C) e 50-100 cm (horizonte C). Foram feitas análises físicas e químicas, no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, de acordo com EMBRAPA (1979).

Organização da vegetação - Foram calculados, no nível de arquitetura (Martins 1991), os parâmetros densidade e área basal por hectare, usando o programa FITOPAC (Shepherd 1995). Foram comparadas a densidade por parcela, a área basal por parcela e a altura média vertical por planta (excluídas as trepadeiras) da amostra de Jaburuna com as três de carrasco estudadas por Araújo (1992). Para tanto, foi feita a transformação logarítmica dos dados e usada a análise de variância (ANOVA); "a posteriori", foi testada a significância das diferenças entre as médias pelo teste de Scheffé (Zar 1984), usando o programa SYSTAT (Wilkinson 1992). Foi feita a distribuição de classes de 3 cm de diâmetro, com intervalos fechados à esquerda e abertos à direita, através do programa DIAMFITO, desenvolvido pelo Dr. Luiz Pacheco Motta do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, MG. Também foi feita a distribuição do número acumulado de indivíduos a intervalos de 1 m de altura, com as respectivas percentagens. Os resultados das análises físicas e químicas do solo e da arquitetura foram comparados com levantamentos de cerrados e caatingas do nordeste do Brasil que utilizaram critérios semelhantes de amostragem.

Resultados e discussão

Clima - A precipitação pluviométrica média anual nos municípios de Carnaubal e Poranga, no norte, e Alívio, no sul do planalto da Ibiapaba, é de 667,6 e 675,8 e 838 mm respectivamente (SUDENE 1990). Estes valores estão abaixo da isoieta de 1.000 mm, limite máximo de precipitação para a ocorrência da caatinga arbórea (Andrade-Lima 1981). Os cerrados do nordeste também podem ocorrer sob precipitações inferiores a 800 mm (Furley & Ratter 1988). A precipitação pluviométrica média anual não distingue se a aridez na área do carrasco é maior ou menor do que na caatinga ou no cerrado do nordeste. Porém, o cerrado é muito mais ligado a fatores de natureza pedológica do que climática, enquanto a caatinga sofre forte influência do clima (Reis 1976). O mergulho das camadas no reverso do planalto da Ibiapaba pode ocasionar fluxo lateral de água profunda no solo, para oeste, onde está situado o carrasco, ocorrendo, provavelmente, maior disponibilidade de água profunda

no solo do que nas áreas de caatinga. A precipitação não difere da ocorrente na caatinga e no cerrado, mas o provável fluxo lateral de água profunda no solo e a diminuição da temperatura em função do aumento da altitude podem tornar o ambiente do carrasco menos árido que o da caatinga.

Solo - O solo do carrasco é distrófico (saturação de bases V menor que 50%), endoálico (saturação de alumíno maior que 50% entre 50 e 100 cm), com baixa capacidade de troca catiônica (T) e valores de pH muito baixos. Os teores de nutrientes (Ca, Mg, K, P), carbono, matéria orgânica e nitrogênio foram muito baixos e diminuíram com a profundidade. O pH médio foi semelhante entre as profundidades. Os valores das outras variáveis analisadas também diminuíram com a profundidade, enquanto os teores de Al^{3+} aumentaram. A textura variou de areia a areia franca. As percentagens médias de areia grossa diminuíram com a profundidade, enquanto as de areia fina, silte e argila aumentaram (Tab. 1). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados nas Areias Quartzosas distróficas estudadas em outros locais do nordeste (Jacomine *et al.* 1973, 1979).

Nos estados de Pernambuco e Bahia, as Areias Quartzosas distróficas profundas têm origem sedimentar, derivadas da Série Cipó. Nos locais de sua ocorrência, a precipitação pluviométrica varia em torno de 500 mm e ocorre uma caatinga baixa, com 4 a 7 m (Andrade-Lima 1981). Nos estados do Ceará e Piauí também foi observada a ocorrência de caatinga sobre Areias Quartzosas em baixas altitudes, onde a espécie dominante é *Piptadenia moniliformis* Benth. Porém, as paisagens mais típicas da caatinga ocorrem em terrenos cristalinos (Fernandes 1982), onde predominam solos rasos, argilosos e rochosos (Sampaio 1995). As Areias Quartzosas também ocupam 14,48% da superficie dos cerrados, predominando no nordeste e sudeste de Goiás, norte de Minas Gerais, sul do Maranhão, norte e sul do Piauí, sudeste e sudoeste de Mato Grosso, norte de Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia e Rondônia (Goedert 1986). O cerradão ocorre em solos mais férteis, com maiores terores de cálcio nas camadas superficiais que as outras fisionomias de cerrado e está freqüentemente associado com áreas marginais de florestas decíduas e semidecíduas (Furley & Ratter 1988). Nos solos sob cerradão, a soma de bases varia de 0,20 a 8,70 me/100g TFSA, o teor de nitrogênio de 0,26 a 14% e o teor de alumínio trocável de 0 a 2,36 me/100g TFSA, com pH variando entre 4,5 e 6,0 (Furley & Ratter 1988). Aqueles valores foram maiores que os encontrados nas Areias Quartzosas do carrasco, exceto o Al, geralmente menor no cerradão (Tab. 1). Os maiores teores de nutrientes, o pH mais alto e menores teores de alumínio indicam que o solo do cerradão é mais fértil que o do carrasco. Além disso, o cerradão não ocorre, como regra, sobre Areia Quartzosa. O solo de Areia Quartzosa também

ocorre sob a caatinga, mas a caatinga ocorre geralmente em baixas altitudes, enquanto o carrasco ocorre entre 700 e 900 m. A ocorrência de caatinga sobre Areia Quartzosa não é modal, a caatinga arenícola é considerada um tipo especial de caatinga, enquanto o carrasco parece ocorrer exclusivamente sobre Areia Quartzosa.

Arquitetura de abundância - A densidade e a área basal foram de 4.480 ind/ha e 19,204 m^2/ha, respectivamente. Dos 4.480 indivíduos amostrados, 226 (5%) estavam mortos ainda em pé. Dos 4.254 indivíduos vivos, 227 (5,3%) foram representados por trepadeiras lenhosas ocupando 0,44 m^2/ha (2,1%) da área basal total. Nas áreas do sul da Ibiapaba (Araújo *et al.* 1998) 4%, 2% e 3,6% dos indivíduos estavam mortos e as trepadeiras representaram 15%, 6,8% e 13,5% dos indivíduos vivos, contribuindo com 1,67 m^2/ha (11,4%), 0,62 m^2/ha (2,3%) e 1,29 m^2/ha (6,6%) da área basal total em Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, respectivamente. A menor percentagem de trepadeiras amostradas em Jaburuna em relação às outras três áreas decorreu da predominância de trepadeiras com caules mais finos que o limite mínimo de inclusão na amostra e não de sua menor abundância. A área basal das trepadeiras pode dar idéia da proporção de biomassa em relação aos arbustos e árvores e, como a maior biomassa de trepadeiras ocorre na copa e não no caule, a proporção de biomassa de trepadeiras no carrasco deve ser maior que a indicada pela área basal.

O carrasco em Jaburuna apresentou menor densidade total que as áreas de carrasco estudadas por Araújo *et al.* (1998b). A área basal foi semelhante à encontrada em Estrondo, menor que a em Carrasco e maior que a em Baixa Fria. A altura média foi menor que a do carrasco no sul da Ibiapaba (Tab. 2). As plantas lenhosas do carrasco em Jaburuna apresentaram caules de maior diâmetro que as do sul da Ibiapaba, exceto a de Carrasco, que apresentou valores semelhantes. As três áreas de carrasco estudadas por Araújo *et al.* (1998b) apresentaram densidades de 5952, 5724 e 6596 ind/ha e áreas basais de 14,2, 27,7 e 19,5 m^2/ha, respectivamente. Nas caatingas, a densidade tem variado de 1.080 a 4.250 ind/ha e a área basal de 15,6 a 34m^2/ha (Sampaio 1996). A variação da densidade e da área basal na caatinga pode estar associada à variação fisionômica. O carrasco apresentou densidade aparentemente maior e menos variável que a caatinga, mas sua área basal foi menor, confirmando a maior densidade e a menor espessura do caule dos indivíduos lenhosos no carrasco em relação à caatinga. No cerrado, a densidade e a área basal variaram de 320 a 3.590 ind/ha e de 11 a 49,5m^2/ha (Sampaio 1996). Embora estas informações tenham sido baseadas em apenas 8 levantamentos de cerrado no nordeste (Sampaio 1996), pode ser verificado que o cerrado apresenta menor densidade e proporcionalmente maior área basal que o carrasco. Como a degradação do cerradão pode levar ao aparecimento de fisionomias

mais abertas (Furley & Ratter 1988) e não de uma capoeira, neste caso o carrasco deveria apresentar menor densidade que o cerrado, ou pelo menos semelhante à de cerrados mais abertos. O carrasco apresenta maior densidade de arbustos e árvores que na caatinga e no cerrado

A grande abundância de trepadeiras herbáceas de poucas espécies é um dos indicativos de estádios iniciais de sucessão secundária em florestas tropicais, enquanto a pequena abundância de trepadeiras lenhosas de muitas espécies é indicativa de estádios sucessionais avançados (Budowisk 1963). Nas descrições fisionômicas da caatinga e do cerrado, nunca foi mencionada a ocorrência de trepadeiras. Também não observamos sua ocorrência em áreas perturbadas de caatinga e de cerrado. Como não há registro da ocorrência de trepadeiras em áreas perturbadas ou conservadas de caatinga e de cerrado, não pode ser afirmado que sua presença no carrasco é indicativa de perturbação da caatinga ou do cerrado pré-existente. Portanto, a ocorrência das trepadeiras, abundantes em número e espécies, distingue o carrasco da caatinga e do cerrado. Pela ocorrência de trepadeiras, o carrasco poderia estar relacionado com a floresta pluvial da encosta atlântica do sul do Brasil, que se caracteriza por apresentar grande quantidade de espécies trepadeiras, principalmente lenhosas (Klein 1980). Porém, as condições climáticas do carrasco são muito diferentes das ocorrentes na encosta atlântica do sul do Brasil. A abundância de trepadeiras distingue o carrasco do cerradão e da caatinga, onde não ocorrem trepadeiras lenhosas. Porém, não distingue o carrasco da capoeira, onde há abundância de trepadeiras lenhosas.

Arquitetura de tamanho - Jaburuna apresentou 36,9% de suas plantas com 3 a 6 cm de diâmetro do caule no nível do solo. Baixa Fria, Carrasco e Estrondo apresentaram 78%, 61,7% e 72,1% dos indivíduos com aquele tamanho (Fig. 2). A maior percentagem de diâmetros maiores em Jaburuna contribuiu para que a área basal fosse maior que a de Baixa Fria, que apresentou maior densidade (Tab. 2 e Fig. 2). As quatro áreas apresentaram mais de 88% das suas plantas com diâmetro inferior a 12 cm, confirmando o predomínio de indivíduos com caules finos (Andrade-Lima 1978). Analisando as quatro áreas em conjunto, verificou-se que Baixa Fria apresentou as plantas com caules mais finos (Tab. 2 e Fig. 2). Diâmetros pequenos e ausência de grandes diâmetros, em florestas tropicais, são alguns dos indicativos de estádios iniciais de sucessão secundária (Budowisk 1963). Os diâmetros são pequenos e semelhantes no carrasco, de modo semelhante à capoeira. Neste caso, o carrasco apresenta características de áreas perturbadas, mas também pode ser uma característica de vegetação clímax predominantemente arbustiva, de caules finos, em que aquelas pequenas

percentagens de diâmetros acima de 12 cm (Fig. 2) representam as árvores emergentes que ocorrem na fisionomia do carrasco.

A altura vertical média do componente arbóreo-arbustivo em Jaburuna foi de 3,67 m. Comparado às áreas estudadas por Araújo *et al.* (1998b), o carrasco em Jaburuna apresentou a menor altura vertical média (Tab. 2). Em Jaburuna, 92% das plantas apresentaram alturas verticais com até 5 m, enquanto em Baixa Fria, Carrasco e Estrondo 86,4%, 52,5% e 57,3% das plantas apresentaram até 5 m de altura vertical (Fig. 3). As áreas de carrasco em Jaburuna e Baixa Fria apresentaram as plantas mais baixas e em Carrasco e Estrondo, as plantas mais altas (Tab. e Fig. 3). Apenas 0,1%, 0,1%, 7,4% e 6% das plantas em Jaburuna, Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, respectivamente, apresentaram alturas acima de 8 m (Fig. 3), indicando a predominância de plantas microfanerofíticas (Raunkiaer 1934) no carrasco. A distribuição do número acumulado de indivíduos por altura foi grosseiramente contínua e crescente, não formou patamares que pudessem ser definidos como diferentes estratos (Fig. 3). Isso mostra que as copas dos arbustos e árvores do carrasco ocorrem espalhadas em todo o espaço vertical do perfil da vegetação. Disso resulta uma fisionomia compacta, maciça, em que parece haver um único estrato predominantemente microfanerofítico. Esses resultados confirmam a descrição feita por Andrade-Lima (1978), que distinguiu fisionomicamente o carrasco da caatinga pela sua maior densidade, uniestratificação e menor espessura do caule das plantas arbustivas e arbóreas. O final da distribuição cumulativa de altura (Fig. 3) mostra uma tendência ascendente fortemente oblíqua a quase vertical, como em Carrasco. Essa forte inclinação positiva da ogiva no segmento das alturas maiores indica que a vegetação do carrasco não forma um dossel regular, como um telhado horizontal, mas que os indivíduos mais altos têm alturas diferentes, resultando numa linha de perfil muito sinuosa. Indica também a ocorrência de árvores emergentes esparsas, que, em alguns locais, como em Carrasco e Estrondo, podem ser mesofanerófitas (altura maior que 8 m).

Poucos e bem definidos estratos são indicativos de estádios iniciais de sucessão secundária; enquanto a presença de vários estratos pouco definidos são indicativos de estádios sucessionais avançados em floresta tropicais (Budowisk 1963). O carrasco não tem estratificação, as copas distribuem-se cerradamente e entrelaçadas por trepadeiras em todo o volume aéreo da vegetação lenhosa. O limite superior do perfil forma uma linha irregular e quebrada, sobre a qual podem projetar-se árvores emergentes esparsas. Essas características separam o carrasco das fisionomias da caatinga, do cerradão e da capoeira. A fisionomia da caatinga geralmente é aberta, o cerradão tem fisionomia florestal e a capoeira apresenta poucos e bem definidos estratos.

No carrasco, predominam arbustos microfanerofíticos e trepadeiras lenhosas. Tais formas de vida distinguem-no da caatinga, que não tem trepadeiras lenhosas, do cerradão, onde predominam árvores mesofanerofíticas e há menos trepadeiras, e da capoeira, onde a forma predominante é árvore. Com base na classificação adotada para a África no Colóquio de Yanganbi, a fisionomia da vegetação do carrasco pode ser classificada como um altifruticeto (Rougerie 1988) caducifólio denso com trepadeiras e árvores emergentes esparsas, um tipo de "fourré" ou "shrubland". Considerando a arquitetura, a fisionomia e o ambiente em que ocorre, o carrasco caracteriza-se como um tipo próprio de vegetação, diferente da caatinga, do cerradão e da floresta.

Agradecimentos:

Os autores agradecem aos Drs. A.T. Oliveira-Filho, G.J. Shepherd, L.S. Kinoshita e M. A. Figueiredo, pelas críticas e sugestões. Aos taxonomistas da UNICAMP, USP, UFC, Instituto de Botânica de São Paulo, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, entre outros, pela identificação do material botânico. Ao Sr. Ilário Cândido Fernandes e Sra. Maria Graciema Daniel Cândido Fernandes, pela permissão para a realização dos trabalhos de campo em sua fazenda e pela hospedagem durante todo o levantamento de campo. À Geógrafa Leonor de Maria Rodrigues Melo, pela colaboração na coleta dos dados. À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP) e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), pelo financiamento parcial deste trabalho. Ao programa PICD / CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida a F.S Araújo.

Referências bibliográficas

Andrade-Lima, D. de. 1978. Vegetação. In Lins, R.C.(ed.). **Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos**. Recife, Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais (Série estudos e Pesquisas, 9). p. 131-135.

Andrade-Lima, D. de. 1981. The caatingas dominium. **Revta brasil. Bot.** 4:149-153.

Araújo, F.S. 1992.**Composição florística e fitossociologia da vegetação de carrasco, Novo Oriente-CE**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 178 p.

Araújo, F.S.; Sampaio, E.V.S.B.; Figueiredo, M.A.; Rodal, M.J.N. & Fernandes. A.G. 1998a. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. **Revta brasil. Bot.** 21 (no prelo).

Araújo, F.S.; Sampaio, E.V.S.B.; Rodal, M.J.N & Figueiredo, M.A. 1998b. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. **Rev. Brasil. Biol.** 58:85-95.

Budowski, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba** 13:42-44.

Eiten, G. 1970. A vegetação do estado de São Paulo. **Bolm. Inst. Bot.** 7.

EMBRAPA. 1979. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, SNLCS.

Fernandes, A.G. 1982. **In Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica**, Teresina 1981.Teresina, Sociedade Botânica do Brasil, p. 313-318.

Fernandes, A. 1990. **Temas fitogeográficos**. Fortaleza, Stylos Comunicações. 116 p.

Fernandes, A. & Bezerra, P. 1990. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza, Stylos Comunicações. 205 p.

Ferri, M.G. 1980. **Vegetação brasileira**. São Paulo, Editora Itatiaia/EDUSP (Coleção Reconquista do Brasil). 157 p.

Figueiredo, M.A. 1986. **Vegetação**. In SUDEC (ed.). Fortaleza, Atlas do Ceará. p. 24-25

Fonseca, M.R. 1991. **Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do noroeste do estado de Sergipe**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado. 187 p.

FUNCEME. 1995. **Relatório de pluviometria por faixa de anos - estado do Ceará**. Fortaleza, Departamento de Apoio Tecnológico (DETEC).

Furley, P.A.& Ratter J.A. 1988. Soil resources and plant communities of central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography** 15:97-108.

Goedert, W.J. 1986. Solos dos cerrados; tecnologias e estratégias de manejo. (ed) EMBRAPA - CPAC. Brasilia, Nobel. 422 p.

Gomes, M.A.F. 1979. **Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 89 p.

Jacomine, P.K.T.; Almeida, J.C. & Medeiros, L.A.R. 1973. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará**. v. I. SUDENE (Boletim Técnico, 28).

Jacomine, P.K.T.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.B.R.; Montenegro, J.O.; Formiga, R.A.; Burgos, N. & Melo-Filho, H.F.R. 1979. **Levantamento exploratório-reconhecimento da margem direita do rio São Francisco, estado da Bahia**. v. II. SUDENE (Boletim Técnico, 52).

Klein, R.M. 1980. Ecologia da flora e vegetação do vale do Iatajaí. **Sellowia** 32:165-389.

Lins, R.C. 1978. **Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos**. Recife, (ed.) Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais (Série estudos e Pesquisas 9). 172 p.

Löfgren, A. 1898. Ensaio para a distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no estado de São Paulo. **Bolm. da Comissão Geographica e Geológica de São Paulo** 11.

Martins, F.R. 1990. Atributos de comunidades vegetais. **Quid** 9:12-17.

Martins, F.R. 1991. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas, Editora da UNICAMP (Série Teses). 246 p.

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York , John Wiley & Sons. 547 p.

Raunkiaer, C. 1934. **The life forms of plants and statistical plant geography. Being the collected papers of C. Raunkiaer**. Oxford, Clarendon. 632 p.

Reis, A.C. de S. 1976. Clima da caatinga. **An. Acad. Bras. Ciênc**. 42:325-335.

Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda. 747 p.

Rodal, M.J.N. 1992. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado. 224 p.

Romariz, D. A. 1974. **Aspectos da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE. 60 p.

Rougerie, G. 1988. **Géographie de la biosphère**. Paris, Armand Colin Editeur. 288p.

Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge, University Press. p.35-63.

