

ISSN 0370-6583

Rodriguésia

Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Volume 62 Número 2 2011



INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO

Rua Jardim Botânico 1008 - Jardim Botânico - Rio de Janeiro - RJ - CEP 22460-180

© IBRJ
ISSN 0370-6583

Presidência da República

Dilma Vana Rousseff - Presidente

Ministério do Meio Ambiente

Isabella Mônica Vieira Teixeira - Ministra

Francisco Gaetani - Secretário-Executivo

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Liszt Vieira - Presidente

Corpo Editorial

Editora-chefe

Karen Lucia Gama De Toni, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Editores-assistentes

André Mantovani, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Cássia Monica Sakuraga, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Conselho Editorial

Ary Teixeira de Oliveira Filho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Jorge E.A. Marloth, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Nicholas Hind, Royal Botanic Gardens, Kew, Inglaterra

Renato Goldenberg, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Rogério Gräb, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

William Wayt Thomas, The New York Botanical Garden, NY, EUA

Editores de Área

Ary Claudia Araújo, Royal Botanic Gardens, Kew, Inglaterra

André Márcio Araújo Amorim, Universidade Estadual de Santa Cruz, BA, Brasil

Dorothy Sue Araujo, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Emerson Passerin, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Lana da Silva Sylvestre, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

Luiz Antônio de Souza, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

Maria das Graças Sojo, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil

Maria Teresa Menezes de Széchy, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Natalia Macedo Ivanaskas, Instituto Florestal do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Nivaldo Peroni, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

Ricardo de Souza Secco, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil

Sandra Cristina Müller, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Editoração

Carla Molinari

Simone Bittencourt

Evelyn dos Santos Almeida (bolista CNCFlora)

Capa

Simone Bittencourt

Edição on-line

Carla Molinari

Simone Bittencourt

Edição eletrônica

<http://rodriguesia.ibrj.gov.br>

Apoio:



CONTÉUDO

Este número contém artigos de autores de diversas instituições, com o objetivo de divulgar os resultados das pesquisas realizadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e em outros locais. O conteúdo é organizado em seções de artigos originais, resumos, notas e comentários. O conteúdo é organizado em seções de artigos originais, resumos, notas e comentários.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

229-444

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

229-444

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

229-444

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

229-444

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

Os artigos são publicados em português e inglês, com exceção dos artigos de resumo, que são publicados apenas em português.

229-444

Rodriguésia

Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO

Rua Jardim Botânico 1008 - Jardim Botânico - Rio de Janeiro - RJ - CEP 22460-180

© JBRJ
ISSN 0370-6583

Rodriguésia

A revista *Rodriguésia* é uma publicação trimestral do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, a qual foi criada em 1935. A Revista publica artigos científicos originais, de revisão, de opinião e notas científicas em diversas áreas da Biologia Vegetal (taxonomia, sistemática e evolução, fisiologia, fitoquímica, ultraestrutura, citologia, anatomia, palinologia, desenvolvimento, genética, biologia reprodutiva, ecologia, etnobotânica e filogeografia), bem como em História da Botânica e atividades ligadas a Jardins Botânicos.

Ficha catalográfica

Rodriguésia: revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. -- Vol.1, n.1 (1935) - .- Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1935-
v. : il. : 28 cm.

Trimestral

Inclui resumos em português e inglês

ISSN 0370-6583

1. Botânica I. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

CDD - 580

CDU - 58(01)

Indexação

DOAJ

Index of Botanical Publications (Harvard University Herbaria)

Latindex

Referativnyi Zhurnal

Review of Plant Pathology

Ulrich's International Periodicals Directory

Esta publicação é afiliada à ABEC-Brasil

Edição eletrônica

ISSN: 2175-7860

<http://rodriguesia.jbrj.gov.br>



SUMÁRIO/CONTENTS

Artigos Originais / Original Papers

- Fungos conidiais do bioma Caatinga II. Novos registros para o continente americano, Neotrópico, América do Sul e Brasil
Conidial fungi of Caatinga biome II. New records for American continent, Neotropics, South America and Brazil
Tasciano dos Santos Santa Izabel, Dalila Souza Santos, Davi Augusto Carneiro de Almeida & Luís Fernando Pascholati Gusmão **229**
- Madeiras históricas do barroco mineiro: interfaces entre o patrimônio cultural material e a anatomia da madeira
Historical timbers from Baroque period of the state of Minas Gerais, Brazil: interfaces between material and cultural heritage and wood anatomy
Fernando Andreacci & João Carlos Ferreira de Melo Júnior **241**
- Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção
Secretary structures in Pavonia alnifolia (Malvaceae), an endangered species of extinction
Rafael Ribeiro Pimentel, Sílvia Rodrigues Machado & Joecildo Francisco Rocha **253**
- Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia
Seed morphology and early seedling stages in Bromeliaceae from the Amazon
Ivone Vieira Silva & Vera Lúcia Scatena **263**
- Ecophysiological aspects of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* (Rutaceae), a species endemic to the riparian forests of Itajaí valley, SC, Brazil
Aspectos ecofisiológicos da semente e da plântula de Raulinoa echinata (Rutaceae), espécie endêmica da vegetação ciliar do vale do Itajaí, SC, Brasil
Adriano Antonio Darosci & Maria Terezinha Silveira Paulão **273**
- O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na Província Petrolífera de Urucu, Coarí, Amazonas, Brasil
The genus Inga (Leguminosae-Mimosoideae) in the Urucu Petroleum Province, Coarí, Amazonas, Brazil
Julio dos Santos de Sousa, Maria de Nazaré do Carmo Bastos & Ely Simone Cajueiro Gurgel **283**
- Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae das restingas do estado do Rio de Janeiro
Ulmaceae, Cannabaceae and Urticaceae of restingas of the state of Rio de Janeiro
Leandro Cardoso Pedemeiras, Andrea Ferreira da Costa, Dorothy Sue Dunn de Araujo & Jorge Pedro Pereira Carauta **299**
- Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* (Araceae) for Brazil
Dois novas espécies de Anthurium sect. Urospadix Engl. (Araceae) para o Brasil
Livia Godinho Temponi & Marcus A. Nadruz Coelho **315**

- Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto –MG
Composition, structure and floristic similarity of Atlantic Forest, Serra Negra, Rio Preto – MG
 Arthur Sérgio Mouço Valente, Paulo Oswaldo Garcia, Fátima Regina Gonçalves Sallmena
 & Ary Teixeira de Oliveira-Filho **321**
- Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil
Florística e formas de vida ao longo de um gradiente topográfico no centro-oeste do estado do Ceará, Brasil
 Francisca Soares de Araújo, Rafael Carvalho da Costa, Jacira Rabelo Lima, Sandra Freitas de Vasconcelos,
 Luciana Coe Girão, Melissa Souza Sobrinho, Morgana Maria Arcanjo Bruno, Sarah Sued Gomes de Souza,
 Edson Paula Nunes, Maria Angélica Figueiredo, Luiz Wilson Lima-Verde & Maria Inocência Bezerra Loiola **341**
- Estrutura do estrato herbáceo de uma restinga arbustiva aberta na APA de Massambaba,
 Rio de Janeiro, Brasil
*Herb layer structure of an open scrub restinga in the Massambaba Environmental Protection Area,
 Rio de Janeiro, Brazil*
 Daniele Andrade de Carvalho & Cyl Farney Catarino de Sá **367**
- Physiognomy and structure of a seasonal deciduous forest on the Ibiapaba plateau, Ceará, Brazil
Fisionomia e estrutura de uma floresta estacional decídua no planalto da Ibiapaba, Ceará, Brasil
 Jacira Rabelo Lima, Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio, Maria Jesus Nogueira Rodal
 & Francisca Soares Araújo **379**
- Composição florística e fisionomia de floresta estacional semidecídua submontana
 na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil
*Floristic composition and physiognomy of a submontane seasonal semi-deciduous forest
 on Chapada Diamantina, Bahia, Brazil*
 Ana Paula Lima do Couto, Lígia Silveira Funch & Abel Augusto Conceição **391**
- Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros
 pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará
*Floristic composition and phytosociological structure of an urban savannic vegetation fragment
 in the pre-litoranean plains of Fortaleza, Ceará*
 Marcelo Freire Moro, Antônio Sérgio Farias Castro & Francisca Soares de Araújo **407**
- Changes in the structure of a savanna forest over a six-year period in the Amazon-Cerrado transition,
 Mato Grosso state, Brazil
*Mudanças na estrutura de um cerrado em um período de seis anos, na transição
 Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil*
 Daniel David Franczak, Beatriz Schwantes Marimon, Ben Hur Marimon-Junior,
 Henrique Augusto Mews, Leandro Maracahipes & Edmar Almeida de Oliveira **425**
- Nota Científica / Short Communication**
- Ontogênese do pericarpo de *Temnadenia violacea* (Apocynaceae s.l.)
Ontogenesis of the pericarp of Temnadenia violacea (Apocynaceae s.l.)
 Fabiano Machado Martins & Jamilye Fernandes Lima **437**



Fungos conidiais do bioma Caatinga II. Novos registros para o continente americano, Neotrópico, América do Sul e Brasil

Conidial fungi of Caatinga biome II. New records for American continent, Neotropics, South America and Brazil

Tasciano dos Santos Santa Isabel^{1,2}, Dalila Souza Santos¹,
Davi Augusto Carneiro de Almeida¹ & Luis Fernando Pascholati Gusmão¹

Resumo

Durante investigação de fungos conidiais associados a materiais vegetais em decomposição em uma área de extrema relevância biológica no bioma Caatinga, município de Morro do Chapéu, estado da Bahia, novos registros para o continente Americano, América do Sul, Neotrópico e Brasil foram encontrados. *Dendryphiopsis biseptata* Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker e *Virgariella atra* S. Hughes são novos registros para o continente Americano; *Dictyochoaeta matsushimae* (Hewings & J.L. Crane) Whitton, McKenzie & K.D. Hyde, *Endophragmiella boothii* (M.B. Ellis) S. Hughes são reportados pela primeira vez para o Neotrópico; *Anungitea palustris* R.F. Castañeda & W.B. Kendr., *Dictyochoaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria dingleyae* S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, *Dictyochoaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria pulchriseta* S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, *Eversia parvula* Hol.-Jech., *Gyrothrix hughesii* Piroz, e *Minimelanolocus navicularis* (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda são novos registros para a América do Sul; *Endophragmiella pallescens* B. Sutton, *Helicobisbia coronata* Lunghini & Rambelli e *Selenodriella pomudiensis* (Varghese & V.G. Rao) R.F. Castañeda & Saikawa são reportados pela primeira vez para o Brasil. Descrições, comentários, distribuição geográfica e ilustrações são apresentados para estas espécies.

Palavras-chave: biodiversidade, fungos anamórficos, taxonomia.

Abstract

During investigation of conidial fungi from dead plant material in an area of extreme biological importance at Caatinga biome, municipality of Morro do Chapéu, Bahia State, Brazil, some new records for American continent, South America, Neotropics, and Brazil were found. *Dendryphiopsis biseptata* Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker and *Virgariella atra* S. Hughes are new records for American continent; *Dictyochoaeta matsushimae* (Hewings & J.L. Crane) Whitton, McKenzie & K.D. Hyde and *Endophragmiella boothii* (M.B. Ellis) S. Hughes are reported for the first time for Neotropics; *Anungitea palustris* R.F. Castañeda & W.B. Kendr., *Dictyochoaeta* anamorphic of *Chaetosphaeria dingleyae* S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, *Dictyochoaeta* anamorphic of *Chaetosphaeria pulchriseta* S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, *Eversia parvula* Hol.-Jech., *Gyrothrix hughesii* Piroz, and *Minimelanolocus navicularis* (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda are new records to South America; *Endophragmiella pallescens* B. Sutton, *Helicobisbia coronata* Lunghini & Rambelli and *Selenodriella pomudiensis* (Varghese & V.G. Rao) R.F. Castañeda & Saikawa are reported for the first time for Brazil. Description, comments, geographical distribution and illustrations are presented for these species.

Key words: anamorphic fungi, biodiversity, taxonomy.

Introdução

Na região semi-árida do Brasil o aspecto fitofisionômico predominante é a Caatinga, ocorrendo outros tipos vegetacionais como matas úmidas, matas estacionais, cerrados, tabuleiros e campos rupestres (Andrade-Lima 1981).

O conhecimento da diversidade de fungos conidiais na região semi-árida brasileira é bastante pontual (Gusmão *et al.* 2006). Maia & Gibertoni (2002), em inventário da diversidade de fungos no semi-árido brasileiro, apresentaram uma listagem com 451 espécies distribuídas entre os Filos Ascomycota,

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Depto. Ciências Biológicas, Lab. Micologia, Av. Transoeste s/n, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil.

²Autor para correspondência: tascan@ufes.br

Basidiomycota, Oomycota, Zygomycota (incluindo a ordem Glomales, atualmente Glomeromycota) e os fungos conidiais, sendo estes representados por 198 espécies. Gusmão *et al.* (2006) através de uma compilação de dados chegaram ao número de 407 espécies de fungos conidiais no semi-árido.

Trabalhos publicados recentemente têm revelado novas espécies e novos registros destes fungos, ampliando consideravelmente o conhecimento da distribuição geográfica mundial de diversas espécies (Barbosa *et al.* 2007; Castañeda-Ruiz *et al.* 2006; Cruz *et al.* 2007a,b, 2008, 2009; Gusmão *et al.* 2008; Leão-Ferreira *et al.* 2008; Marques *et al.* 2007).

Esse trabalho teve como objetivo caracterizar as espécies que constituem novos registros para o continente Americano, Neotrópico, América do Sul e Brasil, coletadas em áreas de Caatinga, campo rupestre e mata estacional que ocorrem no município de Morro do Chapéu, estado da Bahia.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no município de Morro do Chapéu, situado ao Norte da Chapada Diamantina (10°40'–11°50'S e 40°50'–41°20'W), área considerada de extrema importância biológica (Velloso *et al.* 2002). A região possui uma tipologia vegetal única de Caatinga, que não se encontra representada em nenhuma das Unidades de Conservação no semi-árido (Maury 2002). Além da vegetação de Caatinga, apresenta outras formações vegetacionais como campo rupestre, florestas estacionais, vegetação de dunas interiores e áreas de transição (Junqueira & Bianchini 2006).

Quatro expedições foram realizadas, entre maio de 2008 e fevereiro de 2009, quando substratos vegetais em decomposição (cascas, folhas e galhos) foram coletados em seis pontos distintos: um de caatinga, um de campo rupestre e quatro de floresta estacional. Os substratos vegetais foram acondicionados em sacos de papel Kraft, transportados ao laboratório e submetidos à técnica de lavagem em água corrente (Castañeda-Ruiz 2005). Após secagem, as amostras foram acondicionadas em câmaras-úmidas. No período de 30 dias os substratos foram observados sob estereomicroscópio, sendo as estruturas de reprodução dos fungos coletadas e transferidas para meio de montagem permanente com resina PVL (álcool polivinílico + lactofenol). A identificação das espécies foi realizada comparando-se as estruturas reprodutivas encontradas com as descrições apresentadas em bibliografia especializada. O material foi depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

Resultados e Discussão

Foram encontradas 83 espécies de fungos conidiais, das quais duas constituem novos registros para o continente Americano, duas para o Neotrópico, seis para a América do Sul e três para o Brasil. A maioria das espécies foi coletada sobre folhas (51), seguido de cascas (28) e galhos (23). Quarenta e uma espécies ocorreram exclusivamente em folhas, 13 somente em cascas e 13 apenas em galhos. Três espécies ocorreram nos três substratos, seis ocorreram em folhas e cascas, uma em folhas e galhos e seis em cascas e galhos.

Anungitea palustris R.F. Castañeda & W.B. Kendr., Univ. Waterloo Biol. Ser. 35: 10. 1991.

Fig. 1 a-d

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, simples, solitários ou em grupos, eretos, retos, septados, lisos, castanhos a castanho-claros, subhialinos no ápice, 34,5–127,5 × 4,5–6 µm; células conidiogênicas poliblasticas, integradas, raramente evidentes, terminais, raramente laterais; denticulos proeminentes, 1–2 µm compr.; conídios catenulados, cilíndricos a fusiformes, secos, lisos, 1-septados, raramente 0-septados, hialinos, 13,5–18 × 1,5–2,0 µm. **Material examinado:** 12.II.2009, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155095).

O gênero *Anungitea* B. Sutton é caracterizado pelos conídios solitários ou formando cadeias simples, surgindo de denticulos conspícuos (Sutton 1973; Castañeda-Ruiz *et al.* 1997b). O gênero é composto por 13 espécies (Castañeda-Ruiz *et al.* 1997b). *Anungitea palustris* assemelha-se com *A. fragilis* B. Sutton pela morfologia do conídio, no entanto, essa espécie apresenta células conidiogênicas integradas, conídios castanho-claros e maiores (Sutton 1973). O material examinado está de acordo com a descrição apresentada por Castañeda-Ruiz & Kendrick (1991). Este é o segundo registro da espécie para o mundo e o primeiro para a América do Sul. Estando presente também em Cuba (Castañeda-Ruiz & Kendrick 1991).

Dendryphiopsis biseptata Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker, Mycotaxon 17: 304. 1983.

Fig. 1 e-f

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários ou em grupos, eretos, retos ou levemente flexuosos, ramificados no ápice, septados, lisos ou verrucosos, castanhos a castanho-escuros, 60–210 × 7,5–9 µm; células conidiogênicas monotréticas, integradas, subglobosas, lisas, castanhas a

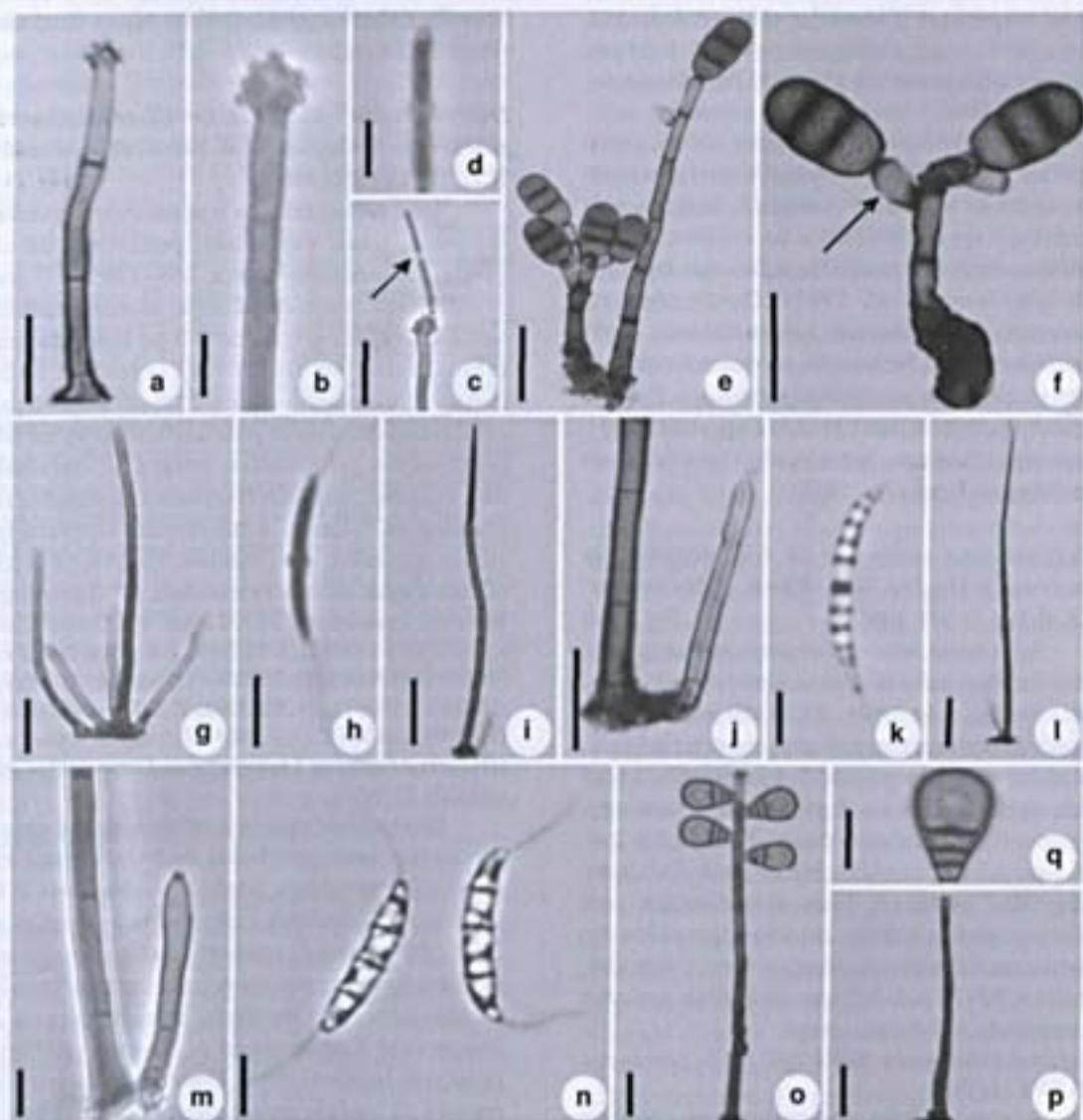


Figura 1 – a-d. *Anungitea palustris* R.F. Castañeda & W.B. Kendr – a. aspecto geral; b. detalhe da célula conidiogênica; c. cadeia de conídios (seta); d. conídio. e-f. *Dendryphiopsis biseptata* Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker – e. aspecto geral; f. detalhe da célula conidiogênica (seta). g-h. *Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria dingleyae* S. Hughes, W.B. Kendr – g. aspecto geral; h. conídio. i-k. *Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria pulchriseta* S. Hughes, W.B. Kendr – i. aspecto geral; j. detalhe do conidióforo; k. conídio. l-n. *Dictyochaeta matsushimae* (Hewings & J.L. Crane) Whitton – l. aspecto geral; m. detalhe do conidióforo; n. conídios. o-q. *Endophragmiella boothii* (M.B. Ellis) S. Hughes – o. aspecto geral; p. conidióforo; q. conídio. Barra= 50 μ (f, i, l); 20 μ (a, c, e, g, j, o, q); 10 μ (b, m, n, p); 5 μ (d, h, k).

Figure 1 – a-d. *Anungitea palustris* R.F. Castañeda & W.B. Kendr – a. general aspect; b. detail of conidiogenous cell; c. catenate conidia (arrow); d. conidium. e-f. *Dendryphiopsis biseptata* Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker – e. general aspect; f. detail of conidiogenous cell (arrow). g-h. *Dictyochaeta* anamorphic of *Chaetosphaeria dingleyae* S. Hughes, W.B. Kendr – g. general aspect; h. conidium. i-k. *Dictyochaeta* anamorphic of *Chaetosphaeria pulchriseta* S. Hughes, W.B. Kendr – i. general aspect; j. detail of conidiophore; k. conidium. l-n. *Dictyochaeta matsushimae* (Hewings & J.L. Crane) Whitton – l. general aspect; m. detail of conidiophore; n. conidia. o-q. *Endophragmiella boothii* (M.B. Ellis) S. Hughes – o. general aspect; p. conidiophore; q. conidium. Bar=50 μ (f, i, l); 20 μ (a, c, e, g, j, o, q); 10 μ (b, m, n, p); 5 μ (d, h, k).

castanho-claras, 12–18 × 6–9 µm; conídios solitários, secos, elipsóides a obovais, lisos, 2-septados, raramente 1-septados, castanhos, 33–42 × 18–21 µm. **Material examinado:** 28.XII.2007, D.S. Santos s.n. (HUEFS 134726).

Dendryphiopsis S. Hughes inclui cinco espécies (CABI 2010). *Dendryphiopsis biseptata* assemelha-se a *D. atra* (Corda) S. Hughes pela morfologia do conidióforo e do conídio; porém, distingue-se pelo número de septos nos conídios (Morgan-Jones et al. 1983). *Dendryphiopsis biseptata* foi descrito originalmente com conidióforos lisos. No entanto, no material estudado estes se apresentaram também verrucosos. Essa é a segunda ocorrência para o mundo e a primeira para o continente americano. Antes localizada na África do Sul (Morgan-Jones et al. 1983).

Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria dingleyae S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, N.Z. J. Bot. 6: 343. 1968. Fig. 1 g-h

Setas eretas, retas ou flexuosas, septadas, lisas, ápice arredondado, castanhas a castanho-escuras, castanho-clara no ápice, 97,5–150 × 5–5,5 µm; conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários ou em grupos de 2–4 associados a uma seta, eretos, retos ou ligeiramente flexuosos, septados, lisos, castanho-claros, 37,5–73,5 × 2,4–3,6 µm; células conidiogênicas monofialídicas, integradas, terminais, lisas, determinadas, com colaretos proeminentes; conídios agregados em mucilagem, falcados a fusiformes, lisos, 1-septados, hialinos, 12–15 × 1–1,5 µm; uma sétula em cada extremidade, 5,4–8,4 µm compr.

Material examinado: 6.XII.2007, D.S. Santos s.n. (HUEFS 134727).

A combinação dos caracteres conídios 1-septados, uma sétula nas extremidades e presença de seta, é encontrada em quatro espécies: *Dictyochaeta malaysiana* Kuthub., *D. novae-guineensis* (Matsush.) A.I. Romero, *D. tortuosa* (B. Sutton) Whitton, McKenzie & K.D. Hyde e *Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria dingleyae* (Kuthubutheen & Nawawi 1991a). *Dictyochaeta malaysiana* e *D. novae-guineensis* possuem conídios mais largos (3–4 µm e 2,5–3,5 µm, respectivamente) e *D. tortuosa* apresenta setas tortuosas (Kuthubutheen & Nawawi 1991a; Whitton et al. 2000). As características do material examinado estão de acordo com Hughes & Kendrick (1968) e Whitton et al. (2000). Esta é a primeira referência da espécie para a América do Sul. Registros dessa espécie na Austrália (Whitton et al. 2000);

Estados Unidos da América (Raabe et al. 1981); México (Abarca et al. 2004); Nova Zelândia (Hughes & Kendrick 1968).

Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria pulchriseta S. Hughes, W.B. Kendr. & Shoemaker, N.Z. J. Bot. 6: 356. 1968. Fig. 1 i-k

Setas eretas, retas ou ligeiramente flexuosas, septadas, lisas, castanhas, penúltima célula geralmente castanho-escura, 168–330 × 5–7 µm; conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários ou em grupos de 2–5 ao redor da seta, eretos, retos ou flexuosos, septados, lisos, castanhos a castanho-claros, 25,5–45 × 3,6–5 µm; células conidiogênicas polifialídicas, com até três proliferações percurrentes, integradas, terminais, com colaretos; conídios 0-septados, agrupados em mucilagem, falcados a fusiformes, ligeiramente curvos, gutulados, lisos, hialinos, 15–25 × 1,8–4 µm, com uma sétula em cada extremidade, 1,8–3 µm compr.

Material examinado: 24.XII.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155085); 8.VI.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155086); 21.X.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155087); 24.XII.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155088); 23.V.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155089); 7.I.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155090).

Setas com a penúltima célula castanho-escura e conídios multigutulados estão presentes em *Dictyochaeta vittata* Kuthub. & Nawawi e *D. intermedia* Gusmão & Leão-Ferreira (Cruz et al. 2008). *Dictyochaeta* anamorfo de *Chaetosphaeria pulchriseta* difere das espécies relacionadas pelas sétulas menores. O material examinado está de acordo com Kuthubutheen & Nawawi (1991b) e Holubová-Jechová (1984). Este constitui o primeiro registro da espécie para América do Sul. Espécie anteriormente registrada em Brunei, China (Whitton et al. 2000); antiga Checoslováquia, Cuba (Holubová-Jechová 1984); Estados Unidos da América, Malásia (Kuthubutheen & Nawawi 1991b); Nova Zelândia (Hughes & Kendrick 1968).

Dictyochaeta matsushimae (Hewings & J.L. Crane) Whitton, McKenzie & K.D. Hyde, Fungal Diversity 4: 140. 2000. Bas.: *Codinaca matsushimae* Hewings & J.L. Crane, Mycotaxon 13(2): 423. 1981.

Fig. 1 l-n

Setas solitárias, eretas, retas ou flexuosas, lisas, castanho-escuras na base, castanho-claras no ápice, 300–360 × 4,5–6 µm; conidióforos macronemáticos, mononemáticos, eretos, retos ou flexuosos, simples, lisos, castanho-claros, 40,5–66

$\times 4,5 \mu\text{m}$; células conidiogênicas mono ou polifalídicas, determinadas, integradas, lageniformes, lisas, subhialinas, $25,5\text{--}34,5 \times 2 \mu\text{m}$; conídios falcados a alantóides, 3-septados, hialinos, $21\text{--}25,5 \times 3 \mu\text{m}$; uma sétula em cada extremidade, $9\text{--}12 \mu\text{m}$ compr.

Material examinado: 29.VIII.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 134724); 17.V.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155084).

Conídios 3-septados e com sétulas nas extremidades são observados em *Dictyochoeta matsushimae*, *D. caatingae* A.C. Cruz & Gusmão, *D. macrospora* Kuthub. & Nawawi e *D. triseptata* (Matsush.) R.F. Castañeda. Destas, *D. macrospora* e *D. triseptata* não apresentam setas. A presença de seta é observada em *Dictyochoeta caatingae*, a qual se diferencia de *D. matsushimae* pelos conídios maiores e sétulas inconspícuas (Castañeda-Ruiz 1986; Kuthubutheen & Nawawi 1991a; Cruz *et al.* 2008). O material examinado está de acordo com a descrição de Hewings & Crane (1981). Este constitui o primeiro registro para o Neotrópico. Distribui-se nos Estados Unidos da América (Hewings & Crane 1981) e na antiga União Soviética (Farr & Rossman 2009).

Endophragmiella boothii (M.B. Ellis) S. Hughes, *N.Z. J. Bot.* 17(2): 147. 1979. Bas.: *Endophragmia boothii* M.B. Ellis, *Mycol. Pap.* 72: 35. 1959.

Fig. 1 o-q

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários ou em grupos, eretos, retos ou levemente flexuosos, 4–6 septados, simples, lisos, castanhos, $92\text{--}189 \times 4 \mu\text{m}$; células conidiogênicas terminais, cilíndricas, ápice truncado, lisas, 2–4 proliferações percurrentes, castanho-claras, $3\text{--}4 \mu\text{m}$ larg.; conídios solitários, secos, obpiriformes, 3-septados, lisos, lúmen celular reduzido, castanhos a castanho-claros, $18\text{--}22,5 \times 9 \mu\text{m}$; base truncada, $2 \mu\text{m}$ larg. Secessão rexolítica.

Material examinado: 17.V.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155091); 28.VII.2008, D.S. Santos s.n. (HUEFS 148831).