Sampaio, E.V.S.B. 1996. Fitossociologia. In Sampaio, E.V.S.B.; Mayo S.J. & Barbosa, M.R.V. **Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas**. Recife, Sociedade Botânica do Brasil / Seção Regional de Pernambuco. p 203-230.

Shepherd, G.J. 1995. **FITOPAC 1**. Manual do usuário. Campinas, Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.

Souza, M.J.N. 1988. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. **Rev. Geologia** 1:73-91.

SUDEC. 1980. **Levantamento de reconhecimento semi-detalhado dos solos de região natural da Ibiapaba**. Fortaleza, SUDEC. 350 p.

SUDENE. 1990. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: v.1 - Ceará. Recife, SUDENE (Série Pluviométrica 3).

Wilkinson, L. 1992. **SYSTAT**: The system for statistics. Evanston, IL: SYSTAT Inc.

Zar, J. H. 1984. **Biostatistical analysis**. 2ª ed. New Jersey , Prentice-Hall, Inc. 718 p.

Talela 1. Variáveis físicas e químicas analisadas nas amostras do solo de Areias Quartzosas, coletadas em 100 parcelas, nas profundidades de 0 a 50 e de 50 a 100 cm, na localidade de Jaburuna, município de Ubajara, CE. S (soma das bases), T (capacidade de troca de cátions), V (saturação de bases), m (percentagem de saturação de Alumínio) e PST (percentagem de sódio trocável), dp (desvio padrão).

Variáveis	Profundidade (cm)							
	0-50		50-100		0-50		50-100	
	média (dp)		média (dp)		máx	mín	máx	mín
Areia Grossa (%)	58,290	(4,215)	51,990	(3,639)	66,00	44,000	62,00	42,000
Areia Fina (%)	30,170	(3,490)	32,280	(3,649)	42,00	23,000	55,00	20,000
Silte (%)	2,910	(1,450)	4,060	(1,549)	9,00	1,000	11,00	1,000
Argila (%)	8,640	(1,987)	11,850	(2,213)	15,00	3,000	17,00	5,000
Argila Natural (%)	1,490	(0,904)	2,520	(1,168)	6,00	1,000	7,00	1,000
Grau de floculação	82,130	(10,141)	78,380	(10,244)	92,00	44,000	93,00	46,000
Densidade global (g/cm^3)	1,421	(0,027)	1,406	(0,029)	1,50	1,350	1,49	1,330
Densidade de partículas (g/cm3)	2,632	(0,055)	2,630	(0,059)	2,81	2,480	2,76	2,490
Umidade 1/3 atm (%)	4,686	(1,098)	6,362	(1,630)	9,30	2,600	10,10	3,300
Umidade 15 atm (%)	2,810	(0,414)	3,568	(0,583)	4,30	2,100	5,50	2,500
Água Útil (%)	1,817	(0,878)	2,797	(1,309)	5,00	0,100	6,00	0,600
pH Água	3,959	(0,214)	3,965	(0,149)	4,60	3,000	4,60	3,700
pH KCL	3,699	(0,121)	3,791	(0,126)	4,10	3,400	4,10	3,500
Condutividade elétrica (dS/m)	0,568	(0,220)	0,314	(0,167)	0,96	0,160	1,22	0,130
Ca^{2+} (mE/100g de solo)	0,249	(0,106)	0,153	(0,096)	0,58	0,100	0,49	0,020
Mg^{2+} (mE/100g de solo)	0,182	(0,171)	0,092	(0,029)	1,80	0,080	0,19	0,040
K^{+} (mE/100g de solo)	0,074	(0,020)	0,044	(0,017)	0,13	0,030	0,10	0,020
Na^{+}(mE/100g de solo)	0,050	(0,023)	0,041	(0,018)	0,12	0,020	0,13	0,020
Al^{3+} (mE/100g de solo)	0,429	(0,080)	0,525	(0,097)	0,60	0,200	0,80	0,300
$H^{+} + Al^{3+}$ (mE/100g de solo)	1,519	(0,252)	1,387	(0,258)	2,23	0,910	1,98	0,800
S (mE/100g de solo)	0,534	(0,140)	0,326	(0,109)	0,90	0,300	0,70	0,200
T ($S + H^{+} + Al^{3+}$)	2,052	(0,309)	1,719	(0,292)	2,81	1,500	2,28	1,000
V (%) (100S/T)	26,140	(5,671)	19,060	(5,367)	43,00	15,000	33,00	10,000
m (%) ($100Al^{3+}/S+Al^{3+}$)	44,490	(9,249)	61,780	(9,793)	67,00	21,000	78,00	20,000
PST (100Na/T)	2,370	(1,125)	2,400	(1,333)	6,00	1,000	9,00	1,000
Carbono (%)	0,445	(0,118)	0,299	(0,090)	0,69	0,190	0,53	0,100
Nitrogênio (%)	0,030	(0,006)	0,024	(0,006)	0,04	0,020	0,03	0,010
C/N	14,950	(2,709)	12,240	(1,955)	21,00	9,000	18,00	8,000
Matéria Orgânica (%)	0,766	(0,203)	0,507	(0,156)	1,19	0,330	0,91	0,170
Fósforo disponível (ppm)	3,760	(1,026)	1,580	(0,684)	6,00	1,000	4,00	1,000

Tabela 2. Densidade (D) e área basal (G) por parcela e altura média no carrasco de Jaburuna (este trabalho) e no carrasco de Baixa Fria, Carrasco e Estrondo (Araújo 1992). Valores seguidos por letras iguais não foram estatisticamente diferentes pelo teste de Scheffé. ($p \leq 1\%$). dp=desvio padrão.

Localidades	D (ind/100m^2)	G (m^2/100m^2)	Altura (m)
	média±dp	média±dp	média±dp
Jaburuna	45 ± 11^a	$0,19 \pm 0,05^a$	$3,67 + 1,20^a$
Baixa Fria	59 ± 20^b	$0,14 \pm 0,06^b$	$3,84 + 1,33^b$
Carrasco	57 ± 18^b	$0,27 \pm 0,08^c$	$5,38 + 1,93^c$
Estrondo	66 ± 14^b	$0,20 \pm 0,07^a$	$5,31 + 1,63^c$

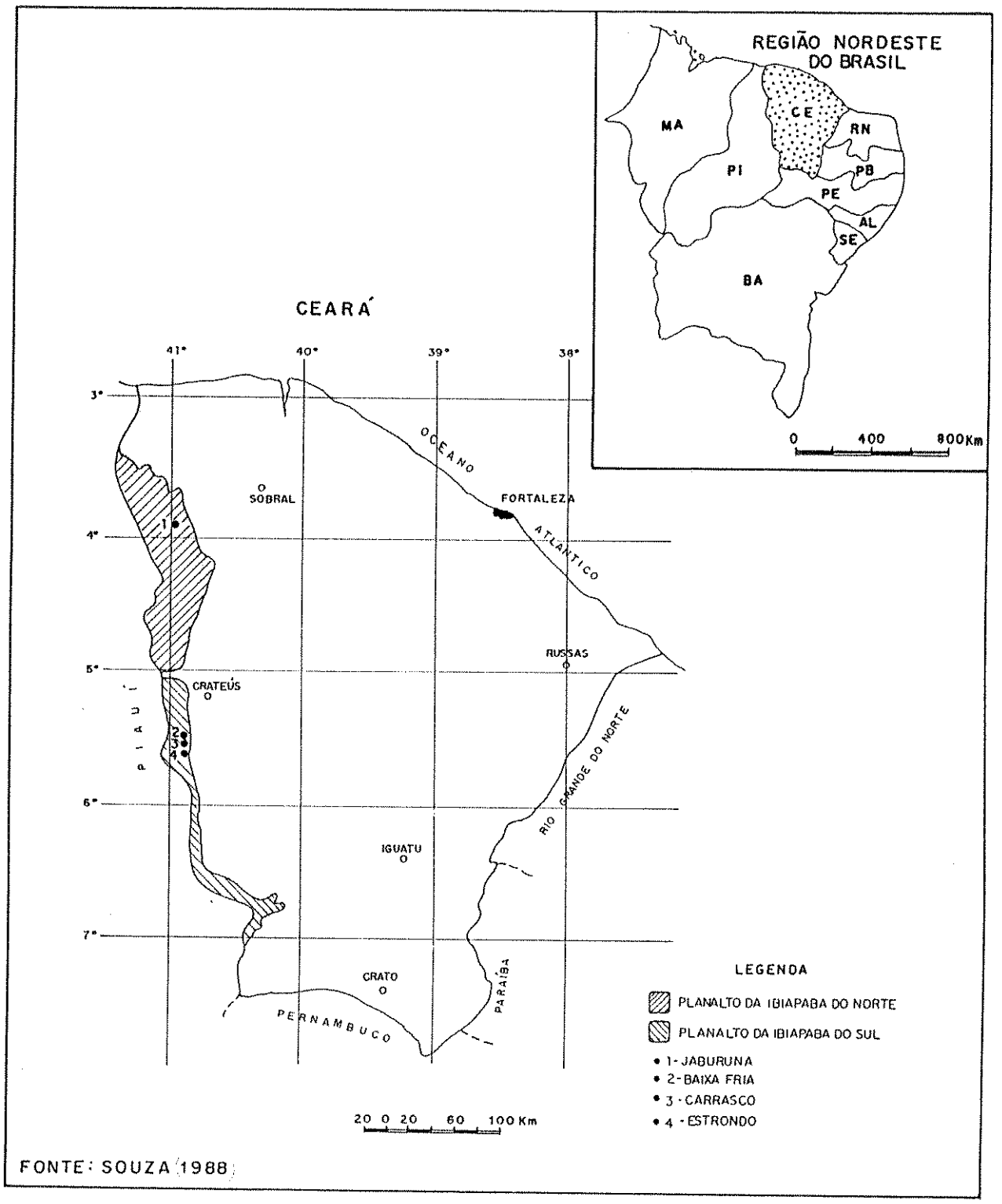


Figura 1. Localização das áreas de carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará.

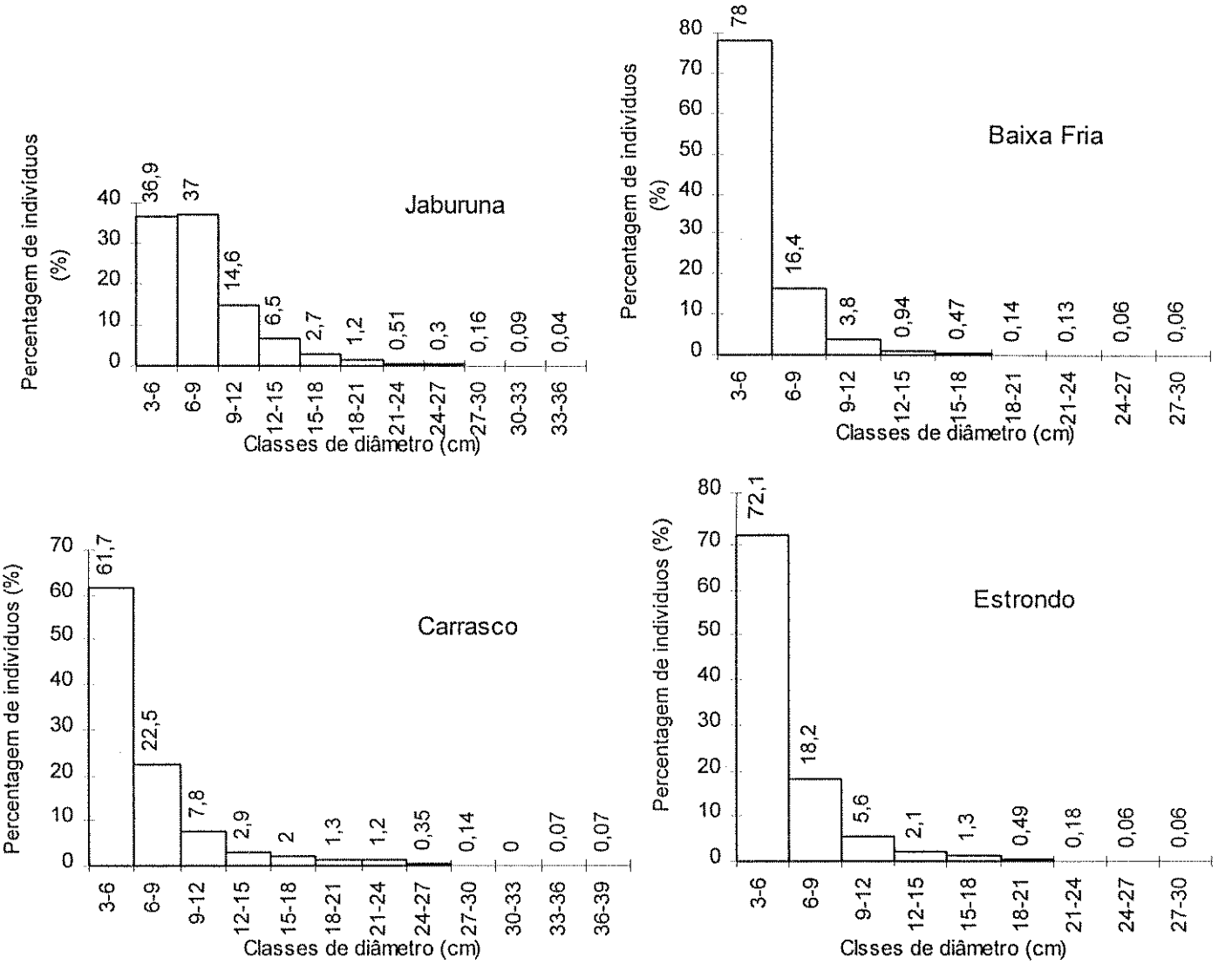
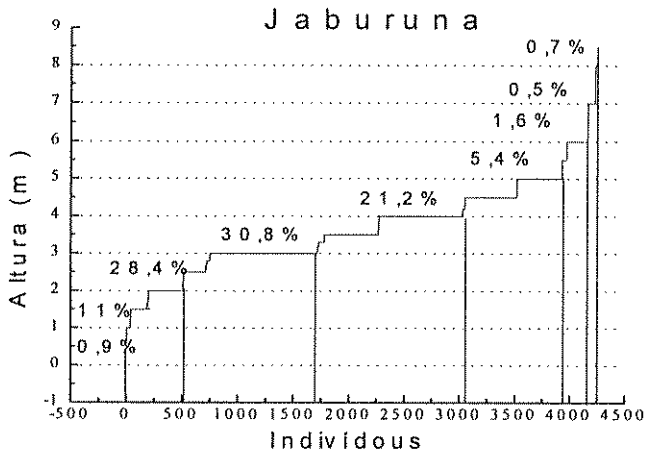
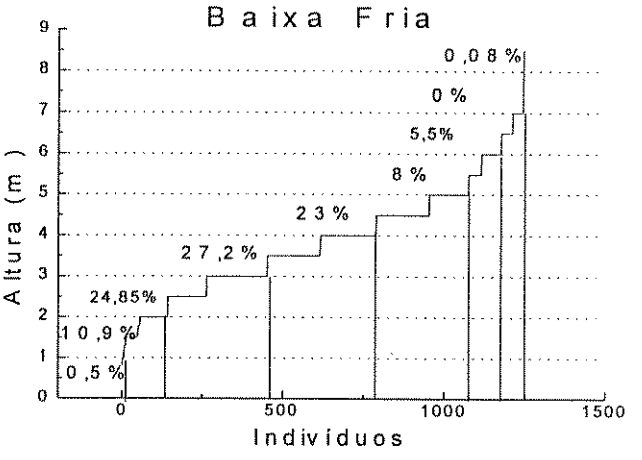
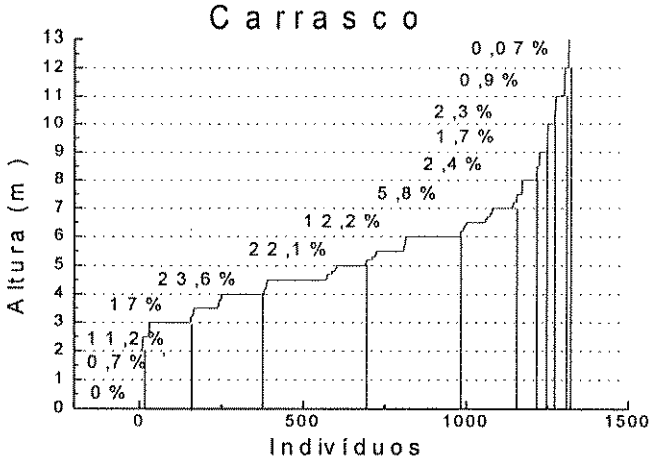
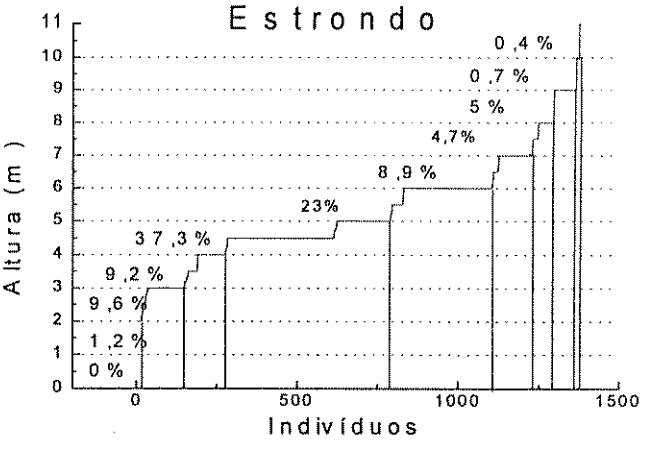


Figura 2. Distribuições de diâmetro do caule de arbustos e árvores, medido no nível do solo, na vegetação de carrasco em localidades do planalto da Ibiapaba, CE.









igura 3. Distribuição acumulada do número de indivíduos por classe de altura da vegetação de carrasco em localidades o planalto da Ibiapaba, CE.

VARIAÇÕES ESTRUTURAIS E FLORÍSTICAS DO CARRASCO NO PLANALTO DA IBIAPABA, ESTADO DO CEARÁ[1]

FRANCISCA SOARES DE ARAÚJO[2], FERNANDO ROBERTO MARTINS[3] & GEORGE JOHN SHEPHERD[3]

1- Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor no Programa de Doutorado em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil. Este capítulo segue as normas da Revista Brasileira de Biologia.

2- Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Caixa Postal 12191, Fortaleza 60.455-760, CE, Brasil.

3- Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas 13083-970, SP, Brasil.

Número de figuras: 4

Título abreviado:

VARIAÇÕES ESTRUTURAIS E FLORÍSTICAS DO CARRASCO, CE.

RESUMO

Visando a contribuir para o esclarecimento da conceituação do carrasco no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe, este trabalho tem por objetivo conhecer a estrutura de abundância e de tamanho e a composição florística do componente lenhoso de um trecho de carrasco na localidade de Jaburuna (3°54'34" S e 40°59'24" W, altitudes em torno de 830 m), município de Ubajara, no norte do planalto da Ibiapaba, suas variações no espaço e a relação dessas variações com variáveis pedológicas. Foram alocadas aleatoriamente 100 parcelas de 10x10 m, medindo-se o perímetro do caule e a altura vertical do sistema aéreo de todos os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule no nível do solo igual ou maior que 3 cm, presentes no interior das parcelas. Não foram medidas as alturas das trepadeiras. No centro de cada parcela foi retirada uma amostra de solo das profundidades de 0-50 cm e de 50-100 cm. Foram calculadas a densidade, a freqüência e a dominância relativas e o índice do valor de importância (IVI). As variações de altura e diâmetro das diferentes populações foram comparadas através de diagramas de caixa. As variações florísticas e de abundância das populações e suas relações com o solo foram analisadas a partir de uma matriz quantitativa do número de indivíduos por parcela em diferentes localidades. Mais da metade (56%) do IVI concentrou-se em apenas 9 (12% do total amostrado) espécies, indicando grande concentração de dominância. Os valores de freqüência relativa foram, em geral, menores que os de densidade relativa, indicando que a maior parte das populações mais abundantes tem tendência a um padrão espacial agregado. Predominaram nas populações indivíduos com até 10 cm de diâmetro e apenas 13 espécies (20%) apresentaram indivíduos com alturas superiores a 6 m, indicando que o carrasco pode ser considerado uma vegetação arbustiva microfanerofítica. Apresenta grande variabilidade espacial na composição florística e na abundância das populações. Esta variabilidade pode estar associada a variações de acidez e textura do solo.

Palavras-chave: carrasco, estrutura, fitossociologia, vegetação, flora.

INTRODUÇÃO

A região nordeste brasileira ocupa uma área de 1.540.827 km^2 (Nimer, 1989), na qual o clima semi-árido abrange aproximadamente 800.000 km^2, ou 10% do território brasileiro (Ab'Sáber, 1974). O relevo predominante tem altitudes inferiores a 500 m (depressão sertaneja) entre superfícies que atingem cotas altitudinais de 1000 m, nas elevações de

Borborema, Araripe e Ibiapaba, a 1200 m, na chapada da Diamantina. Essas variações altitudinais, associadas à posição no relevo, que ocasiona chuvas de convecção forçada e diminuição da temperatura com a altitude, possibilitam a ocorrência de diferentes tipos de vegetação naquela região. Na área semi-árida, a caatinga é a vegetação xerófila dominante, apresentando variações fisionômicas e florísticas (Romariz, 1974; Ferri, 1980; Andrade-Lima, 1981; Sampaio 1995; Rizzini, 1997).

Andrade-Lima (1978) referiu-se a um outro tipo vegetacional xerófilo, denominado "carrasco" ou "catanduva", com predomínio de formas subarbóreas e arbóreas de pequeno porte (3-4 m), em solos arenosos das chapadas da bacia do rio Parnaíba, no Piauí. Segundo aquele autor, tal vegetação, na região de Barreiras, Bahia ocidental, é ambiguamente denominada de "grameal". Andrade-Lima (1978) distinguiu fisionomicamente o carrasco da caatinga pela alta densidade dos indivíduos lenhosos, que apresentam troncos finos e são uniestratificados e pela quase ausência de Cactáceas e Bromeliáceas. Figueiredo (1986) considerou o carrasco como um tipo de vegetação clímax, constituída por espécies próprias e também de floresta, de cerrado e de caatinga, ocorrendo no reverso do planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe. Baseando-se em alguns elementos da flora e em observações fisionômicas, Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990) afirmaram ser aquela vegetação procedente da degradação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa. Comparando a flora lenhosa de carrasco, da caatinga e do cerrado no nordeste, Araújo *et al.* (1998a) não conseguiram definir se o carrasco seria um tipo de caatinga ou cerrado. Mas, através da análise de agrupamento, a partir de uma matriz de dados binários, composta por áreas de caatinga e carrasco, Araújo *et al.* (1998b) concluíram que o carrasco do planalto da Ibiapaba não seria um tipo de caatinga.

Não há consenso entre os autores sobre a conceituação da vegetação de carrasco do planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe. Seria um tipo próprio de vegetação, diferente da caatinga, da floresta e do cerrado? Ou seria uma variação fisionômica extrema de um daqueles tipos de vegetação? Ou seria uma vegetação ecotonal entre o cerradão e a caatinga? Ou seria ainda resultante de uma degradação (plagioclímax) do cerradão? Tais questões decorrem do pouco conhecimento da composição florística, da estrutura comunitária e de suas variações espaciais na vegetação de carrasco. Visando a contribuir para o esclarecimento dessas questões, este trabalho tem por objetivo conhecer a estrutura e a composição florística do componente lenhoso de um trecho de carrasco no norte do Planalto da Ibiapaba, suas variações no espaço e a relação dessas variações com variáveis pedológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. A área amostrada situa-se ao redor das coordenadas 3°54'34" S e 40°59'24" W, em altitudes em torno de 830 m, na localidade de Jaburuna, município de Ubajara, no norte do planalto da Ibiapaba, na divisa entre os estados do Ceará e Piauí (Figura 1). Os solos são Areias Quartzosas distróficas profundas. São muito friáveis mesmo úmidos, não plásticos e não pegajosos. Têm textura arenosa, são excessivamente drenados, a capacidade de retenção de água é muito baixa e são extremamente ácidos. O horizonte A pode atingir até 30 cm, com coloração bruno-escura e o horizonte C é muito profundo, estendendo-se além dos 200 cm, com coloração clara (SUDEC, 1980).

As temperaturas médias anuais no alto reverso imediato do planalto da Ibiapaba, no estado do Ceará, estão na faixa de 22° a 24°C (Lins, 1978). A precipitação média anual no posto de Tianguá, situado na transição floresta/carrasco, distando aproximadamente 20 km em linha reta da área estudada, é de 1.289 mm (FUNCEME, 1995). Em outras áreas de carrasco mais distantes, como Carnaubal (FUNCEME, 1995) e Poranga (SUDENE, 1990), a precipitação anual média é de 667,6 e 675,8 mm, respectivamente. A área estudada, em Ubajara, está situada entre as isoietas de 1.000 a 1.200 mm, com chuvas de verão-outono e precipitação máxima concentrada em fevereiro, março e abril, resultante dos deslocamentos sazonais da Convergência Intertropical (CIT). Durante três meses do ano a precipitação é menor que 1% do total anual (Lins, 1978).

Levantamento fitossociológico e pedológico. Foi utilizado o método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), com dimensões de 10x10 m, bastante usado no nordeste em estudos quantitativos da caatinga (Gomes, 1979; Fonseca, 1991; Rodal, 1992) e do carrasco (Araújo *et al.*, 1998b). Foram alocadas aleatoriamente 100 parcelas, totalizando 1 hectare, num sistema com um eixo Y = 400 m na direção E-W e um eixo X = 200 m na direção S-N. Usando os eixos como um sistema de coordenadas, as parcelas foram localizadas através do sorteio de pares de números. Foram incluídos todos os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule no nível do solo igual ou maior que 3 cm. As trepadeiras lenhosas enraizadas nas parcelas também foram amostradas, por estarem entre as espécies de maior IVI no carrasco estudado por Araújo *et al.* (1998b). Foram medidos o perímetro do caule no nível do solo, a altura vertical das plantas no interior da parcela, ou que tocaram por dentro ou por fora a linha de limite em dois lados da parcela. As plantas que tocaram por dentro ou por fora a linha de limite dos dois outros lados da parcela foram desprezadas. As medidas do perímetro foram tomadas com fita métrica e as alturas, com uma régua. Não foram medidas as alturas

BIBLIOTECA CENTRAL

das trepadeiras. No centro de cada parcela foi retirada uma amostra das profundidades de 0-50 cm (horizonte A e parte do C) para análises físicas e químicas, no Departamento de Ciências do Solos da Universidade Federal do Ceará, de acordo com EMBRAPA (1979). Os resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo foram discutidos por Araújo & Martins (em preparação)

Coleta e identificação do material botânico. O material coletado das espécies amostradas nas parcelas foi depositado no herbário EAC da Universidade Federal do Ceará, com duplicatas no herbário UEC da Universidade Estadual de Campinas. A identificação foi realizada por comparação com material já identificado e, principalmente, confirmada e complementada por especialistas da Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade de São Paulo, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, além de outros especialistas nacionais e estrangeiros.

Organização comunitária. A organização da comunidade lenhosa foi analisada através da estrutura de abundância e de tamanho (Martins, 1991). Na estrutura de abundância, foram calculados os parâmetros relativos de densidade, freqüência e dominância (Curtis & McIntosh,1950; Stearns, 1951) e o índice do valor de importância (IVI) (Curtis & McIntosh, 1951), usando o programa FITOPAC (Shepherd, 1995). Como hábito das espécies, foram considerados: a) arbustos, as plantas que apresentavam ramificações do caule abaixo de 50 cm; b) árvores, as que apresentavam caule indiviso, com a copa na parte terminal do caule; c) trepadeiras, as que se apoiavam em suportes, enlaçando-os; e d) subescandentes, as que apresentavam caules decumbentes, ou apoiando-se em suportes. Na estrutura de tamanho, as variações de altura e diâmetro das diferentes populações no carrasco de Jaburuna foram comparadas através de diagramas de caixa (box plots) (Sokal & Rohlf, 1995).

Variações florísticas. Para analisar variações florísticas e da abundância das populações e suas relações com variações do solo, foi construída uma matriz quantitativa, contendo 87 espécies lenhosas e 175 parcelas, sendo 100 de Jaburuna e 75 das três áreas de carrasco estudadas por Araújo *et al.* (1998b). As espécies foram consideradas descritores e as parcelas, objetos. Foram consideradas apenas as espécies que ocorreram com cinco ou mais indivíduos. Para analisar variações florísticas no espaço, foi calculada a distância Canberra,

$$C = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{|X_{ij} - X_{ik}|}{(X_{ij} + X_{ik})}\right]$$

onde: C= coeficiente de dissimilaridade entre amostras j e k, n= número de espécies na amostra e X_{ij}, X_{ik}= número de indivíduos da espécie i em cada amostra (Krebs, 1989). Para verificar se a abundância das espécies estaria ou não influenciando no resultado das distâncias entre as amostras, foi calculado o índice de similaridade de Jaccard (S_j = a / (a+b+c)), onde: a = número de espécies comuns às amostras A e B, b = número de espécies exclusivas de B, c = número de espécies exclusivas de A. Foram feitas a análises de agrupamentos, através da média ponderada (WPGMA) e da média de grupo (UPGMA) (Krebs, 1989), a partir da matriz de distâncias e da matriz de similaridades. Para essas análises foi usado o programa FITOPAC (Shepherd, 1995). Para verificar se as variações florísticas e estruturais estariam relacionadas a variáveis pedológicas, foi construída uma matriz com as variáveis físicas (areia grossa, areia fina e silte) e químicas (pH e soma das bases (S)) que apresentaram maior variação, a partir das 100 amostras coletadas de 0 a 50 cm em Jaburuna e da média das variáveis das profundidades de 0 a15 cm e de 15 a 45 cm das 75 amostras coletadas por Araújo (1992). As amostras coletadas nas profundidades de 50 a 100 cm na localidade Jaburuna não foram consideradas devido a ausência de dados de amostras nessas profundidades nas outras localidades estudadas por Araújo (1992). Com a matriz quantitativa das espécies e a matriz das variáveis pedológicas foi feita a análise de correspondência canônica (CCA), usando o programa CANOCO (ter Braak, 1987-1992). Para diminuir o efeito das espécies dominantes, foi feita a transformação logarítmica (ln (y+1), onde y= número de indivíduos da espécie) da matriz de espécies.

Diversidade. Foi calculado o índice de Shannon (H') para espécies (Magurran, 1988), usando o logaritmo neperiano. As três amostras estudas por Araújo *et al.* (1998b) eram constituídas por 0,25ha cada uma. Para comparar a diversidade da vegetação, foram sorteadas 25 parcelas da amostra de Jaburuna para obter uma área (0,25 ha) igual às estudadas por Araújo *et al.* (1998b). As quatro amostras foram comparadas duas a duas pelo teste *t* proposto por Hutcheson (1970). Para obter um nível de significância final (α) de 5% para as 4 amostras foi usado o método de Bonferroni ($\alpha'=\alpha/k$, onde k = 4 comparações), considerando $\alpha'=0,01$ em cada comparação (Sokal & Rohlf, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na amostra de 1 ha foram encontrados 4.408 indivíduos, sendo 4.254 indivíduos vivos e 226 (5%) mortos ainda em pé. Os 4.254 indivíduos vivos pertencem a 74 espécies de 30 famílias.

Estrutura de abundância. *Acacia langsdorffii*, *Piptadenia moniliformis*, *Guapira graciliflora*, *Sebastiania brevifolia*, *Bauhinia acuruana*, *Aspidosperma multiflorum* e *Luehea candicans* apresentaram densidades relativas maiores que 4%, contribuindo com 54% do total de indivíduos (Tabela I). *Acacia langsdorffii* contribuiu com 23,58% dos indivíduos amostrados, seguida por *Piptadenia moniliformis* com apenas 6,65%. A maioria (71,6% das espécies) contribuiu com menos de 1% da densidade relativa. Entre estas, *Bocoa mollis*, uma população numerosa no carrasco de Jaburuna, foi amostrada com um pequeno número de indivíduos devido ao critério de inclusão, que selecionou apenas os indivíduos de maior porte. Numa amostra, podem ser encontrados dois tipos de espécies raras: as raras virtuais, cujo pequeno número na amostra decorre do método (indivíduos de pequeno porte, cujo tamanho máximo está próximo ao critério de inclusão); e as raras reais, espécies com poucos indivíduos na comunidade, que não seriam amostrados em maior número, mesmo mudando o critério de inclusão. *Allophyllus* sp., *Capsicum* sp., *Cereus jamacaru*, *Chrysophyllum marginatum*, *Chomelia* cf. *obtusa*, *Croton nepetaefolius*, *Eriope* sp., *Guapira laxa*, *Hymenaea velutina*, *Manilkara* cf. *triflora*, *Sapium* glandulatum, *Stachytarpheta* sp., *Stillingia saxatilis* e *Wedelia* sp. (Tabela I) podem ser consideradas raras reais na comunidade de carrasco estudada. Aquelas espécies foram amostradas com, no máximo, dois indivíduos, indicando que sua densidade média seria ao redor de dois indivíduos por hectare. Espécies que ocorrem na comunidade com uma densidade média de até dois indivíduos por hectare são consideradas raras e colocam muitos problemas importantes de conservação e evolução (Shafer, 1990). Assim, não se pode concluir que uma espécies é rara com base apenas na sua ocorrência na amostra, mas deve se observar sua distribuição na comunidade real.

Acacia langsdorffii e *Piptadenia moniliformis* também apresentaram as maiores dominâncias relativas (15,77 e 14,73%, respectivamente (Tabela I). Embora *Piptadenia moniliformis* tenha apresentado menos de 1/3 da densidade relativa de *Acacia langsdorffii*, as dominâncias relativas foram semelhantes devido aos maiores diâmetros de *Piptadenia moniliformis* (Figura 2). *Acacia langsdorffii* em Baixa Fria, *Thiloa glaucocarpa* em Carrasco e *Piptadenia moniliformis* em Estrondo foram as espécies que apresentaram maiores densidades e dominâncias relativas (Araújo *et al.*, 1998b). *Thiloa glaucocapa* apresentou baixa densidade relativa (0,67%) em Jaburuna, mas as outras duas espécies foram muito abundantes, indicando que elas pertencem ao grupo das espécies lenhosas codominantes (Cain & Castro, 1959) nas áreas de carrasco do planalto da Ibiapaba. Aquelas duas espécies parecem ocorrer com grande abundância também nas áreas perturbadas.

Mais da metade (56%) do índice do valor de importância (IVI) concentrou-se em apenas 9 (12% do total amostrado) espécies: *Acacia langsdorffii*, *Piptadenia moniliformis*, *Guapira graciliflora*, *Apuleia grazielana*, *Aspidosperma multiflorum*, *Luehea candicans*, *Eugenia* sp.1, *Sebastiania brevifolia* e *Bauhinia acuruana* (Tabela I). Exceto *Apuleia grazielana*, *Luehea candicans* e *Sebastiania brevifolia*, que só ocorreram em Jaburuna, as demais espécies também ocorreram com grandes valores de importância nas áreas de Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, estudadas por Araújo *et al.* (1998b). Tal como essas áreas, a de Jaburuna também mostrou que um pequeno número de populações (ao redor de 10% do total amostrado) detém mais de 50% do número total de indivíduos e da área basal, indicando uma grande concentração de dominância (baixa equabilidade). Por outro lado, os valores de freqüência relativa foram, em geral, menores que os de densidade relativa, indicando que a maior parte das populações mais abundantes tem tendência a um padrão espacial agregado.

Estrutura de tamanho. A maioria das espécies (81%) apresentou diâmetros máximos inferiores a 20 cm. Apenas 14 espécies (19%) apresentaram diâmetros acima de 20 cm, dentre elas *Byrsonima gardneriana*, *Gochnatia blanchetiana*, *Neea obovata*, *Piptadenia moniliformis* e *Thiloa glaucocarpa* (Figura 2a). Predominaram nas populações indivíduos com até 10 cm de diâmetro, de modo semelhante ao observado nas populações do carrasco no sul da Ibiapaba (Araújo, 1992). Apenas 13 espécies (20%, excluídas as trepadeiras) apresentaram indivíduos com alturas superiores a 6 m (Figura 2b), entre as quais *Aspidosperma multiflorum*, *Thiloa glaucocarpa*, *Croton tricolor*, *Apuleia grazielana*, *Machaerium acutifolium*, *Machaerium vestitum*, *Piptadenia moniliformis* e *Luehea candicans*. Aquelas espécies compõem os elementos arbóreos que ficam dispersos entre as populações predominantemente arbustivas, cujas alturas estão concentradas entre 2 e 6m (Figura 2b). As áreas do sul da Ibiapaba (Araújo, 1992) apresentaram maiores proporções de espécies com indivíduos acima de 6 m (30, 66 e 68% em Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, respectivamente). Em Jaburuna, Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, 8% (5), 2% (1), 26% (14) e 22% (11) das espécies eram mesofanerófitas (Raunkiaer, 1934), isto é, tinham indivíduos com 8 m ou mais de altura. Dada a pequena proporção de mesofanerófitas, o carrasco pode ser considerado uma vegetação arbustiva microfanerofítica.

Variações florísticas. Tanto a análise de agrupamento pela média ponderada quanto pela média de grupos apresentaram resultados semelhantes, mostrando que, realmente há, grupos florísticos diferentes. Devido à semelhança dos resultados no dois tipos de agrupamentos, optou-se pela apresentação apenas da média de grupo (UPGMA). As amostras da vegetação

formaram quatro grandes conjuntos de parcelas, cada qual correspondente a uma das quatro áreas de carrasco estudadas (Figura 3a). Daqueles quatro conjuntos de amostras, Baixa Fria e Estrondo apresentaram menor distância (dissimilaridade), mas a distância foi muito grande entre todas as áreas, indicando que ocorrem grandes variações na composição florística e na estrutura de abundância, de um local a outro. Essa variabilidade florística e estrutural decorre de variações espaciais na abundância e na distribuição das populações e pode estar associada a variações no solo e no clima. Nas áreas estudadas de carrasco, a grande dissimilaridade entre as áreas não foi devida tanto a variações na abundância das populações, mas principalmente à baixa similaridade florística entre as áreas (Figura 3b). Isso significa que diferentes espécies ocorrem em diferentes locais no carrasco, isto é, há uma grande variação na distribuição das espécies no espaço. O carrasco ocupa uma faixa estreita ao longo do planalto da Ibiapaba, que se estende de norte a sul na divisa entre os estado do Ceará e Piauí. No norte do planalto, o carrasco limita-se a leste com a Floresta Sub-Perenifólia Tropical Plúvio-Nebular (floresta úmida serrana); no sul, com a floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (floresta seca), ambas situadas na vertente leste do planalto (Figueiredo, 1986). Na área de transição entre a floresta úmida serrana e o carrasco, ocorre ainda uma pequena mancha de cerrado, no município de Guaraciaba do Norte, em altitudes em torno de 900m. A amostra de Carrasco foi a mais distante porque apresentou maior número de espécies também presentes na caatinga (Araújo *et al.*, 1998b). Isso indica que a variabilidade florística do carrasco pode estar relacionada à presença de espécies da vegetação limítrofe, cuja amplitude ecológica permita a existência em clima e solo menos favoráveis (espécies da floresta) ou em aridez menos acentuada e solos mais pobres (espécies da caatinga).