Endophragmiella B. Sutton foi proposto com a espécie-tipo *E. pallescens* B. Sutton, para acomodar espécies anteriormente incluídas em *Endophragmia* Duvernoy & Maire que apresentam conídios com secessão rexolítica e células conidiogênicas com proliferações percurrentes (Hughes 1979; Castañeda-Ruiz *et al.* 1995). *Endophragmiella boothii* difere das demais espécies do gênero pelos conídios triseptados com o lúmen da célula reduzido (Wu & Zhuang 2005). O material examinado está de acordo com Wu &

Zhuang (2005), porém, apresentou conídios menores que os descritos por Ellis (1959). Este constitui o primeiro registro para o Neotrópico. Além destes registros para China (Wu & Zhuang 2005); Escócia (Farr & Rossman 2009); Estados Unidos da América (como *Endophragmia boothii*, Sutton 1978); Inglaterra (como *Endophragmia boothii*, Ellis 1971); Nova Zelândia (Hughes 1979).

Endophragmiella pallescens B. Sutton, *Mycol. Pap.* 132: 62. 1973. Fig. 2 a-d

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários ou em grupos, eretos, retos ou flexuosos, septados, simples, lisos, castanhos, castanho-claros no ápice, $50\text{--}150 \times 4,5\text{--}6,5 \mu\text{m}$; células conidiogênicas terminais, cilíndricas, ápice truncado, lisas, com proliferações percurrentes; conídios solitários, secos, elipsóides, célula basal maior que a apical, 1-septados, lisos, castanhos, $12\text{--}16 \times 4,5\text{--}7,5 \mu\text{m}$. Secessão rexolítica.

Material examinado: 15.X.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155092).

Endophragmiella pallescens assemelha-se a *E. uniseptata* (M.B. Ellis) S. Hughes pelos conídios 1-septados, elipsóides com célula basal maior que a apical. No entanto, *E. uniseptata* possui conídios maiores (Hughes 1979). O material examinado difere dos apresentados por Sutton (1973) e Holubová-Jechová (1986) no que se refere à ramificação dos conidióforos e na presença de conídios 1–2-septado, porém, está de acordo com Wu & Zhuang (2005). Este é o primeiro registro para o Brasil. Anteriormente registro para Argentina (Romero & Pildain 2003); Canadá (Sutton 1973); antiga Checoslováquia (Holubová-Jechová 1986); China (Wu & Zhuang 2005); Inglaterra (Farr & Rossman 2009).

Eversia parvula Hol.-Jech., *Ěeská Mykol.* 41(1): 31. 1987. Fig. 2 e-f

Conidioma em esporodóquio. Conidióforos semi-macronemáticos a macronemáticos, mononemáticos, retos ou flexuosos, simples ou ramificados, septados, castanho-claros, $40\text{--}60 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas holoblásticas, integradas, terminais, cilíndricas, com proliferações percurrentes; conídios solitários, oblongos, secos, aplanados, muriformes, lisos, formados por dois braços unidos, célula basal subhialina, castanho-claros a castanhos, $18\text{--}24 \times 7,5\text{--}10,5 \mu\text{m}$.

Material examinado: 9.VI.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155094); 13.X.2008, D.S. Santos s.n. (HUEFS 148832).

Eversia J.L. Crane & Schokn. é constituído por duas espécies, *E. parvula* e *E. subopaca* (Cooke & Ellis) Crane & Schokn. que se diferenciam pelo número de braços no conídio. *E. subopaca* possui 3-4 braços enquanto *E. parvula* possui 2 braços. (Holubová-Jechová 1987). O material examinado apresentou conidióforos maiores e conídios mais largos que os descritos por Holubová-Jechová (1987) e Abarca *et al.* (2004). Não foi observada a formação de anelações conspícuas castanho-escuras na região apical dos conidióforos; entretanto, as demais características do material examinado possibilitaram o enquadramento do espécime em *E. parvula*. Esta é a primeira referência da espécie para a América do Sul. Registros para Cuba (Holubová-Jechová 1987); México (Abarca *et al.* 2004); antiga União Soviética (Melnik 2000).

Gyrothrix hughesii Piroz., *Mycol. Pap.* 84: 22. 1962.

Fig. 2 g-i

Setas eretas, septadas, 3-5 ramificações verticiladas, lisas, castanhas, 82,5-105 × 2-3 µm; conidióforos ausentes; células conidiogênicas poliblasticas, anelídicas, evidentes, surgindo lateralmente à superfície da hifa somática ou da base da seta, oboclavadas a lageniformes, subhialinas 6-7,5 × 3-4,5 µm; conídios cilíndricos a fusiformes, arranjados numa fina camada esbranquiçada na base da seta, hialinos, 13,5-15 × 1,5-2 µm.

Material examinado: T.S. Santa Isabel s.n., 7.VIII.08 (HUEFS 155098).

Gyrothrix foi proposto por Corda em 1884 (*apud* Pirozynski 1962) e é caracterizado por apresentar setas ramificadas, lisas ou verrucosas, conidióforos ausentes, células conidiogênicas poliblasticas, lageniformes a subuladas, subhialinas a hialinas e conídios falcados, cilíndricos ou fusiformes. *Circinotrichum* possui características semelhantes à *Gyrothrix* diferindo deste por apresentar setas não ramificadas (Pirozynski 1962). *Gyrothrix hughesii* é semelhante a *G. inops* (Berlese) Piroz. e *G. ramosa* Zucconi & Onofri pela presença de setas verticiladas (Pirozynski 1962; Zucconi & Onofri 1989). *Gyrothrix inops* diferencia-se das espécies mencionadas pelas setas maiores, levemente verrucosas e com ramificações opostas (Pirozynski 1962). *Gyrothrix ramosa* possui setas verrucosas maiores, com ápice curvo e filiforme (Zucconi & Onofri 1989). Este constitui o primeiro registro para a América do Sul. Anteriormente com registros para Cuba (Mercado-Sierra & Mena-Portales 1995); Gana, Serra Leoa, Sudão, (Farr & Rossman 2009); Índia (Pirozynski & Patil 1970); Paquistão (Pirozynski 1962).

Helicoubisia coronata Lunghini & Rambelli, *Micol. Ital.* 8(1): 21. 1979. Fig. 2 j-l

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, solitários, eretos, retos, simples, septados, lisos, castanho-escuros, 63-107 × 4-6 µm; ápice inflado com quatro células conidiogênicas em verticilo; células conidiogênicas holoblasticas, evidentes, denticuladas, terminais, determinadas, cuneiformes, lisas, castanho-claras, 3,5-4 × 2,5-3 µm; conídios solitários, lisos, secos, enrolados 1 vez, 6-8 septados, simples, castanho-claros a subhialinos, 8-11 µm diâm.; largura do filamento 2,5-4 µm.

Material examinado: 25.VII.2008, D.S. Santos s.n. (HUEFS 137808).

O gênero monotípico *Helicoubisia* foi introduzido por Lunghini & Rambelli (1979) com a espécie-tipo *H. coronata*. Matsushima (1993) propôs uma nova espécie para o gênero *Moorella* P. Rag. Rao & D. Rao, *M. monocephala* Matsush., que apresentava as mesmas características de *H. coronata*. Pinnoi *et al.* (2004), analisando esses dois gêneros, propôs a sinonimização de *M. monocephala* com *H. coronata*. O material examinado está de acordo com o descrito por Lunghini & Rambelli (1979), exceto pela largura do filamento do conídio, que no material examinado possui dimensões maiores. Esta representa a primeira ocorrência da espécie para o Brasil. Espécie presente também na China (Lu *et al.* 2000); Costa do Marfim (Lunghini & Rambelli 1979); Equador e Peru (como *Moorella monocephala*; Matsushima 1993); Índia (Vittal & Dorai 1995); Malásia (Kuthubutheen & Nawawi 1994); Tailândia (Pinnoi *et al.* 2006).

Minimelanolocus navicularis (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda, *Cryptog. Mycol.* 22(1): 9. 2001. Bas.: *Pseudospiropes navicularis* R.F. Castañeda, *Fungi Cubenses II* (La Habana): 10. 1987. Fig. 2 m-o

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, simples, solitários ou em grupos, eretos, retos ou flexuosos, septados, lisos, castanhos, castanho-claros no ápice, 45-155 × 4-5 µm; células conidiogênicas poliblasticas, integradas, terminais, simpodiais, lócus conidiogênico inconspícuo; conídios solitários, naviculados, secos, lisos, 3-septados, raramente 2-septados, célula basal e apical subhialinas a castanho-claras, células centrais castanho-escuras, 18-23 × 6,5-8,0 µm.

Material examinado: 28.VII.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155099); 6.X.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155100).

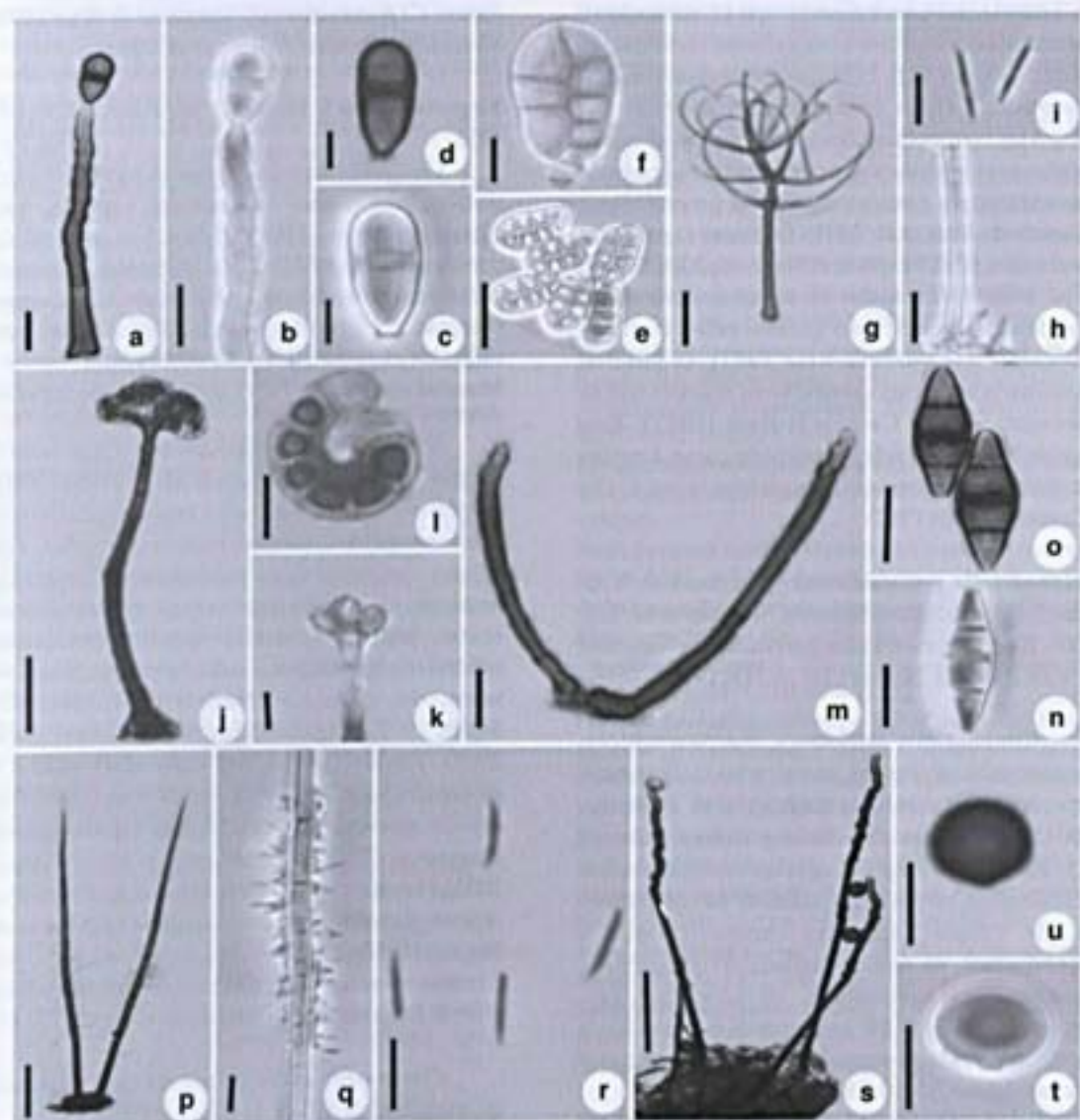


Figura 2 – a-d. *Endophragmiella pallescens* B. Sutton – a. aspecto geral; b. detalhe das proliferações percurrentes (seta); c-d. conídios. e-f. *Eversia parvula* Hol.-Jech – e. conídios; f. conídio. g-i. *Gyrothrix hughesii* Piroz – g. seta; h. detalhe das células conidiogênicas; i. conídios. j-l. *Helicoubisia coronata* Lunghini & Rambelli – j. aspecto geral; k. detalhe das células conidiogênicas; l. conídio. m-o. *Minimelanolocus navicularis* (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda – m. conidióforos; n. conídio; o. conídios. p-r. *Selenodriella pomudiensis* (Varghese & V.G. Rao) R.F. Castañeda & Saikawa – p. aspecto geral; q. detalhe das células conidiogênicas; r. conídios. s-u. *Virgariella atra* S. Hughes – s. aspecto geral; t-u. conídios. Barra= 50 μ (p, s); 20 μ (e, g, j, m); 10 μ (a, b, h, i, n, o, q, r, t, u); 5 μ (c, d, f, k, l).

Figure 2 – a-d. *Endophragmiella pallescens* B. Sutton – a. general aspect; b. detail of percurrent proliferations (arrow); c-d. conidia. e-f. *Eversia parvula* Hol.-Jech – e. conidia; f. conidium. g-i. *Gyrothrix hughesii* Piroz – g. setae; h. detail of conidiogenous cells; i. conidia. j-l. *Helicoubisia coronata* Lunghini & Rambelli – j. general aspect; k. detail of conidiogenous cells; l. conidium. m-o. *Minimelanolocus navicularis* (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda – m. conidiophores; n. conidium; o. conidia. p-r. *Selenodriella pomudiensis* (Varghese & V.G. Rao) R.F. Castañeda & Saikawa – p. general aspect; q. detail of conidiogenous cells; r. conidia. s-u. *Virgariella atra* S. Hughes – s. general aspect; t-u. conidia. Bar= 50 μ (p, s); 20 μ (e, g, j, m); 10 μ (a, b, h, i, n, o, q, r, t, u); 5 μ (c, d, f, k, l).

Minimelanolocus R.F. Castañeda & Heredia foi estabelecido com a espécie-tipo *M. navicularis*, para acomodar espécies anteriormente incluídas em *Pseudospiropes* M.B. Ellis, que apresentam conídios euseptados, células conidiogênicas poliblasticas, integradas, com proliferações simpodiais, holoblasticas, raramente enteroblasticas e com lócus conidiogênico inconspícuo ou com uma pequena proeminência (Castañeda-Ruiz et al. 2001). O gênero é composto atualmente por 18 espécies (Ma et al. 2008; Zhang et al. 2009). *Minimelanolocus navicularis* difere das demais espécies do gênero pelos conídios naviculados (Castañeda-Ruiz 1987). O material examinado apresenta conidióforos maiores que os apresentados por Castañeda-Ruiz (1987). Esta espécie é reportada pela primeira vez para a América do Sul. Anteriormente registros para Cuba (Castañeda-Ruiz 1987).

Selenodriella pomudiensis (Varghese & V.G. Rao) R.F. Castañeda & Saikawa, Mycotaxon 85: 225. 2003. Bas.: *Circinotrichum pomudiensis* Varghese & V.G. Rao, Bot. Notiser 131(2): 215. 1978.

Fig. 2 p-r

Conidióforos setiformes, macronemáticos, mononemáticos, simples, eretos, retos ou flexuosos, septados, castanhos, castanho-claros no ápice, 200–380 µm compr., 10–20 larg. na base bulbosa, 1,5–2,5 larg. no ápice; células conidiogênicas poliblasticas, surgindo diretamente do conidióforo ou de células suportes, ampuliformes a lageniformes, na região mediana do conidióforo, castanho-claras a subhialinas, 3,0–4,5 × 1,5–3,0 µm; região fértil, 75–150 µm; conídios clavados a alantóides, lisos, 0–septados, hialinos, agregados em mucilagem 7,2–10,8 × 1,2–1,5 µm.

Material examinado: 31.I.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155096); 16.II.2009, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155097).

Dentre as espécies de *Selenodriella* R.F. Castañeda & W.B. Kendr., apenas *S. pomudiensis* e *S. inaequilaterospora* R.F. Castañeda & W.B. Kendr. possuem células conidiogênicas dispostas apenas lateralmente. No entanto, *S. inaequilaterospora* diferencia-se de *S. pomudiensis* pelas células conidiogênicas lageniformes a subuladas, além de conídios maiores, fusiformes a vermiformes (Castañeda-Ruiz & Kendrick 1991). O material examinado está de acordo com a descrição apresentada por Varghese & Rao (1978). Este é o primeiro registro da espécie para o Brasil. Registro dessa espécie também em Cuba (como *C.*

pomudiensis, Castañeda-Ruiz et al. 1997a); Índia (como *C. pomudiensis*, Varghese & Rao 1978); Venezuela (Castañeda-Ruiz et al. 2003).

Virgariella atra S. Hughes, Can. J. Bot. 31(5): 654. 1953. Fig. 2 s-u

Conidióforos macronemáticos, mononemáticos, simples, eretos, retos ou flexuosos, septados, lisos, castanho-escuros, 180–270 × 4,5–6 µm; células conidiogênicas poliblasticas, integradas, terminais, cilíndricas, simpodiais; conídios solitários, secos, 0–septados, elipsóides, subglobosos a ovais, lisos, castanho-escuros, 10,5–12 × 10,5–13 µm.

Material examinado: 11.VI.2008, T.S. Santa Isabel s.n. (HUEFS 155093).

São aceitas oito espécies em *Virgariella* S. Hughes (Delgado-Rodríguez & Mena-Portles 2003). O gênero é caracterizado pelos conidióforos macronemáticos, mononemáticos, simples, com células conidiogênicas poliblasticas, integradas, terminais, simpodiais, cilíndricas e conídios solitários, secos, fusiformes a elipsóides, subsféricos, esféricos, globosos, subglobosos, lisos ou verrucosos, castanhos (Hughes 1953; Ellis 1971; Sutton 1992; Delgado-Rodríguez & Mena-Portales 2003). *Virgariella atra* está mais relacionada a *V. globigera* (Sacc. & Ellis) S. Hughes; no entanto esta espécie apresenta conídios globosos a subglobosos e menores (Delgado-Rodríguez & Mena-Portales 2003). O material examinado apresentou conidióforos maiores e conídios menores do que os descritos por Hughes (1953). Este constitui um novo registro para o continente americano. Anteriormente apenas China (Farr & Rossman 2009); Inglaterra (Hughes 1953).

Outras espécies de fungos conidiais encontradas no município de Morro do Chapéu, Bahia:

Actinocladium rhodospurum Ehbrenb., Jahrb. Gewächsk. 1(2): 52. 1819. (HUEFS 155193).

Atrasetaphiale flagelliformis Matsush., Matsush. Mycol. Mem. 8: 14. 1995. (HUEFS 155194).

Beltrania rhombica Penz., Michelia 2 (no. 8): 474. 1882. (HUEFS 155148).

Beltraniella portoricensis (F. Stevens) Piroz. & S.D. Patil, Can. J. Bot. 48(3): 575. 1970. (HUEFS 15515).

Brachysporiella gayana Bat., Bol. Secr. Agric. (Pernambuco) 19(1-2): 109. 1952. (HUEFS 155226).

Brachysporiellina fecunda S.M. Leão, Gusmão, R.F. Castañeda & A.C. Cruz, Mycotaxon 104: 310. 2008. (HUEFS 155161).

Chalara affinis Sacc. & Berl., Atti Inst. Veneto Sci. lett., ed. Art. Sér. 6 3: 741. 1885. (HUEFS 155188).

Chalara alabamensis Morgan-Jones & E.G. Ingram, Mycotaxon 4(2): 489. 1976. (HUEFS 155189).

- Chloridium virescens* var. *virescens* (Pers.) W. Gams & Hol.-Jech., Stud. Mycol. 13: 17. 1976. (HUEFS 155162).
- Chloridium transvaalense* Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker, Mycotaxon 17: 301. 1983. (HUEFS 155163).
- Circinotrichum falcatisporum* Piroz., Mycol. Pap. 84:7. 1962. (HUEFS 155223).
- Circinotrichum maculiforme* Nees, Syst. Pilze (Würzburg): 19. 1816. (HUEFS 155224).
- Circinotrichum olivaceum* (Speg.) Piroz., Mycol. Pap. 84: 6. 1962. (HUEFS 15522).
- Cordana musae* (Zimm.) Höhn., Zentbl. Bakt. ParasitKde, Abt. II 2 (60): 7. 1923. (HUEFS 155190).
- Cryptophiale kakombensis* Piroz., Can. J. Bot. 46: 1124. 1968. (HUEFS 155198).
- Cryptophiale udagawae* Piroz. & Ichinoe, Can. J. Bot. 46:1126. 1968. (HUEFS 155201).
- Cryptohialoidea fasciculata* Kuthub. & Nawawi, Mycol. Res. 98 (6): 686. 1994. (HUEFS 155196).
- Cryptohialoidea ramosa* G. Delgado, J. Mena & Gené, Fungal Diversity 20: 31. 2005. (HUEFS 155206)
- Daetylaria candidula* (Höhn.) G.C. Bhatt & W.B. Kendr., Can. J. Bot. 46: 1256 1968. (HUEFS 155234).
- Daetylaria cazorlii* Mercado, Gené & Guarro, in Gené, Mercado-Sierra & Guarro, Mycol. Res. 104 (11): 1404. 2000. (HUEFS 155230).
- Dendrypiopsis atra* (Corda) S. Hughes, Can. J. Bot. 31: 655. 1953. (HUEFS 155183).
- Dictyochoeta novae-guineensis* (Matsush.) A.I. Romero, Boln Soc. argent. Bot. 22: 76. 1983. (HUEFS 155142).
- Dictyochoeta simplex* (S. Hughes & W.B. Kendr.) Hol.-Jech., Folia geobot. phytotax. 19: 434. 1984. (HUEFS 155143).
- Dischloridium inaequiseptatum* (Matsush.) Hol.-Jech., Ěeská Mykol. 41(2): 111. 1987. (HUEFS 155187).
- Drechslera rostrata* (Drechsler) M.J. Richardson & E.M. Fraser, Trans. Br. mycol. Soc. 51: 148. 1968. (HUEFS 155235).
- Ellisembia adscendens* (Berk.) Subram., Proc. Indian natn Sci. Acad., Part B. Biol. Sci. 58(4): 183. 1992. (HUEFS 155127).
- Ellisembia brachypus* (Ellis & Everh.) Subram., Proc. Indian natn Sci. Acad., Part B. Biol. Sci. 58: 183. 1992. (HUEFS 155133).
- Ellisembia vaga* (Nees & T. Nees) Subram., Proc. Indian natn Sci. Acad., Part B. Biol. Sci. 58(4): 184. 1992. (HUEFS 155104).
- Exserticlava vasiformis* (Matsush.) S. Hughes, N.Z. J. Bot. 16(3): 332. 1978. (HUEFS 155172).
- Fusariella obstipa* (Pollack) S. Hughes, Mycol. Pap. 28: 9. 1949. (HUEFS 155216).
- Gonytrichum chlamydosporium* var. *simile* W. Gams & Hol.-Jech., Stud. Mycol. 13: 88. 1976. (HUEFS 155166).
- Gonytrichum macrocladum* (Sacc.) S. Hughes, Trans. Br. mycol. Soc. 34: 565. 1951. (HUEFS 155171).
- Gyrothrix microsperma* (Höhn.) Piroz., Mycol. Pap. 84:14. 1962. (HUEFS 155217).
- Helicosporium gracile* (Morgan) Linder, Ann. Mo. bot. Gdn 16: 281. 1929. (HUEFS 155208).
- Helicosporium griseum* Berk. & M.A. Curtis, Grevillea 3 (XXVI): 51. 1874. (HUEFS 155215).
- Helicosporium pannosum* (Berk. & M.A. Curtis) R.T. Moore, Mycologia 49: 582. 1957. (HUEFS 155214).
- Helicosporium vesiculiferum* A.C. Cruz & Gusmão, Mycotaxon 110: 55. 2009. (HUEFS 141556).
- Henicospra coronata* B. Sutton & P.M. Kir, Trans. Br. mycol. Soc. 75(2): 249. 1980. (HUEFS 155182).
- Idriella setiformis* R.F. Castañeda & G.R.W. Arnold, Revta. Jardín Bot. Nac., Univ. Habana 6: 50. 1985. (HUEFS 155144).
- Janewangia globulosa* (Tóth) W.A. Baker & Morgan-Jones, Mycotaxon 81: 308. 2002. (HUEFS 155231).
- Memnoniella echinata* (Rivolta) Galloway, Trans. Br. Mycol. Soc. 18(2): 165. 1933. (HUEFS 155180).
- Menisporopsis novae-zelandiae* S. Hughes & W.B. Kendr., N.Z. J. Bot. 6: 369. 1968. (HUEFS 155233).
- Menisporopsis theobromae* S. Hughes, Mycol. Pap. 48:59. 1952. (HUEFS 155232).
- Myrmecridium schulzeri* var. *schulzeri* (Sacc.) Arzanlou, W. Gams & Crous, Stud. Mycol. 58: 84. 2007. (HUEFS 155260).
- Neojohnstonia minima* Gusmão & Grandi, Mycotaxon 80: 98. 2001. (HUEFS 133851).
- Paliphora inflata* Gusmão, Marques & D.A.C. Almeida, Mycologia 100(2): 306. 2008. (HUEFS 155175).
- Pappimyces hastatus* B. Sutton & Hodges, Nova Hedwigia 26(2-3): 528. 1975. (HUEFS 155225).
- Paraceratocladium silvestre* R.F. Castañeda, Fungi Cubenses II (La Habana) 2: 9. 1987. (HUEFS 155207).
- Periconia cooki* E.W. Mason & M.B. Ellis, Mycol. Pap. 56:72. 1953. (HUEFS 155213).
- Phaeostalagmus tenuissimus* (Corda) W. Gams & Hol.-Jech., Stud. Mycol. 13: 93. 1976. (HUEFS 155202).
- Phaeoisria infraferilis* B. Sutton & Hodges, Nova Hedwigia 27(1-2): 219. 1976. (HUEFS 155205).
- Ramichloridium anceps* (Sacc. & Ellis) de Hoog, Stud. Mycol. 15: 59. 1977. (HUEFS 155165).
- Speiropsis scopiformis* Kuthub. & Nawawi, Trans. Br. mycol. Soc. 89(4): 584. 1987. (HUEFS 155186).
- Speiropsis pedatospora* Tubaki, J. Hattori bot. Lab. 20: 171 1958. (HUEFS 155184).
- Sporidesmiella aspera* Kuthub. & Nawawi, Mycol. Res. 97(11): 1305. 1993. (HUEFS 155136).
- Sporidesmiella cuneiformis* (B. Sutton) P.M. Kirk, Trans. Br. mycol. Soc. 79(3): 481. 1982. (HUEFS 155140).
- Sporidesmiopsis zhejiangensis* Wongsawas, H.K. Wang, K.D. Hyde & F.C. Lin, J. Zhejiang Univ., Sci. B, 9: 798. 2008. (HUEFS 155101).
- Sporidesmium tropicale* var. *tropicale* M.B. Ellis, Mycol. Pap. 70: 58. 1958. (HUEFS 155141).
- Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, Can. J. Bot. 36: 812. 1958. (HUEFS 155176).
- Stachybotrys longispora* Matsush. Icon. microfung. Matsush. lect. (Kobe): 145. 1975. (HUEFS 155178).
- Stachybotrys parvispora* S. Hughes, Mycol. Pap. 48:74. 1952. (HUEFS 155261).
- Thozetella cristata* Piroz. & Hodges, Can. J. Bot. 51(1): 168. 1973. (HUEFS 133854).

Thozetella queenslandica Paulus, P.Gadek & K.D. Hyde, Mycologia 96: 1081. 2004. (HUEFS 155212).
Umbellidion radulans B. Sutton & Hodges, Nova Hedwigia 26(2-3): 532. 1975. (HUEFS 155203).
Vermiculariopsiella falcata Nawawi, Kuthub. & B. Sutton, Mycotaxon 37: 175. 1990. (HUEFS 133855).
Virgaria nigra (Link) Nees, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 553. 1817. (HUEFS 155210).
Volutella minima Höhn., Sber. Akad. Wiss. Wien, Math-naturw. Kl., Abt. 1, 118: 1543. 1909. (HUEFS 155262).
Wiesneriomyces laurinus (Tassi) P.M. Kirk, Trans. Br. mycol. Soc. 82(4): 748. 1984. (HUEFS 155181).
Zanclospora brevispora var. *brevispora* S. Hughes & W.B. Kendr., N.Z. J. Bot. 3: 156. 1965. (HUEFS 155160).
Zanclospora novae-zelandiae S. Hughes & W.B. Kendr., N.Z. J. Bot. 3: 152. 1965. (HUEFS 155155).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Botânica - PPGBot/UEFS e ao PPBIO (Programa de pesquisa de biodiversidade no Semi-árido). T. S. Santa Isabel e L.F.P. Gusmão agradecem ao CNPq (proc. 474589/2008-0). D.A.C. Almeida e D.A. Santos agradecem a CAPES e a FAPESB, respectivamente.

Referências

- Andrade-Lima, D. 1981. The caatinga dominium. Revista Brasileira de Botânica 4: 149-153.
- Abarca, G.H.; Estebanez, M.R.; Mota, R.M.A.; Portales, J.M. & Mercado-Sierra, A. 2004. Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos conidiales del bosque mesófilo de montaña del estado de Veracruz. Acta Botánica Mexicana 66: 1-22.
- Barbosa, F.R.; Gusmão, L.F.P.; Castañeda-Ruiz, R.F.; Marques, M.F.O. & Maia, L.C. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species *Deightoniella rugosa* & *Diplocladiella cornutumida* with new records for the neotropics. Mycotaxon 102: 39-49.
- CABI Bioscience Database. 2010. *Index fungorum*. Disponível em <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso em 2 jan 2010.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 1986. Fungi cubense. Instituto de Investigaciones Fundamentales em Agricultura Tropical, La Habana.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 1987. Fungi vubenses 2. Instituto de Investigaciones Fundamentales em Agricultura Tropical, La Habana.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 2005. Metodología en el estudio de los hongos anamorfos. In Anais do V Congresso Latino Americano de Micologia, Brasília. Pp.182-183.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Guarro, J. & Cano, J. 1995. Notes on conidial fungi. II. A new species of *Endophragmiella*. Mycotaxon 54: 403-406.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Guarro, J. & Cano, J. 1997a. Notes on conidial fungi. XII. New or interesting hyphomycetes from Cuba. Mycotaxon 63: 169-181.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Gusmão, L.F.P.; Abarca, G.H. & Saikawa, M. 2006. Some hyphomycetes from Brazil. Two new species of *Brachydesmiella*, two new combinations for *Repetophragma*, and new records. Mycotaxon 95: 261-270.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Heredia, G.; Reyes, M.; Arias, R.M. & Decock, C. 2001. A revision of the genus *Pseudospiropes* and some new taxa. Cryptogamie, Mycologie 22: 1-18.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Iturriaga, T.; Minter, D.W.; Saikawa, M.; Vidal, G. & Velazquez-Noa, S. 2003. Microfungi from Venezuela. A new species of *Brachydesmiella*, a new combination, and new records. Mycotaxon 85: 211-229.
- Castañeda-Ruiz, R.F. & Kendrick, W.B. 1991. Ninety-nine conidial fungi from Cuba and three from Canada. University of Waterloo Biology Series 35: 1-32.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Kendrick, W.B. & Guarro, J. 1997b. Notes on conidial fungi. XIV. New hyphomycetes from Cuba. Mycotaxon 65: 93-106.
- Cruz, A.C.R.; Gusmão, L.F.P. & Castañeda-Ruiz, R.F. 2007a. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Subramaniomyces pulcher* sp. nov. and notes on *Sporidesmium circinophorum*. Mycotaxon 102: 25-32.
- Cruz, A.C.R.; Gusmão, L.F.P.; Ferreira, S.M.L. & Castañeda-Ruiz, R.F. 2007b. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Diplococcium verruculosum* sp. nov. and *Lobatopedis longistriatum* sp. nov. Mycotaxon 102: 33-38.
- Cruz, A.C.R.; Leão-Ferreira, S.M.; Barbosa, F.R. & Gusmão, L.F.P. 2008. Conidial fungi from semi-arid Caatinga biome of Brazil. New and interesting *Dictyochaeta* species. Mycotaxon 106: 15-27.
- Cruz, A.C.R.; Santa Isabel, T. S.; Leão-Ferreira, S.M. & Gusmão, L.F.P. 2009. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species and new records of *Helicosporium*. Mycotaxon 110: 53-64.
- Delgado-Rodríguez, G. & Mena-Portales, J. 2003. *Virgariella ellipsozpora* sp. nov. (Hyphomycetes, anamorphic fungi) from Cuba. Cryptogamie, Mycologie 24: 153-157.
- Ellis, M.B. 1959. *Clasterosporium* and some allied dematiaceae - Phragmosporae. II. Mycological Papers 72: 1-75.
- Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Farr, D.F. & Rossman, A.Y. Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory, ARS, USDA. Disponível em <<http://nt.ars-grin.gov/fungal-databases>>. Acesso em 31 jul 2009.
- Gusmão, L.F.P.; Barbosa, F.R. & Barbosa, F.F. 2006. Fungos conidiais. In: Gusmão, L.F.P. & Maia, L.C.

- (eds.). Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido brasileiro. Ministério da Ciência e Tecnologia, Associação Plantas do Nordeste, Recife. Pp. 161-201.
- Gusmão, L. F. P.; Leão-Ferreira, S.M.; Marques, M.F.O. & Almeida, D.A.C. 2008. New species and records of *Paliphora* from the Brazilian semi-arid region. *Mycologia* 100: 306-309.
- Hewings, A.D. & Crane, J.L. 1981. The genus *Codinaea*. Three new species from the Americas. *Mycotaxon* 13: 419-427.
- Holubová-Jechová, V. 1984. Lignicolous hyphomycetes from Czechoslovakia. 7. *Chalara*, *Exochalara*, *Fusichalara* and *Dictyochoeta*. *Folia geobotánica et Phytotaxonomica* 19: 387-438.
- Holubová-Jechová, V. 1986. Lignicolous Hyphomycetes from Czechoslovakia. 8. *Endophragmiella* and *Phragmocephala*. *Folia geobotánica et Phytotaxonomica* 21: 173-197.
- Holubová-Jechová, V. 1987. Studies on hyphomycetes from Cuba V. Six new species of dematiaceous hyphomycetes from Havana Province. *Česká Mykologie* 41: 29-36.
- Hughes, S.J. 1953. Conidiophores, conidia and classification. *Canadian Journal of Botany* 31: 577-659.
- Hughes, S.J. 1979. Relocation of species of *Endophragmia* auct. with notes on relevant generic names. *New Zealand Journal of Botany* 17: 139-188.
- Hughes, S.J. & Kendrick, W.B. 1968. New Zealand fungi. 12. *Menispora*, *Codinaea*, *Menisporopsis*. *New Zealand Journal of Botany* 6: 323-375.
- Junqueira, M.E.R. & Bianchini, R.S. 2006. O gênero *Evolvulus* L. (Convolvulaceae) no município de Morro do Chapéu, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasiliense* 20: 157-172.
- Kuthubutheen, A.J. & Nawawi, A. 1991a. Key to *Dictyochoeta* and *Codinaea* species. *Mycological Research* 95: 1224-1229.
- Kuthubutheen, A.J. & Nawawi, A. 1991b. Eight new species of *Dictyochoeta* (Hyphomycetes) from Malaysia. *Mycological Research* 95: 1211-1219.
- Kuthubutheen, A.J. & Nawawi, A. 1994. *Henicospora longissima* sp. nov., *Obeliospora triappendiculata* sp. nov., *Paraulocladiumfabisporum* sp. nov. and other hyphomycetes from Malaysia. *Mycological Research* 98: 677-685.
- Leão-Ferreira, S.M.; Cruz, A.C.R.; Castañeda-Ruiz, R.F. & Gusmão, L.F.P. 2008. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Brachysporiellina fecunda* sp. nov. and some new records for Neotropica. *Mycotaxon* 104: 309-312.
- Lu, B.; Hyde, K.D.; Ho, W.H.; Tsui, K.M.; Taylor, J.E.; Wong, K.M. & Yanna & Zhou, D. 2000. Checklist of Hong Kong fungi. *Fungal Diversity Research Series* 5: 1-207.
- Lunghini, D. & Rambelli, A. 1979. *Helicobisbia* e *Talekpea*, due nuovi generi di ifali demaziacei. *Micologia Italiana* 8: 21-24.
- Ma, J.; Zhang, K. & Zhang, X.G. 2008. Two new species of the genus *Minimelanolocus* in China. *Mycotaxon* 104: 147-151.
- Maia, L.C. & Gibertoni, T.B. 2002. Fungos registrados no semi-árido nordestino. In: Sampaio, E.V.S.B.; Giulietti, A.M.; Virgínio, J. & Rojas, C.F.L.G. (eds.). *Vegetação e flora da caatinga*. Associação Plantas do Nordeste, APNE/CNIP, Recife. Pp.163-176.
- Marques, M.F.O.; Barbosa, F.R.; Gusmão, L.F.P.; Castañeda Ruiz, R.F. & Maia, L.C. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Cubaxina microspora* sp. nov., a note on *C. albofusca*, and some new records for South America. *Mycotaxon* 102: 17-23.
- Matsushima, T. 1993. *Matsushima Mycological Memoirs* n. 7. Published by the author, Kobe.
- Maury, C.M. (org.). 2002. *Biodiversidade brasileira – Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 340p.
- Melnik, V.A. 2000. *Definitorium fungorum Rossiae. Classis Hyphomycetes. Fasc. 1. Fam. Dematiaceae*. Nauka, San Petersburgo. 370p.
- Mercado-Sierra, A. & Mena-Portales, J. 1995. Hifomicetes dematiáceos de tres provincias orientales de Cuba. *Revista Iberoamericana de Micología* 12: 101-107.
- Morgan-Jones, G., Sinclair, R.C. & Eicker, A. 1983. Notes on Hyphomycetes. XLIV. New and rare Dematiaceous species from the Transvaal. *Mycotaxon* 17: 301-316.
- Pinnol, A.; Lumyong, S.; Hyde, K.D. & Jones, E.B. G. 2006. Biodiversity of fungi on the palm *Eleiodoxa conferta* in Sirindhorn peat swamp forest, Narathiwat, Thailand. *Fungal Diversity* 22: 205-218.
- Pinnol, A.; Pinruan, U.; Hyde, K.D. & Lumyong, S. 2004. *Submersisphaeria palmae* sp. nov. and key to genus and notes on *Helicobisbia*. *Sydowia* 56: 72-78.
- Pirozynski, K.A. 1962. *Circinotrichum* and *Gyrotith*. *Mycological Papers* 84: 1-28.
- Pirozynski, K.A. & Patil, S.D. 1970. Some setose Hyphomycetes of leaf litter in south India. *Canadian Journal of Botany* 48: 567-581.
- Raabe, R.D.; Conners, I.L. & Martinez, A.P. 1981. Checklist of plant diseases in Hawaii. Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Honolulu. *Information Text Series* 22. 313p.
- Romero, A.I. & Pildain, M.B. 2003. Contribución al estudio de los hongos xilófilos de la Argentina. VII. *Deuteromycotina en Eucalyptus viminalis* (Myrtaceae). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 28: 125-134.
- Sutton, B.C. 1973. Hyphomycetes from Manitoba and Saskatchewan, Canada. *Mycological Papers* 132: 1-143.

- Sutton, B.C. 1978. New and interesting Hyphomycetes from Tampa, Florida. *Mycologia* 70: 784-801.
- Sutton, B.C. 1992. The relationships of *Virgariella verrucosa* sp. nov. on *Aloe* leaves from Turkey. *Sydowia* 44: 321-331.
- Varghese, K.I.M & Rao, V.G. 1978. Two new setose hyphomycetes from India. *Botaniska Notiser* 131: 215-217.
- Velloso, A.L.; Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. 2002. Ecorregiões propostas para o bioma caatinga. Associação Plantas do Nordeste – APNE, Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil, Recife. 76p.
- Vittal, B.P.R. & Dorai, M. 1995. Studies on litter fungi VIII. Quantitative studies of the mycoflora colonizing *Eucalyptus tereticornis* Sm. litter. *Kavaka* 22/23: 35-41.
- Whitton, S.R.; Mckenzie, E.H.C. & Hyde, K.D. 2000. *Dictyochaeta* and *Dictyochaetopsis* species from the Pandanaceae. *Fungal Diversity* 4: 133-158.
- Wu, W. & Zhuang, W. 2005. *Sporidesmium*, *Endophragmiella* and related genera from China. *Fungal Diversity Research Series* 15. Fungal Diversity Press, Hong Kong. 351p.
- Zhang, K.; Fu, H.B. & Zhang, X.G. 2009. Taxonomic studies of *Minimelanolocus* from Yunnan, China. *Mycotaxon* 109: 95-101.
- Zucconi, L. & Onofri, S. 1989. *Gyrothrix ramosa* sp. nov. and notes on *Gyrothrix citricola*. *Mycological Research* 92: 380-382.

Madeiras históricas do barroco mineiro: interfaces entre o patrimônio cultural material e a anatomia da madeira

Historical timbers from Baroque period of the state of Minas Gerais, Brazil: interfaces between material and cultural heritage and wood anatomy

Fernando Andreacci^{1,2} & João Carlos Ferreira de Melo Júnior¹

Resumo

A madeira é um dos mais antigos materiais usados pelo homem para diversas finalidades. O período Barroco mineiro é marcado pelo fabrico de elementos arquitetônicos e artísticos religiosos, a partir do emprego da madeira. Neste viés, conhecer as plantas por meio da cultura material utilizadas por populações significa entender ou se aproximar do sentido simbólico ou real da relação estabelecida entre o homem e o meio ambiente no qual está inserido. O presente estudo objetivou identificar taxonomicamente e estabelecer relações etnobotânicas sobre as espécies vegetais utilizadas na construção da igreja Nossa Senhora da Conceição, datada de 1876 e localizada no distrito de Matozinhos, estado de Minas Gerais. A identificação taxonômica das espécies baseou-se na caracterização anatômica das amostras de lenho obtidas das estruturas arquitetônicas que compõem a igreja e comparação com material lenhoso de referência coletado em formações vegetacionais próximas, além de consultas bibliográficas. Preparações histológicas foram confeccionadas seguindo os planos transversal, longitudinal radial e tangencial para as observações microscópicas. A descrição do lenho adotou a terminologia proposta pela IAWA. Dados etnobotânicos sobre as essências foram obtidos na literatura especializada. A anatomia das madeiras históricas permitiu a identificação de três taxa: *Myracrodruon urundeuva*, *Dipteryx* sp. e *Andira* sp. Os resultados obtidos sugerem que o patrimônio arquitetônico em estudo foi edificado com lenho de espécies selecionadas para tal finalidade uma vez que apresentam características estruturais e físicas que lhes conferem qualidade necessária. Os resultados fornecem subsídios para futuras ações de conservação do mesmo.

Palavras-chave: anatomia da madeira, cerrado, patrimônio histórico, conservação.

Abstract

Wood is one of the oldest building materials used by man for many different purposes. The Baroque period of Minas Gerais state is marked by the manufacturing of architectural and religious art made of wood. To know which plants are used by people, through the material cultural, we must understand the real or symbolic meaning of the relationship between man and the environment where he lives. This study aimed to identify taxonomically and establish ethnobotanical relationships for the plant species used in the construction of the Nossa Senhora da Conceição church, dated 1876 and located in the city of Matozinhos, Minas Gerais. Taxonomic identification was based on the anatomical characteristics of wood samples obtained from the architectural structures that make up the church and comparison with reference wood material collected in nearby plant formations plus reference texts. Histological preparations were made following the transverse, radial longitudinal and tangential sections for microscopic observations. Wood description adopted the terminology proposed by IAWA. Ethnobotanical data was obtained from specialized texts. The anatomy of historical wood samples allowed the identification of three taxa: *Myracrodruon urundeuva*, *Dipteryx* sp. and *Andira* sp. The results suggest that this architectural heritage was built with the wood of species chosen specifically for this purpose since the samples have structural and physical traits that attest to wood quality. The results provide a basis for future conservation efforts.

Key words: wood anatomy, cerrado, historical heritage, conservation.

¹Univille, Lab. Anatomia Vegetal e Xilótica, Campus Universitário, s/no, Bom Retiro, C.P. 246, 89201-974, Joinville, SC, Brasil.

²Autor para correspondência: fandreacci@gmail.com

Introdução

Historicamente as plantas sempre estiveram presentes na cultura das sociedades humanas. Seu conhecimento, por parte da cultura, remete a uma aproximação do sentido simbólico ou da real relação estabelecida entre homens e ambiente natural. É fato que populações tradicionais têm conhecimentos sobre as plantas, não apenas no tocante aos seus nomes ou usos, mas também sobre significados conotativos e metafóricos. Esta relação é tão fortemente marcada em várias sociedades, que não é incomum identificar nomes de diferentes árvores sendo atribuídos a cidades, espaços históricos, monumentos, etc. Conforme Lorenzi (1992) podem ser citadas como exemplo as cidades de: Guaraná (SP), Imbuia (SC), Cedro (SP), Angico (PE), Cabriúva (SP), Castanhal (PA), Joazeiro (BA), Butiá (RS), Curitiba (PR), Massaranduba (SC), Xaxim (SC) e Alecrim (RS), além do próprio nome do nosso país derivado da espécie nominada pelos colonizadores portugueses de pau-brasil.

A partir do corpo vegetal, a madeira destaca-se como matéria-prima por suas propriedades e versatilidade (Bardi 1982), e desde a antiguidade é empregada na construção de produtos tão variados quanto às culturas que as manipularam.

Para exemplificar os diferentes usos da madeira, pode-se tomar como exemplo o próprio processo de colonização do Brasil. Os colonizadores, logo após a ocupação, dedicaram-se à confecção de utensílios (gamelas e pilões) necessários às atividades cotidianas; o cedro e o jequitibá foram destinados à indústria naval (canoas, saveiros, jangadas, barcas, etc.); várias madeiras foram utilizadas no fabrico de maquinários (rodas d'água, carros de boi e engenhos) indispensáveis às produções agrícolas; na criação de diversos utensílios e móveis (palmatórias, talheres, armários, camas, vitrines, mesas, cadeiras, cômodas, tocheiras, teares, etc.); como base para a produção de instrumentos musicais; nas figurações de várias crenças (esculturas); na construção civil e na arquitetura de moradias (passarelas, pontes, choupanas, ocas, chalés, palafitas, etc) (Bardi 1982).

Uma parte bastante representativa do patrimônio cultural brasileiro é expressa em peças de madeira. Dessa forma de expressão no Brasil, destacam-se a estatuária sacra (Lisboa 1994; Ono *et al.* 1996) e as igrejas barrocas (Lyra 2006).

Associada ao catolicismo, a arte barroca configura-se como um dos períodos de maior expressão cultural do país. A fé intimista com que cada autor se relacionava com seu santo protetor, bem como os recursos naturais disponíveis na região deram à

configuração arquitetônica das vilas mineiras uma arte peculiar marcada pelo regionalismo (Priore 1994). As igrejas barrocas destacam-se na paisagem por constituírem "verdadeiros palácios do período colonial que revelam nossos momentos de maior expressão artística" (Lyra 2006). Segundo Gutierrez (1989) "a obra arquitetônica é testemunho histórico sedimentado e acumulado dos modos de vida do homem – não só dos que a conceberam na origem, mas também dos que ali viveram através dos tempos e lhe conferiram novos usos e significados simbólicos".

Entretanto, a herança cultural da arquitetura barroca sofre, em algumas cidades históricas brasileiras, por processos gradativos de biodeterioração, processo pelo qual a matéria-prima decompõe-se por meio da atividade de organismos biológicos (Lelis *et al.* 2001). No município de Matozinhos, MG, localiza-se a igreja de Nossa Senhora da Conceição, edificação que apresenta características arquitetônicas das igrejas do século XVIII. A referida igreja encontra-se em crescente processo de deterioração de suas estruturas ao longo do tempo e ações de restauro são impreteríveis para a conservação desse patrimônio histórico. No entanto, restaurar pressupõe conhecer previamente todas as características dos materiais usados em determinada obra. Para tal, a anatomia da madeira mostra-se como método satisfatório para a identificação de espécies lenhosas outrora empregadas.

Diversos são os estudos que obtiveram resultados positivos na utilização da anatomia da madeira para a identificação taxonômica de espécies lenhosas utilizadas na construção do patrimônio cultural. Merecem destaque o trabalho de Romagnoli *et al.* (2007), no qual identificaram madeiras presentes nas estruturas arquitetônicas da Capela Palatina em Palermo Itália; Kristjansdottir *et al.* (2001), na identificação de madeiras encontradas durante uma escavação arqueológica na área de uma igreja medieval da Islândia; Watters & Miller (2000), na identificação de madeiras de sítios históricos em Barbuda; Ono *et al.* (1996), na identificação de madeiras utilizadas no entalhamento de estatuárias sacras em dois sítios históricos de Belém do Pará e Lisboa & Ciolo (1995), na identificação de madeiras empregadas em implementos indígenas da microrregião do Tapajós no Pará.

Igualmente, esse conhecimento é de grande valia em se tratando das propriedades físicas e mecânicas da madeira, pois que acabam por determinar, indubitavelmente, o grau de aproveitamento e a sua possível utilização em termos tecnológicos (Melo Jr. 1999).

Considerando o expressivo emprego de madeiras nativas na produção da cultura material em determinados períodos históricos do Brasil, principalmente, no tocante ao fabrico de elementos arquitetônicos e artísticos religiosos durante o processo progressivo de expansão do Catolicismo, evidenciado em várias cidades brasileiras, o presente estudo debruçou-se sobre a interface estabelecida entre a anatomia vegetal e a identificação das madeiras utilizadas na construção das estruturas arquitetônicas presentes nas ruínas da igreja de Nossa Senhora da Conceição. Os resultados contribuem com informações de valor etnobotânico e de potencial aplicação tecnológica para o desenvolvimento de metodologias específicas para a conservação e ou restauro do patrimônio histórico em questão.

Materiais e Métodos

Área de estudo

Situada na Fazenda da Jagoara Velha, nas coordenadas geográficas 19°33'00,7"S e 44°02'30,5"W, a margem do rio das Velhas no distrito de Mocimbeiro, município de Matozinhos - MG (Fig. 1a), a igreja de Nossa Senhora da Conceição (Fig. 1b) é uma obra arquitetônica do período Barroco, edificada em 1786 por Antonio Francisco Lisboa, o Aleijadinho, artista expoente do período do Barroco brasileiro.

Coleta das amostras de madeiras históricas

Amostras de madeiras pertencentes às estruturas arquitetônicas da igreja de Nossa Senhora da Conceição (Tab. 1) foram coletadas com auxílio de arco de serra, de forma a se obter pequenos segmentos de madeira que não comprometessem a

integridade do patrimônio histórico em questão. As estruturas arquitetônicas e as amostras de madeira correspondentes foram fotografadas, sendo as últimas posteriormente tombadas na xiloteca JOIw.

Coleção de referência

Baseado na hipótese de que o ambiente adjacente ao espaço da igreja forneceu matéria prima para sua construção, foi utilizada uma coleção de referência de madeiras desse ambiente para a comparação anatômica com as amostras de madeiras históricas. A coleção utilizada foi obtida a partir da coleta de material botânico das diferentes formações vegetacionais do distrito de Matozinhos e encontra-se depositada na xiloteca JOIw - Universidade da Região de Joinville.

Preparação, descrição anatômica das madeiras e interpretação dos dados

Foram adotados procedimentos de preparação e descrição anatômica tanto das madeiras que compuseram a coleção de referência quanto das amostras de lenho obtidas nas estruturas arquitetônicas da igreja Nossa Senhora da Conceição. Os corpos de prova das amostras, com dimensões aproximadas de 3 x 3 x 3 cm, foram amolecidos por cozimento em água e glicerina (Ferreirinha 1958). Amostras de madeiras históricas mais densas foram amolecidas em etilenodiamina (Carlquist 1982). Em seguida os corpos foram aparados manualmente com auxílio de uma navalha. Após este procedimento, os mesmos foram re-aparados visando os planos de corte transversal, longitudinal radial e tangencial. Ressalta-se que não foi possível realizar esse processo em todas as amostras provenientes da igreja, pois

Tabela 1 - Origem das amostras de madeiras históricas coletadas.

Table 1 - Origin of collected historical wood samples.

Número da amostra	Local de coleta
01	Estrutura de sustentação (pilar) externa (Fig. 2d)
02	Estrutura de sustentação (pilar) externa (Fig. 2e)
03	Esquadria (Fig. 2f)
04	Estrutura de sustentação (pilar) externa
05	Estrutura de sustentação (pilar) externa
06	Estrutura de sustentação (pilar) interna (Fig. 4d)
07	Acabamento de estrutura de sustentação (pilar) externa
08	Moldura de esquadria de arco da torre (Fig. 3d)
09	Estrutura de sustentação (pilar) interna
10	Acabamento de estrutura de sustentação (pilar) interna
11	Base do altar.



Figura 1 – Área de estudo – a. localização do município de Matuzinhos; b. vista frontal da igreja Nossa Senhora da Conceição evidenciando aspectos arquiteturais e de conservação da igreja.

Figure 1 – Study area – a. Matuzinhos city location; b. front view of Nossa Senhora da Conceição church showing architectural and conservation aspects.

muitos tinham dimensões inferiores às descritas. Dessa maneira, essas amostras foram apenas desbastadas de modo a se obter superfícies planas e bem orientadas nos planos de visualização da madeira.

Cortes histológicos com espessura aproximada de 17 μm foram produzidos com o uso de micrótomo de deslize e navalha tipo C. Para a observação do material em microscópio ótico, foram produzidas lâminas histológicas permanentes, de acordo com

as recomendações de Johansen (1940) e Sass (1951). Os cortes histológicos passaram por um processo de clareamento em hipoclorito de sódio, lavagem em água destilada, desidratação em etanol 20 e 50%, coloração em safrablau (Kraus & Arduin 1997), desidratação em etanol 70 e 96% e em acetado de butila. Após esse processo, os cortes foram montados entre lâminas e lamínulas com verniz vitral (Paiva *et al.* 2006). Para a descrição anatômica do lenho seguiu-se a terminologia proposta pela IAWA (1989).

Desta forma, foram estudadas comparativamente as lâminas histológicas provenientes da coleção de referência e as oriundas do material histórico, a fim de se determinar o táxon ao qual pertencem as plantas encontradas sob a forma de estruturas arquitetônicas da igreja. Também utilizou-se materiais de referências disponíveis na literatura e a base dados do *Inside Wood* (2004).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos da identificação microscópica das madeiras das 11 amostras são: *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão) (amostras 1–5, 7, 9–11), *Andira* sp. (angelim) (amostra 6) e *Dipteryx alata* (cumaru) (amostra 8).

São descritas as características anatômicas e etnobotânicas dos táxons identificados por meio das amostras das madeiras históricas coletadas na igreja em estudo.

Myracrodruon urundeuva Allemão (Anacardiaceae)

A madeira de *Myracrodruon urundeuva* possui camadas de crescimento distintas, demarcadas por espessamento radial da parede das fibras; porosidade difusa (Fig. 2a), vasos solitários, raros múltiplos de 2–4, obstruídos por tilos, com placas de perfuração simples e pontoações intervasculares areoladas alternas; parênquima axial vasicêntrico escasso; fibras septadas; raios 1–3 seriados (Fig. 2b), heterogêneos, com o corpo formado por células procumbentes e células quadradas e eretas marginais (Fig. 2c); presença de canais radiais (Fig. 2b) e cristais de oxalato de cálcio em células marginais do raio. A descrição anatômica corrobora com aquela descrita em literatura anterior (Metcalfe & Chalk 1950; Mainieri & Chimelo 1989; Florschütz & Tomazelo Filho 1994), assim como aquela obtida pela coleção de referência.

Myracrodruon urundeuva é uma árvore conhecida popularmente como aroeira, aroeira-do-sertão ou urundeúva, é uma espécie decídua, heliófita e seletiva xerófila (Lorenzi 1992). Seu limite de

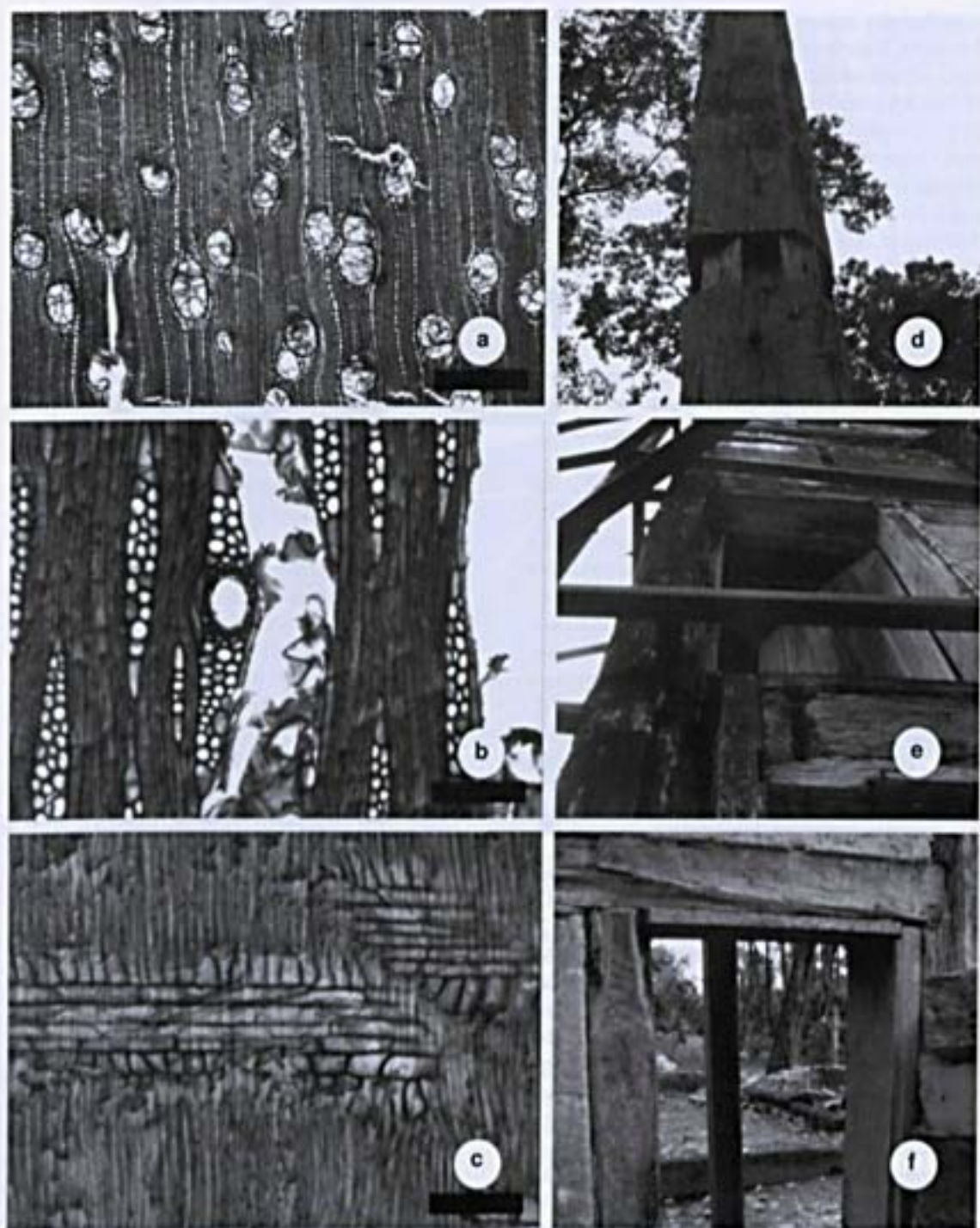


Figura 2 – Configuração anatômica das madeiras identificadas como *Myracrodruon urundeuva* e estruturas arquitetônicas da igreja produzidas com essa espécie – a. parênquima axial vasicêntrico escasso e vasos obstruídos por tilos; b. canal secretor radial; c. raio heterogêneo; d. pilar de sustentação; e. pilar de sustentação da torre; f. esquadria. Barra = 400 μm (a); 100 μm (b,c).

Figura 2 – Wood anatomical configuration of samples identified as *Myracrodruon urundeuva* and architectural church structures produced with this specie – a. axial parenchyma scanty paratracheal with tylosis; b. radial canal; c. heterogeneous rays; d. support column; e. tower support column; f. wood frame. Bar = 400 μm (a); 100 μm (b,c).

distribuição natural se estende pelas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil até a região chaquenha da Bolívia, Paraguai e Argentina (Santin & Leitão-Filho 1991; Lorenzi 1992; Carvalho 1994; Gurgel-Guarrido *et al.* 1997). Nas florestas estacionais decíduas do norte de Minas Gerais, a aroeira ocorre frequentemente nas matas secas calcárias e na caatinga arbórea (Brandão 1994; Santos *et al.* 2007).

O porte da aroeira varia conforme a região de sua ocorrência (Lorenzi 1992; Andrade *et al.* 2000), podendo atingir 30 m de altura (Rizzini 1971). Sua madeira é classificada como muito pesada (1,19 g/cm³), de grande resistência mecânica e praticamente imputrescível; alburno diferenciado do cerne e facilmente decomposto (Mainieri & Chimelo 1989).