Embora a variância acumulada da análise de correspondência canônica (CCA) tenha explicado apenas 13% da variância dos dados das espécies (Tabela II), a disposição das parcelas (Figura 4 c e d) foi semelhante à observada no dendograma da Figura 3. As parcelas de Jaburuna separaram-se das parcelas de Baixa Fria, Carrasco e Estrondo pela menor acidez do solos, enquanto as parcelas de Baixa Fria e Carrasco separaram-se de Estrondo por apresentarem textura mais arenosa (Figura 4). *Acacia glomerosa*, *Chomelia* cf. *obtusa*, *Cordia rufescens*, *Ephedranthus pisocarpus*, *Erythroxylum barbatum*, *Paullinia cearensis* e *Vernonia rugulosa*, associaram-se a solos com maior teor de areia grossa em Carrasco (Figura 4 e e f, Tabela III). Em Jaburuna, *Apuleia grazielana*, *Croton tricolor*, *Eugenia* aff. *prosoneura*, *Eugenia* sp.1, *Helicteres velutina* e Lamiaceae (indet.) correlacionaram-se à menor acidez do solo. Em Baixa Fria e Estrondo, *Aspidosperma discolor*, *Bredemeyera brevifolia*, *Copaifera martii*, *Hymenaea velutina*, *Lindackeria ovata*, *Peixotoa jussieuana* e

Platypodium elegans também foram associadas a maiores valores de pH do solo (Figura 4 a, b, e e f, Tabela III).

Diversidade. Na amostra total de 1 ha em Jaburuna, foram encontradas 74 espécies de 30 famílias, das quais 64 arbustivas ou arbóreas e 10 trepadeiras (Tabela I). Na subamostra de 0,25 ha no mesmo local, encontraram-se 52 espécies de 26 famílias. Nas três amostras de 0,25 ha estudadas por Araújo *et al.* (1998b), foram encontradas 49, 54 e 49 espécies de 24, 27 e 21 famílias, em Baixa Fria, Carrasco e Estrondo, respectivamente. A menor riqueza florística encontrada nas áreas do sul deve-se provavelmente ao tamanho da área amostral, pois tiveram riqueza semelhante à da subamostra de Jaburuna. Quando a área amostral de 0,25 ha aumentou para 1 ha, em Jaburuna, aumentou em 30% (22) a riqueza de espécies e em 20% (6) a riqueza de famílias. Em 0,25 ha, quase 1/3 das espécies não foram amostradas, mascarando a riqueza daquela vegetação.

Em Jaburuna, o índice de diversidade de Shannon na amostra de 1 ha foi 3,161nats/ind. e na subamostra de 0,25 ha foi 3,070 nats/ind. Não houve diferença estatisticamente significativa entre elas (Tabela IV), mostrando que a subamostra de 0,25 ha no carrasco de Jaburuna pode ter subestimado a riqueza, mas não subestimou a diversidade. A diversidade encontrada em 1 ha de carrasco em Jaburuna foi maior que a encontrada em Carrasco e Estrondo (Tabela IV). Considerando a subamostra de 0,25 ha em Jaburuna, apenas a diversidade da localidade Carrasco foi estatisticamente menor (Tabela IV). Na amostra de 1 ha a riqueza aumentou muito, mas o índice de diversidade não, confirmando a baixa equabilidade indicada pela análise estrutural. Isso significa que, no carrasco, embora haja riqueza específica elevada, umas poucas espécies concentram a maior parte da abundância.

O carrasco do planalto da Ibiapaba é constituído predominantemente por espécies arbustivas microfanerofíticas de caules finos. Apresenta grande variabilidade espacial na composição florística e na abundância das populações. Ocorre grande concentração de dominância (baixa equabilidade) e as espécies mais abundantes diferem de um local a outro. As diferenças na distribuição e na abundância da espécies ocorrem associadas a variações dos teores de areia grossa, areia fina e silte, da soma das bases e do pH. As amostras de 0,25 ha subestimaram a riqueza florística, mas não subestimaram a diversidade.

Agradecimentos: Os autores agradecem aos Drs. A.T. Oliveira-Filho, L.S. Kinoshita e M. A. Figueiredo, pelas críticas e sugestões. Aos taxonomistas da UNICAMP, USP, UFC, Instituto de Botânica de São Paulo, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, entre outros, pela identificação

do material botânico. Ao Sr. Ilário Cândido Fernandes e Sra. Maria Graciema Daniel Cândido Fernandes, pela permissão para a realização dos trabalhos de campo em sua fazenda e pela hospedagem durante todo o levantamento de campo. À Geógrafa Leonor de Maria Rodrigues Melo, pela colaboração na coleta dos dados. À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP) e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), pelo financiamento parcial deste trabalho. Ao programa PICD / CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida a F.S. Araújo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

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

ANDRADE-LIMA, D. de, 1978, Vegetação. In Lins, R.C, (ed.), *Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos*. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife, p.131-135 (Série estudos e pesquisas, 9).

ANDRADE-LIMA, D. de, 1981, The caatingas dominium. *Revta brasil. Bot.*, 4:149-153.

ARAÚJO, F.S., 1992, *Composição florística e fitossociologia da vegetação de carrasco, Novo Oriente - CE*. Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B. , FIGUEIREDO, M.A., RODAL, M.J.N. e FERNANDES. A.G.,1998a, Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. *Revta brasil. Bot.*, 21 (prelo)

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B. , RODAL, M.J.N e FIGUEIREDO, M.A., 1998b, Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. *Rev. Brasil. Biol.*, 58:85-95.

ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R., Fisionomia e estrutura da vegetação de carrasco no norte do planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Acta bot. bras.*, (em preparação).

CAIN, S.A. & CASTRO, G.M.O., 1959, *Manual of vegetation analysis*. Hafner, New York.

CURTIS, J.T. & MCINTOSH, R.P., 1950, The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31:431-445.

CURTIS, J.T. & MCINTOSH, R.P., 1951, An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32:476-496.

DEBENEDICTIS, P.A., 1973, On the correlations between certain diversity indices. *Amer. Natur.*, 954:295-302.

EMBRAPA, 1979, *Manual de métodos de análises de solo*. SNLCS, Rio de Janeiro.

FERNANDES, A., 1990, *Temas fitogeográficos*. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P., 1990, *Estudo fitogeográfico do Brasil*. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERRI, M.G., 1980, *Vegetação brasileira*. Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

FIGUEIREDO, M.A., 1986, *Vegetação*. In Atlas do Ceará. (ed.) SUDEC. Fortaleza. p. 24-25.

FONSECA, M.R., 1991, *Análise da vegetação arbustiva-arbórea da caatinga hiperxerófila do noroeste do estado de Sergipe*. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

FUNCEME, 1995, *Relatório de pluviometria por faixa de anos - Estado do Ceará*. Departamento de Apoio Tecnológico (DETEC), Fortaleza.

GOMES, M.A.F., 1979, *Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba*. Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

HUTCHESON, K., 1970, A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. theor. Biol.*, 29:151-154.

KREBS, C.J., 1989, *Ecological methodology*. Harper Collins Pulishers, New York.

LINS, R.C., 1978, *Bacia do Parnaíba: aspéctos fisiográficos*. (ed.) Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife. (Séric estudos e pesquisas, 9).

MAGURRAN, A.E., 1988, *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

MARTINS, F.R., 1991, *Estrutura de uma floresta mesófila*. Editora da UNICAMP, Campinas, SP (Série teses).

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

NIMER, E., 1989, *Climatologia do Brasil*. 2ª. ed. IBGE- SUPREN (Fundação IBGE-SUPREN, Recursos Naturais e Meio Ambiente), Rio de Janeiro.

RIZZINI, C.T., 1997, *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª. ed. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.

RODAL, M.J.N., 1992, *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

ROMARIZ, D.A., 1974, *Aspectos da vegetação do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.

SAMPAIO, E.V.S.B., 1995, Overview of the Brazilian caatinga. In BULLOCK, S. H., OONEY, H.A., MEDINA, E. *Seasonally dry tropical forests*. University Press, Cambridge. p.35-63.

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

SHEPHERD, G.J., 1995, *FITOPAC 1. Manual do usuário*. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J., 1995, *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York.

SOUZA, M.J.N., 1988, Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. *Rev. de Geologia*, 1:73-91.

STEARNS, F., 1951, The composition of the sugar maple-hemlock-yellow birch association in northern Wisconsin. *Ecology*, 32:245-261.

SUDEC, 1980, *Levantamento de reconhecimento semi-detalhado dos solos de região natural da Ibiapaba*. Fortaleza, CE.

SUDENE, 1990, *Dados pluviométricos mensais do nordeste*: v.1 - Ceará. Recife (Série pluviométrica, 3).

ter BRAAK, C.J.F., (1987-1992), *CANOCO - a FORTRAN program for Canonical Community Ordenation*. Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA.

TABELA I

Número de indivíduos (ne) amostrados com diâmetro do caule igual ou maior que 3 cm no nível do solo em 1 ha, parâmetros de abundância e hábito de espécies lenhosas no carrasco em Jaburuna, município de Ubajara, CE. Código refere-se à representação da espécie nos diagramas de caixa (Figura 2). *pode apresentar indivíduos subescandentes. DeR, DoR e FeR, densidade, dominância e frequência relativas (em %). IVI, índice do valor de importância.

(Código) Espécies	Família	Hábito	ne	DeR (%)	DoR (%)	FeR (%)	IVI
(1) *Acacia langsdorffii* Benth.	Mimosaceae	arbusto*	1003	23,58	15,77	6,22	45,56
(2) *Piptadenia moniliformis* Benth.	Mimosaceae	árvore*	283	6,65	14,73	5,07	26,45
(3) *Guapira graciliflora* (Mart. ex J.A.Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	arbusto	237	5,57	4,59	5,34	15,50
(4) *Apuleia grazielana* Afr.Fern.	Caesalpiniaceae	arbusto	168	3,95	6,43	4,53	14,90
(5) *Aspidosperma multiflorum* A.DC.	Apocynaceae	árvore*	180	4,23	6,62	3,72	14,57
(6) *Luehea candicans* Mart. & Zucc.	Tiliaceae	arbusto*	176	4,14	6,02	3,78	13,94
(7) *Eugenia* sp.1	Myrtaceae	arbusto*	148	3,48	5,77	3,99	13,23
(8) *Sebastiania brevifolia* (Müll.Arg.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto*	221	5,20	3,25	4,73	13,18
(9) *Bauhinia acuruana* Moric.	Caesalpiniaceae	arbusto*	193	4,54	1,39	5,20	11,13
(10) *Croton tricolor* Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto*	144	3,39	4,94	2,03	10,35
(11) *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britt.	Fabaceae	arbusto*	149	3,50	1,82	4,46	9,78
(12) *Croton argyrophylloides* Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto*	135	3,17	1,89	4,05	9,12
(13) *Machaerium vestitum* Vogel	Fabaceae	arbusto*	107	2,52	3,54	3,04	9,09
(14) *Arrabidea dispar* Bureau ex K.Schum.	Bignoniaceae	trepadeira	132	3,10	1,18	3,92	8,20
(15) *Byrsonima gardneriana* A.Juss.	Malpighiaceae	arbusto	62	1,46	3,10	2,09	6,65
(16) *Pterocarpus villosus* Mart.	Fabaceae	arbusto*	106	2,49	2,06	1,96	6,51
(17) *Rollinia leptopetala* R.E.Fr.	Annonaceae	arbusto*	62	1,46	1,45	2,64	5,55
(18) *Jacaranda jasminoides* (Thunb.) Sandwith	Bignoniaceae	arbusto*	68	1,60	0,83	2,64	5,06
(19) *Manihot aff. brachypoda* Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto*	51	1,20	0,48	2,91	4,58
(20) *Thiloa glaucocarpa* (Mart.) Eichler	Combretaceae	árvore	30	0,71	2,32	1,22	4,24
(21) *Zanthoxylum hamadriadicum* Pirani	Rutaceae	arbusto*	43	1,01	0,81	2,23	4,05
(22) *Eugenia tapacumensis* O.Berg	Myrtaceae	árvore*	55	1,29	0,83	1,89	4,01
(23) *Neea obovata* Spruce ex Heimerl	Nyctaginaceae	árvore	33	0,78	2,08	0,95	3,80
(24) *Colubrina cordifolia* Reissek	Rhamnaceae	arbusto*	39	0,92	0,42	1,89	3,22
(25) *Campomanesia aromatica* Griseb.	Myrtaceae	arbusto*	33	0,78	0,68	1,62	3,08
(26) *Sebastiania* sp.	Euphorbiaceae	arbusto*	34	0,80	1,07	0,95	2,81
(27) *Erythroxylum cf citrifolium* A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	arbusto*	35	0,82	0,69	1,22	2,73
(28) *Cordia rufescens* A.DC.	Boraginaceae	arbusto*	23	0,54	0,18	1,35	2,07
(29) *Mansoa schwackei* Bureau & K.Schum.	Bignoniaceae	trepadeira	32	0,75	0,28	0,95	1,97
(30) *Platypodium elegans* Vogel	Fabaceae	arbusto*	24	0,56	0,51	0,81	1,88
(31) *Bocoa mollis* (Benth.) R.S.Cowan	Fabaceae	arbusto*	22	0,52	0,17	1,15	1,83
(32) *Dioclea violacea* Mart. ex Benth.	Fabaceae	trepadeira	20	0,47	0,34	1,01	1,83
(33) *Cnidoscolus vitifolius* Pohl	Euphorbiaceae	arbusto	14	0,33	0,27	0,81	1,41
(34) *Gochnatia blanchetiana* (DC.) Cabrera	Asteraceae	arbusto	4	0,09	0,89	0,14	1,12
(35) *Croton aff gardnerianus* Baill.	Euphorbiaceae	arbusto	12	0,28	0,19	0,61	1,08
(36) *Arrabidea chica* (Humb. & Bonpl.) Verl.	Bignoniaceae	trepadeira	11	0,26	0,10	0,61	0,96
(37) *Eugenia aurata* O.Berg	Myrtaceae	arbusto	11	0,26	0,12	0,47	0,85
(38) *Croton zehnteneri* Pax & Roffm.	Euphorbiaceae	arbusto	10	0,24	0,12	0,47	0,83
(39) *Senna gardneri* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	arbusto	9	0,21	0,07	0,54	0,82
(40) *Helicteris velutina* K.Schum.	Sterculiaceae	arbusto	9	0,21	0,16	0,41	0,78

TABELA I (Conclusão)

(Código) Espécies	Família	Hábito	ne	DeR (%)	DoR (%)	FeR (%)	IVI
(41) *Ipomoea brasiliana* (Choisy) Meisn.	Convolvulaceae	trepadeira	7	0,16	0,11	0,47	0,75
(42) *Trigonia bahiensis* E.F.Guim., Miguel & Fontella	Trigoniaceae	trepadeira	10	0,24	0,10	0,41	0,74
(43) *Eugenia aff. prosoneura* O.Berg	Myrtaceae	arbusto	9	0,21	0,07	0,41	0,69
(44) *Hymenaea eriogyne* Benth.	Caesalpiniaceae	arbusto	8	0,19	0,13	0,34	0,66
(45) *Neojobertia candolleana* Bureau & K.Schum.	Bignoniaceae	trepadeira	10	0,24	0,06	0,34	0,63
(46) *Machaerium acutifolium* Vogel	Fabaceae	árvore*	7	0,16	0,22	0,14	0,52
(47) Lamiaceae (indet.)	Lamiaceae	arbusto*	9	0,21	0,10	0,20	0,51
(48) *Senna macranthera* var. *pudibunda* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	arbusto	5	0,12	0,05	0,34	0,51
(49) *Manihot coerulescens* Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto	4	0,09	0,16	0,20	0,46
(50) *Brunfelsia cuneifolia* F.A.Schmidt	Solanaceae	arbusto	5	0,12	0,04	0,27	0,43
(51) *Senna barnebyana* Afr.Fern.	Caesalpiniaceae	arbusto	4	0,09	0,05	0,27	0,42
(52) *Psidium rufum* DC.	Myrtaceae	arbusto	4	0,09	0,05	0,27	0,41
(53) *Turnera blanchetiana* Urb.	Turneraceae	arbusto*	4	0,09	0,02	0,27	0,39
(54) *Bauhinia* sp.	Caesalpiniaceae	arbusto	5	0,12	0,04	0,20	0,36
(55) *Maytenus* sp.2	Celastraceae	arbusto	3	0,07	0,07	0,20	0,34
(56) *Hymenaea velutina* Ducke	Caesalpiniaceae	árvore	2	0,05	0,12	0,14	0,31
(57) *Senna trachypus* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	arbusto	3	0,07	0,04	0,20	0,31
(58) *Solanum* sp.	Solanaceae	arbusto	3	0,07	0,03	0,20	0,31
(59) *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax	Euphorbiaceae	árvore	2	0,05	0,04	0,14	0,22
(60) *Actinostemon* sp.	Euphorbiaceae	trepadeira	2	0,05	0,03	0,14	0,21
(61) *Eriope* sp (nova)	Lamiaceae	arbusto	2	0,05	0,03	0,14	0,21
(62) *Wedelia* sp.	Asteraceae	arbusto	2	0,05	0,03	0,14	0,21
(63) Malpighiaceae (indet.)	Malpighiaceae	trepadeira	2	0,05	0,02	0,14	0,20
(64) *Capsicum* sp.	Solanaceae	arbusto	2	0,05	0,01	0,14	0,19
(65) *Chrysophyllum marginatum* (Hook & Arn) Radlk. ssp. marginatum	Sapotaceae	arbusto	2	0,05	0,01	0,14	0,19
(66) *Cereus jamacaru* DC.	Cactaceae	arbusto	1	0,02	0,09	0,07	0,18
(67) *Stillingia saxatilis* Müll.Arg.	Euphorbiaceae	arbusto	2	0,05	0,01	0,07	0,13
(68) *Allophyllus* sp.	Sapindaceae	arbusto	1	0,02	0,03	0,07	0,12
(69) *Chomelia cf. obtusa* Cham.& Schltdl.	Rubiaceae	arbusto	1	0,02	0,02	0,07	0,11
(70) *Strychnos rubiginosa* DC.	Loganiaceae	trepadeira	1	0,02	0,02	0,07	0,11
(71) *Croton nepetaefolius* Baill.	Euphorbiaceae	arbusto	1	0,02	0,01	0,07	0,10
(72) *Guapira laxa* (Netto) Furlan	Nyctaginaceae	arbusto	1	0,02	0,01	0,07	0,10
(73) *Manilkara cf triflora* (Allemão) Monach.	Sapotaceae	arbusto	1	0,02	0,01	0,07	0,10
(74) *Stachytarpheta* sp.	Verbenaceae	arbusto	1	0,02	0,01	0,07	0,10
Total / 74	30	-	4254	100	100	100	299,9

TABELA II

Resumo do resultado da análise de correspondência canônica (CCA) das amostras de vegetação e solo no carrasco do planalto da Ibiapaba, CE.

Resumo	Eixos			Inércia total
	1°	2°	3°	
- Autovalores	0,403	0,188	0,099	-
- Correlação espécies / variáveis pedológicas	0,873	0,772	0,613	-
- Percentagem acumulada da variância dos dados das espécies	7,1	10,4	12,2	-
- Percentagem acumulada da variância da relação espécies/variáveis pedológicas	53,9	79,0	92,3	-
- Soma de todos os autovalores	-	-	-	5,663
- Soma de todos os autovalores canônicos	-	-	-	0,747 (13%)

TABELA III
Espécies do carrasco do planalto da Ibiapaba, CE, e seus respectivos códigos representados na Figura 4 (e, f).