A se julgar pelo epíteto da espécie – *urundeuva*, que tem origem guarani e traduz-se como imputrescível em água (Almeira-Cortez *et al.* 2007), suas propriedades tecnológicas são conhecidas desde muito tempo. Considerada a espécie produtora de madeira de maior resistência da flora brasileira, sua utilização é recomendada para obras externas, como postes, moirões, esteios, estacas, dormentes; na construção civil, como caibros, vigas, tacos para assoalhos e ripas para peças torneadas (Lorenzi 1992; Paula & Alves 2007), como observado neste estudo (Fig. 2d-f). Além da madeira, a aroeira apresenta grande uso farmacológico (Alves *et al.* 2009).

Dipteryx sp. (Leguminosae)

Foi possível observar na madeira identificada como pertencente ao gênero *Dipteryx* sp. Schreb. a porosidade difusa, vasos solitários, múltiplos de 2–4, com placas de perfuração simples e pontoações intervasculares areoladas alternas e guarnecidas; parênquima axial paratraqueal vasicêntrico escasso (Fig. 3a), às vezes apotraqueal; fibras estratificadas, abundantes e não septadas; raios exclusivamente uniseriados (Fig. 3b), homocelulares (Fig. 3c), formado por células procumbentes.; presença e inclusões minerais em células subdivididas do parênquima axial e de estrutura estratificada dos raios. As características microscópicas encontradas são semelhantes às descritas previamente por Paula (1999) e ao material de referência.

Árvore, conhecida como cumaru, de 15–25 m de altura, com tronco de 40–70 cm de diâmetros, copa reduzida e tronco reto (Almeida *et al.* 1998). É uma planta perenifólia, heliófita, seletiva, xerófila, que ocorre nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, característica das

formações vegetacionais do cerrado e na floresta latifoliada semidecídua (Almeida *et al.* 1998). Conforme Lorenzi (1992), produz uma madeira muito pesada, com densidade de 1,10 g/cm³, de grã irregular a reversa, superfície pouco lustrosa, compacta, com alburno distinto. Possui alta resistência ao apodrecimento e ao ataque de organismos xilófagos mesmo em condições adversas (Mainieri & Chimelo 1989). Por essas características a madeira é própria para construção de estruturas externas, como estacas, postes, obras hidráulicas, moirões, cruzetas, dormentes, para construção naval e civil, como vigas, caibros, ripas, batentes de portas e janelas, tábuas e tacos para assoalhos, lambris, forros, carrocerias (Mainieri & Chimelo 1989) e esquadrias (Fig. 3d). A polpa do fruto é aromática e rica em proteínas, serve para nutrir o gado e animais silvestres, além de ser utilizada para consumo humano na produção de doces “pé de moleque” (Almeida *et al.* 1998).

Andira sp. (Leguminosae)

A anatomia da madeira da amostra identificada como pertencente ao gênero *Andira* sp. Lam. apresentou vasos com porosidade difusa (Fig. 4a), solitários, múltiplos de 2–3, com placas de perfuração simples e pontoações intervasculares areoladas alternas; parênquima axial paratraqueal aliforme, confluyente, às vezes formando faixas (Fig. 4a) e estratificado (Fig. 4b); fibras libriformes e não septadas; raios exclusivamente 2–5 seriados, homogêneos (Fig. 4c), formado por células procumbentes; presença estratificação dos raios (Fig. 4b). A descrição anatômica corrobora com a de Ferreira *et al.* (2004) e com o observado na coleção de referência.

Vulgarmente conhecidas por angelins, as árvores do gênero *Andira* representam mais de 30 espécies, sendo a maioria originária do Brasil (Mattos 1979). No Brasil, o maior número de espécies é encontrado nos estados de Minas Gerais e Amazonas, para o primeiro, encontram-se as seguintes espécies: *A. micans*, *A. fraxinifolia*, *A. anthelmia*, *A. frondosa*, *A. paniculata*, *A. vermifuga*, *A. laurifolia* e *A. surinamensis* (Mattos 1979). As espécies de *Andira* tem portes bem distintos, desde pequenos arbustos até árvores frondosas com mais de 20 m de altura. Essas plantas podem ser usadas em diversas aplicações. Em algumas espécies, a casca, folha e sementes são utilizadas como vermífugos (Cunha e Silva *et al.* 2003). Outras, como *A. legalis*, *A. fraxinifolia*, *A. cayabenses*, *A. paniculata*, *A. parvifolia*, *A. vermifuga*, *A. anthelmia*, e *A. pisonis* produzem madeiras com propriedades que permitem sua aplicação na construção naval e

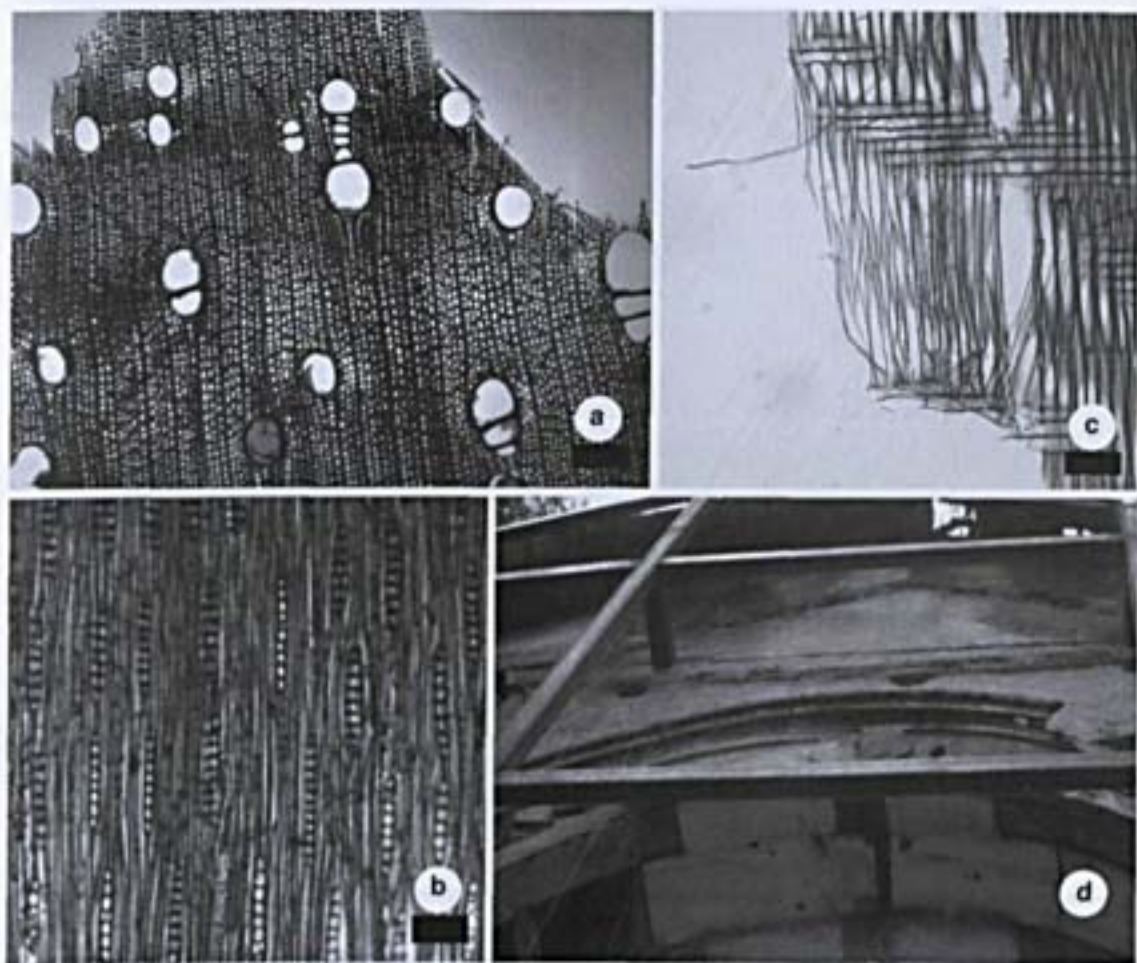


Figura 3 – *Dipteryx* sp. – Configuração anatômica e estrutura arquitetônica construída com essa madeira – a. parênquima axial paratraqueal pouco abundante; b. raios uniseriados e estratificados; c. raios homogêneos; d. arco em madeira. Barra = 100 μ m (b,c); 200 μ m (a).

Figure 3 – *Dipteryx* sp. – Anatomical configuration and architectural chure structure built with this specie – a. axial paratracheal parenchyma absent or extremely rare; b. uniseriate and storied rays; c. homogeneous rays; d. wood frame. Bar = 100 μ m (b,c); 200 μ m (a).

em obras externas como esteios, postes, dormentes, carroçaria, bem como a carpintaria (Corrêa 1978) e estruturas internas (Fig. 4d). Mainieri & Primo (1968) relatam que as madeiras de *Andira* são pesadas ou muito pesadas e que há forte semelhança entre suas estruturas anatômicas. Essa semelhança anatômica e, por conseguinte, uma semelhança de propriedades, faz que várias espécies do gênero *Andira* sejam comercializadas pelo nome de Angelim. Há de se ressaltar a semelhança da estrutura anatômica desse gênero com outros como *Hymenolobium* e *Vatairea*, também comercializados como angelins. Apesar dessa homogeneidade da estrutura da madeira, algumas pequenas diferenças quantitativas

observadas microscopicamente entre as espécies (Ferreira *et al.* 2004), assim como a distribuição geográfica da amostra permitem diferenciá-las, principalmente em nível de gênero.

Resistência natural e biodeterioração das madeiras

A ação direta ou indireta de agentes biológicos nos materiais em uso pelo homem, causando alterações indesejáveis, é conhecida pelo termo biodeterioração. A madeira é um polímero orgânico natural susceptível a esse tipo de degradação, tendo os xilófagos como os principais causadores de danos à sua estrutura, pelo fato da madeira ser a sua

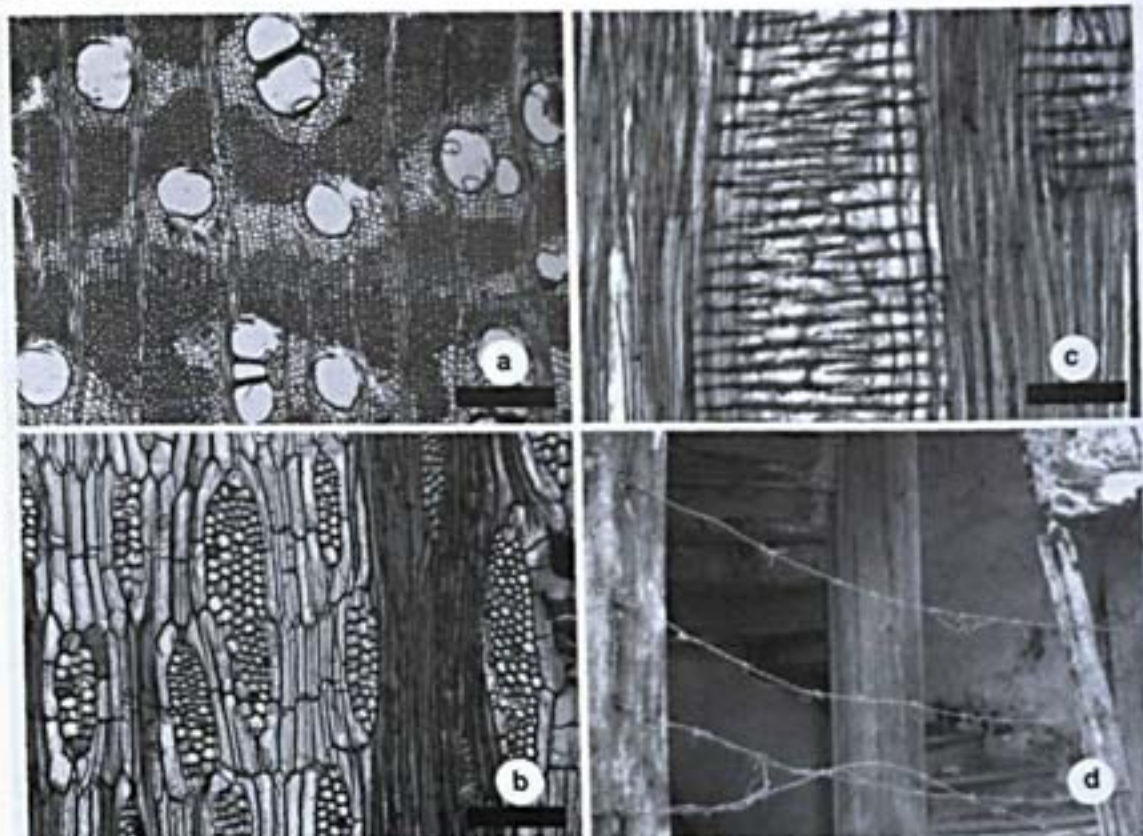


Figura 4 – *Andira* sp. – Configuração anatômica e estrutura arquitetônica construída com essa madeira – a, parênquima axial confluenta formando faixas; b, raios estratificados; c, raios homogêneos; d, pilar interno de sustentação do sino. Barra= 400 μ m (a); 200 μ m (b,c).

Figure 4 – *Andira* sp. – Anatomical configuration and architectural chure structure built with this specie – a, axial parenchyma confluent forming bands; b, storied rays; c, homogeneous rays; d, internal tower support column. Bar = 400 μ m (a); 200 μ m (b,c).

principal fonte de alimento. A resistência natural da madeira ao ataque de organismos xilófagos é conferida principalmente por extrativos, tais como taninos e outras substâncias fenólicas complexas que são tóxicas para esses organismos (Findlay 1985; Lelles & Rezende 1986; Oliveira *et al.* 1986; Hunt & Garratt 1967). Além dos extrativos, o tamanho e disposição das células da madeira e a existência de materiais inorgânicos como corpos silicosos e cristais de oxalato de cálcio também influenciam na sua durabilidade natural (Lelis *et al.* 2001). A configuração arquitetural das construções também contribui a durabilidade das peças em madeira quando que evitam a presença da umidade. Nesse sentido, o conhecimento da resistência natural das madeiras é importante na recomendação de sua correta aplicabilidade, evitando assim, gastos com a reposição de peças deterioradas e reduzindo os impactos sobre os remanescentes florestais.

Estudos relativos à perda de massa da madeira, de espécies do semi-árido brasileiro, em decorrência da atividade biológica de cupins subterrâneos (Paes *et al.* 2001) e fungos causadores da podridão mole (Paes *et al.* 2005), além de confirmar que essa atividade não está relacionada com a densidade básica das madeiras (Scheffer 1973), revelam o potencial de *Myracrodruon urundeuva* na resistência ao ataque desses organismos. Sá (2008) estudando os constituintes químicos da madeira de *M. urundeuva* conclui que a lectina, encontrada no cerne dessa espécie, possuiu forte atividade antibacteriana, fungicida e inseticida, o que provavelmente é um dos fatores que lhe confere grande resistência da natural da madeira. Queiroz *et al.* (2002) em estudo sobre a caracterização dos taninos de *M. urundeuva* apontam que a elevada quantidade de extrativos pode ser a principal responsável pela grande resistência dessa espécie à degradação química e biológica.

Notável foi a utilização da espécie *Myracrodruon urundeuva* nas mais distintas estruturas da igreja, desde decorativas como esquadrias (Fig. 2f), até estruturais como pilares de sustentação (Fig. 2d-e). Essa diversidade de utilização pode ser atribuída às preferências dos construtores devido ao conhecimento da resistência da madeira da aroeira-do-sertão.

Mainieri & Chimelo (1989), em ensaios de laboratório, concluíram que a madeira de *Dipteryx* demonstra alta resistência ao ataque de fungos apodrecedores e cupins.

A análise da amostra de número 6, identificada como pertencente ao gênero *Andira*, revelou a existência de agentes degradadores da madeira, caracterizada pela ovipostura ou presença de esporos de fungos (Fig. 5a-b). Essa situação pode ser entendida pela elevada quantidade de parênquima axial e radial presente no lenho dessa planta. As células do parênquima participam ativamente do metabolismo da planta, no armazenamento, distribuição e produção de substâncias orgânicas, e tipicamente possuem uma única parede celular não lignificada e relativamente menos espessa do que os demais tipos de células da madeira (Evert, 2006). Por esses motivos, a ovipostura nesse tipo celular torna-se mais favorável.

Entende-se que a identidade de um povo não é algo inato e que nunca está completa, mas sim, sempre em processo de formação por meio de processos inconscientes (Hall 2002). No conjunto de bens culturais produzidos pela comunidade, a arquitetura constitui um testemunho excepcional na formação da memória histórica dos povos e, por conseguinte, na formação da identidade (Gutierrez 1989). Nesse sentido, entende-se que a perda das características arquitetônicas de um determinado espaço leva a destruição de uma rede de significados simbólicos atribuídos por uma comunidade àquele patrimônio, culminando em uma perda da identidade cultural. No presente estudo, ficou claro o conhecimento humano sobre os aspectos tecnológicos da madeira e correta aplicabilidade; a metodologia aplicada em anatomia vegetal mostrou-se adequada e satisfatória para a identificação de madeiras históricas; o conhecimento da identidade botânica das estruturas da igreja pode contribuir acerca do desenvolvimento de metodologias específicas para seu restauro e ou conservação.

Referências

Almeida, S.P.; Proença, C.E.B.; Sano, S.M. & Ribeiro, F.J. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Embrapa-CPAC, Planaltina. 464p.



Figura 5 – Sinais de biodeterioração nas amostras identificadas como *Andira* sp. – a, ovipostura de insetos xilófagos ou esporos de fungos; b, detalhe da imagem 5a.
Figure 5 – Anatomical signals of biodeterioration in the sample identified as *Andira* sp. – a, oviposition of wood attacking insects or fungal spores; b, image 5a detail.

- Almeida-Cortez, J.S.; Cortez, P.H.M.; Franco, J.M.V. & Uzunian, A. 2007. Caatinga: coleção biomas do Brasil. Harbra, São Paulo. 64p.
- Andrade, M.W.; Luz, J.M.Q.; Lacerda, A.S. & Melo, P.R.A. 2000. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). *Ciência e Agrotecnologia* 24: 174-180.
- Alves, P.M.; Queiroz L.M.G.; Pereira J.V. & Pereira M.S.V. 2009. Atividade antimicrobiana, antiaderente e antifúngica in vitro de plantas medicinais brasileiras sobre microrganismos do biofilme dental e cepas do gênero *Candida*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42: 222-224.
- Bardi, P.M. 1982. A madeira desde o pau-brasil até a celulose. Banco Sudameris, Rio de Janeiro. 130p.
- Brandão, M. 1994. Área mineira do polígono das secas / Cobertura vegetal. *Informe Agropecuário* 17: 5-9.
- Carlquist, S. 1982. The use of ethylenediamine in softening hard plant structures for paraffin sectioning. *Stain Technology* 57: 311-317.

- Carvalho, P.E.R. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Embrapa/CNPF, Brasília. 640p.
- Corrêa, M.P. 1978. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 707p.
- Cunha e Silva, S.L.; Borba H.R.; Bonfim T.C.B.; Carvalho M.G.; Cavalcanti H.L. & Barbosa C.G. 2003. Parasitologia latinoamericana 58: 23-29.
- Evert, R.F. 2006. Esau's plant anatomy. Wiley-Interscience, New Jersey. 601p.
- Ferreira, G.C.; Gomes, J.I. & Hopkins, M.J.G. 2004. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como "angelim". Acta Amazônica 34: 387-398.
- Ferreirinha, M.P. 1958. Elementos de anatomia de madeiras folhosas portuguesas. Memórias da Junta de Investigação do Ultramar, Lisboa. 135p.
- Findlay, W.P.K. 1985. Preservation of timber in the tropics. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. 292p.
- Florsheim, S.M.B. & Tomazello Filho, M. 1994. Dendrologia e anatomia da madeira - *Myrcrodruon urundeuva* F.F. & M. F. Allemão (Anacardiaceae). Revista do Instituto Florestal 6: 75-85.
- Gurgel-Garrido, L.M.A.; Cruz, S.F.; Faria H.H.; Garrido, M.A.O. & Vilas Boas, O. 1997. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira - *Myrcrodruon urundeuva* Fr. Ail. Revista do Instituto Florestal 9: 47-56.
- Gutiérrez, R. 1989. Arquitetura latino-americana. Nobel, São Paulo. 129p.
- Hall, S. 2002. A identidade cultural na pós-modernidade. 7ed. DP&A, Rio de Janeiro. 102p.
- Hunt, G.M. & Garratt, G.A. 1967. Wood preservation. 3ed. McGraw Hill, New York. 433p.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 10: 219-332.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York. 523p.
- InsideWood. 2004 (onwards). Disponível em <<http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>>. Acesso em 29 ago 2010.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Edur, Seropédica.
- Kristjansdottir, S.; Lazzeri, S. & Macchioni, N. 2001. An Icelandic medieval stave church made of drift timber: the implications of the wood identification. Journal of Cultural Heritage 2: 97-107.
- Leles, A.T.; Brazolin, S.; Fernandes, J.L.G.; Lopez, G.A.C.; Monteiro, M.B.B. & Zenid, G.J. 2001. Biodeterioração de madeiras em edificações. IPT, São Paulo. 54p.
- Lelles, J.G. & Rezende, J.L.P. 1986. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. Informe Agropecuário 12: 83-90.
- Lisboa, P. 1994. Notes on South American cedar (*Cedrela fissilis*) in the sacred art of Brazil. IAWA Journal 15: 47-50.
- Lisboa, P. & Coirolo, A.D. 1995. Notas sobre implementos indígenas com madeira de 5000 anos da microrregião do Tapajós. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 11: 7-17.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum, Nova Odessa. 382p.
- Lyra, C.C. 2006. Prefácio. In: Gonzaga, A.L. (ed.). Madeira: uso e conservação. IPHAN, Brasília. 247p.
- Mainieri, C. & Chimelo, J.P. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. IPT, São Paulo. 418p.
- Mainieri, C. & Primo, B.L. 1968. Madeiras denominadas "angelim", estudo anatômico macro e microscópico. Anuário Brasileiro de Economia Florestal 19: 39-87.
- Mattos, N.F. 1979. O gênero *Andira* Lam. (Leguminosae Papilionoideae) no Brasil. Acta Amazônica 9: 241-266.
- Melo JR., J.C.F. 1999. A utilização de madeiras em Joinville - SC. Cadernos de Iniciação à Pesquisa 2: 101-113.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. 1500p.
- Oliveira, A.M.F.; Leles, A.T.; Lepage, E.S.; Carballeira Lopez, G.A.; Chimelo, J.P.; Oliveira, L.C.S.; Canedo, M.P. & Milano, S. 1986. Agentes destruidores de madeira. In: Lepage, E.S.; Oliveira, A.M.F.; Leles, A.T.; Carballeira Lopez, G.A.; Chimelo, J.P.; Oliveira, L.C.S.; Canedo, M.P.; Cavalcante, M.S.; Ielo, P.K.Y.; Zanatto, P.A. & Milano, S. Manual de preservação de madeiras. IPT, São Paulo. 708p.
- Ono, R.; Lisboa, P.L.B. & Urbinati, C.V. 1996. Estatuária sacra em madeira - a identificação anatômica a serviço da restauração e da conservação. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 12: 151-160.
- Paes, J.B.; Moraes, V.M.; Farias Sobrinho, D.W. & Bakke, O.A. 2001. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiros a cupins subterrâneos em ensaio de laboratório. Cerne 9: 36-47.
- Paes, J.B.; Moraes, V.M. & Lima, C.R. 2005. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da prodridão-mole. Revista Árvore 29: 365-371.
- Paiva, J.G.A.; Fank-de-Carvalho, S.M.; Magalhães, M.P. & Ribeiro, D.G. 2006. Verniz vitral incolor 500[®]: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. Acta Botanica Brasílica 20: 257-264.
- Paula, J.E. 1999. Caracterização anatômica de madeiras nativas do cerrado com vistas à produção de energia. Cerne 5: 26-40.
- Paula, J.E. & Alvez, J.L.H. 2007. 897 Madeiras nativas do Brasil: anatomia-dendrologia, dendrometria-produção-uso. Cinco Continentes, Porto Alegre. 438p.

- Priore, M.L.M. 1994. Religião e religiosidades no Brasil colonial. 2. ed. Atica, São Paulo. 70p.
- Queiroz, C.R.A.A.; Morais, S.A.L. & Nascimento, E.A. 2002. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *Revista Árvore* 26: 485-492.
- Rizzini, C.T. 1971. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. Edgard Blücher, São Paulo. 296p.
- Romagnoli, M.; Sarlatto, M.; Terranova, F.; Bizzarri, E. & Cesetti, S. 2007. Wood identification in the cappella palatina ceiling (12th century) in Palermo (Sicily, Italy). *Iawa Journal* 28: 109-123.
- Sá, R. A. 2008. Constituintes químicos da madeira de lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Santin, D.A. & Leitão-Filho, H.F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 14: 133-145.
- Santos, R.M.; Vieira, F.A.; Fagundes, M.; Nunes, Y.R.F. & Gusmão, F. 2007. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no Norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore* 31: 135-144.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical microtechnique*. 2ed. Iowa State College Press, Iowa. 228p.
- Scheffer, T.C. 1973. Microbiological degradation and the causal organisms. In: Nicholas, D.D. (ed.). *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*. Syracuse University Press, New York. 380p.
- Watters, D.R. & Miller, R.B. 2000. Wood identification in historic sites: inferences for colonial trade and modification of vegetation on Barbuda. *Caribbean Journal of Science* 36: 19-30.



Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção

Secretary structures in *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), an endangered species of extinction

Rafael Ribeiro Pimentel¹, Sílvia Rodrigues Machado² & Joecildo Francisco Rocha^{3,4}

Resumo

Malvaceae possui grande diversidade morfológica de estruturas secretoras, que por sua vez apresentam importância ecológica e taxonômica. Entretanto até o momento não foram encontrados registros de estudos sobre as estruturas secretoras em *Pavonia alnifolia* A.St.-Hil., uma espécie ameaçada de extinção, endêmica de restingas do Rio de Janeiro e Espírito Santo. No presente estudo são apresentados dados anatômicos e histoquímicos das estruturas secretoras da referida espécie. O material foi coletado na Restinga da Marambaia – Rio de Janeiro e processado de acordo com técnicas usuais para estudos de anatomia e histoquímica. A análise dos resultados mostrou a presença de canais, cavidades, idioblastos e tricomas secretores de mucilagem; idioblastos de substâncias fenólicas e lipídicas, além de nectários florais. As secreções produzidas por estas estruturas representam um papel potencialmente importante para adaptação da espécie ao ambiente de restinga, estando envolvidas na manutenção de interações com insetos visitantes, o que constitui relevante modelo para realização de estudos experimentais com abordagem ecológica.

Palavras-chave: anatomia, estruturas secretoras, restinga, Marambaia, *Pavonia*.

Abstract

Malvaceae shows a rich morphological diversity of secretory structures, which are of great ecological and taxonomical relevance. Nonetheless, until the present moment, studies on the secretory structures of the studied species were not found. *Pavonia alnifolia* A.St.-Hil. is endangered species of extinction with restricted distribution within the restingas of Rio the Janeiro and Espírito Santo, Brazil. The species were collected from the former and usual techniques on plant anatomy and histochemistry were performed. Anatomical and histochemical studies of the secretory structures of *Pavonia alnifolia* are showed in this work. The presence of external and internal secretory structures of mucilage in many organs, idioblasts of phenolic and lipid substances and floral nectaries what is a very important adaptative survival mechanism of the species in the restinga environment. The secretion produced by nectaries is involved with maintenance of interactions with visiting insects, what constitutes a good model to experimental studies with an ecological approach.

Key words: anatomy, histochemistry, secretory structures, Marambaia, *Pavonia*.

Introdução

Uma das características de grande importância taxonômica e ecológica nos representantes de Malvaceae é a presença de nectários extraflorais e florais, e de estruturas secretoras de mucilagem, presentes nos órgãos vegetativos e reprodutivos, principalmente tricomas secretores, idioblastos, canais e cavidades (Scott & Bystrom 1970; Gregory & Baas 1989; Sawidis

1991, 1998; Rocha *et al.* 2002; Rocha 2004; Rocha & Machado 2009).

A mucilagem, secreção de natureza mista constituída principalmente por heteropolissacarídeos ácidos e/ou neutros, proteínas e substâncias fenólicas, apresenta ampla distribuição nos vegetais, formando soluções coloidais que em contato com a água tornam-se viscosas (Priolo de Lufrano & Caffini 1981; Gregory & Baas 1989; Roshchina & Roshchina 1993).

¹Instituto PROIC/DEPPG, Depto. de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

²Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Depto. Botânica, Botucatu, SP, Brasil.

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, C.P. 74582, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil.

⁴Autor para correspondência: joecildo@ufrrj.br

Essas substâncias podem desempenhar diferentes funções nas plantas, entre elas, a proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento, retenção de água, reserva de carboidratos, redução da transpiração, proteção contra radiação dispersando ou refletindo a luz incidente, proteção contra herbivoria, lubrificante do ápice das raízes, como adesivo na dispersão de sementes e na regulação da germinação de sementes (Gregory & Baas 1989; Fahn 1979; Roshchina & Roshchina 1993; Clifford *et al.* 2002; Martini *et al.* 2003). O néctar apresenta diferentes classes de substâncias químicas e encontra-se relacionado com as interações inseto-plantas, comumente envolvido na defesa mutualística e/ou atração de polinizadores (Doak *et al.* 2007).

Pavonia alnifolia A.St.-Hil., uma espécie de Malvaceae com distribuição restrita às restingas do Rio de Janeiro e Espírito Santo, ocorre em vegetação arbustiva densa (Esteves 2001). Esta espécie é referida por Mello Filho *et al.* (1992) na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção, enquadrada na categoria "vulnerável (VU)" e por Di Maio & Silva (2000) na categoria "em perigo (EN)" na lista de espécies ameaçadas de extinção no município do Rio de Janeiro. Esta ameaça aparece destacada no anexo do decreto nº 41.612 de 23 de dezembro de 2008, que dispõe sobre a definição de restingas no estado do Rio de Janeiro e estabelece a tipologia e a caracterização ambiental da vegetação de restinga.

Neste trabalho são descritas as estruturas secretoras presentes em *P. alnifolia* enfocando a organização anatômica e as principais classes de substâncias nelas presentes.

Materiais e Métodos

O material botânico foi coletado na Restinga da Marambaia-RJ, a qual tem início no município do Rio de Janeiro e estendendo-se aos municípios de Itaguaí e Mangaratiba. Parte do material foi herborizado e incluído no Herbário (RBR) do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro sob o número de registro RBR 27707.

Para a descrição anatômica foram utilizadas folhas adultas coletadas do quinto nó, e as secções transversais e longitudinais foram obtidas do terço médio da lâmina foliar e do pecíolo. As estípulas foram retiradas do quinto nó e as secções transversais obtidas das regiões distal, mediana e proximal. As secções transversais e longitudinais do caule foram obtidas no primeiro entrenó. Para análise do nectário foram realizadas secções transversais nas sépalas.

As amostras foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940), desidratadas em série etílica, incluídas em resina hidroxietilmetacrilato (Gerrits 1991) e seccionadas em micrótomo rotativo. As secções (5–10µm) foram coradas em Azul de Toluidina 0,05% em tampão acetato, pH 4,3 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas entre lâmina e lamínula com resina sintética (Gerlach 1969).