Código	Espécies	Código	Espécies
1	*Acacia glomerosa* Benth.	45	*Eugenia tapacumensis* O.Berg.
2	*Acacia langsdorffii* Benth.	46	*Guapira graciliflora* (Mart. ex J.A.Schmidt) Lundell
3	*Allophyllus sericeus* (Cambess.) Radlk.	47	*Helicteris velutina* K.Schum.
4	*Apuleia grazielana* Afr.Fern.	48	*Hymenaea eriogyne* Benth.
5	*Arrabidea chica* (Humb. & Bonpl.)Verl.	49	*Hymenaea velutina* Ducke
6	*Arrabidea dispar* Bureau ex K.Schum	50	*Ipomoea brasiliana* (Choisy) Meisn.
7	*Aspidosperma discolor* A.DC.	51	*Jacaranda jasminoides* (Thunb.) Sandwith
8	*Aspidosperma multiflorum* A.DC.	52	Lamiaceae (indet.)
9	*Aspidosperma subincanum* A.DC.	53	*Lindackeria ovata* (Benth.) Gilg
10	*Bauhinia acuruana* Moric.	54	*Luehea candicans* Mart. & Zucc.
11	*Bauhinia subclavata* Benth.	55	*Machaerium acutifolium* Vogel
12	*Bauhinia* sp.	56	*Machaerium vestitum* Vogel
13	*Mansoa schwackei* Bureau & K.Schum.	57	*Manihot af. brachypoda* Müll.Arg.
14	*Bocoa mollis* (Benth.) R.S.Cowan	58	*Maytenus* sp.1
15	*Bredemeyera brevifolia* Klotzsch	59	*Myrcia guianensis* (Aublet) DC.
16	*Brunfelsia cuneifolia* F.A.Schmidt	60	*Neea obovata* Spruce ex Heimerl
17	*Byrsonima gardneriana* A.Juss.	61	*Neojobertia candolleana* Bureau & K.Schum.
18	*Campomanesia aromatica* Griseb.	62	*Paullinia cearensis* Somner & Ferrucci
19	*Capparis flexuosa* (L.) L.	63	*Pavonia glazioviana* Gürke
20	*Cenostigma macrophylum* Tul.	64	*Peixotoa jussieuana* Mart. ex A.Juss.
21	*Chomelia cf. obtusa* Cham.& Schltdl.	65	*Piptadenia moniliformis* Benth.
22	*Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk. ssp. *marginatum*	66	*Platypodium elegans* Vogel
23	*Cnidoscolus vitifolius* Pohl	67	*Psidium sartorianum* (O.Berg) Nied
24	*Colubrina cordifolia* Reissek	68	*Pterocarpus villosus* Mart.
25	*Copaifera martii* Hayne	69	*Rollinia leptopetala* R.E.Fr.
26	*Cordia rufescens* A.DC.	70	*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax
27	*Croton argyrophylloides* Müll.Arg.	71	*Sebastiania brevifolia* (Müll.Arg.) Müll.Arg.
28	*Croton jacobinensis* Müll.Arg.	72	*Sebastiania* sp.
29	*Croton* aff. *gardneranus* Baill.	73	*Senna barnebyana* Afr.Fern.
30	*Croton tricolor* Müll.Arg.	74	*Senna gardneri* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
31	*Croton zehnteneri* Pax & Roffm.	75	*Senna macranthera var. pudibunda* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
32	*Dalbergia cearensis* Ducke	76	*Senna trachypus* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
33	*Dalbergia frutescens* (Vell.) Britt.	77	*Solanum baturitense* Huber
34	*Dioclea violacea* Mart. ex Benth.	78	*Strychnos rubiginosa* DC.
35	*Ephedranthus pisocarpus* R. E. Fr.	79	*Swartzia flemingi* Raddi
36	*Erythroxylum barbatum* O.E.Schultz	80	*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson
37	*Erytroxylum cf. citrifolium* A.St.-Hil.	81	*Thiloa glaucocarpa* (Mart.) Eichler
38	*Erythroxylum laetevirens* O.E.Schulz	82	*Trigonia bahiensis* E.F.Guim., Miguel & Fontella
39	*Erythroxylum* cf. *nummularia* Peyritsch	83	*Turbina cordata* (Choisy) D.F.Austin & Staples
40	*Eugenia aff. prosoneura* O.Berg	84	*Turnera blanchetiana* Urb.
41	*Eugenia aurata* O.Berg	85	*Vernonia rugulosa* Sch.Bip. ex Baker
42	*Eugenia* sp.1	86	*Vitex cymosa* Bert. ex Spreng.
43	*Eugenia* sp.2	87	*Zanthoxylum hamadriadicum* Pirani
44	*Eugenia punicifolia* (Kunth) DC.		

TABELA IV

Comparação da diversidade de Shannon (H') entre áreas de carrasco no planalto da Ibiapaba. Valores seguidos por letras iguais, não diferiram estatisticamente (p ≤ 5%).

Localidades	H'
Jaburuna	$3,161^{a}$
Subamostra de Jaburuna	$3,070^{ac}$
Baixa Fria	$3,033^{ac}$
Carrasco	$2,866^{bd}$
Estrondo	$2,987^{bc}$

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das áreas de carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará.

Figura 2. Diagrama de caixa (a) dos diâmetros basais (≥3 cm) e (b) das alturas de espécies arbustivas e arbóreas do carrasco em Jaburuna, município de Ubajara, CE. Cada caixa contém os dois quartis (50%) centrais da distribuição; a linha horizontal dentro de cada caixa representa a mediana; as linhas verticais indicam os quartis extremos superior e inferior, representando a amplitude. * pontos extremos e o muito extremos da distribuição. Os números referem-se aos códigos das espécies na Tabela 1.

Figura 3. Distância (a) e similaridade (b) florística entre quatro áreas de carrasco no planalto da Ibiapaba, CE.

Figura 4. Biplot das variáveis pedológicas físicas (areia grossa, areia fina, silte e argila) e químicas (pH e S=soma das bases) (a e b), escores das amostras (c e d, onde: 1= Jaburuna, 2=Baixa Fria, 3=Carrasco e 4=Estrondo) e escores das espécies (e e f) obtidos através da análise de correspondência canônica (CCA) com as amostras da vegetação e do solo do carrasco do planalto da Ibiapaba, CE. Os nomes das espécies representadas por códigos, estão relacionados na Tabela III.

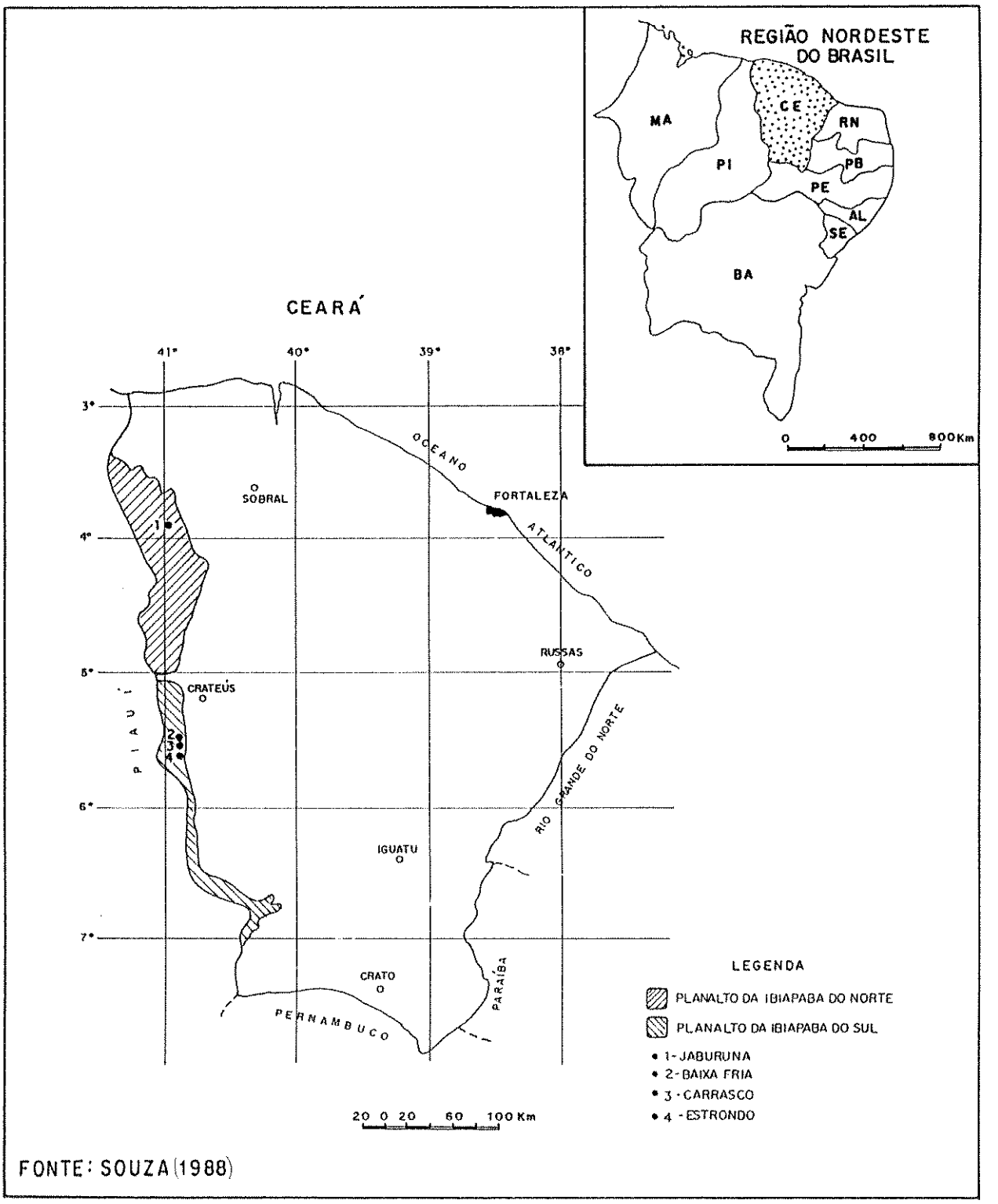

REGIÃO NORDESTE
DO BRASIL
MA
PI
CE
RN
PB
PE
AL
SE
BA
0 400 800Km
CEARÁ
41°
40°
39°
38°
3°
4°
5°
6°
7°
OCEANO
ATLANTICO
SOBRAL
FORTALEZA
RUSSAS
CRATEÚS
PIAUÍ
RIO GRANDE DO NORTE
IGUATU
CRATO
PARAÍBA
PERNAMBUCO
1
2
3
4
20 0 20 60 100 Km
LEGENDA
PLANALTO DA IBIAPABA DO NORTE
PLANALTO DA IBIAPABA DO SUL
• 1 - JABURUNA
• 2 - BAIXA FRIA
• 3 - CARRASCO
• 4 - ESTRONDO
FONTE: SOUZA (1988)

Figura 1

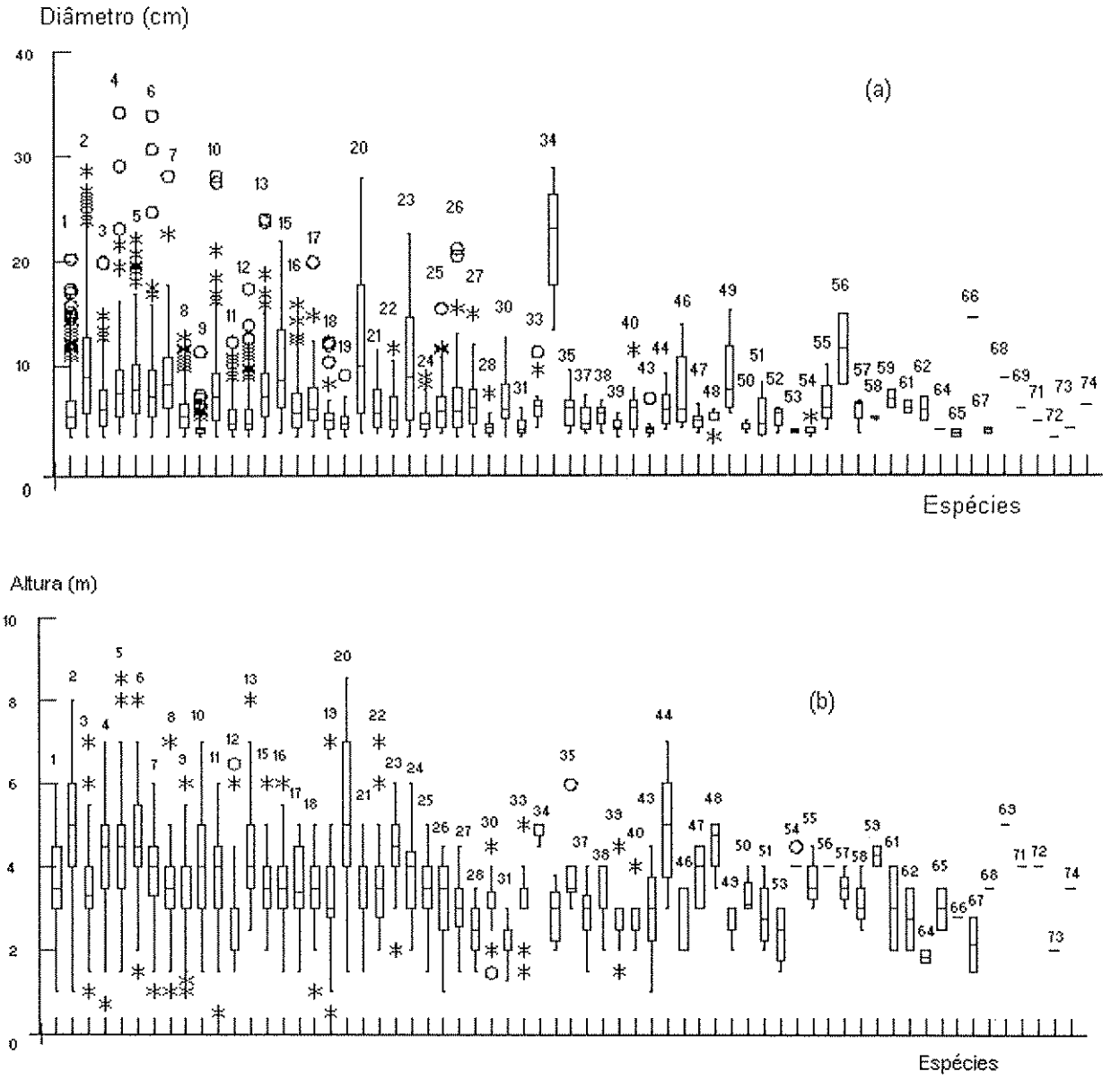


Figura 2

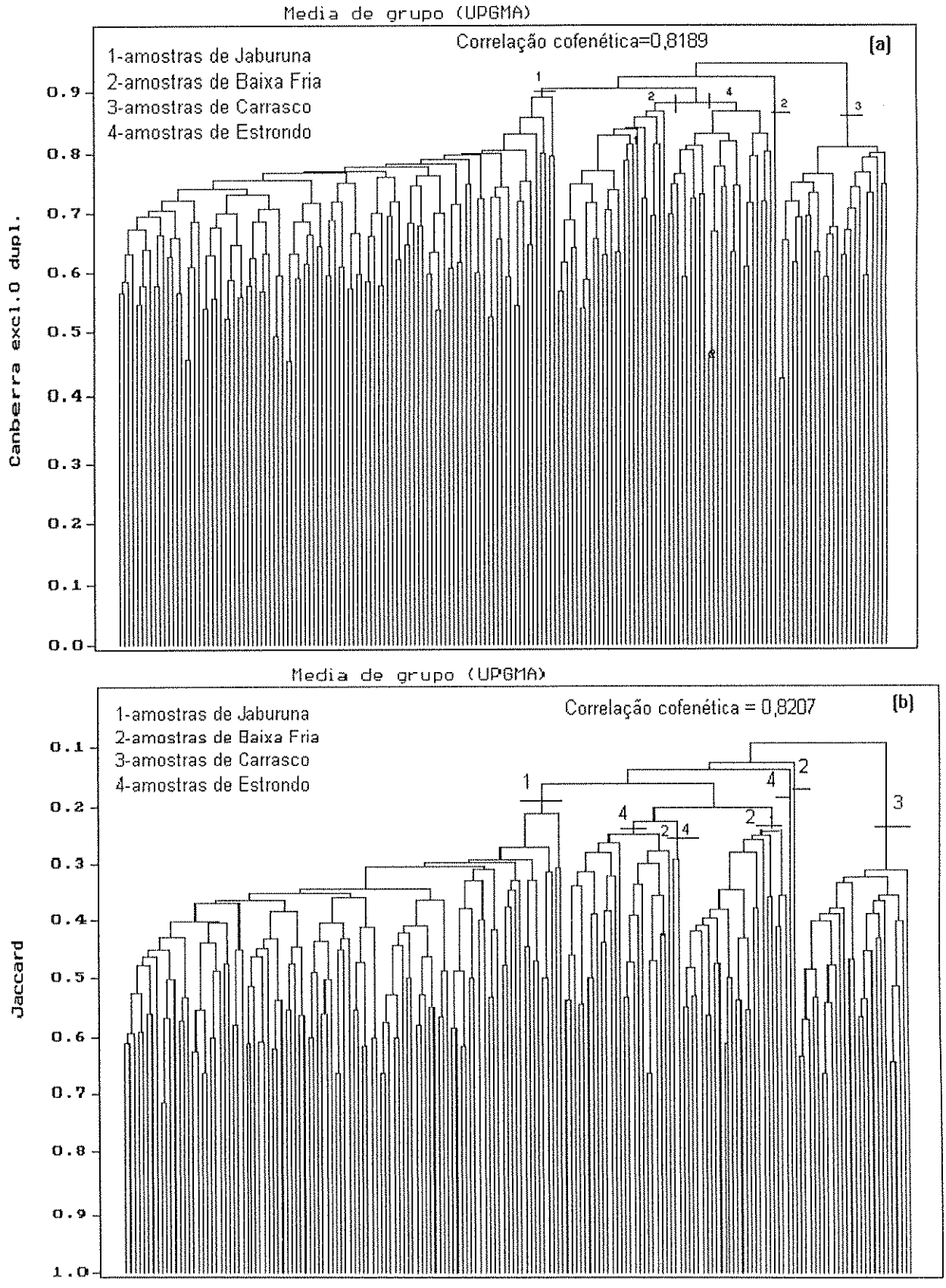

Media de grupo (UPGMA)
Correlação cofenética=0,8189
(a)
1-amostras de Jaburuna
2-amostras de Baixa Fria
3-amostras de Carrasco
4-amostras de Estrondo
Canberra excl.0 dupl.
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Media de grupo (UPGMA)
Correlação cofenética = 0,8207
(b)
1-amostras de Jaburuna
2-amostras de Baixa Fria
3-amostras de Carrasco
4-amostras de Estrondo
Jaccard
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0

Figura 3

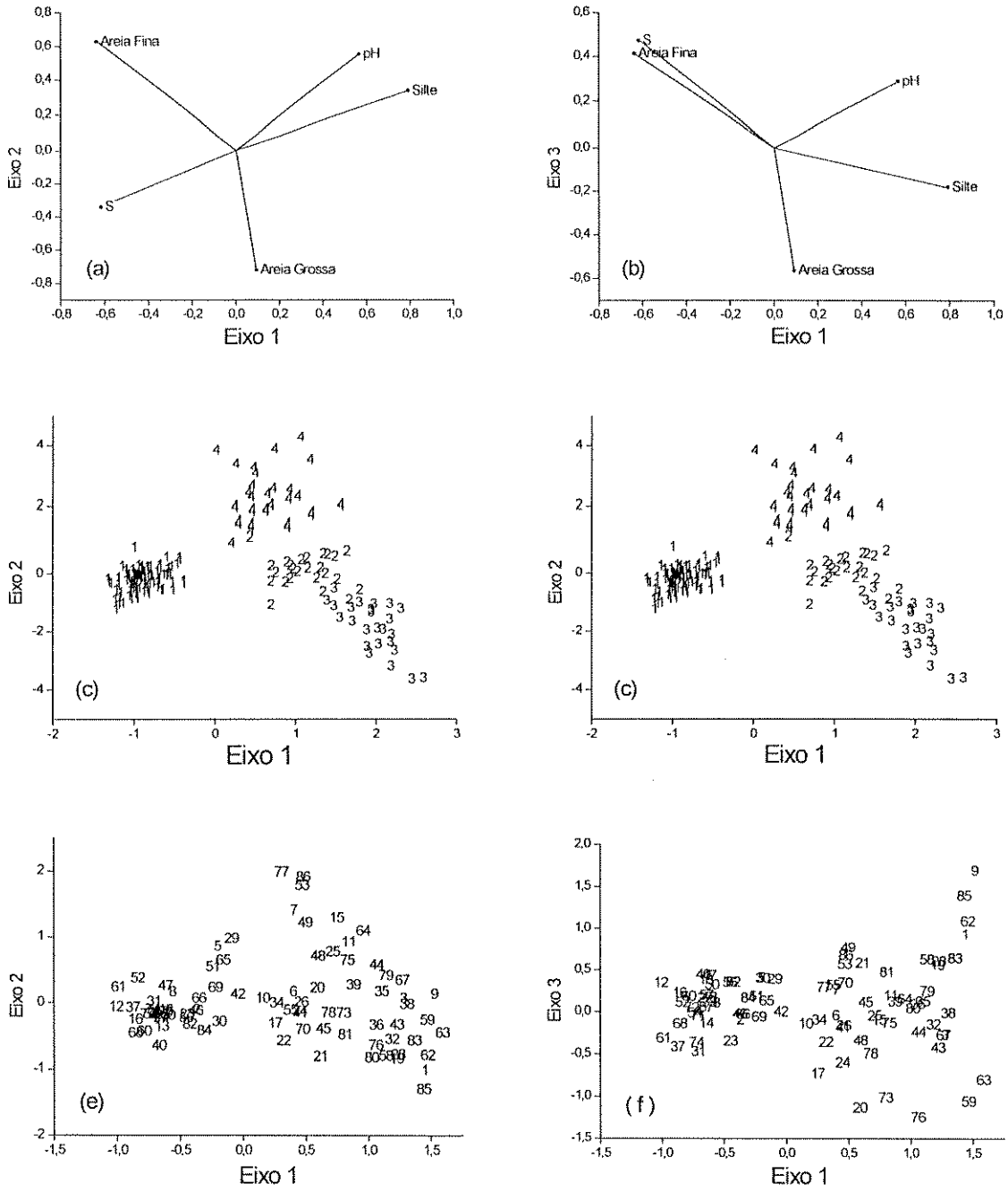

Areia Fina
pH
Silte
S
Areia Grossa
(a)
Eixo 2
Eixo 1
S
Areia Fina
pH
Silte
Areia Grossa
(b)
Eixo 3
Eixo 1
(c)
Eixo 2
Eixo 1
(c)
Eixo 2
Eixo 1
(e)
Eixo 2
Eixo 1
(f)
Eixo 3
Eixo 1

Figura 4

Comparações florísticas entre o carrasco e outras formações vegetais do nordeste do Brasil[1]

FRANCISCA SOARES DE ARAÚJO[2], FERNANDO ROBERTO MARTINS[3] & GEORGE JOHN SHEPHERD[3]

1. Parte da Tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor no programa de Doutorado em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil. Este capítulo segue as normas do Journal of Tropical Ecology.

2. Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Caixa Postal 12191, Fortaleza 60.455-760, CE, Brasil.
3. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas 13083-970, SP, Brasil.

Título curto: Comparacões florísticas no nordeste do Brasil.

RESUMO. Este trabalho visa a contribuir para o conhecimento das semelhanças e diferenças florísticas e da fitodiversidade da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba com outras formações vegetais do nordeste do Brasil. Foi construída uma matriz de dados binários para as espécies e uma matriz com o número de espécies em cada família, a partir de 115 levantamentos da vegetação do carrasco, da caatinga, do cerrado, da floresta serrana e da floresta costeira do nordeste. A partir dessas duas matrizes foi feita a análise de agrupamentos e a análise de ordenação. A fitodiversidade foi comparada apenas entre os trabalhos que apresentaram o índice de Shannon (H'). Os resultados das análises de agrupamentos e de ordenação mostraram que o carrasco é um tipo próprio de vegetação e apresenta maior proximidade (embora ainda muito pequena) com a floresta serrana do interior de Pernambuco. A fitodiversidade e a equabilidade do carrasco foram mais próximas da floresta que da caatinga.

PALAVRAS-CHAVE: carrasco, vegetação, flora, formação vegetal, similaridade florística.

INTRODUÇÃO

No continente sul-americano, predominantemente úmido, ocorrem três núcleos de regiões áridas e semi-áridas, ocupando províncias geológicas e condições térmicas diferentes: 1) a diagonal arréica do Cone Sul, no oeste do continente, estendendo-se desde o golfo de Guaiaquil, a poucos graus do equador até o Estreito de Magalhães acima de 52° S; 2) o domínio semi-árido guajira, na fachada caribeana da Venezuela, no extremo nor-noroeste; e 3) o domínio das caatingas semi-áridas do nordeste brasileiro em baixas altitudes e latitudes tropicais (Ab'Sáber 1974, Sarmiento 1975). Sarmiento (1975) verificou que as caatingas do nordeste brasileiro e as regiões dos altos Andes, dentro da diagonal arréica do Cone Sul, possuem as floras mais dissimilares.

A região nordeste brasileira tem uma área de 1.540.827 km^2 (Nimer 1989), na qual o clima semi-árido ocupa aproximadamente 800.000 km^2 (10% do território brasileiro) (Ab'Sáber 1974). Sua posição subequatorial, fora do domínio das áreas semi-áridas, faz dela uma região marcadamente azonal (Ab'Sáber 1974). As feições topográficas do relevo do nordeste são de idade relativamente recente, formadas, na sua maior parte, durante o Cenozóico (Mabesoone 1978). O modelado ocorrido durante o cenozóico decorreu, em parte, de um tectonismo de reativação de dobramentos de fundo, acompanhado de fraturas e falhas (Andrade 1968).

Segundo Mabesoone (1978), o relevo atual do nordeste pode ser dividido em três regiões: 1) a região costeira, 2) a região do cristalino e 3) a bacia sedimentar neopaleozóica-mesozóica do Piauí-Maranhão. A região do cristalino é uma das mais individualizadas do embasamento pré-cambriano sul-americano, onde bacias intracratônicas, muitas vezes associadas a fossas, foram preenchidas por

uma sedimentação abundante e extensiva durante o cretáceo (Andrade 1968). Possui um relevo bem diferenciado, com grandes áreas aplainadas, sobre as quais se elevam maciços cristalinos e serras e chapadas sedimentares. Dentre as elevações destacam-se o planalto cristalino da Borborema, com sua maior área no estado da Paraíba; as serras sedimentares do Martins, no estado do Rio Grande do Norte; a chapada do Araripe, na divisa entre Ceará e Pernambuco; e a chapada da Diamantina, na Bahia (Mabesoone & Castro (1975). A borda oriental da bacia sedimentar do Piauí-Maranhão é representada por uma alta e extensa cuesta, que limita os estados do Ceará e Piauí, chamada planalto da Ibiapaba (Figura 1). O planalto da Borborema tem grande extensão, representa superfícies antigas (Pd_3 e Pd_2) (Andrade 1968) que foram soerguidas, e apresenta diversas áreas rebaixadas e aplainadas no seu interior (Mabesoone & Castro 1975).

A região nordeste apresenta drenagens estacionalmente intermitentes e extensivamente abertas para o mar, em aproximadamente 50% de seu território e os totais pluviométricos médios anuais são inferiores a 750 mm, concentrados em três meses consecutivos, do outono ou outono-inverno (Nimer 1989). As variações são devidas às oscilações da Convergência Intertropical, ficando os meses secos sob o domínio do Centro de Ação do Atlântico Sul (Reis 1976, Nimer 1989).

Segundo Ab'Sáber (1979), as variações da vegetação da América do Sul no Quaternário foram associadas às flutuações palcoclimáticas e os grandes tipos de cobertura vegetal teriam sido praticamente os mesmos de hoje. Durante as flutuações para condições de seca, as florestas pluviais ficaram restritas a áreas favoráveis, como encostas de montanhas e vales de rios, chamadas refúgios (Ab'Sáber 1979, Haffer 1987). A ocorrência de florestas, cerrados e caatingas num pequeno espaço e a presença de florestas em vertentes úmidas (com chuvas de convecção forçada) no domíno das caatingas pode ter sido resultante da combinação de paisagens predominantes no último período seco do Quaternário inferior, influenciando desde a Bahia e centro-norte de Goiás até as Guianas e a Venezuela (Ab'Sáber 1979).

As variações atuais do relevo, do clima e dos solos, associadas às mudanças paleoambientais do Quaternário no nordeste brasileiro, resultam em diferentes tipos de vegetação com fisionomias e floras distintas, sendo a caatinga a mais característica nas baixas altitudes. As florestas ocupam principalmente as áreas costeiras no leste e as encostas de relevos elevados que ocasionam chuvas de convecção forçada (Fernandes & Bezerra 1990). A ocorrência de cerrado pode representar penetrações da área nuclear (na Bahia e Piauí) ou áreas disjuntas, desde o nível do mar até altitudes próximas de 1.000 m (Furley & Ratter 1988), como na chapada do Araripe (Figueiredo 1986), no planalto da Ibiapaba (Figueiredo 1989) e no planalto da Borborema,

A caatinga é a vegetação predominante nas baixas altitudes, em solos geralmente rasos, argilosos e rochosos, ocupando uma área aproximada de 600.000 a 900.000 km^2 (Sampaio 1995).

Apresenta variações fisionômicas e florísticas (Romariz 1974, Ferri 1980, Andrade-Lima 1981, Sampaio 1995, Rizzini 1997).

Sobre os planaltos e as chapadas mais elevadas do interior (que não estão expostos às chuvas de convecção forçada) há outros tipos de vegetação, como o carrasco, que pode ser confundido com a caatinga pela caducifolia, mas difere pela fisionomia e composição florística (Araújo *et al.*, em preparação a). Andrade-Lima (1978) referiu-se ao carrasco como sendo uma vegetação xerófila, em que predominam formas subarbóreas a arbóreas de pequeno porte (3-4 m), em solos arenosos das chapadas da bacia do rio Parnaíba, no Piauí. Andrade-Lima (1978) distinguiu fisionomicamente o carrasco da caatinga pela alta densidade dos indivíduos lenhosos, que apresentam troncos finos e são uniestratificados, e pela quase ausência de Cactáceas e Bromeliáceas. Segundo aquele autor, tal vegetação apareceria também na região de Barreiras (Bahia ocidental), sendo ambiguamente denominada de "grameal".

O termo carrasco tem sido usado no nordeste do Brasil para designar diferentes tipos de vegetação, incluindo áreas de cerrado denso na Bahia, caatingas arbustivas sobre solos pedregosos e vegetação arbustiva densa xerófila no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe. Figueiredo (1986) considerou o carrasco como um tipo próprio de vegetação, no planalto da Ibiapaba e na chapada do Araripe, com algumas espécies de caatinga, cerrado e floresta. Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990) afirmaram ser aquela vegetação procedente da degradação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa. Aqueles autores não esclareceram se o carrasco seria proveniente de uma degradação natural do cerradão devido a mudanças climáticas ao longo do tempo geológico, ou se sua degradação seria devido à perturbação antrópica. Se o carrasco for um cerradão degradado, deve apresentar uma composição florística empobrecida de cerradão. Se for um tipo de caatinga, deve apresentar composição florística semelhante à da caatinga. Se o carrasco for uma vegetação clímax, deve apresentar composição florística própria.

O conhecimento da composição florística é importante para caracterizar a vegetação (Rizini 1997), esclarecer a sua origem e as suas relações com outros tipos de vegetação. Comparando as floras lenhosas do carrasco do planalto da Ibiapaba, da caatinga e do cerrado no nordeste, Araújo *et al.* (1998a) não conseguiram definir se o carrasco seria um tipo de caatinga ou cerrado. Mas, através da análise de agrupamento a partir de uma matriz de dados florísticos binários, composta por áreas de caatinga e carrasco, Araújo *et al.* (1998b) concluíram que o carrasco do planalto da Ibiapaba não é um tipo de caatinga.

Este trabalho visa a contribuir para o conhecimento das semelhanças e diferenças florísticas da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba com as caatingas, cerrados e florestas do nordeste e de sua fitodiversidade dentro do contexto do nordeste. A caracterização da florística e da

fitodiversidade do carrasco poderá permitir conceituar mais objetivamente esse tipo de vegetação, ainda pouco conhecida.

MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas de análises multivariadas permitem relacionar muitas variáveis simultaneamente, considerando cada uma igualmente importante no início da análise (Manly 1994). Entre elas, a análise de agrupamentos e a análise de ordenação (componentes principais, coordenadas principais, classificação-ordenação dicotomizada) têm sido amplamente usada em ecologia (Gauch 1982, Manly 1994). As técnicas de agrupamentos permitem, a partir de uma matriz de semelhança ou distância, juntar sucessivamente o par de grupos mais próximo, até que permaneça um só grupo, enquanto as técnicas de ordenação são usadas para detectar gradientes (Gauch 1982, Manly 1994). Neste trabalho essas técnicas de análise multivariada de agrupamento e ordenação foram usadas com a finalidade de detectar a proximidade florística do carrasco com outras formações vegetais do nordeste.

Relações florísticas.

Para analisar a afinidade florística do carrasco do planalto da Ibiapaba com as florestas, os cerrados e as caatingas do nordeste do Brasil, foi contruída uma matriz de presença e ausência (matriz binária) para as espécies e uma matriz com o número de espécies em cada família (matriz quantitativa). A matriz binária foi composta por 669 espécies arbustivas e arbóreas e a quantitativa, por 73 famílias, encontradas em 115 levantamentos quantitativos e 2 qualitativos (Tabela 1, Figura 2). As matrizes foram compostas a partir de: quatro levantamentos de carrasco com 93 espécies e 33 famílias; 70 de caatinga com 132 espécies e 35 famílias; 13 de cerrado, (11 quantitativos e 2 qualitativos) com 186 espécies e 47 famílias; e 28 de florestas (três levantamentos em floresta serrana do interior e 25 em floresta costeira), com 363 espécies e 63 famílias. As espécies e famílias foram consideradas descritores e as áreas levantadas, objetos. A partir da matriz binária, isto é, da presença e ausência das espécies em cada um dos levantamentos, foi calculada a matriz quadrada e simétrica através do índice de similaridade de Jaccard (S_j = a / (a+b+c)), onde: a = número de espécies comuns às amostras A e B, b = número de espécies exclusivas de B, c = número de espécies exclusivas de A. Devido à grande quantidade de descritores (669 espécies) e às limitações do programa utilizado, a ordenação da matriz binária de espécies foi feita através da análise de coordenadas principais (PCO) a partir da matriz de coeficientes de Jaccard (Greig-Smith 1983, Manly 1994). A partir da matriz quantitativa, isto é, do número de espécies por família em cada amostra, foi calculada a matriz quadrada e simétrica de distância Canberra,

$$C = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{|X_{ij} - X_{ik}|}{(X_{ij} + X_{ik})}\right]$$

onde: C= coeficiente de dissimilaridade entre amostras j e k, n= número de espécies na amostra e X_{ij}, X_{ik}= número de indivíduos da espécie i em cada amostra (Krebs, 1989). A construção dos dendrogramas resultantes da análise de agrupamentos foi feita através da média ponderada (WPGMA) (Everitt 1981, Krebs 1989), devido à ocorrência de grupos muito pequenos. A ordenação da matriz de família foi feita através da análise de componentes principais (PCA) usando correlação (Greig-Smith 1983, Manly 1994). Para estas análises foi usado o programa FITOPAC (Shepherd 1995).

Diversidade.

Com a finalidade de comparar a riqueza (S) e a diversidade florística do carrasco com outros tipos de vegetação do nordeste, foram calculados os valores de H'max (equabilidade máxima), H'min (equabilidade mínima) (DeBenedictis, 1973), usando o logaritmo neperiano. Usaram-se os dados dos quatro levantamentos de carrasco e os levantamentos de caatinga e florestas (Tabela 1) que apresentaram o índice de Shannon (H') (Magurran 1988) para espécies. Como apenas um levantamento de cerrado apresentou índice de diversidade, foi calculada a diversidade para os outros nove levantamentos quantitativos. O cálculo do H'min considerou N = 250 indivíduos, por ser o menor número de indivíduos encontrado nos trabalhos consultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relações florísticas.

Das 93 espécies do carrasco que foram comparadas com a caatinga, o cerrado, a floresta costeira e a floresta serrana do interior do nordeste do Brasil, 61 espécies (65%) só ocorreram nos quatro levantamentos de carrasco (Tabela 2).

No dendograma resultante da análise de agrupamento, a partir da matriz binária de espécies num nível muito baixo de similaridade (ao redor de 1%), formaram-se dois grandes grupos (Figura 3). O grupo 1 incluiu os quatro levantamentos de carrasco, os três de floresta serrana do interior, os 13 de cerrado e os 70 de caatinga. O grupo 2 incluiu todos os levantamentos da floresta costeira. Num segundo nível de similaridade, próximo de 2%, o grupo 1 subdividiu-se nos subgrupos do carrasco e da floresta serrana do interior (ab), do cerrado (c) e da caatinga (d). No nível de similaridade ao redor de 4% o subgrupo ab dividiu-se nos subgrupos do carrasco (a) e da floresta serrana do interior (b). A flora arbórea da floresta serrana do interior de Pernambuco (subgrupo b)

difere da flora arbórea da floresta costeira da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia (subgrupo e) e também apresenta muito baixa afinidade com a flora lenhosa do carrasco (subgrupo a).

No dendrograma resultante da análise de agrupamento a partir da matriz quantitativa de famílias, ao redor de 0,85 separaram-se dois grandes grupos (Figura 4). O grupo1 incluiu o carrasco, a floresta serrana do interior, o cerrado e a floresta costeira; e o grupo 2 incluiu as amostras de caatinga. Essa separação indica que a riqueza das famílias em espécies lenhosas é muito diferente entre os dois grupos. Ao redor da distância de 0,7 o grupo 1 separou-se em três subgrupos: o carrasco e a floresta serrana do interior (ab) e o cerrado (c) de um lado e, de outro lado a floresta costeira (d). Novamente, o carrasco mostrou maior afinidade com a floresta serrana do interior, apresentando maior número de famílias comuns. A floresta serrana do interior ocorre em vertentes que provocam chuvas de convecção forçada (Andrade-Lima 1966) e há autores que as consideram refúgios (Ab'Sáber 1979). Ambas as análises indicaram que a vegetação do carrasco se caracterizou por uma flora lenhosa própria, bem diferente da que ocorre nos demais tipos de vegetação estudados na região nordeste e que mostrou pequena afinidade com a flora arbórea da floresta serrana do interior.

As análises de classificação foram complementadas com as análises de ordenação, com a finalidade de verificar a consistência dos grupos formados nas análises de agrupamentos ou de detectar a possível ocorrência de um gradiente florístico entre os tipos de vegetação analisados. Na análise de ordenação das relações florísticas do carrasco a partir da matriz de coeficientes de Jaccard para espécies, através da análise de coordenadas principais (PCO), os dez primeiros eixos somaram 39,2% da variância total dos dados, com os três primeiros representando 10,81 e 5,53 e 4,08%. Estas percentagens podem ser consideradas baixas, pois os primeiros eixos estão explicando pouco da variação dos dados. Porém, essa análise deve ser considerada por ter apresentado resultado (Figura 5 a e b) semelhante ao encontrado na análise de agrupamentos (Figura 3). O carrasco e a floresta serrana do interior formaram os grupos mais próximos, confirmando mais uma vez a proximidade florística em nível de espécies entre aqueles tipos de vegetação (Figura 5 a e b). Na análise de componentes principais (PCA), a partir da matriz quantitativa de família, os cinco primeiros eixos somaram 50,7% da variância total dos dados, com os três primeiros representando 14,6 e 10,7 e 6,1 %. Também são considerados baixos, mas o resultado visual (Figura 6 a e b) confirma a proximidade florística em nível de famílias entre o carrasco e a floresta costeira do interior. A caatinga, o cerrado e a floresta costeira mantiveram-se afastados.

Tanto as análises de classificação quanto as de ordenação mostraram grande coerência ao indicarem proximidade entre o carrasco e a floresta serrana do interior, nos níveis de espécie e família. Os baixos valores de similaridade e os altos valores de distância entre a flora lenhosa do carrasco e as demais formações comparadas indicam que o carrasco é um tipo próprio de vegetação.