No preparo de lâminas semipermanentes foram utilizadas amostras de material fresco e amostras fixadas em FAA 50 (Johansen 1940), as quais foram seccionadas com o auxílio do micrótomo de Ranvier. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 20%, neutralizadas em água acética a 1%, lavadas em água destilada, coloradas com azul de astra e safranina (Bukatsch 1972) e montadas entre lâmina e lamínula com glicerina a 50% (Strasburger 1924).

Para verificar os compostos químicos presentes nos diferentes tipos morfológicos de estruturas secretoras, a natureza das paredes celulares e o reconhecimento de alguns metabólitos celulares foram utilizadas secções de material recém coletado, não fixado e/ou estocado em álcool 70%, as quais foram tratadas com Sudan IV (Johansen 1940) e Sudan black B (Pearse 1980), para lipídeos em geral; cloreto férrico a 10% (Johansen 1940) e dicromato de potássio 10% (Gabe 1968), para detectar compostos fenólicos; vermelho de rutênio 0,02% (Jensen 1962), para substâncias pécticas; reagente de Fehling (Purvis *et al.* 1964), para açúcares redutores; "aniline blue black" (Fisher 1968), solução de azul mercúrio de bromofenol (Mazia *et al.* 1953) e "xylydine ponceau" (Cortelazzo & Vidal 1991), para detecção de proteínas; Lugol (Johansen 1940), para amido; ácido periódico/reagente de Schiff (PAS) (Cortelazzo 1992), para polissacarídeos neutros; ácido acético e ácido clorídrico (Howart & Horner 1959), para identificação de cristais de oxalato de cálcio; floroglucinol em ácido clorídrico (Sass 1951), para evidenciar paredes lignificadas. Foi aplicado tratamento controle para os testes histoquímicos de acordo com a indicação dos respectivos autores acima citados.

As análises e as fotomicrografias foram feitas com auxílio do microscópio Olympus CH30 e Olympus BX-51, com sistema de captura composto por câmera Q color 5 e software Image-Pro Express.

Resultados

Tricomas secretores de mucilagem são pluricelulares, localizados em pequenas depressões da epiderme em ambas as superfícies do limbo foliar (Fig. 1a), pecíolo, estípulas (Fig. 1b) e no caule. São

constituídos por uma célula basal, uma porção intermediária bicelular com paredes laterais fortemente impregnadas por substância lipídica e uma cabeça pluricelular, com parede revestida por cutícula fina (Fig. 1 a-b).

Canais e cavidades secretoras de mucilagem, por sua vez, são observados em todo o parênquima cortical e medular do caule (Fig. 1c), do pecíolo (Fig. 1d) e da nervura principal da folha e na sépala. Em secção transversal, apresentam contorno de circular a elíptico, lume conspicuo e epitélio secretor constituído por células de tamanho e forma variadas, com paredes delgadas e pectocelulósicas. Os polissacarídeos que constituem a mucilagem reagem com o corante Azul de Toluidina, formando lamelas concêntricas preenchendo o lume dos canais e das cavidades (Fig. 1d). Secções longitudinais evidenciaram a forma alongada dos canais e que os mesmos apresentam comprimentos diferentes, sendo que os maiores podem ter mais que o dobro do comprimento dos menores, enquanto as cavidades são estruturas mais ou menos isodiamétricas. Canais e cavidades adjacentes podem se fundir formando um grande espaço com forma irregular, o qual fica totalmente preenchido pela mucilagem dificultando, muitas vezes, a classificação dessas duas estruturas.

Idioblastos mucilaginosos ocorrem na epiderme da face adaxial do limbo foliar (Fig. 1e) e no mesófilo (Fig. 1f-g); são conspicuos e apresentam crescimento intrusivo; possuem paredes pectocelulósicas espessas e, em secção transversal, o formato varia de circular a oval. O conteúdo mostra-se denso, ocupa todo o protoplasto e cora-se de azul-escuro a roxo pelo Azul de Toluidina. Cristais de oxalato de cálcio do tipo prismático (Fig. 1f) e drusas (Fig. 1g) ocorrem nestes idioblastos.

Os testes histoquímicos revelaram que a mucilagem produzida pelos tricomas secretores, pelos canais, cavidades e pelos idioblastos é constituída por polissacarídeos ácidos e neutros e compostos fenólicos.

Idioblastos fenólicos ocorrem agrupados ou isolados (Fig. 1d,h); encontram-se distribuídos no córtex e medula do pecíolo (Fig. 1d), no mesófilo por entre as células dos parênquimas paliádico e lacunoso, no córtex da nervura principal da folha e na sépala (Fig. 1h). Na estípula as substâncias fenólicas estão presentes em todas as células da epiderme e do parênquima cortical (Fig. 1b). Já idioblastos de substâncias lipídicas foram revelados por testes histoquímicos entre as células do parênquima lacunoso da estípula.

O nectário floral localiza-se na base do cálice, na face adaxial. Possui coloração amarelada e borda irregularmente ondulada. É constituído por tricomas secretores e por parênquima nectarífero e parênquima subnectarífero (Fig. 1h) vascularizado, predominantemente, por floema.

Os tricomas secretores são multicelulares, claviformes e constituídos por uma célula basal, um pedúnculo curto unisseriado, uma porção bisseriada que por vezes se alarga na porção apical (Fig. 1i). As células apresentam paredes anticlinais espessas, revestidas por cutícula delgada, sendo que nas células do pedúnculo o espessamento é maior e as paredes são impregnadas por substâncias lipídicas; núcleo volumoso; citoplasma denso e vacuola pouco desenvolvido (Fig. 1i).

O parênquima nectarífero é constituído por vários estratos celulares, cujas células possuem paredes delgadas, com natureza pectocelulósica. Exibe formas e tamanhos variados com arranjo compacto; citoplasma denso (Fig. 1h) e núcleo volumoso. O parênquima subnectarífero é constituído por vários estratos celulares, cujas células apresentam dimensões maiores que as do parênquima nectarífero e um maior grau de vacuolização (Fig. 1h). O parênquima subnectarífero é vascularizado predominantemente por floema, o qual pode ser visto em agrupamentos. Grãos de amido e drusas de oxalato de cálcio são vistos em ambos os parênquimas. Idioblastos de substâncias fenólicas ocorrem isolados e/ou em grupos entre as células do parênquima subnectarífero (Fig. 1h).

Os testes histoquímicos revelaram a presença de açúcares redutores e proteínas no protoplasto das células dos tricomas e dos parênquimas nectarífero e subnectarífero; substâncias fenólicas no protoplasto das células dos tricomas e dos idioblastos; grãos de amido nas células dos parênquimas nectarífero e subnectarífero; e polissacarídeos no protoplasto das células dos tricomas.

Discussão

Estruturas secretoras foram registradas ao longo de órgãos vegetativos e reprodutivos de *P. albifolia*. Os tricomas secretores são observados de forma esparsa em todo o tecido de revestimento de todos os órgãos descritos no presente trabalho. Alguns autores como Ragonese (1960) e Rocha *et al.* (2002) citam que tricomas secretores são mais comuns em folhas jovens, nas espécies de Malvaceae estudadas pelos mesmos. Entretanto, na espécie aqui estudada, estes tricomas são

observados não só nas folhas adultas, mas também em todos os outros órgãos e estruturas analisados. Fato esse que se encontra de acordo com autores como Webber (1938) e Inamdar & Chohan (1969).

O espessamento de natureza lipídica nas paredes laterais das células do pedúnculo dos tricomas secretores de mucilagem de *P. alnifolia* é uma característica comum de tricomas secretores (Fahn 1990, 2000). Tal especialização parece estar relacionada com o controle do fluxo do material secretado através do apoplasto (Schnepf 1969; Shimony *et al.* 1973), além de promover o isolamento gradual desses tricomas, os quais posteriormente sofrem abscisão.

A distribuição e os aspectos morfológicos dos canais, cavidades e dos idioblastos secretores de mucilagem presentes nos diferentes órgãos de *P. alnifolia* estão, de um modo geral, de acordo com os caracteres descritos para as referidas estruturas em espécies de *Hibiscus* (Gregory & Baas 1989; Bakker & Gerritsen 1992; Bakker & Baas 1993; Sawidis 1991, 1998; Rocha *et al.* 2002; Rocha 2004). A presença, o número e a distribuição de canais secretores de mucilagem são referidos como um valioso caráter taxonômico para Malvaceae, tendo sido recentemente utilizado por Rocha & Neves (2000) e Rocha *et al.* (2002), como uma das principais características diagnósticas na separação taxonômica de *Hibiscus tiliaceus* L. e *H. pernambucensis* Arruda.

Segundo Esau (1974), células mucilaginosas são comuns em algumas famílias de dicotiledôneas, entre elas Malvaceae. Idioblastos mucilaginosos foram descritos por Scott & Bystrom (1970) em órgãos vegetativos e reprodutivos de *Hibiscus esculentus* L. Fahn (1985) assinala que, na família Malvaceae, células epidérmicas podem se mostrar mucilaginosas, inclusive na forma de idioblastos. As células, canais e cavidades secretoras de mucilagem constituem uma sinapomorfia para a ordem Malvales (Alverson *et al.* 1998; Stevens 2001; Judd *et al.*, 2009).

A mucilagem detectada nas diferentes estruturas secretoras de *P. alifolia* é composta por polissacarídeos ácidos e neutros e substâncias fenólicas. Hegnauer (1969 *apud* Gregory & Baas 1989) sugere que em *Althaea officinalis* L. as diferentes frações da mucilagem apresentam funções distintas. A reserva de água é feita pela fração ácida, a qual tem seu pico de produção nos meses do verão e a reserva de carboidratos é feita pela fração neutra, a qual mostra um máximo de produção durante o inverno.

A presença de compostos fenólicos na mucilagem, principalmente taninos, tem importância antimicrobiana e ainda, na proteção contra herbívoros, constituindo uma importante barreira de proteção química (Swain 1979; Carmello *et al.* 1995).

Levando em consideração a composição química da mucilagem e o habitat de *P. alnifolia*, a presença de mucilagem detectada em diferentes tipos morfológicos de estruturas secretoras contribui para a adaptação potencial da espécie ao ambiente de restinga, bem como na proteção contra herbivoria e patógenos.

As flores de Malvaceae apresentam grande diversidade morfológica e atraem abelhas, vespas, formigas, moscas, mariposas, aves e morcegos, sendo o néctar secretado na superfície interna das sépalas (Judd *et al.* 2009), o tipo de recompensa que mais comumente as plantas oferecem como recurso alimentar na atração dos polinizadores (Faegri & Van der Pijl 1980).

Os nectários de *P. alnifolia* localizam-se na base da face interna do cálice sendo constituídos por um grupo de numerosos tricomas secretores e por parênquima nectarífero e subnectarífero. A localização de nectários florais na face interna do cálice, ocupando a porção basal das sépalas, foi relatada por Gunnig & Hughes (1976), Sawidis *et al.* (1989), Sawidis (1998), Rocha (2004) para representantes dos gêneros *Hibiscus* e *Abutilon*.

Na interpretação dos resultados relacionados à descrição anatômica dos nectários de *P. alnifolia* foi adotada a denominação parênquimas nectarífero e subnectarífero proposta por Nepi (2007), em substituição a denominação parênquima subglandular adotada tradicionalmente por Durkee (1983), Sawidis (1998), Machado (1999), Rocha *et al.* (2002) e Rocha (2004).

A presença de tricomas secretores multicelulares e parênquima subglandular foi descrita por Sawidis (1991, 1998), Rocha *et al.* (2002), Rocha (2004), Rocha & Machado (2009) para Malvaceae e por Melo *et al.* (2010) em Fabaceae da caatinga. Nectários florais compostos por tricomas multicelulares, os quais usualmente se unem formando um "carpete" de pêlos e parênquima subglandular é citada por Fahn (2000) e Vogel (2000) como um caráter significativo de Malvaceae e constitui uma sinapomorfia para a família (Alverson *et al.* 1998; Judd *et al.* 2009). Segundo Fahn (2000) tais tricomas secretam o néctar pelas células apicais, estando tal característica relacionada com o espessamento de natureza lipídica observado

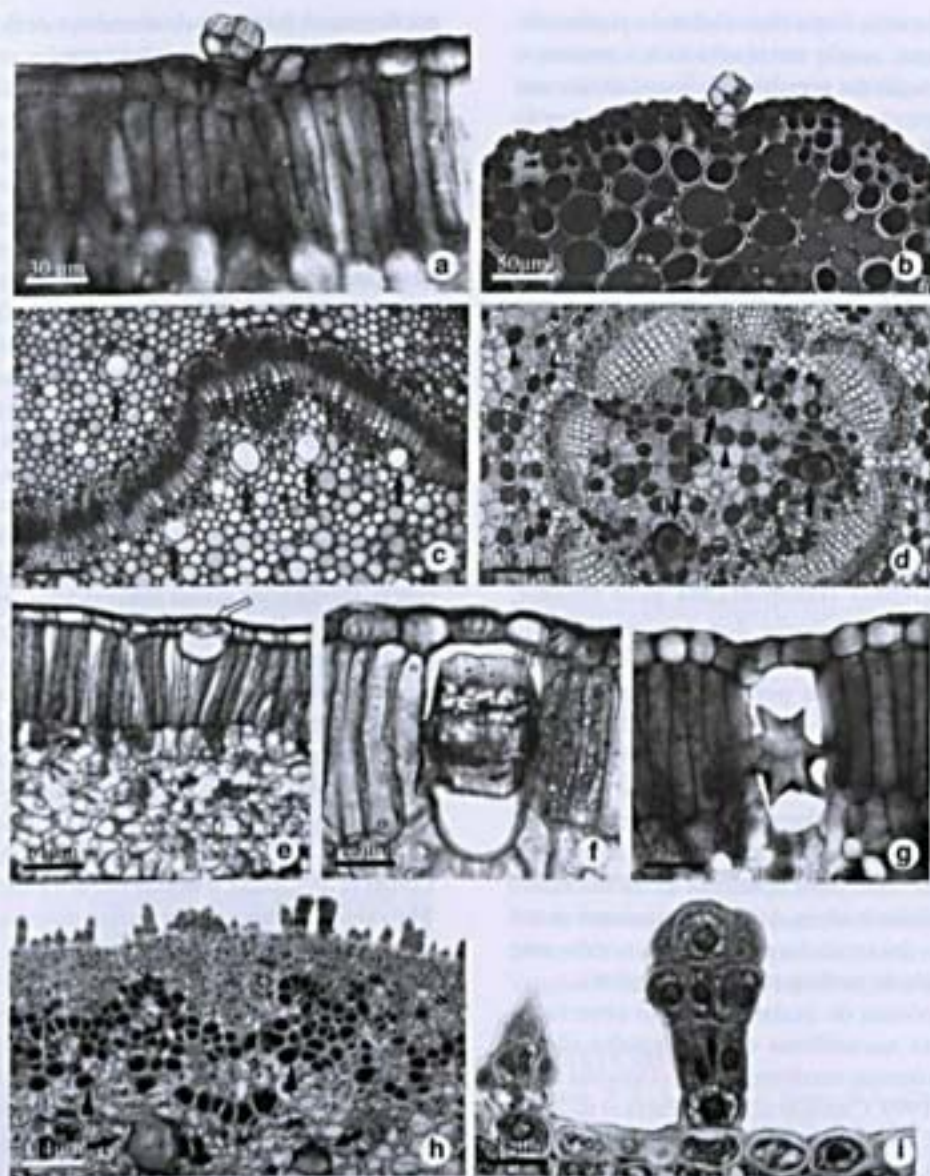


Figura 1 – a-b. Seções transversais da lâmina foliar e estípula – a, tricoma secretor de mucilagem na lâmina foliar; b, tricoma secretor e parênquima cortical rico em substâncias fenólicas na estípula. c. Seção transversal do caule, mostrando canais e cavidades secretoras de mucilagem (setas pretas) no córtex e na região perimedular, d. Seção transversal do pecíolo mostrando canais e cavidades secretoras de mucilagem (setas pretas) na medula e idioblastos fenólicos (cabeças de seta) no córtex e medula. e-g. Seções transversais da lâmina foliar – e, idioblasto mucilaginoso na face adaxial da epiderme (seta branca); f-g, detalhe idioblastos cristalíferos e mucilaginoso no mesofilo. h. Seção transversal da sépala mostrando vista geral do nectário constituído por tricomas secretores, parênquima nectarífero e subnectarífero onde se observam idioblastos fenólicos (cabeças de seta). Notar cavidades secretoras de mucilagem (setas pretas). i. Detalhe de tricomas secretores do nectário.

Figure 1 – a-b Cross sections of leaf blade and stipule – a, mucilage-secreting trichome on the leaf blade; b, secretory trichome and cortical parenchyma rich in phenolic substances in stipule. c. Cross section of the stem, showing voids secreting mucilage (black arrows) in the cortex and the region perimedullary, d. Cross section of petiole showing voids secreting mucilage (black arrows) in bone and phenolic idioblasts (arrowheads) in the cortex and medulla. e-g. Cross sections of the leaf blade – e, mucilage idioblasts in the adaxial epidermis (white arrow); f-g, detail crystal and mucilage idioblasts in the mesophyll. h. Cross section of sepal showing overview of the nectary consists of secretory trichomes, nectary and subnectary parenchyma where there is phenolic idioblasts (arrowheads). Note mucilage secretory cavities (black arrows). i. Detail of nectary secretory trichomes.

nas paredes anticlinais das células do pedúnculo dos tricomas, sendo um resultado dos processos de impregnação das paredes anticlinais, similar aos que ocorrem nas células da endoderme. De acordo com Sawidis *et al.* (1989) tais espessamentos atuam como uma barreira que previne o fluxo apoplástico de substâncias.

Os parênquimas nectaríferos e subnectaríferos apresentam células com arranjo compacto, paredes delgadas, núcleo conspicuo e citoplasma denso, características que segundo Rocha (2004) e Rocha & Machado (2009), as diferencia das células parenquimáticas adjacentes. Células com estas características foram descritas em diferentes taxa (Sawidis 1998; Machado 1999; Melo *et al.* 2010) e têm recebido uma atenção especial, visto que estão envolvidas ativamente no processo de descarregamento de açúcares oriundos de fotoassimilados transportados pelo floema, produção e transporte dos precursores do néctar. De acordo com Nepi (2007), as primeiras camadas, compostas por células pequenas de paredes delgadas e citoplasma denso são denominadas de parênquima nectarífero e estão diretamente envolvidas com a produção do néctar, podendo este tecido ser vascularizado por floema. Segundo o mesmo autor, o tecido abaixo do parênquima nectarífero, apresenta feixes vasculares e possui células maiores de citoplasma menos denso e espaços intercelulares maiores, sendo este denominado de parênquima subnectarífero.

Os cristais de oxalato de cálcio observados nas células nectaríferas de *P. alnifolia* são de ocorrência comum em diferentes taxa (Sawidis 1998; Machado 1999; Castro *et al.* 2001; Paiva *et al.* 2001; Rocha *et al.* 2002; Rocha 2004; Paiva & Machado 2006, 2008; Melo *et al.* 2010). De acordo com os autores a presença de cristais nas células nectaríferas, provavelmente, está relacionada com processos metabólicos diferenciais de tais células, corroborando com as observações de Böhmker e Koernicke (1917, 1918 *apud* Arbo 1972) que estabelecem uma possível relação entre a secreção de néctar e a presença de cristais de oxalato de cálcio em células nectaríferas.

Nos nectários florais notam-se feixes vasculares, com predominância de floema, vascularizando o parênquima subnectarífero. Característica semelhante foi relatada para os nectários florais de *Hibiscus rosa-sinensis* L. por Sawidis *et al.* (1987a, b) e Sawidis (1998). Segundo Metcalfe & Chalk (1979), os nectários florais tendem a apresentar vascularização constituída unicamente

por floema. A formação de elementos de floema por entre as células secretoras foi também observada por Zer & Fahn (1992). Segundo Sawidis *et al.* (1987a) e Frey-Wyssling (1955), há uma correlação positiva entre a quantidade de açúcar no néctar e a quantidade de elementos de floema presentes no nectário. A seiva do floema pode atuar como fonte primária de açúcares essenciais para a composição do néctar (Jian *et al.* 1997; Machado 1999). Desta forma, pode-se sugerir que a grande quantidade de floema vascularizando o parênquima subnectarífero dos nectários florais internos pode estar associada com a intensa produção de néctar liberado por estes nectários.

Os testes histoquímicos realizados nos nectários detectaram a presença de açúcares redutores, lipídeos, substâncias fenólicas, proteinase polissacarídeos no protoplasto das células. Os constituintes mais comuns do néctar são a sacarose, glicose e frutose. Entretanto, outras substâncias como aminoácidos, proteínas, mucilagens, lipídeos, alcalóides, substâncias fenólicas, terpenóides, glicosídeos, ácidos orgânicos, íons minerais, vitaminas, antibióticos e antioxidantes são relatados por diversos autores como fazendo parte da composição do néctar de diferentes taxa (Baker & Baker 1983a, b, 1990; Roshchina & Roshchina 1993; Fahn 2000; Stefano *et al.* 2001; Nicolson & Thornburg 2007). De acordo com Scogin (1979) e Leitão *et al.* (2005), o néctar floral e extrafloral de Malvales é composto por maior concentração de glicose e frutose em relação à sacarose, além de apresentar aminoácidos, proteínas e flavonóides.

A presença das diferentes substâncias detectadas no protoplasto das células constituintes do nectário não implica necessariamente que tais substâncias estejam presentes na composição química do néctar, porém que desempenham potenciais funções ecofisiológicas.

Os polissacarídeos presentes nas células dos nectários podem ser de grande valor, não somente nutricional, mas também desempenhar importante função para as estruturas em desenvolvimento, protegendo-as contra a dessecação conforme postulado por Meyberg (1988). Além das referidas funções, a mucilagem pode funcionar na preservação de alguns componentes da secreção exposta na superfície (Machado 1999). Sawidis (1991, 1998) ao descrever o tecido subglandular dos nectários de *H. rosa-sinensis* observou a presença de células mucilaginosas e células com óleo. De acordo com o autor, a mucilagem tem importante papel na regulação da economia de água, que é decisiva na secreção do néctar, sendo que o óleo

protege principalmente os tecidos que contêm açúcares, contra herbivoria. Além da função atribuída pelo referido autor, as substâncias lipídicas provavelmente apresentam grande valor nutricional na dieta dos insetos visitantes (Baker & Baker 1990). Segundo Machado (1999), os lipídeos detectados nos nectários de *Citharexylum mirianthum* servem como fonte de energia e/ou de reserva, e ainda podem funcionar na atração ou repelência de visitantes (Rodríguez *et al.* 1984). As referidas funções podem ser atribuídas aos compostos lipídicos detectados nos idioblastos da estípula, visto que tal apêndice encontra-se envolvido na proteção de gemas e primórdios foliares.

Os compostos fenólicos identificados nas células dos nectários da espécie estudada podem oferecer proteção contra herbívoros, microorganismos, excesso de radiação ultravioleta e ainda, proteger o protoplasto celular mantendo sua integridade quando sujeito ao estresse hídrico (Taiz & Zeiger 2006; Paiva & Machado 2008).

A presença de plastídios com grãos de amido em tecidos nectaríferos tem sido extensivamente relatada em literatura (Fahn & Shimony 2001; Rocha *et al.* 2002; Rocha 2004; Pacini & Nepi 2007; Rocha & Machado 2009). O amido acumulado nos plastídios pode ser a fonte de alguns dos componentes do néctar, pois é total ou parcialmente degradado durante as manifestações da atividade secretora (Durkee *et al.* 1981; Pacini & Nepi 2007). É provável que os açúcares redutores detectados nos nectários de *P. alnifolia* sejam resultantes da hidrólise da sacarose oriunda do floema, e/ou da degradação dos grãos de amido presentes nos plastídios.

Em *P. alnifolia* foi registrada uma grande diversidade de estruturas secretoras nos eixos vegetativo e reprodutivo envolvidas na produção de néctar, de mucilagem e compostos fenólicos. Considerando-se que a espécie habita um ambiente com alta incidência de radiação solar e luminosidade, temperaturas elevadas e solos com baixa capacidade de retenção de água e alta salinidade, a presença de estruturas externas e internas secretoras de mucilagem em todos os órgãos da planta em diferentes fases de desenvolvimento representa um importante mecanismo adaptativo e de sobrevivência da espécie aos ambientes de restinga. Na superfície da planta, a mucilagem atua protegendo contra a

dessecação e ainda, na proteção contra herbivoria e patógenos. No interior da planta, pode atuar na reserva de água e carboidratos, no balanço hídrico, na resistência contra a seca e devido à presença de compostos fenólicos na secreção, pode reforçar a proteção contra herbívoros e patógenos.

Visto o papel desempenhado pela mucilagem, pelas substâncias fenólicas e pelos nectários, os quais provavelmente estão envolvidos na manutenção de interações com os polinizadores, considera-se que a espécie constitui um bom modelo para realização de estudos experimentais com abordagem ecofisiológica. Os resultados estão de acordo com os dados da literatura, que indicam: a) a presença de canais, cavidades e idioblastos secretores de mucilagem e b) nectários florais compostos por tricomas secretores multicelulares sobre as sépalas, como sinapomorfias que corroboram o estabelecimento respectivamente de Malvales e Malvaceae como grupos monofiléticos.

Agradecimentos

Ao DPPG/UFRRJ a concessão da Bolsa de Iniciação Científica. Ao Pesquisador do IPJBRJ, Massimo Giuseppe Bovini as sugestões e identificação da espécie. À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) o auxílio financeiro para o desenvolvimento de projetos na área de Anatomia Vegetal. Processo nº E-26/110.734/2008-INST.

Referências

- Alverson, W.S.; Karol, K.G.; Baum, D.A.; Chase, M.W.; Swensen, S.M.; McCourt, R. & Systema, K.J. 1998. Circumscription of the Malvales and relationships to other Rosidae: Evidence from *rbcL* sequence data. *American Journal of Botany* 85: 876-887.
- Arbo, M. M. 1972. Estructura y ontogenia de los nectarios foliares del género *Byttineria* (Sterculiaceae). *Darwiniana* 17:104-158.
- Baker, H.G. & Baker, I. 1983a. A brief historical review of chemistry of floral nectar. In: Bentley, B & Elias, T.S. *The biology of nectaries*. Columbia University Press, New York. Pp.126-152.
- Baker, H.G. & Baker, I. 1983b. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In: Jones, C.E. & Little, R.J. *Handbook of experimental pollinator biology*. Scientific and Academic Edition, Van Nostrand Reinhold, New York. Pp.117-141.
- Baker, H.G. & Baker, I. 1990. The predictive value of nectar chemistry to the recognition of pollinator type. *Israel Journal of Botany* 39:157-166.

- Bakker, M.E. & Baas, P. 1993. Cell walls in oil and mucilage cells. *Acta Botanica Neerlandica* 42: 133-139.
- Bakker, M.E. & Gerritsen, A.F. 1992. The development of mucilage cells in *Hibiscus schizopetalus*. *Acta Botanica Neerlandica* 41: 31-42.
- Bukatsch, F. 1972. Bemerkungen zur doppel farbung Astrablau-Safranin. *Mikrokosmos* 6: 255.
- Carmello, S.M.; Machado, S.R. & Gregório, E.A. 1995. Ultrastructural aspects of the secretory duct development in *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 18: 95-103.
- Castro, M.A.; Vega, A.S. & Mulgura, M.E. 2001. Structure and ultrastructure of leaf and calyx glands in *Galphimia brasiliensis* (Malpighiaceae). *American Journal of Botany* 88: 1935-1944.
- Clifford, S.C.; Arndt, S.K.; Popp, M. & Jones, H.G. 2002. Mucilages and polysaccharides in *Ziziphus* species (Rhamnaceae): localization, composition and physiological roles during drought-stress. *Journal of Experimental Botany* 53: 131-138.
- Cortelazzo, A.L. 1992. Detecção e quantificação do amido em cotilédones de *Canavalia ensiformis* e *C. gladiata* durante o desenvolvimento inicial da planta. *Revista Brasileira de Botânica* 15: 157-162.
- Cortelazzo, A.L. & Vidal, B.C. 1991. Soybean seed proteins: detection *in situ* and mobilization during germination. *Revista Brasileira de Botânica* 14: 27-34.
- Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. 2008. Disponível <https://www.imprensaoficial.rj.gov.br/DO/PI/24_12_2008%20PI241208___5_e_6>. Acesso em 20 abr 2010.
- Di Maio, F.R. & Silva, M.B.R. 2000. Espécies ameaçadas de extinção no município do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 30p.
- Doak, P.; Wagner, D. & Watson, A. 2007. Variable extrafloral nectary expression and its consequence in quaking aspen. *Canadian Journal of Botany* 85: 1-9.
- Durkee, L.T. 1983. The ultrastructure of floral and extrafloral nectaries. In: Bentley, B. & Elias, T.S. *The biology of nectaries*. Columbia University Press, New York. Pp. 1-29.
- Durkee, L.T.; Gaal, D.J. & Reisner, W.H. 1981. The floral and extrafloral nectaries *Passiflora*. I. The floral nectary. *American Journal of Botany* 68: 453-462.
- Esau, K. 1974. *Anatomia das plantas com sementes*. Ed. Universidade de São Paulo, São Paulo. 293p.
- Esteves, G.L. 2001. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) na região sudeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 15: 125-194.
- Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1980. *De principles of pollination ecology*. 3rd ed. Pergamon Press, New York. 291p.
- Fahn, A. 1979. *Secretory tissues in plants*. Academic Press, London. 302p.
- Fahn, A. 1985. *Anatomia vegetal*. Ediciones Piramide, Madri. 559p.
- Fahn, A. 1990. *Plant anatomy*. 4th ed. Butterworth-Heinemann, Oxford. 588p.
- Fahn, A. 2000. Structure and function of secretory cells. *Advances in Botanical Research* 31: 37-75.
- Fahn, A. & Shimony, C. 2001. Nectary structure and ultrastructure of unisexual flowers of *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. (Cucurbitaceae) and their presumptive pollinators. *Annals of Botany* 87: 27-33.
- Fisher, D.B. 1968. Protein staining of ribboned epon sections for light microscopy. *Histochemie* 16: 92-96.
- Frey-Wissling, A. 1955. The phloem supply to the nectaries. *Acta Botanica Neerlandica* 4: 358-369.
- Gabe, M. 1968. *Techniques histologiques*. Masson & Cie, Paris. 1113p.
- Gerlach, D. 1969. *Botanische mikrotechnik*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 298p.
- Gerrits, P.O. 1991. The application of glycol methacrylate in histotechnology; some fundamental principles. Department of anatomy and embryology. State University of Groningen, Groningen. 80p.
- Gregory, M. & Baas, P. 1989. Mucilage cells in dicotyledons. *Israel Journal of Botany*. 38: 125-174.
- Gunning, B.E.S. & Hughes, J.E. 1976. Quantitative assessment of symplastic transport of pre-nectar into the trichomes of *Abutilon* nectaries. *Australian Journal of Plant Physiology* 3: 619-637.
- Howart, W.O. & Horner, L.G.G. 1959. *Practical botany for the tropics*. University London Press, London. 238p.
- Inandar, J.A. & Chohan, A.J. 1969. Epidermal structure and stomatal development in some Malvaceae and Bombacaceae. *Annals of Botany* 33: 865-878.
- Jensen, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. W.H. Freeman, San Francisco. 408p.
- Jian, Z.; Zheng-Hai, H. & Müller, M. 1997. Ultrastructure of the floral nectary of *Arabidopsis thaliana* L. prepared from high pressure freezing and freeze substitution. *Acta Botanica Sinica* 39: 289-295.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. MacGraw-Hill, New York. 523p.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática vegetal: um enfoque filogenético*. 3^{ed}. Artmed, Porto Alegre. 612p.
- Leitão, C.A.E.; Meira, R.M.S.A.; Azevedo, A.A.; Araújo, J.M.; Silva, K.L.F. & Collevatti, R.G. 2005. Anatomy of the floral, bract, and foliar nectaries of *Triumfetta semitriloba* (Tiliaceae). *Canadian Journal of Botany*. 83: 279-286.
- Machado, S.R. 1999. Estrutura e desenvolvimento de nectários extraflorais de *Citharexylum mirianthum* Cham. (Verbenaceae). Tese de Livre Docência. Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 113p.
- Martini, M.H.; Lenci, C.G. & Tavares, D.Q. 2003. Mucilage pockets in cotyledon tissue of *Theobroma speciosum*. *Acta Microscopica* 12: 65-69.