Essa separação mostra que o carrasco do planalto da Ibiapaba é uma vegetação clímax, confirmando a idéia de Figueiredo (1986), e não um cerradão degradado, como afirmaram Fernandes (1990) e Fernandes & Bezerra (1990). Embora o carrasco possa ser confundido com a caatinga pela caducifolia e predominância de arbustos, Araújo & Martins (em preparação) distinguiram-no pela ausência de estratos, grande densidade, pequena biomassa, abundância de trepadeiras e por ocorrer exclusivamente em altas altitudes (entre 700 e 900 m), principalmente em Areias Quartzosas profundas. A precipitação pluviométria no carrasco está dentro da faixa de ocorrência das caatingas, mas o provável fluxo lateral de água profunda no solo devido à inclinação das camadas na direção oeste, área onde está situado o carrasco do planalto da Ibiapaba, e a diminuição da temperatura em função do aumento da altitude podem tornar o ambiente do carrasco menos árido que o da caatinga (Araújo & Martins, em preparação), resultando numa flora diferente e mais rica.

Constatada a individualização florística do carrasco, há questões que ainda não podem ser respondidas com segurança. Há indicações de que o carrasco seja uma vegetação pós-climáxica, que ocupa atualmente uma área muito menor que no passado. Porém, não se conhece a origem de sua flora. As análises indicam que sua flora tem maior relação com a floresta serrana do interior que com a flora xerófila da caatinga. Há necessidade de levantamentos florísticos e fitossociológicos em outros locais e em outros tipos de vegetação na região nordeste, bem como de novas análises e comparações florísticas, para que se possa ter uma idéia da posição fitogeográfica do carrasco.

Diversidade.

A Figura 7 dá apenas uma idéia da diversidade da vegetação lenhosa do carrasco em relação à de outros tipos de vegetação lenhosa da região nordeste. Aqueles valores foram compilados de estudos já feitos a partir de diferentes métodos de levantamento, usando diferentes critérios para incluir plantas na amostra, tomando amostras de diferentes tamanhos, em locais com diferentes graus de perturbação. Na Figura 7, a abscissa mostra a riqueza florística, que no carrasco é intermediária entre a caatinga, o cerrado e a floresta, porém tende a ser mais próxima da riqueza da floresta. A ordenada da Figura 7 mostra a variação do índice de diversidade H' de Shannon (Magurran 1988). O carrasco apresentou índices de diversidade ao redor de 3 nats/ind., intermediários entre a caatinga, o cerrado e a floresta, tendendo mais para os valores encontrados na floresta. Para valores semelhantes de riqueza, quanto mais próximo da linha de diversidade máxima estiver o valor de H', maior a equabilidade; ao contrário, menor a equabilidade, quanto mais próximo da linha de diversidade mínima estiver o valor de H'. Os valores de equabilidade dos tipos de vegetação analisados tenderam a acompanhar os índices de diversidade encontrados em cada um. Apenas uma amostra de cerrado apresentou riqueza semelhante, mas diversidade e equabilidade menores que o carrasco, mas isso pode ser devido aos diferentes métodos de levantamento, tamanho

da amostra e critérios difentes para incluir plantas. Assim, pode se concluir que a vegetação de carrasco no planalto da Ibiapaba apresenta riqueza florística e diversidade de Shannon mais próximas da floresta que da caatinga, estando de acordo com os resultados das análises florísticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Drs. A.T. Oliveira-Filho, L.S. Kinoshita e M. A. Figueiredo, pelas críticas e sugestões. Aos Professores Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio da UFPE e Maria Jesus Nogueira Rodal da UFRPE, pelo fornecimento da bibliografia referente às florestas do nordeste. À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP) e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) pelo financiamento parcial deste trabalho. Ao programa PICD / CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida a F.S. Araújo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AB'SÁBER, A.N. 1979. *Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no pleistoceno*. Inter-Facies, UNESP (Escritos e documentos, 4).

ALCOFORADO-FILHO, F. G. 1993. *Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga arbórea no município de Caruaru - PE*. Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

ANDRADE, G.O. de. 1968. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos. *Estudos Universitários* 2/3:1-13.

ANDRADE-LIMA, D. de. 1966. *Esboço fitoecológico de alguns "brejos" de Pernambuco*. Instituto de Pesquisa Agropecuária de PE (Boletim técnico, 8)

ANDRADE-LIMA, D. de. 1978. Vegetação. In Lins, R.C (ed.). *Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos*. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife. p.131-135. (Série estudos e pesquisas, 9).

ANDRADE-LIMA, D. de. 1981. The caatingas dominium. *Revta brasil. Bot.* 4:149-153.

ARAÚJO, E.L., SAMPAIO, E. V. S. B. & RODAL, M. J. N. 1995. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Rev. Brasil. Biol.* 55:595-607.

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., FIGUEIREDO, M.A., RODAL, M.J.N. & FERNANDES, A.G. 1998a. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. *Revta brasil. Bot.* 21 (no prelo).

ARAÚJO, F.S., SAMPAIO, E.V.S.B., RODAL, M.J.N & FIGUEIREDO, M.A. 1998b. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. *Rev. Brasil. Biol.* 58:85-95.

ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no norte do planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Acta bot. bras.* (em preparação).

ARAÚJO, F.S., MARTINS, F.R. & CARVALHO, V.C. Mapeamento e caracterização ambiental e fisionômica da vegetação de carrasco, nordeste do Brasil. *Revta brasil. Bot.* (em preparação, a)

ARAÚJO, F.S., MARTINS, F.R. & SHEPHERD, G.J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Rev. Brasil. Biol.* (em preparação, b)

BARBOSA, M.R.V. 1996. *Estudo florístico e fitossociológico da mata do Buraquinho, remanescente de mata atlântica em João Pessoa, PB.* Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

CASTRO, A.A.J.F. 1994. *Comparação florística geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado.* Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

CORREIA, M.S. 1996. *Estrutura da vegetação da mata serrana de um brejo de altitude em Pesqueira - PE.* dissertação de Mestrado. UFPE, Recife.

DEBENEDICTIS, P.A. 1973. On the correlations between certain diversity indices. *American Naturalist* 954:295-302.

EVERITT, B. 1981. *Cluster analysis.* John Wiley & Sons, New York.

FENAME. 1983. (ed.). Atlas geográfico. IBGE, Rio de Janeiro.

FERNANDES , A. 1990. *Temas fitogeográficos.* Stylos Comunicações, Fortaleza.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. 1990. *Estudo fitogeográfico do Brasil.* Stylos Comunicações, Fortaleza.

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

FERRI, M.G. 1980. *Vegetação brasileira.* Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

FIGUEIREDO, M.A. 1986. Vegetação. In SUDEC. (ed.). *Atlas do Ceará.* Fortaleza. p. 24-25.

FIGUEIREDO, M.A. 1987. A microrregião salineira Norte-riograndense no domínio das caatingas. ESAM, Mossoró, 44p. (Coleção Mossoroense 353).

FIGUEIREDO, M.A. 1989. Nordeste do Brasil - relíquias vegetacionais no semi-árido cearense (cerrados). ESAM, Mossoró, 13p. (Coleção Mossoroense 646).

FONSECA, M.R. 1991. *Análise da vegetação arbustiva-arbórea da caatinga hiperxxerófila do noroeste do estado de Sergipe.* Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

FURLEY, P.A & RATTER, J.A 1988. Soil resources and plant communities of central Brasilian cerrado and their development. *Journal of Biogeography* 15:97-108.

GAUCH, H.G.Jr. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, New York.

GOMES, M.A.F. 1979. *Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba*. Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

GREIG-SMITH, P. 1983. *Quantitative plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

GUEDES, M.L.S. 1992. *Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da reserva ecológica da Mata de Dois Irmãos, Recife - Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

HAFFER, J. 1987. Quaternary history of tropical America. In WHITMORE, T.C. & PRANCE, G.T. 1987. *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Clarendon Press, Oxford.

KREBS, C.J. 1989. *Ecological metodology*. Harper Collins Pulishers, New York.

MABESOONE, J.M. & CASTRO, C. 1975. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. *Boletim do Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia*, 3.

MABESOONE, J.M. 1978. *Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro*. Instituto de Geografia/USP (Série Geomorfologia 56).

MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

MANLY, B.F.J. 1994. *Multivariate statistical methods*. 2ª. ed. Chapman & Hall, London.

MOURA, F.B.P. 1997. *Fitossociologia de uma mata serrana semidecídua no brejo de Jataúba, Pernambuco, Brasil*. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife.

NIMER, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2ª. ed. IBGE- SUPREN, Rio de Janeiro (Fundação IBGE-SUPREN. Recursos Naturais e Meio Ambiente).

REIS, A.C. de S. 1976. Clima da caatinga. *An.. Acad. Bras. Ciênc.* 48:325-335.

RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª. ed. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.

RODAL, M. J. N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

ROMARIZ, D.A. 1974. *Aspectos da vegetação do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.

SAMPAIO, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In BULLOCK, S.H., MOONEY, H.A. & MEDINA, E. *Seasonally dry tropical forests*. University Press, Cambridge. p.35-63.

SARMIENTO, G. 1975. The dry formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2:233-251.

SHEPHERD, G.J. 1995. *FITOPAC 1. Manual do usuário*. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, A.C.B.L. 1996. *Florística e fitossociologia do componente arbóreo em um fragmento de mata atlântica na região metropolitana do Recife/PE.* Monografia de conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas. UFRPE, Recife.

SIQUEIRA, D.R. 1997. *Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da mata do Zumbi, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco.* Dissertação de Mestrado. UFRPE, Recife.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., CARVALHO, G.H., e TAVARES, E.J.S. 1979. Inventário florestal no estado da Bahia.I. SUDENE (Recursos Vegetais, 9).

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., CARVALHO, G.H., TAVARES, E.J.S., MACHADO, O.F., LIMA, J.L.S e SOUZA, S.A. 1971B. Inventário florestal em Alagoas: contribuição para a determinação do potencial madeireiro dos municípios de São Miguel dos Campos, Chão de Pilar, colônia de Leopoldina e União dos Palmares. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 9(1/2):123-231.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S. e LIMA, J.L.S. 1969a. Inventário florestal do Ceará. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 7(1-4):93-111.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S. e LIMA, J.L.S. 1974. Inventário florestal do Ceará. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Tauá. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 12(2):5-19.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S., CARVALHO, G.H. e LIMA, J.L.S. 1970. Inventário florestal de Pernambuco. Estudo preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 8(1/2):149-194.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S., LIMA, J.L.S. e CARVALHO, G.H. 1969b. Inventário florestal de Pernambuco. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de São José do Belmonte. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 7(1-4):113-139.

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S., NEVES, M.A. e LIMA, J.L.S. 1968a. Inventário florestal de Alagoas:I, estudo preliminar da mata das carobas, município de Marechal Deodoro. SUDENE (Boletim técnico, 90)

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S., NEVES, M.A. e LIMA, J.L.S. 1968b. Inventário florestal de Alagoas:II, estudo preliminar da mata do varella, município de São Miguel dos Campos. SUDENE (Boletim técnico, 90)

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S., NEVES, M.A. e LIMA, J.L.S. 1971a. Inventário florestal de Alagoas:I, nova contribuição para o estudo preliminar das matas remanescentes do estado de Alagoas. *Bolm. Rec. Nat.* SUDENE 9(1/2):5-122

TAVARES, S., PAIVA, F.A.F., TAVARES, E.J.S.e CARVALHO, G.H. 1975. Inventário florestal na Paraíba e no Rio Grande do Norte. I. Estudo preliminar das matas remanescentes do Vale do Piranhas. SUDENE (Recursos Naturais 3).

Tabela 1. Referências bibliográficas dos trabalhos, com as respectivos números de levantamentos, realizados nos diferentes tipos de vegetação do nordeste do Brasil. (* Trabalhos que apresentaram índice de diversidade de Shannon).

Referência bibliográfica	Número de levantamentos	Tipo de vegetação
Araújo et al. 1998b*	3	Carrasco
Araújo et al. (em preparação, b)*	1	Carrasco
Ferraz 1994*	1	Floresta serrana do interior
Correia 1996*	1	Floresta serrana do interior
Moura 1997*	1	Floresta serrana do interior
Castro 1994* (apenas um apresentou índice de diversidade)	13	Cerrado
Tavares et al. 1968a e b	2	Floresta costeira
Tavares et al. 1971a e b	11	Floresta costeira
Tavares et al. 1979	7	Floresta costeira
Guedes 1992*	1	Floresta costeira
Barbosa 1996*	2	Floresta costeira
Silva 1996*	1	Floresta costeira
Siqueira 1997*	1	Floresta costeira
Tavares et al. 1969a e b	10	Caatinga
Tavares et al. 1970	15	Caatinga
Tavares et al. 1975	5	Caatinga
Gomes 1979	10	Caatinga
Figueiredo 1987	8	Caatinga
Fonseca 1991*	5	Caatinga
Rodal 1992*	4	Caatinga
Alcoforado-Filho 1993*	1	Caatinga
Araújo et al. 1995*	3	Caatinga

Tabela 2. Relação das espécies arbustivas e arbóreas que só ocorreram nos quatro levantamentos de carrasco realizados no planalto da Ibiapaba, nordeste do Brasil.

Número	Espécies	Número	Espécies
1	*Acacia langsdorffii* Benth.	32	*Hymenaea eriogyne* Benth.
2	*Allophyllus sericeus* (Cambess.) Radlk.	33	*Hymenaea velutina* Ducke
3	*Apuleia grazielana* Afr.Fern.	34	*Jacaranda jasminoides* (Thunb.) Sandwith
4	*Bauhinia acuruana* Moric.	35	*Lindackeria ovata* (Benth.) Gilg
5	*Bauhinia subclavata* Benth.	36	*Leuhea candicans* Mart. & Zucc.
6	*Bocoa mollis* (Benth.) R.S.Cowan	37	*Machaerium vestitum* Vogel
7	*Bredemeyera brevifolia* Klotzsch	38	*Manihot af. brachypoda* Müll.Arg.
8	*Brosimum gaudichaudii* Trécul	39	*Manilkara cf triflora* (Allemão) Monach.
9	*Brunfelsia cuneifolia* F.A.Schmidt	40	*Myrcia guianensis* (Aublet) DC.
10	*Byrsonima gardneriana* A.Juss.	41	*Neea obovata* Spruce ex Heimerl
11	*Campomanesia aromatica* Griseb.	42	*Pavonia glazioviana* Gürke
12	*Campomanesia velutina* (Aublet) Grisebach	43	*Platypodium elegans* Vogel
13	*Cenostigma macrophylum* Tul.	44	*Psidium rufum* DC.
14	*Chomelia cf. obtusa* Cham.& Schltdl.	45	*Psidium sartorianum* (O.Berg) Nied
15	*Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk. ssp. *marginatum*	46	*Pterocarpus villosus* Mart.
16	*Cnidoscolus vitifolius* Pohl	47	*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax
17	*Cordia leucomalloides* Tarodo	48	*Sebastiania brevifolia* (Müll.Arg.) Müll.Arg.
18	*Cordia rufescens* A.DC.	49	*Senna barnebyana* Afr.Fern.
19	*Croton* aff. *gardneranus* Baill.	50	*Senna gardneri* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
20	*Croton tricolor* Müll.Arg.	51	*Solanum americanum* Mill.
21	*Dalbergia frutescens* (Vell.) Britt.	52	*Solanum paniculatum* L.
22	*Ephedranthus pisocarpus* R. E. Fr.	53	*Stillingia saxatilis* Müll.Arg.
23	*Erythroxylum barbatum* O.E.Schultz	54	*Swartzia flemingi* Raddi
24	*Erythroxylum laetevirens* O.E.Schulz	55	*Thiloa glaucocarpa* (Mart.) Eichler
25	*Eugenia aff. prosoneura* O.Berg	56	*Turnera blanchetiana* Urb.
26	*Eugenia aurata* O.Berg	57	*Waltheria brachypetala* Turcz.
27	*Guapira graciliflora* (Mart. ex J.A.Schmidt) Lundell	58	*Wedelia vilosa* Gardner
28	*Guapira laxa* (Netto) Furlan	59	*Vernonia rugulosa* Sch.Bip. ex Baker
29	*Gochnatia blanchetiana* (DC.) Cabrera	60	*Vitex cymosa* Bert. ex Spreng.
30	*Helicteris muscosa* Mart.	61	*Zanthoxylum hamadriadicum* Pirani
31	*Helicteris velutina* K.Schum.		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das principais serras e chapadas do nordeste do Brasil e suas altitudes.

Figura 2. Localização aproximada dos levantamentos de caatinga, carrasco, cerrado, floresta serrana do interior e floresta costeira no nordeste do Brasil.

Figura 3. Similaridade florística específica entre tipos de vegetação do nordeste do Brasil.

Figura 4. Dissimilaridade (distância Canberra) no nível de família entre tipos de vegetação do nordeste do Brasil.

Figura 5 . Escores das amostras, obtidos através da análise de coordenadas principais (PCO), a partir da matriz quadrada de similaridade de Jaccard, no nível de espécies, dos tipos de vegetação do nordeste do Brasil.

Figura 6. Escores das amostras, obtidos através da análise de componentes principais (PCA), a partir da matriz quantitativa de família (número de espécies), dos tipos de vegetação do nordeste do Brasil.

Figura 7. Índices de diversidade de Shannon em áreas de caatinga, carrasco, cerrado, floresta costeira e floresta serrana, no nordeste do Brasil, e suas relações com a riqueza (S), com a diversidade máxima (H'max), com a diversidade mínima (H'min).