- Mazia, D.; Brewer, P.A. & Alfert, M. 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. *Biological Bulletin* 104: 57-67.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1979. *Anatomy of the dicotyledons*. Vol. 1. 2nd ed. Clarendon Press, Oxford. 276p.
- Melo, Y.; Machado, S.R. & Alves, M. 2010. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 163: 87-98.
- Melo Filho, L.E.; Somner, G.V. & Peixoto, A.L. 1992. *Centuria plantarum brasiliensium extintionis minitata*. Sociedade Brasileira de Botânica (SBB), Rio de Janeiro. 175p.
- Meyberg, M. 1988. Cytochemistry and ultrastructure of the mucilage secreting trichomes of *Nymphoides peltata* (Menyanthaceae). *Annals of Botany* 62: 537-547.
- Nepi, M. 2007. Nectary structure and ultrastructure. In: Nicolson, S.W.; Nepi, M. & Pacini E. Nectaries and nectar. Springer, Dordrecht. Pp. 129-166.
- Nicolson, S.W. & Thornburg, R.W. 2007. Nectar Chemistry. In: Nicolson, S.W.; Nepi, M. & Pacini E. Nectaries and nectar. Springer, Dordrecht. Pp. 215-264.
- O'Brien, T.P., Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma*. 59: 368-373.
- Pacini, E. & Nepi, M. 2007. Nectar production and presentation. In: Nicolson, S.W.; Nepi, M. & Pacini, E. Nectaries and nectar. Springer, Dordrecht. Pp. 167-214.
- Paiva, E.A.S.; Moraes, H.C.; Isaias, R.M.S.; Rocha, D.M.S. & Oliveira, P.E. 2001. Occurrence and structure of extrafloral nectaries in *Pterodon pubescens* Benth. and *Pterodon polygalaeiflorus* Benth. (Fabaceae-Papilionoideae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36: 219-224.
- Paiva, E.A.S. & Machado, S.R. 2006. Ontogênese, anatomia e ultra-estrutura dos nectários extraflorais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae-Caesalpinioideae). *Acta Botanica Brasílica* 20: 471-482.
- Paiva, E.A.S. & Machado, S.R. 2008. The floral nectary of *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae, Caesalpinioideae): structural aspects during floral development. *Annals of Botany* 101: 125-133.
- Pearse, A.G.E. 1968. *Histochemistry: theoretical and applied*. Vol. 1. 3rd ed. Churchill Livingstone, Edinburgh. 759p.
- Priolo de Lufrano, N. S. & Caffini, N. O. 1981. Mucilagos foliares de *Chorisia* H.B.K. (Bombacaceae): análise fitoquímica e enfoque quimiotaxonomico. *Phyton* 40: 13-20.
- Purvis, M.J.; Collier, D.C. & Walls, D. 1964. *Laboratory techniques in botany*. Butterworths, London. 371p.
- Ragonese, A.M. 1960. Ontogenia de los distintos tipos de tricomas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae). *Darwiniana*. 12: 59-66.
- Rocha, J.F. & Neves, L.J. 2000. Anatomia foliar de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae). *Rodriguésia* 51: 113-132.
- Rocha, J.F.; Neves, L.J. & Pace, L.B. 2002. Estruturas secretoras em folhas de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda. *Revista Universidade Rural, Série Ciências de Vida* 22: 43-55.
- Rocha, J.F. 2004. Estruturas secretoras em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): anatomia, desenvolvimento, histoquímica e ultra-estrutura. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 110p.
- Rocha, J.F. & Machado, S.R. 2009. Anatomy, ultrastructure and secretion of *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae) extrafloral nectary. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 489-498.
- Rodriguez, E.; Healey, P.L. & Mehta, I. 1984. *Biology and chemistry of plant trichomes*. Plenum, New York. 255p.
- Roshchina, V.V. & Roshchina, V.D. 1993. The excretory function of higher plants. Springer-Verlag, Berlin. 314p.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical microtechnique*. The Iowa State College Press, Iowa. 228p.
- Sawidis, T.H. 1991. A histochemical study of nectaries of *Hibiscus rosa-sinensis*. *Journal of Experimental Botany* 24: 1477-1487.
- Sawidis, T.H. 1998. The subglandular tissue of *Hibiscus rosa-sinensis* nectaries. *Flora* 193:327-335.
- Sawidis, T.H.; Eleftheriou, E.P. & Tsekos, I. 1987a. The floral nectaries of *Hibiscus rosa-sinensis* L. Development of the secretory hairs. *Annals of Botany* 59: 643-652.
- Sawidis, T.H.; Eleftheriou, E.P. & Tsekos, I. 1987b. The floral nectaries of *Hibiscus rosa-sinensis* L. II. Plasmodesmatal frequencies. *Phyton* 27: 155-164.
- Sawidis, T.H.; Eleftheriou, E.P. & Tsekos, I. 1989. The floral nectaries of *Hibiscus rosa-sinensis*. III. A morphometric and ultrastructural approach. *Nordic Journal of Botany* 9: 63-71.
- Schnepf, E. 1969. Sekretion und Exkretion bei Pflanzen. *Protoplasmatol Hanb Protoplasmaforsch* 8: 1-181.
- Scogin, R. 1979. Nectar constituents in the genus *Fremontia* (Sterculiaceae): sugars, flavonoids and proteins. *Botanical Gazette* 140: 29-31.
- Scott, F.M. & Bystrom, B.G. 1970. Mucilaginous idioblasts in Okra, *Hibiscus esculentus* L. In: Robson, N.K.B.; Cutler, D.F. & Gregory, M. *News research in plant anatomy*. Academic Press, London. Pp.15-24.
- Shimony, C.; Fahn, A. & Reinhold, L. 1973. Ultrastructure and ion gradients in the salt glands of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *New Phytologist* 72: 27-36.
- Stefano, M.; Papini, A.; Andalo, C. & Brighigna, L. 2001. Ultrastructural aspects of the hypanthial epithelium of *Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose (Cactaceae). *Flora* 196: 194-203.

- Stevens, P.F. 2001 [continuously updated]. Angiosperm phylogeny website. Disponível em <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em 9 jun 2008.
- Strasburger, E. 1924. Handbook of practical botany. 8th ed. George Allen e Nonviim, London. 533p.
- Swain, T. 1979. Tannins and lignins. In: Rosenthal, G.A. & Jansen, D.H. (eds.). Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites. Academic Press, New York. Pp. 657-682.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2006. Plant physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland. 764p.
- Vogel, S. 2000. Floral nectaries of the Malvaceae *sensu lato* – a conspectus. Kurtziana 28: 155-171.
- Webber, I.E. 1938. Anatomy of leaf and stem of *Gossypium*. Journal of Agricultural Research. 57: 269-286.
- Zer, H. & Fahn, A. 1992. Floral nectaries of *Rosmarinus officinalis* L. structure, ultrastructure and nectar secretion. Annals of Botany 70: 391-397.

Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia¹

Seed morphology and early seedling stages in Bromeliaceae from the Amazon

Ivone Vieira Silva^{2,4} & Vera Lúcia Scatena³

Resumo

Sementes de *Aechmea bromeliifolia*, *A. castelnavii* (Bromelioideae); *Dyckia duckei*, *D. racemosa* (Pitcairnioideae) e *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae) foram coletadas em regiões amazônicas (Mato Grosso) e estudadas visando sua caracterização morfológica e o desenvolvimento pós-seminal com finalidades taxonômicas, além de verificar a porcentagem de germinação. Todas as espécies apresentam germinação epigea e plântulas criptocotiledonares. As sementes não apresentam dormência e a porcentagem de germinação é alta, acima de 86%, facilitando a produção de mudas e estudos de conservação. Como característica exclusiva dos gêneros, o envoltório das sementes de *Aechmea* (Bromelioideae) apresenta mucilagem que evita a dessecação; enquanto que o de *Dyckia* (Pitcairnioideae) apresenta alas membranáceas e o de *Tillandsia* (Tillandsioideae) apresenta apêndices plumosos, neste último caso provavelmente para facilitar a dispersão e estabelecer o hábito epifítico. O início do desenvolvimento pós-seminal de *Aechmea* (Bromelioideae) e *Dyckia* (Pitcairnioideae) é marcado pela emergência da raiz primária, interpretado como caráter basal, enquanto que o de *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae) é marcado pela emergência do cotilédono, interpretado como caráter derivado. *Dyckia* e *Tillandsia* apresentam pequeno tanque apenas na fase de plântula e em *Aechmea* ocorre o contrário.

Palavras-chave: *Aechmea*, *Dyckia*, germinação, semente, *Tillandsia*.

Abstract

Seeds of *Aechmea bromeliifolia*, *A. castelnavii* (Bromelioideae); *Dyckia duckei*, *D. racemosa* (Pitcairnioideae) and *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae) were collected in the Amazon regions (Mato Grosso) and studied to describe morphological characterization and post-seminal development, which can be taxonomically useful, and to assess percent germination. All the species have epigeous germination and produce cryptocotyledonary plantlets. Seeds have no dormancy and percent germination is high (over 86%), which facilitates the production of seedlings and conservation studies. Exclusive characteristics of the genera include: the seed coat of *Aechmea* (Bromelioideae) has mucilage that prevents desiccation; whereas that of *Dyckia* (Pitcairnioideae) has membranaceous wings and that of *Tillandsia* (Tillandsioideae) has feathery appendages, both of which make dispersal easier and establish the epiphytic habit. Initial post-seminal development of *Aechmea* (Bromelioideae) and *Dyckia* (Pitcairnioideae) is marked by the emergence of primary roots, interpreted as a basal character, whereas that of *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae) is marked by the emergence of the cotyledon, interpreted as a derived character. *Dyckia* and *Tillandsia* have a small tank only in the seedling phase while the contrary occurs in *Aechmea*.

Key words: *Aechmea*, *Dyckia*, germination, seed, *Tillandsia*.

Introdução

Bromeliaceae é uma das 16 famílias pertencentes à ordem Poales (APG III 2009) e apresenta cerca de 3.086 espécies distribuídas em 56 gêneros (Luther 2006). Suas espécies ocorrem nas mais variadas condições de altitude,

temperatura e disponibilidade hídrica (Dahlgren *et al.* 1985). Com exceção de *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr. que ocorre no oeste do continente africano, as demais espécies da família são essencialmente neotropicais (Smith & Downs 1974; Cronquist 1981).

¹Parte da tese de Doutorado da primeira autora.

²Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Depto. Biologia, Av. Perimetral Rogério Silva, C.P. 324, 78580-900, Alta Floresta, MT, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista - INESP, Instituto de Biociências, Depto. Botânica, Av. 24-A, 13115, Bela Vista, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

⁴Autor para correspondência: ivibon@hotmail.com

Os representantes da família apresentam em geral inflorescências vistosas e folhas distribuídas em roseta, usualmente com bainha alargada na base, propiciando a formação de um reservatório de água e nutrientes em muitas espécies (Cronquist 1981), importante na nutrição das Bromeliaceae e como micro ambiente para animais diversos (Oliveira 2004).

A importância econômica da família está na utilização como plantas alimentícias, como produtoras de fibras e como ornamentais, sendo cultivadas e utilizadas em decoração de interiores e em projetos paisagísticos (Pereira 1988; Nara & Weber 2002; Santos *et al.* 2005; Duarte *et al.* 2009). Segundo os autores, as Bromeliaceae da Amazônia estão ameaçadas de extinção pelo intenso desmatamento, que pode gerar perda da diversidade e do banco genético.

Embora a semente não seja o principal meio de propagação das espécies herbáceas de monocotiledôneas, ela é importante evento biológico (Tillich 1995). A partir do conhecimento de sua estrutura, é possível obter informações que auxiliem em estudos de germinação, armazenamento e métodos de cultivo (Pereira 1988; Andrade *et al.* 2003), além de auxiliar estudos sobre regeneração de ecossistemas naturais (Melo & Varela 2006).

Para espécies de monocotiledôneas, as características de plântulas foram utilizadas como ferramenta na sistemática do grupo (Tillich 1995, 2000, 2007). De um modo geral, os tipos de plântulas representam uma adaptação funcional ao ambiente e estão associados a fatores ecológicos como: forma de vida da planta, capacidade de dispersão das sementes e estratégias de regeneração (Garwood 1996; Ibarra-Manríquez *et al.* 2001).

Estudos sobre morfologia de sementes e plântulas com vários representantes de Bromeliaceae forneceram informações importantes para circunscrição infragenérica e infrafamiliar (Pereira 1988; Tillich 1995, 2000, 2007; Strehl & Beheregaray 2006; Scatena *et al.* 2006; Pereira *et al.* 2008).

Nesse contexto, foram escolhidas para estudo as espécies *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Aechmea castelnavii* Baker (Bromelioideae), *Dyckia duckei* L.B. Smith, *Dyckia racemosa* Baker (Pitcairnioideae) e *Tillandsia adpressiflora* Mez. (Tillandsioideae) que ainda não foram estudadas e são abundantes no Parque Estadual Cristalino, localizado na Amazônia Meridional, nos municípios de Alta Floresta - MT e Novo Mundo - MT. O objetivo do trabalho foi estudar a germinação, morfologia das sementes e do desenvolvimento pós-seminal, visando levantar caracteres importantes para a taxonomia do grupo.

Os dados obtidos também poderão contribuir para futuros estudos sobre conservação das espécies.

Material e Métodos

As sementes das espécies em estudo (*Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Aechmea castelnavii* Baker, *Dyckia duckei* L.B. Smith, *Dyckia racemosa* Baker e *Tillandsia adpressiflora* Mez) foram coletadas no Parque Estadual Cristalino, municípios de Alta Floresta e Novo Mundo, ambos no estado de Mato Grosso, Brasil. As exsiccatas estão depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Mato Grosso (HERBAM).

Para a descrição biométrica das sementes (comprimento, largura e espessura) foram escolhidas, ao acaso, 50 sementes de pelo menos cinco indivíduos diferentes, medidas individualmente com paquímetro digital Mitutoyo.

Foram colocadas para germinar 200 sementes de cada espécie, distribuídas em oito repetições de 25 sementes. As sementes foram distribuídas sobre duas camadas de papel filtro em caixa gerbox e irrigadas com 1 ml de água destilada. As caixas foram colocadas em germinadores a 25°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia (4 x 20w). Antes de serem colocadas para germinar, as sementes de *Aechmea* Ruiz & Pav. foram submetidas a lavagem em água corrente até a completa remoção do envoltório de mucilagem.

A emergência da raiz primária ou do cotilédono foi o critério usado para definir germinação (Pereira *et al.* 2008). Os cálculos de porcentagem e índice de velocidade de germinação foram realizados de acordo com Labouriau & Valadares (1976) e Maguire (1962), respectivamente: $G(\%) = (N/A) \times 100$, onde N = Número de sementes germinadas e A = número total de sementes; e $IVG = \sum (Gi/ni)$, onde Gi = número de sementes germinadas e ni = dia da contagem.

A observação do desenvolvimento pós-seminal foi feita diariamente e as ilustrações realizadas com o auxílio de estereomicroscópio óptico, equipado com câmara clara. Critérios adotados para estágio de plântula foram: desenvolvimento radicular com expansão total da primeira folha e aparecimento da segunda folha. Para planta jovem, foi considerado a expansão total da segunda e o aparecimento da terceira folha.

Atendidos os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, os dados de biometria e germinação (porcentagem e IVG) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey

($p=0,05$), sendo os dados de germinação previamente transformados em arco-seno. Todas as análises foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar® para Windows® (Ferreira 2004).

Resultados

Aechmea castelnavii (Fig. 1a) e *A. bromeliifolia* (Fig. 1b) apresentam sementes elípticas, com porção micropilar mais estreita; com médias aproximadas de 3,87 mm de comprimento e 1,60 mm de largura. O envoltório das sementes é liso, com presença de substância mucilagínosa. *Aechmea bromeliifolia* e *A. castelnavii* apresentaram em média 99 e 96% de germinação e índice de velocidade (IVG) de 4,1 e 3,95, respectivamente (Tab. 1).

Dyckia duckey (Fig. 1c) e *D. racemosa* (Fig. 1d) apresentam sementes ovaladas, achatadas, discóides; com médias de aproximadamente 4,65 mm de comprimento e 6,12 mm de largura. Apresentam envoltório rugoso, com alas membranáceas e circulares em uma das extremidades. A região que delimita o embrião apresenta coloração mais escura. *Dyckia duckey* e *D. racemosa* apresentaram em média 92% e 86% de germinação e IVG de 5,2 e 4,8, respectivamente (Tab. 1).

Tillandsia adpressiflora (Fig. 1e) apresenta sementes fusiformes; com cerca de 3,60 mm de comprimento e 0,60 mm de largura. Apresenta envoltório rugoso, com apêndices plumosos (Fig. 1e, 4a). Esses apêndices são filiformes, esbranquiçados, ligados à porção micropilar (Fig. 1e, 4a). *T. adpressiflora* apresentou médias de 97% de germinação e IVG de 2,8 (Tab. 1).

Todas as espécies estudadas apresentam germinação epigea e o cotilédono não se desprende do tegumento da semente, mantendo sua função haustorial, originando plântulas criptocotiledonares (Fig. 2d-h, 3d-h, 4d-f).

A germinação inicia-se após quatro a cinco dias de embebição em *Aechmea bromeliifolia* e *A. castelnavii*, pelo rompimento do envoltório e emissão da raiz primária na região da micrópila (Fig. 2a). A raiz primária é esbranquiçada e cônica (Fig. 2a-c). As raízes adventícias crescem antes do aparecimento do eufilo (Fig. 2e-f). Nas duas espécies de *Aechmea*, o eufilo cresce entre dois a quatro dias após a germinação e apresenta-se levemente lanceolado, de ápice ligeiramente acuminado e bordo inteiro (Fig. 2g). A bainha cotiledonar é foliácea, se rompe no ápice; o colo é demarcado, com hipocótilo conspícuo e cilíndrico (Fig. 2d-f).

Com aproximadamente três a cinco dias de germinação as plântulas de *Aechmea* apresentam

Tabela 1 – Porcentagem e velocidade de germinação de sementes de espécies de Bromeliaceae. * IVG - índice de velocidade de germinação. (Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de significância)

Table 1 – Percentage and speed of germination of seeds of species of Bromeliaceae. * IVG - speed of germination. (Means followed by same letters are not different by Tukey's test, $p<0.05$)

Espécies	Geminação (%)	IVG*
<i>Aechmea bromeliifolia</i>	99,0 A	4,10 C
<i>Aechmea castelnavii</i>	96,0 A	3,95 D
<i>Dyckia duckey</i>	92,0 AB	5,20 A
<i>Dyckia racemosa</i>	86,0 B	4,80 B
<i>Tillandsia adpressiflora</i>	97,0 A	2,80 E

raiz principal robusta, cônica, pilosa, com início de formação de raízes adventícias (Fig. 2g, 2i). O hipocótilo é longo e a bainha cotiledonar é membranosa, cupuliforme ou arqueada, frequentemente reflexas, com escamas (Fig. 2g, 2i). As plantas jovens apresentam hipocótilo cilíndrico, raízes adventícias e folhas elevadas pelos entrenós longos (Fig. 2h-k).

Em *Dyckia duckey* e *D. racemosa* a germinação inicia-se após três a quatro dias de embebição, com o rompimento do envoltório (Fig. 3a-c) na região micropilar e emissão da raiz primária, que é cônica, com pelos absorventes (Fig. 3c-d). Após um a dois dias de germinação a bainha cotiledonar se rompe no ápice e cresce o eufilo que é largo e cupuliforme, com escamas (Fig. 3d-f). A plântula (cinco a seis dias após a germinação) forma um pequeno tanque, apresentando eufilo com bainha larga e sobreposta com a da segunda folha (Fig. 3e-g). Apresenta raiz principal em processo de necrose, densamente pilosa, com bainha cotiledonar evidente (Fig. 3e-g).

As plântulas das *Dyckia* estudadas com seis a oito dias após a germinação apresentam bainha cotiledonar foliácea, cupuliforme (Fig. 3h). A planta jovem, após nove dias de germinação, apresenta colo delimitado e raiz primária curta (Fig. 3h-j). O hipocótilo é reduzido, com folhas em roseta e início do crescimento de raízes adventícias (Fig. 3h-i). A bainha cotiledonar é foliácea, cupuliforme, com margem ondulada e fendida (Fig. 3e-h). As folhas subsequentes são dispostas em roseta (Fig. 3g-j), com escamas no limbo e bordos espinhosos.

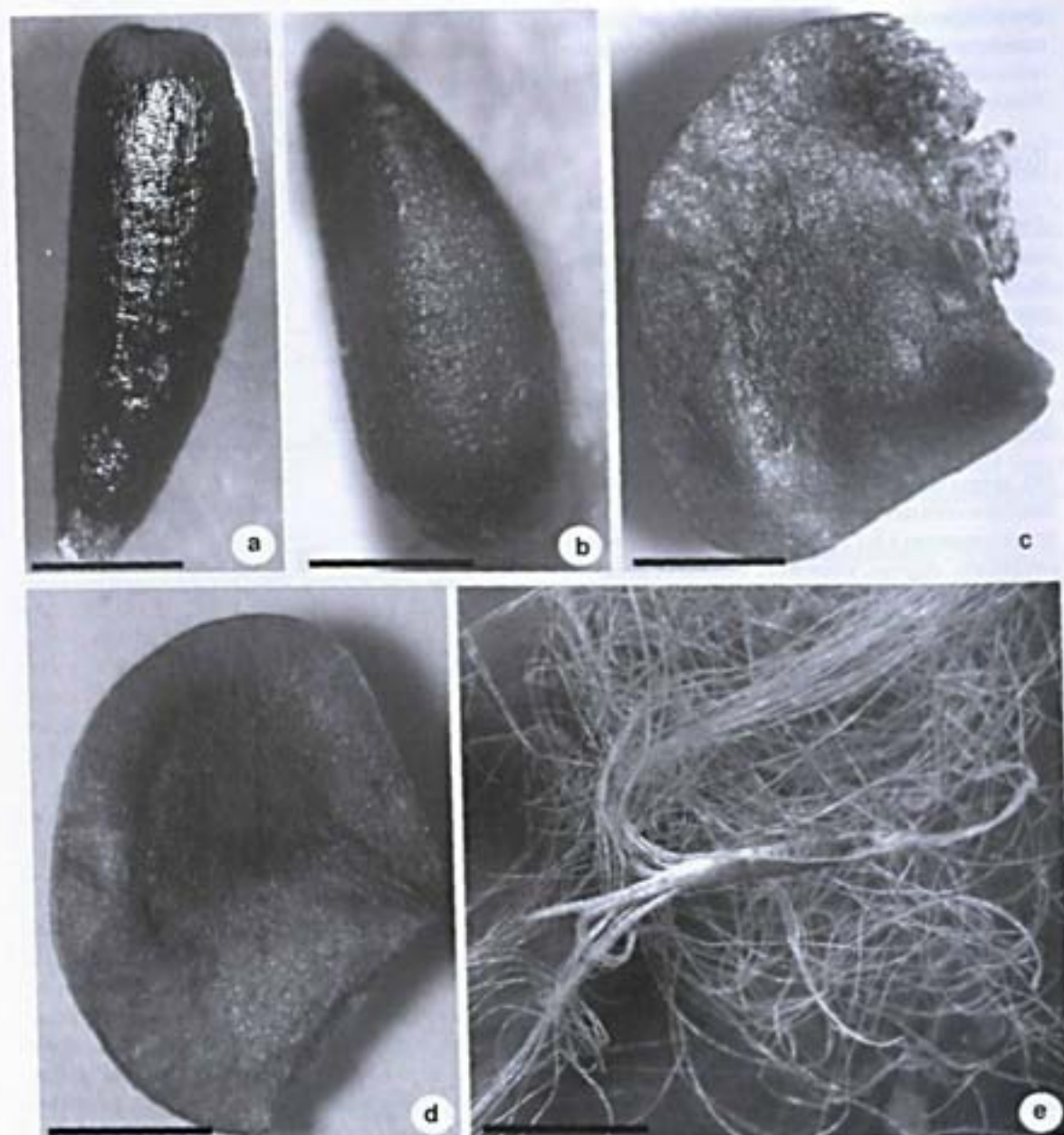


Figura 1 – Aspectos morfológicos das sementes – a. *Aechmea castelnavii*; b. *A. bromeliifolia*; c. *Dyckia duckei*; d. *D. racemosa*; e. *Tillandsia adpressiflora*. Barras = 1,5 mm (1); 1 mm (2, 3,4); 3 mm (5).

Figure 1 – Morphological aspects of seeds – a. *Aechmea castelnavii*; b. *A. bromeliifolia*; c. *Dyckia duckei*; d. *D. racemosa*; e. *Tillandsia adpressiflora*. Bars = 1,5 mm (1); 1 mm (2, 3,4); 3 mm (5).

Em *Tillandsia adpressiflora*, após oito dias de embebição, a semente inicia a germinação, que se dá através da emergência do cotilédone haustorial na região micropilar (Fig. 4b-c) e não forma raiz primária. O haustório é longo e tubular (Fig. 4c). Após oito dias de germinação emerge o

cofilo (Fig. 4d-e). Com nove a dez dias após a germinação o cofilo apresenta-se clorofilado, suculento, cupuliforme, com ápice acuminado, bordo inteiro, margem flexionada e bainha larga (Fig. 4e-f). Na plântula ocorre pequeno tanque, formado pela base da bainha do cofilo que fica superposta

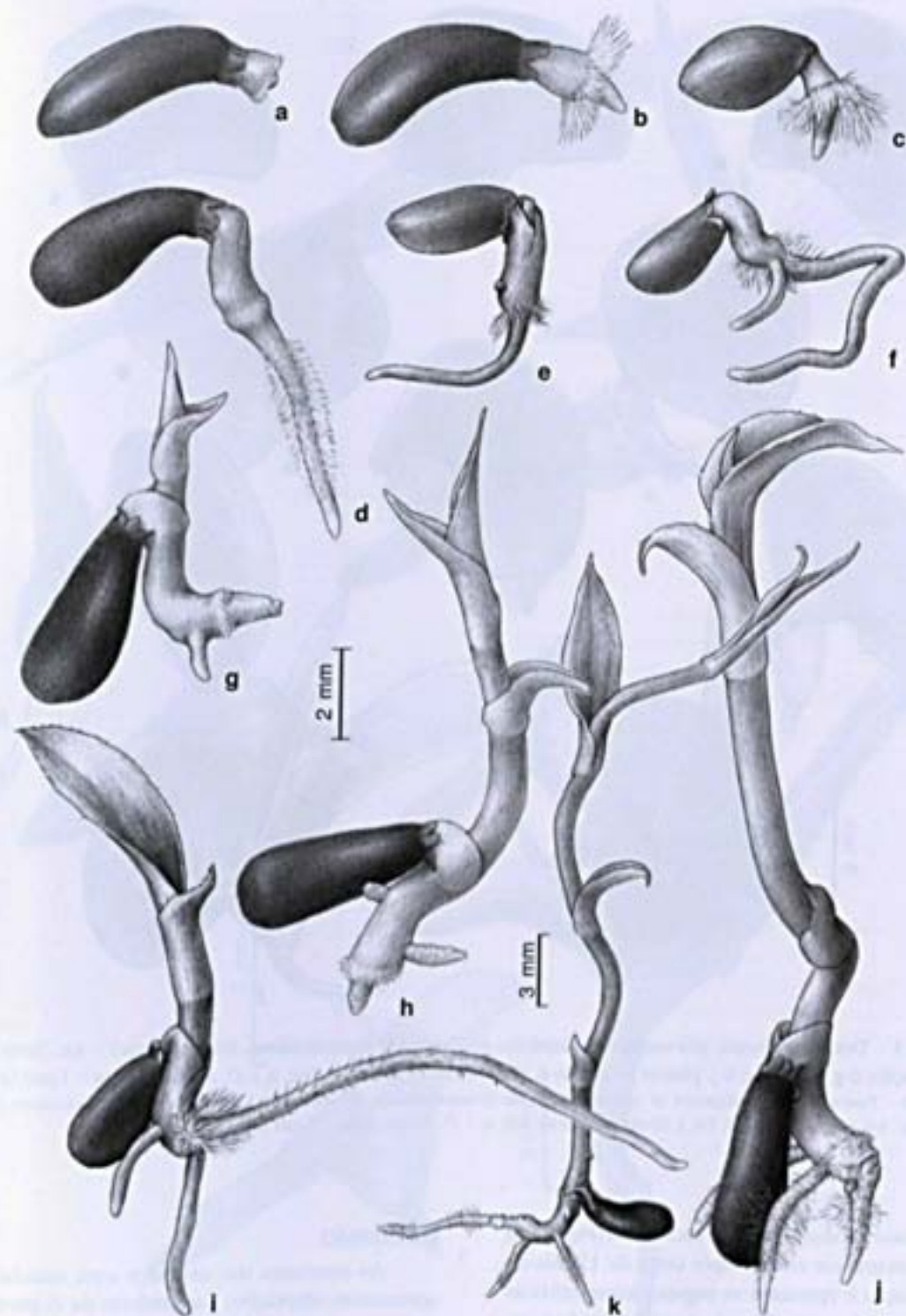


Figura 2 – Desenvolvimento pós-seminal de espécies de *Aechmea* (Bromelioideae, Bromeliaceae) – a-c. fases da germinação; g-i. plântulas; h, j-k. plantas jovens. a-b, d, g-h, j-k. *Aechmea castelnavii*. c, e-f, i. *A. bromeliifolia*. Barras = 2 mm (a-j); 3 mm (k).
Figure 2 – Post-seedling development of species of *Aechmea* (Bromelioideae Bromeliaceae) – a-c. stages of germination; g-i. seedlings; h, j-k. young plant. a-b, d, g-h, j-k. *Aechmea castelnavii*. c, e-f, i. *A. bromeliifolia*. Bars = 2 mm (a-j); 3 mm (k).

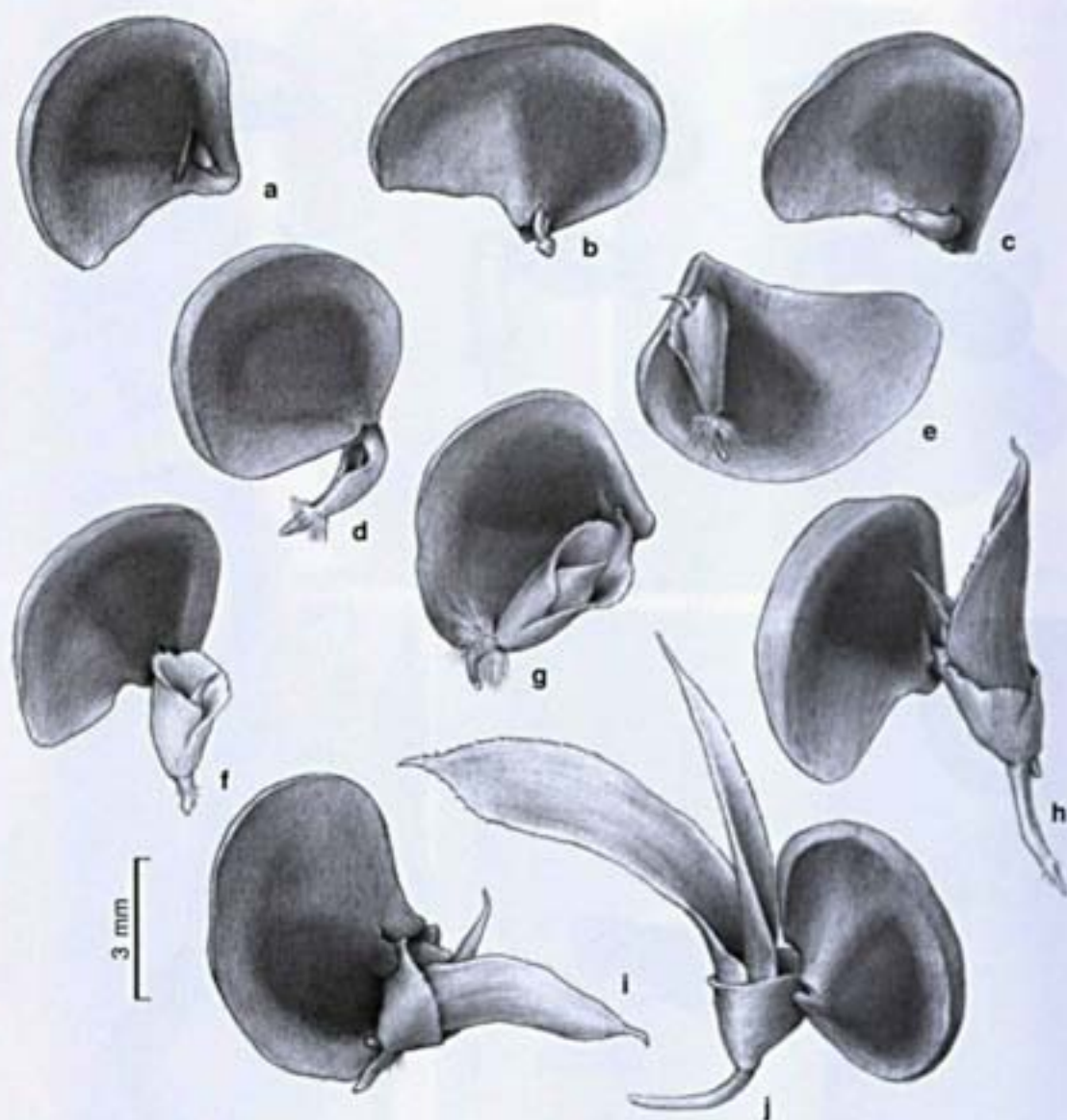


Figura 3 – Desenvolvimento pós-seminal de espécies de *Dyckia* (Pitcairnioideae, Bromeliaceae) – a-c. fases da germinação; d-g. plântulas; h-j. plantas jovens. a, d, f-h, j. *Dyckia racemosa*. b-c, e, i. *D. duckelii*. Barras = 3 mm (a-j).
Figure 3 – Post-seedling development of species of *Dyckia* (Pitcairnioideae, Bromeliaceae) – a-c. stages of germination; d-g. seedlings; h-j. young plant. a, d, f-h, j. *Dyckia racemosa*. b-c, e, i. *D. duckelii*. Bars = 3 mm (a-j).

com a base da bainha do eofilo secundário (Fig. 4f). O eofilo secundário emerge após cerca de 15 dias de germinação e apresenta as mesmas características morfológicas que o eofilo primário (Fig. 4f). A planta jovem (a partir dos 32 dias após a germinação) apresenta início de formação de raízes adventícias, folhas lanceoladas, de ápices ligeiramente acuminados e filotaxia alterna, com entrenós alongados (Fig. 4g).

Discussão

As sementes das espécies aqui estudadas apresentam adaptações facilitadoras da dispersão, evidenciadas na sua morfologia: as sementes de *Aechmea* (Bromelioideae) apresentam mucilagem, as de *Dyckia* (Pitcairnioideae) apresentam ala membranácea e a de *Tillandsia* (Tillandsioideae) apêndices plumosos. Esses caracteres também foram

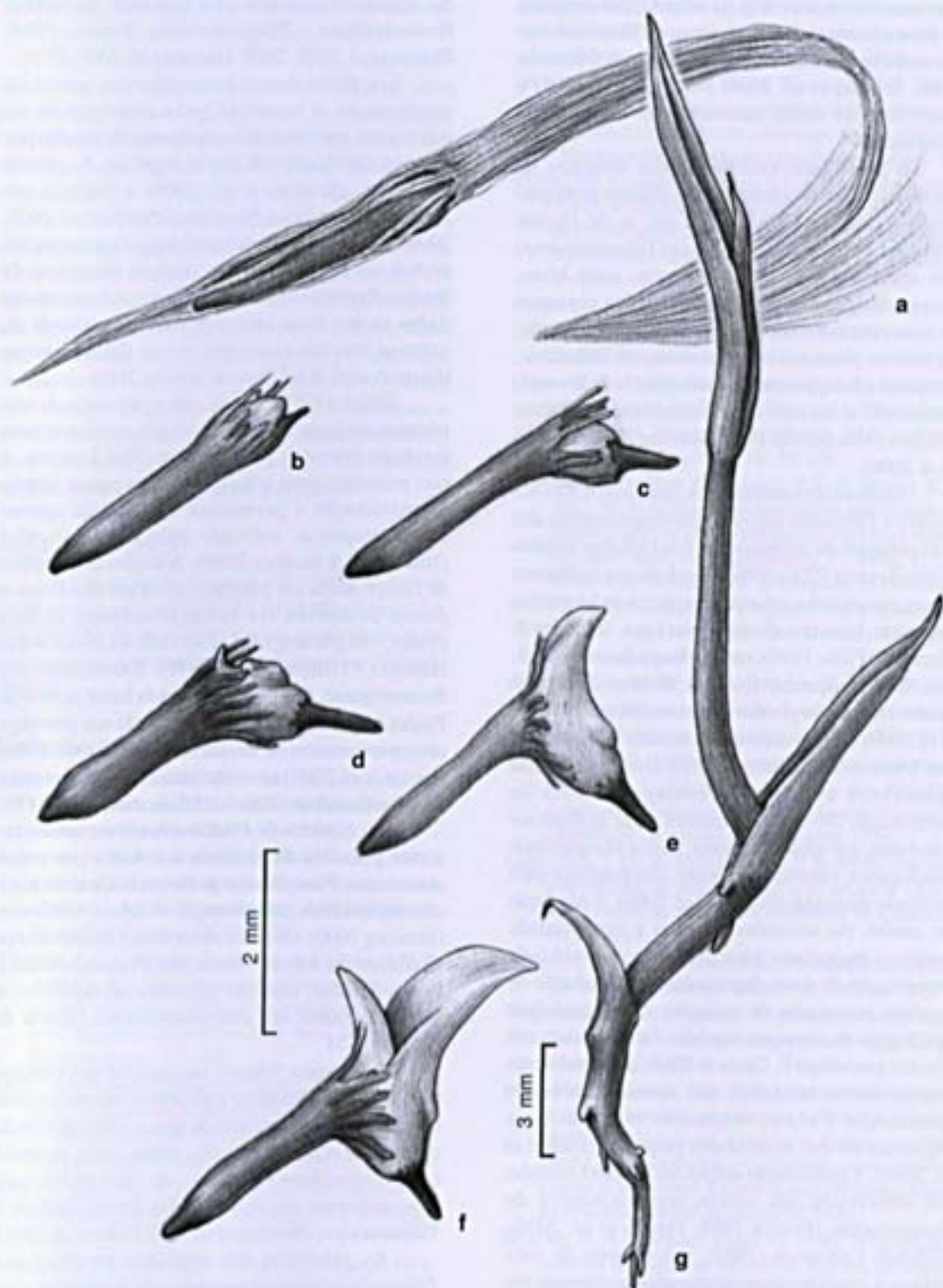


Figura 4 – Desenvolvimento pós-seminal de *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae, Bromeliaceae) – a. semente com apêndices plumosos; b-d. fases da germinação; e-f. plântulas; g. planta jovem. Barras = 2 mm (a-f); 3 mm (g).
Figure 4 – Post-seminal development of species of *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae, Bromeliaceae) – a. seeds with feathery appendages; b-d. stages of germination; e-f. seedlings; g. young plant. Bars = 2 mm (a-f); 3 mm (g).

encontrados em sementes de outros representantes de Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae já estudados (Pereira 1988; Varadarajan & Gilmartin 1988; Scatena *et al.* 2006; Pereira *et al.* 2008) e confirmam-se como caracteres de importância infrafamiliar.

A mucilagem encontrada nas sementes de *Aechmea* (Bromelioideae) provavelmente protege contra a dessecação, enquanto que as de *Dyckia* (Pitcairnioideae) e a de *Tillandsia* (Tillandsioideae) que apresentam sementes menores, mais leves, provavelmente são transportadas pelas correntes de ar nos períodos secos, facilitando sua dispersão. Apêndices plumosos como ocorrem em *Tillandsia*, auxiliam a fixação em troncos e cascas de árvores, garantindo o sucesso de sua dispersão em hábito epifítico (Van der Pijl 1982; Benzing 2000; Scatena *et al.* 2006).

Aechmea bromelifolia, *A. castelnavii*, *Dyckia duckey* e *Tillandsia adpressiflora* apresentam alta porcentagem de germinação, com valores médios variando entre 92% e 99%. Resultados semelhantes foram encontrados em outras espécies de bromélias como em *Aechmea distichantha* Lem. (Mercier & Guerreiro Filho 1990), em *Aechmea beeriana* L.B. Sm. & M.A. Spencer (Nara & Webber 2002), em quatro espécies rupícolas de Bromeliaceae (Pereira *et al.* 2009) e em *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm. (Anastácio & Santana 2010). *Dyckia racemosa* apresentou a menor porcentagem média de germinação (86%) das sementes entre as espécies estudadas, que apesar de menor, indica alta qualidade fisiológica e, conseqüentemente, alto potencial para produção de mudas (Pereira *et al.* 2008). A produção de mudas via sementes mantém a variabilidade genética, importante fator para futuros estudos de recuperação de áreas degradadas e reintrodução de espécies ameaçadas de extinção. A alta qualidade fisiológica de sementes também foi observada em *Dyckia goehringii* E. Gross & Rauh, principalmente nas de maior tamanho, que apresentam maior germinação e vigor, originando plântulas mais vigorosas do que as sementes pequenas (Duarte *et al.* 2010). A germinação epigea das espécies também foi observada em outros representantes de Bromeliaceae (Pereira 1988; Pereira *et al.* 2008). Segundo Labouriau (1983), sob o ponto de vista botânico, consideram-se germinadas as sementes em que uma das partes do embrião emerge dos envoltórios seminiais. O início da germinação nas *Aechmea* e *Dyckia* estudadas é marcado pela emergência da raiz primária, corroborando estudos

de desenvolvimento pós-seminal de outras Bromelioideae e Pitcairnioideae (Pereira 1988; Pereira *et al.* 2008, 2009; Duarte *et al.* 2009, 2010).

Em *Tillandsia adpressiflora* o início da germinação é marcada pela emergência do cotilédone, mesmo padrão de desenvolvimento pós seminal verificado em outras espécies do gênero *Tillandsia* (Scatena *et al.* 2006) e também em *Vriesea*, *Alcantarea* e *Pitcairnia* (Pereira *et al.* 2008, 2009). Essa característica (morfologia da germinação) poderá ser útil para futuras análises cladísticas da família. Recentes análises filogenéticas baseadas em dados moleculares apontam para necessidade de extensa revisão taxonômica em Bromeliaceae (Givnish *et al.* 2007; Sassi & Specht 2010).

Tillich (1995) sugere que a presença de raiz primária em monocotiledôneas é provavelmente uma condição ancestral para o grupo. Nas Poaceae, a raiz primária cessa seu crescimento pouco depois da germinação e permanece na plântula apenas como resquício, indicado pelo pólo radicular (Nakamura & Scatena 2009). A ausência completa de raiz primária em plântulas seria um dos últimos passos evolutivos em monocotiledôneas e, para Poales, sua presença foi observada na maioria das famílias (Tillich 2000, 2007). Entretanto, em Bromeliaceae, família considerada basal dentro de Poales (APG III 2009), foi observada sua presença em representantes de Bromelioideae (Pereira 1988; Pereira *et al.* 2008) e sua ausência em representantes de Tillandsioideae (Tillich 1995; Scatena *et al.* 2006).

Nas espécies de *Dyckia* e *Aechmea* estudadas a raiz primária da plântula é coberta por pelos absorventes. Para plântulas de Bromelioideae as raízes são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (Benzing 2000). Os pelos absorventes são estruturas auxiliares na sobrevivência das Pitcairnioideae e Bromelioideae, espécies terrestres ou rupícolas, a fim de garantir seu desenvolvimento (Smith & Downs 1974).

As escamas foliares encontradas nos estádios iniciais de plântulas talvez representem um mecanismo importante para a absorção de água e nutrientes desde o início do desenvolvimento, assim como acontece com indivíduos adultos de Bromeliaceae, principalmente das sub-famílias Bromelioideae e Tillandsioideae (Benzing *et al.* 1976; Pierce *et al.* 2001).

As plântulas das espécies de *Dyckia* e *Tillandsia* acumulam um pouco de água entre suas folhas, no início do desenvolvimento, o que não é observado em campo nas plantas adultas. O contrário ocorre com as plântulas de *Aechmea*. A heterofilia em Bromeliaceae foi avaliada por Adams

& Martin (1986), procurando entender os processos ecológicos e evolutivos em Tillandsioideae.

Pode-se considerar aqui alguns caracteres relevantes para subsidiar análises ecológicas, além de delimitar gêneros e contribuir para reavaliação taxonômica em nível infra-familiar: a) morfologia das sementes, que em *Aechmea* (Bromelioideae) são elípticas e apresentam envoltório mucilaginoso; enquanto em *Dyckia* (Pitcairnioideae) são achatadas e o envoltório apresenta alas membranáceas; e em *Tillandsia* (Tillandsioideae) que são fusiformes e o envoltório com apêndices plumosos; b) morfologia das fases iniciais de desenvolvimento das plântulas, que em *Dyckia* e *Tillandsia* apresenta-se diferente do encontrado em *Aechmea*; c) a primeira estrutura que emerge na germinação, que em *Aechmea* e *Dyckia* é a raiz primária e em *Tillandsia* o cotilédone; d) o aparecimento do eófilo, que em *Tillandsia adpressiflora* é relativamente mais tardio.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) o auxílio à pesquisa (732482/2008). Ao CNPq a bolsa de produtividade em pesquisa à segunda autora (processo 302105/2007-7).

Referências

- Adams, W.W. & Martin, C.E. 1986. Heterophylly and its relevance to evolution within the Tillandsioideae. *American Journal of Botany* 9: 121-125.
- Anastácio, M.R. & Santana, D.G. 2010. Características germinativas de sementes de *Ananas ananassoides* (Backer) L.B.S.M. (Bromeliaceae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 32: 195-200.
- Andrade, A.C.S.; Cunha, R.; Souza, A.F.; Reis, R.B. & Almeida, K.J. 2003. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Science and Technology* 31: 125-137.
- APG – Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Benzing, D.H. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Cambridge. 690p.
- Benzing, D.H.; Henderson, K.; Kessel, B. & Sulak, J. 1976. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. *American Journal of Botany* 63: 1009-1014.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York. 1262p.
- Dahlgren, R.M.T.; Clifford, H.T. & Yeo, P.F. 1985. The families of the monocotyledons. Structure, evolution, and taxonomy. Springer-Verlag, Berlin. 520p.
- Duarte, E.F.; Carneiro, I.F. & Rezende, M.H. 2009. Morfologia de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). *Revista Biologia Neotropical* 6: 1-12.
- Duarte, E.F.; Carneiro, I.F.; Silva, N.F. & Guimarães, N.N.R. 2010. Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 422-429.
- Ferreira, D.F. 2004. Sisvar-sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 4.6. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 32p.
- Garwood, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M.D. (ed.), *The ecology of tropical forest tree seedlings. Man and the Biosphere series*, Paris. Pp. 59-129.
- Givnish T.J.; Millam K.C.; Berry P.E. & Sytsma K.J. 2007. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. In: Columbus, J.T.; Friar, E.A.; Porter, J.M.; Prince, L.M. & Simpson, M.G. (eds.). *Monocots: comparative biology and evolution – Poales*. Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont. Pp. 3-26.
- Ibarra-Manríquez, G.; Ramos, M.M. & Oyama, K. 2001. Seedling functional types in a lowland rain forest in México. *American Journal of Botany* 88: 1801-1812.
- Labouriau, L.G. 1983. A germinação das sementes. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington. 173p.
- Labouriau, L.G. & Valadares, M.E.B. 1976. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 263-284.
- Luther H.E. 2006. An alphabetical list of Bromeliad binomials. The Bromeliad Society International, Sarasota. 119p.
- Maguire, J.D. 1962. Speeds of germination-aid and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-777.
- Melo, M.F.F. & Varela, V.P. 2006. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia: *Dinizia excelsa* Ducke (Angeles Pedra) e *Cedrelinga cutanaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes* 28: 54-62.
- Mercier, H. & Guerreiro Filho, O. 1990. Propagação sexuada de algumas bromélias nativas da Mata Atlântica: efeito da luz e da temperatura na germinação. *Hoehnea* 17: 19-26.
- Nakamura, A.T. & Scatena, V.L. 2009. Desenvolvimento pós-seminal de espécies de Poaceae (Poales). *Acta Botanica Brasílica* 23: 212-222.

- Nara, A.K. & Webber, A.C. 2002. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixo na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 32: 571-588.
- Oliveira, R.R. 2004. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. *Acta Botanica Brasilica* 18: 793-799.
- Pereira, T.S. 1988. Bromelioideae (Bromeliaceae): Morfologia de desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 29: 115-154.
- Pereira, A.R.; Pereira, T.S.; Rodrigues, A.S. & Andrade, A.C.S. 2008. Morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de espécies de Bromeliaceae. *Acta Botanica Brasilica* 22: 1150-1162.
- Pereira, A.R.; Andrade, A.C.S.; Pereira, T.S. Forzza, R.C. & Rodrigues, A.S. 2009. Comportamento germinativo de espécies epífitas e rupícolas de Bromeliaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 827-838.
- Pierce, S., Maxwell, K., Griffiths, H. & Winter, K. 2001. Hydrophobic trichome layers and epicuticular wax powders in Bromeliaceae. *American Journal of Botany* 88: 1371-1389.
- Santos, A.J.; Bitencourt, A.M. & Nogueira, A.S. 2005. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e litoral Paranaense. *Floresta* 35: 409-417.
- Sass, C. & Specht, C.D. 2010. Phylogenetic estimation of the core Bromelioids with an emphasis on the genus *Aechmea* (Bromeliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55: 559-571.
- Scatena, V.L.; Segecin, S. & Coan, A.I. 2006. Seed morphology and post-seminal development of *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) from the "Campos Gerais", Paraná, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49: 945-951.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica, Monograph* 14: 1-662.
- Strehl, T. & Beheregaray, R.C.P. 2006. Morfologia de sementes do gênero *Dyckia*, subfamília Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Pesquisas Botânicas* 57: 103-120.
- Tillich, H.J. 1995. Seedlings and systematics in monocotyledons. In: Rudall, P.J.; Cribb, P.J.; Cutler, D.F. & Humphries, C.J. (eds.). *Monocotyledons: systematics and evolution*. Kew Botanic Garden, Kew. Pp. 303-352.
- Tillich, H.J. 2000. Ancestral and derived character states in seedlings of monocotyledons. In: Wilson, K.L. & Morrison, D.A. (eds.). *Monocotyledons: systematics and evolution*. CSIRO, Melbourne. Pp. 221-228.
- Tillich, H.J. 2007. Seedling diversity and homologies of seedling organs in the order Poales (Monocotyledons). *Annals of Botany* 100: 1-17.
- Van Der Pijl, L. 1982. *Principals of dispersal in higher plants*. 3rd ed. Springer Verlag, Berlin. 214p.
- Varadarajan, G.S. & Gilmartin, A.J. 1988. Taxonomic realignments within the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 13: 294-299.



Ecophysiological aspects of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* (Rutaceae), a species endemic to the riparian forests of Itajaí valley, SC, Brazil

Aspectos ecofisiológicos da semente e da plântula de *Raulinoa echinata* (Rutaceae), espécie endêmica da vegetação ciliar do vale do Itajaí, SC, Brasil

Adriano Antonio Darosci^{1,2} & Maria Terezinha Silveira Paulilo¹

Abstract

In this study aspects of the ecophysiology and morphology of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* was analyzed aiming to contribute with taxonomic studies, ecology and the preservation of this species. Fruit and seeds were collected from a population located in Apiúna (SC). The seedlings obtained from germination were grown in trays filled with substratum composed of dystroferic red nitosol and sand (1:1) and were irrigated daily. After 15 days of growth, the morphology of the seedlings was observed. The seeds presented ovoid format, axial embryo and fleshy cotyledons, and were exarillate and exalbuminous like are the seeds of other Rutaceae species. Nevertheless, the seeds presented a conspicuous micropyle, an uncommon feature for Rutaceae. The seedlings did not expose the cotyledons, keeping them in the interior of the integument and below the ground, a characteristic of cryptohypogeal germination. Some of these features are important to elucidate the relationship between the species and the riparian forest and the other taxons of the Rutaceae.

Key words: cryptohypogeal germination, endemism, ecophysiology.

Resumo

Nesse estudo foram analisados aspectos da ecofisiologia e da morfologia da semente e da plântula de *Raulinoa echinata*, visando a obtenção de dados que possam contribuir para estudos taxonômicos, ecologia e preservação desta espécie. As sementes foram obtidas de frutos coletados de uma população localizada em Apiúna (SC). As plântulas, obtidas da germinação das sementes, foram plantadas em bandejas contendo substrato composto por nitosolo vermelho distroférico e areia (1:1), irrigadas diariamente e avaliadas após 15 dias de crescimento. A análise das sementes mostrou que estas apresentam formato ovóide, são exariladas, exalbuminosas, apresentando embrião axial e cotilédones carnosos, características morfológicas comuns para a família Rutaceae. Contudo, as sementes apresentaram micrópila conspicua, característica não descrita para a família. A plântula não expõe os cotilédones, mantendo-os no interior do tegumento e abaixo do solo, classificando-a como cripto-hipógeo-reserva. Alguns desses aspectos encontrados são importantes para elucidar a relação da espécie com a vegetação ciliar e com outros gêneros de Rutaceae.

Palavras-chave: cripto-hipógeo-reserva, endemismo, ecofisiologia.

Introduction

Rutaceae, a family of great importance to agronomy and medicine, has approximately 1600 species included in 155 genera (Thorne 1992) and four to six subfamilies, depending on systematic treatment, predominantly distributed in the tropical and subtropical regions of the world (Chase *et al.* 1999). The monospecific

genus *Raulinoa*, represented by *R. echinata* R.S.Cowan, occurs only in Santa Catarina, Brazil (Cowan & Smith 1973).

Raulinoa echinata is a species characteristic of and exclusive to the rocky shores and fluvial islands of Itajaí-açu River, located between the cities of Indaial and Ibirama, where many individuals may be partly submerged (Cowan & Smith 1973) when floods occur (Arioli *et al.* 2008).

This is usually a shrubby species, 2 to 3 m tall, with a thin and sinuous trunk, presenting thorns and oblong-obovate capsule fruits, which have four locules, are 10 mm in length and 7 mm in width, and have an obtuse horn, at the dorso-apical side, for each locule (Cowan & Smith 1973). Some substances, like the limonoids, were isolated from this species and presented a moderate antiparasitic inhibition in relation to the trypomastigote form of *Trypanosoma cruzi*, and a possible use as drugs with analgesic properties (Biavatti *et al.* 2002).

Studies on this species are important because of its micro-endemism, and mainly because of the danger of extinction, as it can be found on the list of endangered species of the Brazilian flora issued by the Ministry of Environment (MMA 2008). In its area of occurrence, the species suffers strong anthropic action, due to the presence of a federal highway, the urbanization and the construction of hydroelectric power plants, that may result in a reduction of the water levels in the Itajaí-Açu River.

Studies involving *R. echinata* are rare, and there are no analyses covering the morphology of seeds and seedlings of this species. Considering the high degradation of riparian forests in the past years, and the importance of recovering this vegetation, studies concerning morphology and the early development of plant species can lead to a better understanding of the strategies they develop (Blom & Voeseck 1996; Rodrigues & Nave 2000) to adapt to the specific conditions of those areas of occurrence (Costa *et al.* 2006).

Studies on seedling morphology, together with studies on fruits and seeds, are important as they increase our knowledge of the species, supporting phylogeny and taxonomy (Ferreira & Cunha 2000; Silva & Paoli 2000; Souza *et al.* 2005; Machado *et al.* 2006), since they are easily observable resources and suffer little phenotypic plasticity (Melo *et al.* 2007). Furthermore, as those studies are crucial to the recognition of the species in the seedling bank (Battilani *et al.* 2006) and to the characterization of ecological aspects such as dispersal, establishment and the corresponding stage of ecological succession (Matheus & Lopes 2007), they contribute to an understanding of the natural recovery and restoration of forests processes (Ferreira & Cunha 2000; Ressel *et al.* 2004).

Since this is an endemic species, threatened by extinction and lacking information that could support future studies on its taxonomy, preservation and conservation *in situ*, this study aimed to characterize

some ecophysiological aspects of germination, dispersal and establishment of the seedling, using analyses of the external morphology of the seed and seedling of *R. echinata*.

Materials and Methods

Fruits of *Raulinoa echinata* were collected from individuals in the population located in the city of Apiúna (SC), on the banks of the Itajaí-açu River, 27°02'08"S; 49°23'23"W, at various times of the year, since the species produced fruit throughout the year. The climate in that region is humid mesothermal, with hot summers, average temperature of 19.7°C, and an altitude of 87 m.s.m. (Bertol *et al.* 2000). A sample of the species was collected, identified and deposited in the Flor Herbarium of the Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC) under the register Flor 36734. In the laboratory, the fruits were placed in a Petri plate, under laboratory conditions, enabling dehiscence, which happened four days after the collection. The fruits presented one or two seeds for each locule. Immediately after dehiscence, the seeds were stored in a refrigerator, for a period of 15 days, at temperatures of 2 and 4°C, until they were placed to germinate.

Observation tests on the seeds were made in three situations: in the dark, under light and under light and submerged, using, for each test, 30 randomly selected seeds and equally distributed in Petri plates. For observing of germination in the dark, the seeds were distributed in three Petri plates containing two sheets of filter paper moistened with distilled water and wrapped in two layers of aluminum foil. To observe germination of seeds under light, the seeds were distributed in five Petri plates containing two moistened sheets of filter paper. The same number of Petri plates was used to observe the germination of the seeds under light and submerged; however, only distilled water was used, with the seeds totally submerged. The Petri plates were then kept under the temperature and light conditions found on the lab bench.

In order to obtain seedlings, the seeds were previously sterilized in sodium hypochlorite (20%), for 30 seconds. A hundred seeds, taken randomly, were placed to germinate in an environment with no light or temperature controls, in Petri plates (5.5 cm in diameter × 0.5 cm in height), containing two sheets of filter paper moistened with distilled water. After germination, 50 sprouted seeds were taken randomly and transferred to 40 cm × 20 cm × 5 cm plastic trays,

containing sand and dystroferic red nitosol at a rate of 1:1. The Petri plates and the trays remained under light, moisture and temperature conditions of the laboratory, the trays being watered daily with 100 ml of distilled water.

The seed presenting protrusion of the primary root was considered germinated, and the stage immediately after germination until the emergence of eophylls was considered as seedling (the first laminar structures) (Mourão *et al.* 2002; Batilani *et al.* 2006).

To verify the density (mass/volume) of the seeds, four samples, containing different numbers of seeds, had their masses measured in analytical balance. Afterwards, each sample was placed in measuring cylinders with 10 ml of distilled water, in order to measure the volume of water displaced by the sample (g/cm^3). The density of the seed was calculated using the equation: density = mass (g)/volume (cm^3).

For the morphological analyses, 115 seeds and 10 seedlings were used. The large mortality of seedlings made it impossible to use a greater number of samples for those analyses. For the seeds, the measures taken were: length, width and mass of the seed; length and width of the micropyle; length and width of the hilum; and length, width and mass of the embryo. A scalpel was used to cut the seed integument so that the embryo could be properly observed. The seedlings grew for 15 days under the laboratory conditions previously described, and were then removed from the trays, washed, and the following measurements were taken: length from the root to the apex and length of the hypogeal portion (primary root, root collar, and hypocotyl); length and width of epicotyl, secondary roots and eophylls; and the width of root collar and hypocotyl.

Measurements of the seeds and seedlings were obtained using a caliper to an accuracy of 0.1 mm and an 0.001 g analytical balance. Morphological descriptions were made with the aid of a stereomicroscope. The terminology used to describe the morphological structures of *R. echinata* is in accordance with Beltrati (1991), Silva & Paoli (2000, 2006a, b, c) and Coelho *et al.* (2001).