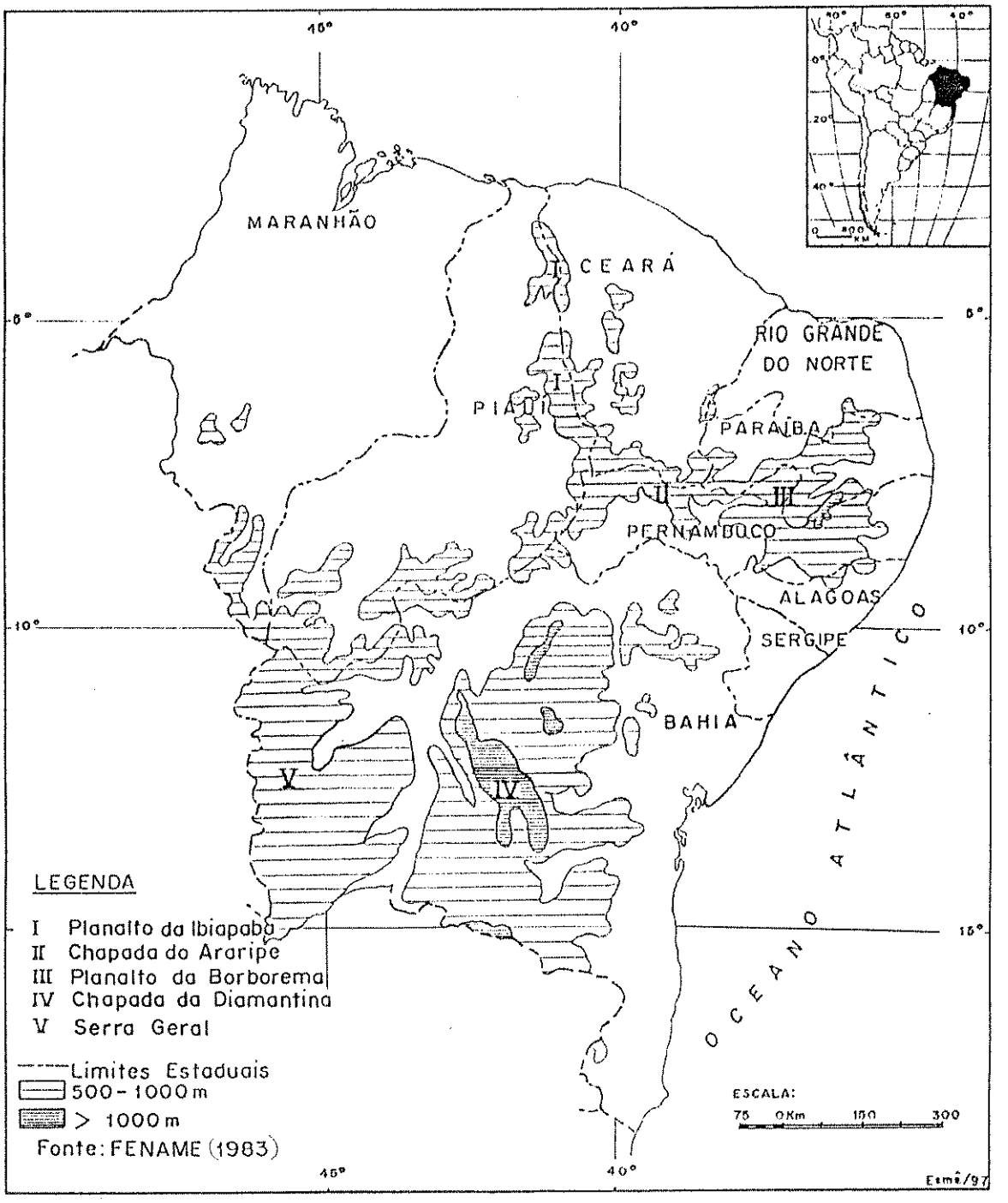

MARANHÃO
CEARÁ
PIAUÍ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
ALAGOAS
SERGIPE
BAHIA
OCEANO ATLÂNTICO
I
II
III
IV
V
LEGENDA
I Planalto da Ibiapaba
II Chapada do Araripe
III Planalto da Borborema
IV Chapada da Diamantina
V Serra Geral
Limites Estaduais
500 - 1000 m
> 1000 m
Fonte: FENAME (1983)
ESCALA:
75 0 Km 150 300
Esmê/97

Figura 1

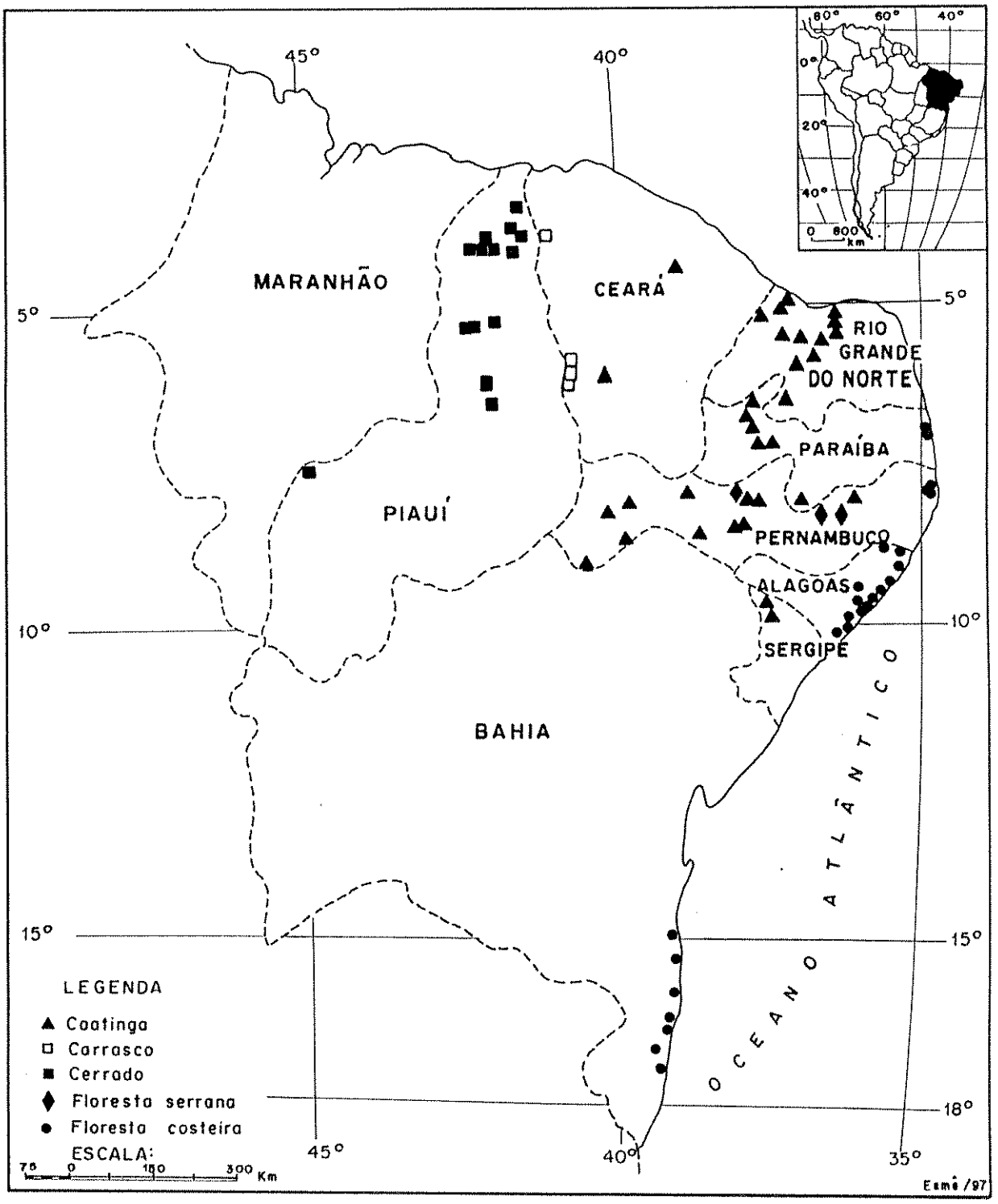

45°
40°
5°
10°
15°
18°
35°
MARANHÃO
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PIAUÍ
PERNAMBUCO
ALAGOAS
SERGIPE
BAHIA
OCEANO ATLÂNTICO
LEGENDA
Caatinga
Carrasco
Cerrado
Floresta serrana
Floresta costeira
ESCALA:
75 0 150 300 Km
Esmê /97

Figura 2

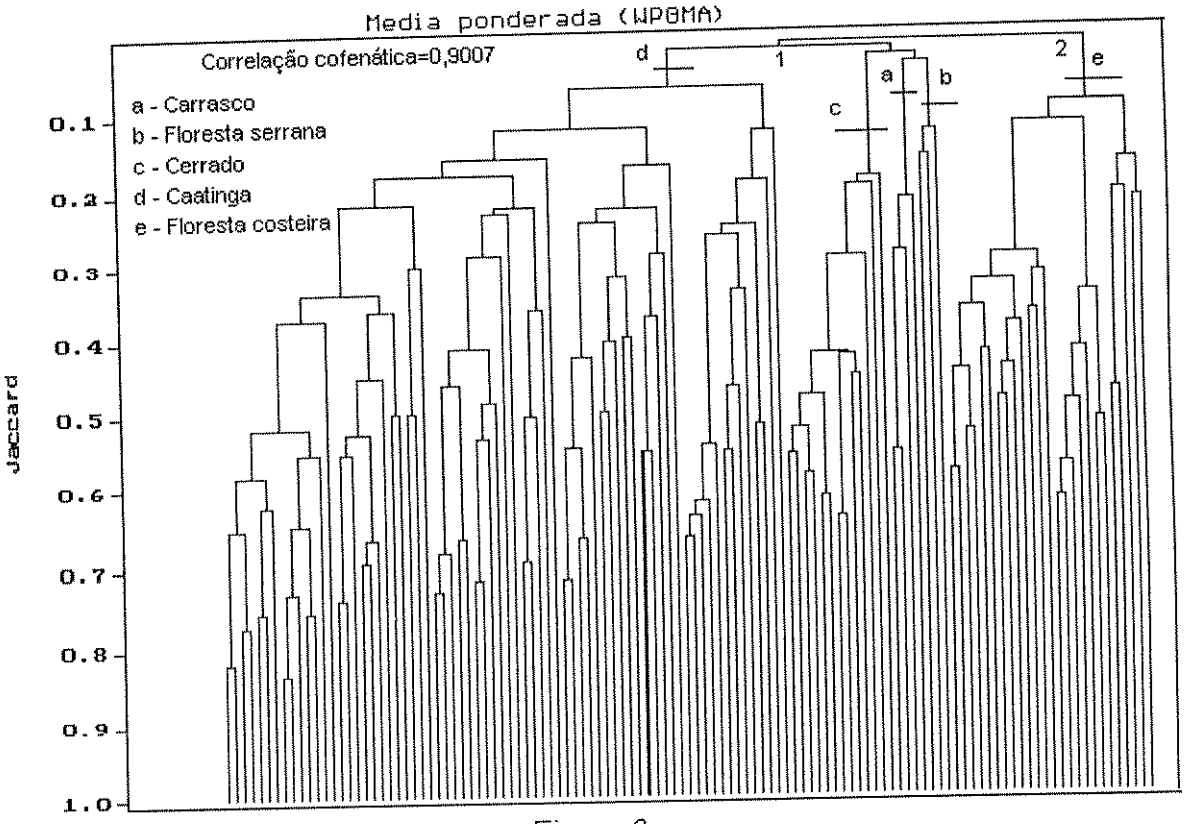


Figura 3

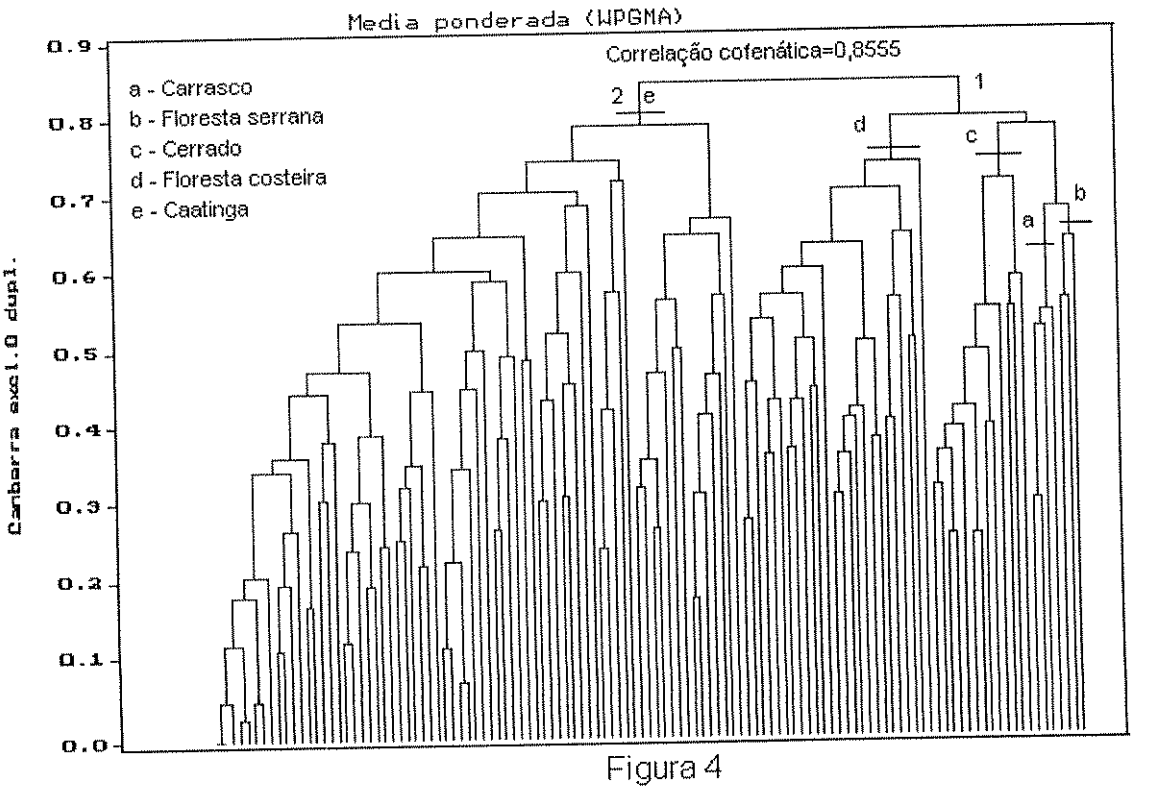


Figura 4

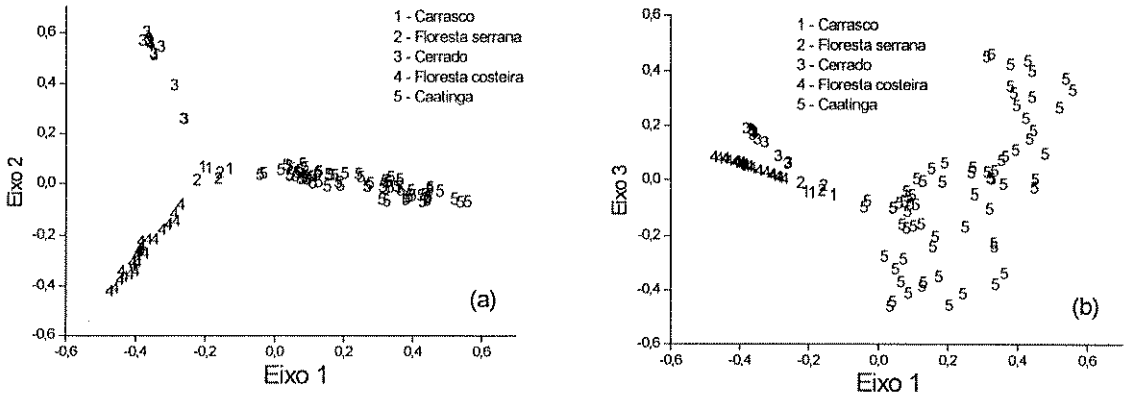


Figura 5

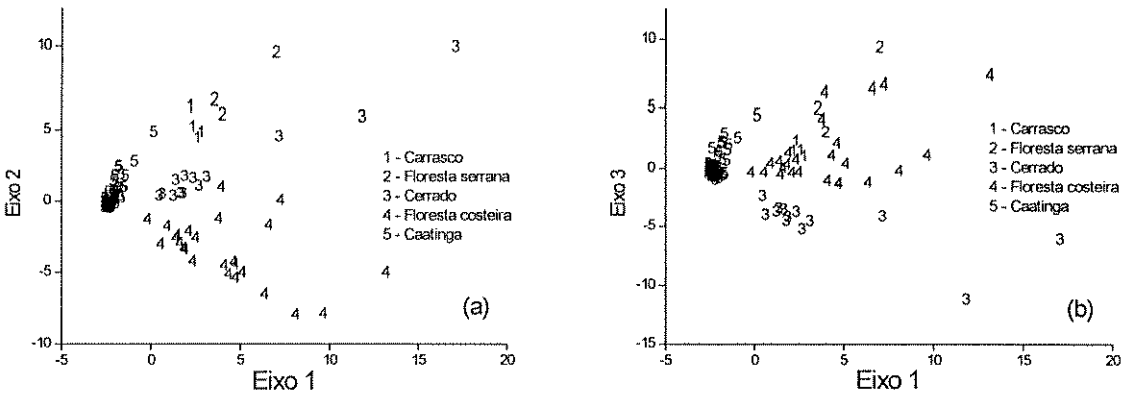


Figura 6

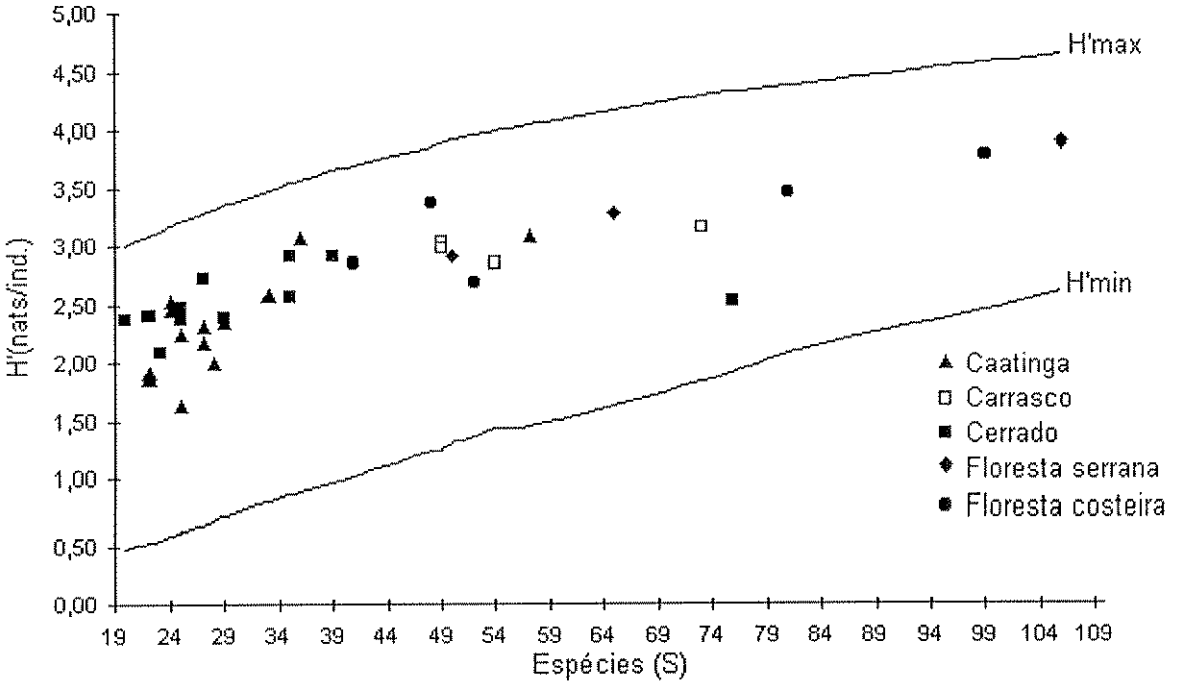

5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
H'(nats/ind.)
19
24
29
34
39
44
49
54
59
64
69
74
79
84
89
94
99
104
109
Espécies (S)
H'max
H'min
Caatinga
Carrasco
Cerrado
Floresta serrana
Floresta costeira

Figura 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vegetação mapeada neste trabalho ocupa uma área de 0,48% do nordeste brasileiro, com apenas 14,2% da cobertura original ainda existente. Ocorre exclusivamente no reverso imediato do planalto da Ibiapaba, borda oriental da bacia do Piauí-Maranhão, na divisa entre os estados do Ceará e Piauí; e na chapada do Araripe, na divisa entre os estados do Ceará e Pernambuco. Ocorre numa faixa altitudinal de 700 a 900 m, nos interflúvios suavemente inclinados do planalto da Ibiapaba e no platô da chapada do Araripe, em solos predominantemente do tipo Areias Quartzosas distróficas profundas. A pequena proporção de remanescentes da cobertura original (14,2%), a falta de áreas protegidas por lei e a lenta recuperação daquela vegetação mostram a necessidade urgente de criação de áreas protegidas, antes que aquela vegetação desapareça, sem que seja pelo menos conhecida a sua fitodiversidade.

O carrasco é predominatemente arbustivo, muito denso, não tem estratificação, as copas distribuem-se cerradamente e entrelaçadas por trepadeiras em todo o volume aéreo da vegetação lenhosa. Essas características separaram o carrasco das fisionomias da caatinga, do cerradão e da capoeira. A fisionomia da caatinga geralmente é aberta, o cerradão tem fisionomia florestal e a capoeira apresenta poucos e bem definidos estratos.

Com base na classificação adotada para a África no Colóquio de Yanganbi o carrasco pode ser classificado como um altifruticeto denso com trepadeira e árvores esparsas.

O carrasco do planalto da Ibiapaba apresentou grande variabilidade florística e fitodiversidade de Shannon em torno de 3nats/ind. Distingiu-se floristicamente da caatinga, do cerrado, da floresta costeira e da floresta serrana do nordeste do Brasil

Constatada a individualização florística do carrasco, há questões que ainda não podem ser respondidas com segurança. Há indicações de que o carrasco seja uma vegetação pós-climáxica, que ocupa atualmente uma área muito menor que no passado. Porém, não se conhece a origem de sua flora. As análises indicam que sua flora tem maior relação com a floresta serrana do interior que com a flora xerófila da caatinga. Há necessidade de levantamentos florísticos e fitossociológicos em outros locais com carrasco e em outros tipos de vegetação na região nordeste, bem como de novas análises e comparações florísticas, para que se possa ter uma idéia da posição fitogeográfica do carrasco.