Results and Discussion

The seed of *R. echinata* is exalbuminous, exarillate, oval to oblong, with a convex dorsal side, sharp apical edge and round basal edge, glabrous and with a petrous consistency. The seed coat presents domes or cavities (Fig. 1a-b), does not show brightness and the color varies from dark

brown to copper. The seed is 0.473 cm (± 0.069) long and 0.321 cm wide (± 0.042) on average, and its mass is 0.009 g (± 0.004). It has a papyraceous, friable involucre and is involved by a dry, lignified structure of yellowish color (Fig. 1c) that resembles the dry endocarp of *Esenbeckia febrifuga* described by Beltrati (1991). The micropyle is conspicuous (Fig. 1a-b), is 0.14 cm (± 0.028) long and 0.14 cm (± 0.036) wide, and is located at the hilum base. The hilum is oblong-ovate, and contrasts by showing a lighter coloration in relation to the integument (Fig. 1a-b), and is 0.22 cm (± 0.049) long and 0.11 cm (± 0.038) wide. The embryo is creamy-yellow and achlorophyllous (Fig. 1d). It is axial, straight, with narrow embryonic axis and two plano-convex, fleshy cotyledons. It is 0.46 cm (± 0.021) long, 0.27 cm (± 0.076) wide and its mass is 0.006 g (± 0.001). The fruit has 3 to 5 locules (Fig. 1e-f). Literature data do not present this variability; only 4 locules are mentioned for the species (Cowan & Smith 1973).

Some characteristics presented for *R. echinata* have already been mentioned for the Rutaceae family, such as seeds without endosperm and straight, achlorophyllous embryo (Watson & Dallwitz 1992). The shapes of the seeds of *R. echinata* have already been found in other Rutaceae species, such as *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Silva & Paoli 2000) and *Citrus reticulata* L. (Coelho *et al.* 2001). The dimensions of the seeds of *R. echinata*, compared with other Rutaceae species, present some similarities with *Z. rhoifolium* (0.3 cm \times 0.3 cm) (Silva & Paoli 2000) and *Dicryoloma vandellianum* Juss seeds (0.5 cm \times 0.3 cm) (Silva & Paoli 2006b); yet, they are relatively smaller than the seeds of *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (1.1 cm \times 0.26 cm) (Silva & Paoli 2006a), *Esenbeckia grandiflora* Mart. (1 cm \times 0.5 cm) (Silva & Paoli 2006c), *P. pennatifolius* (0.836 cm \times 0.488 cm) (Souza *et al.* 2005) and *C. reticulata* (1.33 cm \times 0.52 cm) (Coelho *et al.* 2001). The coloration of *R. echinata* seeds (dark brown to copper) is common among species of the family Rutaceae, which also presents dark coloration (brown or black), such as *Z. rhoifolium* (Silva & Paoli 2000), *B. riedelianum* (Silva & Paoli 2006a), *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c) and *P. pennatifolius* (Souza *et al.* 2005), or copper, such as *D. vandellianum* (Silva & Paoli 2006b) (Tab. 1).

Exarillate seeds were also mentioned for *B. riedelianum* (Silva & Paoli 2006a), *D. vandellianum* (Silva & Paoli 2006b), *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c) and *Z. rhoifolium* (Silva & Paoli 2000).

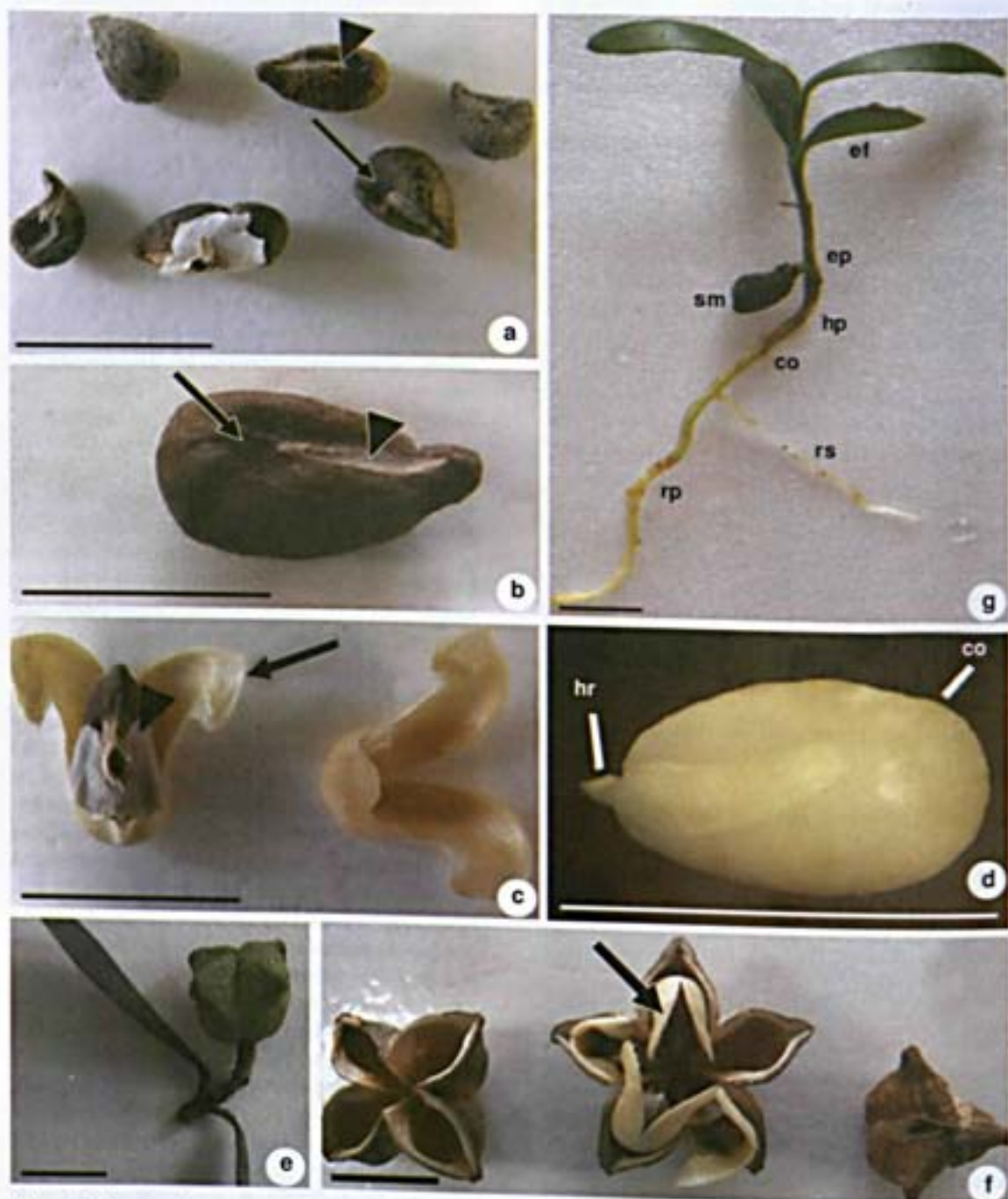


Figure 1 – Fruits and seeds of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan – a. seeds, conspicuous micropyle (arrow) and the hilum in contrast to the integument (head arrow); b. seed, micropyle (arrow) and hilum (head arrow); c. seed involved by the friable wrapper (head arrow) and structure like an endocarp (arrow); d. embryo, cotyledons (co), hypocotyl-radicule axis (hr); e. fruit 4-locular; f. fruits with the 4, 5 and 3-locular, in left to the right, respectively. Look the process of dehiscence and the seeds involved by the structure like an endocarp in the fruit 5-locular (arrow); g. seedling, primary root (rp); secondary root (rs); collar (co); hypocotyls (hp); seed – integument and cotyledons (sm); epicotyls (ep); eophyll (ef). Bar = a, c, e-g 1 cm; b, d 0.5 cm.

Table 1 – Characteristic of the seeds of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan in comparison with others Rutaceae species cited in literature.

	Exalbuminous	Exarillate	Ovoid	Dark brown to copper colored	Friable involucre	Hilum with different color from the integument	Conspicuous micropyle	Fleshy cotyledons
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl. (Silva & Paoli 2006a)	absent	present	absent	present	present	absent	absent	present
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart. (Silva & Paoli 2006c)	present	present	absent	present	present	present	absent	present
<i>Dictyoloma vandellianum</i> Juss. (Silva & Paoli 2006b)	absent	present	absent	present	absent	absent	absent	present
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem. (Souza <i>et al.</i> 2005)	absent	absent	absent	present	absent	present	absent	present
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. (Silva & Paoli 2000)	absent	present	present	present	absent	present	absent	absent
<i>Citrus reticulata</i> L. (Coelho <i>et al.</i> 2001)	absent	absent	present	absent	absent	absent	not mentioned	not mentioned

Exalbuminous seeds were also found in *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c) (Tab. 1).

A friable involucre was also observed in *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c) and *B. riedelianum* (Silva & Paoli 2006a) (Tab. 1). The different coloration of the hilum in relation to the integument is also present in *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c), *Z. rhoifolium* (Silva & Paoli 2000) and *P. pennatifolius* (Souza *et al.* 2005). Conspicuous micropyle was not described in literature for any Rutaceae species (Tab. 1).

Axial embryo is also present in *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c), *Z. rhoifolium* (Silva & Paoli 2000), *B. riedelianum* (Silva & Paoli 2006a), *D. vandellianum* (Silva & Paoli 2006b) and *C. reticulata* (Coelho *et al.* 2001) (Tab. 1). Fleshy cotyledons were mentioned for *E. grandiflora* (Silva & Paoli 2006c), *B. riedelianum* (Silva & Paoli 2006a), *D. vandellianum* (Silva & Paoli 2006b) and *P. pennatifolius* (Souza *et al.* 2005) (Tab. 1).

The *R. echinata* seed has an ability to float in the water, since the average value obtained for seed density was 0.457 g/cm³, which is below the water density value (1 g/cm³). Kubitzki & Ziburski (1994), while studying trees from the Amazonian floodplain forests, observed the strong relation between these trees and seed dispersal by hydrochory, since the seeds were able to float, due to the presence of specialized tissues and other attributes, and would fruit precisely during the flood season. The transport of seeds by river water contributes to condense and expand plant biomass in the riparian environments (Ab'Saber 2000). Besides that, a structure resembling a dry endocarp appears to aid seed dispersal. In laboratory, the ejection of seeds attached to these structures was observed, falling approximately 1 m distant from the fruits in the dehiscence process (Fig. 1f). This ejection may be important for the seeds to reach the rivers, so they can be dispersed. In the Rutaceae, Beltrati (1991) mentions, for the fruit of *Esenbeckia febrifuga* (St. Hil.) Juss. ex Mart., the presence of a dry and lignified endocarp, which participates in the ejection of the seeds, and Souza *et al.* (2005) also mentions the liberation of the endocarp together with the seed for *Pilocarpus pennatifolius* Lem.

According to the analyses of germination characteristics of the *R. echinata* seed, it was noted that root emission occurred with the breaking of the sharper end (apical) of the seed, and could be observed about 10 days after the sowing, in the three situations tested. From 100 seeds placed to germinate

under light and on moistened paper, 76% germinated. With regard to the seeds placed to germinate submerged, 12 of the 30 seeds (40%) germinated. The seeds were probably indifferent to light for germination, which also occurred in the dark. Of the 30 seeds placed to germinate in the dark, 16 (=53%) germinated. However, more studies are necessary in order to better determine a possible influence of light on the germination of *R. echinata* seeds.

Species that germinate in water may present a strategy similar to the one mentioned by Rodrigues & Shepherd (2000) for the species that disperse their seeds during the post-flood period, and by Crawford & Braendle (1996), for annual species: gain time for establishment and development of the young individuals in the area until the next rainy season. Yet, *Himatanthus siccuba* (Spruce) Woodson (Apocynaceae) seeds, species from the riparian Amazon forest, germinated less when submerged (Ferreira *et al.* 2006). According to Blom & Voesenek (1996), some species may cease to grow when submerged, while others may maintain or even increase biomass production. Furthermore, according to Crawford & Braendle (1996), many plants present morphological (aerenchyma) and physiological (hormonal and enzymatic controls and alternative metabolic pathways) adaptations, and also life strategies (annual plants, for example) for wetland environments, being tolerant to anoxia or hypoxia. Besides that, according to those authors, small-sized seedlings present a certain advantage in environments that undergo temporary flooding, since the root system is in close proximity to the leaf base, and therefore the distance for oxygen diffusion from the branches to the roots is small.

The germination of the seed independent of the presence or absence of light, on the other hand, is may be due to the fact that the luminosity at the riparian band may vary according to the characteristics of the river channel and the route of the river, and also the physiognomy of the surrounding vegetation (Durigan *et al.* 2000). Besides that, according to Baskin & Baskin (2000), many species may germinate both in the presence and in the absence of light, and there are many factors that can lead a species to germinate in the dark or in the light, such as temperature, seasonality and ambient humidity.

The species studied here achieves the seedling stage about 20 days after sowing. In riparian forest environments, the species which are

able to establish faster may be favored (Rodrigues & Shepherd 2000). However, of the 50 germinated seeds transferred to plastic trays, only 10 became seedlings. Riparian Forest environments have characteristic environmental traits (Durigan *et al.* 2000; Rodrigues & Shepherd 2000). *R. echinata* seedlings, typical of riparian forests, were developed in a laboratory, without specific luminosity, temperature and humidity control. According to Felfili *et al.* (1999), factors such as light, water, temperature and edaphic conditions are some of the environmental elements that contribute to the development of the plants, and therefore could influence the results above.

The overall aspect of the *R. echinata* seedling is seen in Figure 1g, where the presence of the pivoting primary root is observed, with a light brown coloration and non-tuberous. The primary root has one to five ramifications. The secondary roots are yellowish-white, about 1.3 cm (± 0.81) long and 0.138 cm (± 0.019) wide. The root collar has the same coloration as the primary root and is thicker. It is 0.112 cm (± 0.021) wide. The hypocotyl, initially, is semi-bent, and then aligns with the root. It is about 0.158 cm (± 0.031) wide and it is cylindrical, short, puffed, green, glabrous and straight next to the root collar. The epicotyl presents scales, is cylindrical and has a green coloration, with average values of 0.591 cm (± 0.164) long a 0.107 cm (± 0.032) wide. The total length of the seedling, from the root to the apex is about 2.96 cm (± 0.969), and the hypogeal portion length (primary root, root collar and hypocotyl) is about 1.27 cm (± 0.611).

Although not shown in detail in Figure 1g, the eophylls is 1.6 cm (± 0.541) long and 0.436 cm (± 0.14) wide. It presents a greenish color, is simple, glabrous, with no apparent glands, slightly coriaceous, oblanceolate-obovate, round apex (retuse), sharp base (cuneate), entire edge, pinnate venation with a simple primary veining leading to not-so-apparent secondary veining, simple petiole, with opposite phyllotaxis. According to the analyses of Arioli *et al.* (2008), the adult individuals of *R. echinata* presented leaves with simple leaf fronds, with oblanceolate obovate shape, usually retuse apex and cuneate base. Thus, the characteristics of the eophylls are apparently not different from those of the adult leaves.

The *R. echinata* seedling does not show the cotyledons; they are kept inside the integument and under the soil, and so could be classified as

reserve cotyledons, and the seedling as crypto-hypogean-reserve, based on Garwood's classification (1996).

Crypto-hypogean-reserve seedlings are common in Rutaceae (Watson & Dallwitz 1992). *C. reticulata* also keeps the cotyledons under the soil (Coelho *et al.* 2001). Being a crypto-hypogean-reserve can be advantageous, as it potentially reduces the risk of lethal damage to the aerial part of the seedling (Garwood 1996), since the integument of the seed can work as a protective barrier (Ressel *et al.* 2004). Crypto-hypogean-reserve seedlings are usually bigger than other seedlings which do not present this characteristic (Ressel *et al.* 2004). Thus, this characteristic of the seedling is very important for its initial establishment. However, there are species which present the very same model for germination and are different when it comes to the biomass allocation aspect, for they populate different environments, thus developing a larger root or stem according to the light and water requirements for the environment (Ressel *et al.* 2004).

The species that present the crypto-hypogean-reserve characteristic are usually climax species or belong to adverse environments (Ressel *et al.* 2004; Jacomassi *et al.* 2007), such as those with little light (Kitajima 1996; Ressel *et al.* 2004) or periodically flooded (Ressel *et al.* 2004). This characteristic makes it possible for the seedlings to be initially self-sufficient until environment conditions change, which makes these adverse environments not barriers to be overcome, but niches to be colonized (Ressel *et al.* 2004).

Many flood-resistant plants are capable of developing a survival mechanism for long floods. Those adaptations are based on rapid changes in the physiological processes, and even in morphological and anatomical features (Blom & Voesenek 1996). Arioli *et al.* (2008), analyzing the *R. echinata* leaf, mention the presence of some characteristics that make survival possible in extremely adverse conditions, common to riparian forest environments, such as crystals of calcium phosphate, distributed in idioblasts at the mesophyll, which would act as a reserve for vital physiological processes during floods, and suberin depository on the internal periclinal and anticlinal walls of the epidermal cells, which must play an important role in waterproofing, isolating the more internal tissues during river floods. In perennial species of wetland environments, such as *R. echinata*, the height,

density, and distance between the tissues and the oxygen source are important factors to supplement this resource to the plant organs subject to hypoxia or anoxia (Crawford & Braendle 1996). According to Crawford & Braendle (1996), such adaptations are still sensitive to environmental changes arising from climate, land use and pollution. However, the relation between special morphological features of the rheophytes and the occupation of their respective environments is still not fully understood (Rodrigues & Tozzi 2007). Thus, further studies on ecophysiological strategies used by rheophytic plants to occupy these environments are required to support the preservation of environments and flora.

Acknowledgments

We would like to thank the researchers of Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Marli Pires Morim and José Fernando Andrade Baumgratz, for contributing to the identification of the morphological structures of the species *R. echinata*.

References

- Ab'saber, A.N. 2000. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP; FAPESP, São Paulo. Pp. 15-25.
- Arioli, T.; Voltolini, C.H. & Santos, M. 2008. Morfoanatomia foliar da reófito *Raulinoa echinata* R.S. Cowan – Rutaceae. Acta Botanica Brasilica 22: 723-732.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2000. Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego. Pp. 13-16.
- Battilani, J.L.; Santiago, E.F. & Souza, A.L.T. 2006. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae). Acta Botanica Brasilica 20: 581-589.
- Beltrati, C.M. 1991. Estudo morfo-anatômico das sementes e plântulas de *Esenbeckia febrifuga* (St. Hill.) A. Juss. ex Mart. (Rutaceae). Naturalia 16: 161-169.
- Bertol, I.; Almeida, J.A.; Almeida, E.X. & Kurtz, C. 2000. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-efante-anão CV. MOTT. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35: 1047-1054.
- Biavatti, M.W.; Albuquerque, S.; Vieira, P.C.; Silva, M.F.G.F.; Fernandes, J.B. 2002. Triterpenoid constituents of *Raulinoa echinata*. Journal of the Natural Products 65: 562-565.
- Blom, C.W.P.M. & Voisenek, L.A.C.J. 1996. Flooding: the survival strategies of plants. Tree 11: 290-295.
- Chase, M.W.; Morton, C.M. & Kallunki, J.A. 1999. Phylogenetic relationships of Rutaceae: a cladistic analysis of the subfamilies using evidence from RBC and ATP sequence variation. American Journal of Botany 86: 1191-1199.
- Coelho, R.I.; Lopes, J.C.; Groth, H.D. & Souza, N.A. 2001. Caracterização morfológica da planta, frutos, sementes e plântulas de tangerina (*Citrus reticulata* L.) de ocorrência natural no sul do estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Sementes 23: 294-301.
- Costa, A.M.; Gobbi, E.L.; Demuner, V.G. & Hebling, S.A. 2006. O efeito da inundação do solo sobre o crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake, guapuruvu. Disponível em <www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/08_Greg%25C3%25B3rioTAetal_9198.pdf>. Acesso em 26 jul 2010.
- Cowan R.S. & Smith L.B. 1973. Rutáceas. In: Reitz, R. (ed.). Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. Pp. 48-51.
- Crawford, R.M.M. & Braendle, R. 1996. Oxygen deprivation stress in a changing environment. Journal of Experimental Botany 47: 145-159.
- Durigan, G.; Rodrigues, R.R. & Shiavini, I. 2000. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP; FAPESP, São Paulo. Pp. 159-168.
- Felfili, J.M.; Hilgert, L.F.; Franco, A.C.; Sousa-Silva, J.C.; Resende, A.V. & Nogueira, M.V.P. 1999. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. Revista Brasileira de Botânica 22: 297-301.
- Ferreira, C.S.; Piedade, M.T.F. & Bonates, L.C. 2006. Germinação de sementes e sobrevivência de plântulas de *Himatanthus sukuuba* (Spruce) Wood. em resposta ao alagamento, nas várzeas da Amazônia Central. Acta Amazônica 36: 413-418.
- Ferreira, R.A. & Cunha, M.C.L. 2000. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiiba* (Mart.) Bur.) – Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) – Apocynaceae. Revista Brasileira de Sementes 22: 134-143.
- Garwood, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M.D. (ed.). The ecology of tropical forest tree seedlings. UNESCO/Parthenon Publishing. Paris. Pp. 59-129.
- Jacomassi, E.; Moscheta, L.S. & Machado, S.R. 2007. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). Acta Botanica Brasilica 21: 575-597.
- Kubitzki, K. & Ziburski, A. 1994. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. Biotropica 26: 30-43.

- Kitajima, K. 1996. Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedlings. In: Swaine, M.D. (ed.). The ecology of tropical forest tree seedlings. UNESCO; Parthenon Publishing, Paris. Pp. 193-210.
- Machado, C.A.; Oliveira, P.L. & Mentz, L.A. 2006. SEM observations on seeds of some herbaceous *Phyllanthus* L. species (Phyllanthaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16:31-34.
- Martins, C.C.; Nakagawa, J. & Bovi, M.L.A. 1999. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes – Palmae). *Revista Brasileira de Sementes* 21: 164-173.
- Matheus, M.T. & Lopes, J.C. 2007. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. *Revista Brasileira de Sementes* 29: 8-17.
- Melo, M.F.F.; Macedo, S.T. & Daly, D.C. 2007. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium* Burm. f. (Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21: 503-520.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. Instrução normativa de setembro de 2008. Anexo I: Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em <www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf>. Acesso em 26 jul 2010.
- Mourão, K.S.M.; Dias-Pinto, D.; Souza, L.A. & Moscheta, I.S. 2002. Morfo-anatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw. (Meliaceae). *Acta Scientiarum Maringá* 24: 601-610.
- Ressel, K.; Guilherme, F.A.G.; Schiavini, I. & Oliveira, P.E. 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 311-323.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A. G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP; FAPESP, São Paulo. Pp. 45-72.
- Rodrigues, R.R. & Shepherd, G.J. 2000. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP; FAPESP, São Paulo. Pp. 101-108.
- Rodrigues, R.S. & Tozzi, A.M.G.A. 2007. Morfologia de plântulas no clado *Vatairea* (Leguminosae, Papilionoideae). *Rodriguésia* 58: 221-229.
- Silva, L.L. & Paoli, A.A.S. 2000. Caracterização morfo-anatômica da semente de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. - Rutaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 22: 250-256.
- Silva, L.L. & Paoli, A.A. S. 2006a. Morfologia e anatomia da semente de *Balfourodendron riedellianum* (ENGLER) ENGLER – Rutaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 28: 16-20.
- Silva, L.L. & Paoli, A.A.S. 2006b. Morfologia e anatomia da semente de *Dicryoloma vandellianum* Adr. Juss. (Rutaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 28: 116-120.
- Silva, L.L. & Paoli, A.A.S. 2006c. Morfologia e anatomia da semente de *Esenbeckia grandiflora* MART. (Rutaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 28: 01-06.
- Souza, A.; Mourão, K.S.M. & Souza, L.A. 2005. Morfologia e anatomia do fruto e da semente em desenvolvimento de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 28: 745-754.
- Thorne, R.F. 1992. An updated phylogenetic classification of the flowering plants. *Aliso* 13: 365-389.
- Watson, L. & Dallwitz, M.J. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Disponível em <<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/delta/angios/www/rutaceae.htm>>. Acesso em 8 mar 2009.



O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil

The genus Inga (Leguminosae-Mimosoideae) in the Urucu Petroleum Province, Coari, Amazonas, Brazil

Julio dos Santos de Sousa^{1,2}, Maria de Nazaré do Carmo Bastos²
& Ely Simone Cajueiro Gurgel²

Resumo

Este trabalho trata do estudo taxonômico de *Inga* Mill. da Província Petrolífera de Urucu, Coari-AM. O gênero está representado na área por nove táxons, distribuídos em cinco seções: *Pseudinga* Benth., composta por *Inga nobilis* Willd. subsp. *nobilis* e *Inga stenoptera* Benth.; *Bourgonia* Benth., por *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Inga alba* (Sw.) Willd. e *Inga pezizifera* Benth.; *Longiflorae* (Benth.) T.D. Penn., por *Inga rubiginosa* (Rich.) DC. e *Inga calantha* Ducke; *Inga* e *Leptinga* Benth., respectivamente, por *Inga edulis* Mart. e *Inga heterophylla* Willd. São apresentadas chave de identificação, descrições e ilustrações dos táxons, bem como dados adicionais sobre distribuição geográfica, comentários e hábitat dos mesmos.

Palavras-chave: *Inga*, Amazônia, florística, morfologia, taxonomia.

Abstract

This study deals with the taxonomic treatment of *Inga* Mill. from Urucu Petroleum Province, Coari-AM. The genus is represented by nine taxa, distributed in five sections: *Pseudinga* Benth., composed by *Inga nobilis* Willd. subsp. *nobilis* and *Inga stenoptera* Benth.; *Bourgonia* Benth., by *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Inga alba* (Sw.) Willd. and *Inga pezizifera* Benth.; *Longiflorae* (Benth.) T.D. Penn., by *Inga rubiginosa* (Rich.) DC. and *Inga calantha* Ducke; *Inga* and *Leptinga* Benth., respectively, by *Inga edulis* Mart. and *Inga heterophylla* Willd. Are given identification key, descriptions, and illustrations of the taxa, as well as data concerning geographical distribution, additional comments and habitat of the taxa.

Key words: *Inga*, Amazonia, floristics, morphology, taxonomy.

Introdução

Inga Mill. pertence a Leguminosae-Mimosoideae, tribo Ingeae e compreende cerca de 300 espécies (Sousa 2009). Destas, 140 são referidas para o Brasil, com 93 na região fitogeográfica do litoral brasileiro (Mata & Félix 2007). O nome do gênero é derivado do Tupi-Guarani, vernacularmente conhecido como ingá (Lewis *et al.* 2005).

Trata-se de um gênero exclusivamente neotropical, com sete principais áreas de distribuição, das quais o litoral, o interior do Brasil, o sudeste da América Central e o oeste da América do Sul, constituem os principais centros de diversidade do gênero (Pennington 1997; Mata & Felix 2007).

Inga caracteriza-se basicamente por apresentar folhas paripenadas, com nectário na raque foliar, localizado entre cada par de folíolo e legume, com

sementes envolvidas por sarcotesta carnosa e adocicada (Bentham 1876). Apresenta potencial econômico no reflorestamento, fitoterapia, produção de energia e alimentação (Pritchard *et al.* 1995; Bilia 2003; Caramori *et al.* 2008).

De acordo com Richardson *et al.* (2001), sinapomorfias moleculares e a presença da sarcotesta (característica esta única em Mimosoideae) sustentam *Inga* como monofilético.

Apesar de ser um grupo bastante representado na região amazônica, ainda são poucos os trabalhos com ênfase no Amazonas, principalmente em uma área de clareiras naturais e antrópica como a Base Petrolífera de Urucu, o que levou a realização deste estudo, o qual objetivou tratar taxonomicamente as espécies de *Inga* Mill. e contribuir para o conhecimento da flora no estado.

¹Autor para correspondência: jsousa27@yahoo.com.br

²Museu Paraense Emílio Goeldi, MCT, Campus de Pesquisa, Coord. Botânica, Av. Perimetral 1901, Terra Firme, 66017-970, Belém, PA.

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), comumente chamada de Base Petrolífera de Urucu (4°30' S e 64°30' W), a 653 km em linha reta de Manaus, na bacia do Rio Urucu, afluyente da margem direita do Rio Solimões, caracterizada por uma vegetação de floresta alta e densa de terra firme, no município de Coari, no estado do Amazonas (Lima *et al.* 2008).

O material botânico foi coletado nas clareiras da Base Petrolífera de Urucu nos anos de 2005-2009 e incorporado nos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil (IAN). Para a coleta, preservação e herborização dos espécimes foram adotadas as recomendações técnicas propostas por Fidalgo & Bononi (1984). A terminologia utilizada para as estruturas morfológicas está baseada nos trabalhos de León (1966), Sousa (1993), Pennington (1997), Garcia (1998) e Sousa (2009). A identificação dos táxons foi realizada por comparação com o material herborizado e certificado por especialistas, análise dos tipos, quando disponíveis, chaves analíticas, diagnoses e descrições existentes na literatura. As ilustrações foram feitas com o auxílio de um estereomicroscópio ZEISS, acoplado à câmara clara, em diversas escalas de aumento, utilizando-se a técnica de nanquim, sobre papel vegetal, à mão livre.

Neste trabalho, são acatadas as considerações de Lewis *et al.* (2005), que mantêm Leguminosae como uma única família, dividida em três subfamílias.

Resultados e Discussão

Inga Mill.

Árvores até 25 m de alt. Ramos cilíndricos, semicilíndricos ou angulosos. Estípulas presentes.

Pecíolo e raque alados ou não. Nectário foliar entre cada par de folíolos, sésseis ou estipitados. Folhas compostas, alternas, paripinadas e com 1-6 jugas. Inflorescências axilares, racemosas, espiciformes ou umbeliformes. Brácteas persistentes ou caducas. Flores pentâmeras, actinomorfas, andróginas, gamossépalas, gamopétalas; estames 28-100, monadelfos; anteras bitecas; ovário unicarpelar, com 16-30 óvulos. Legume típico ou nucóide ou folículo, reto, curvado ou torcido, coriáceos a lenhosos, glabros, hispídeos, puberulentos ou velutinos. Sementes elipsóides, oblongas ou obovadas, lisas a rugosas, envolvidas por sarcotesta carnosa e adocicada.

Inga é o gênero mais representativo da tribo Ingeae, com ca. 300 espécies, distribuídas em 14 seções (Pennington 1997). Destas, 140 espécies foram registradas para o Brasil (Mata & Felix 2007), cuja ocorrência é notada em todos os estados, sendo 75 essencialmente Amazônicas (Lewis 2005), com a bacia amazônica constituindo seu maior centro de diversidade (Ducke 1949). Possui distribuição exclusivamente neotropical, de um extremo ao outro da zona tropical úmida, desde 24°N, no México, até 34°S, no Uruguai, com representantes nas Antilhas Maiores e Menores (Pennington 1997).

Na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, *Inga* está representado por oito espécies e uma subespécie, distribuídas em cinco seções: *Pseudinga* Benth., composta por *I. nobilis* Willd. subsp. *nobilis* e *I. stenoptera* Benth.; *Bourgonia* Benth., por *I. laurina* (Sw.) Willd., *I. alba* (Sw.) Willd. e *I. pezizifera* Benth.; *Longiflorae* (Benth.) T.D. Penn., por *I. rubiginosa* (Rich.) DC. e *I. calantha* Ducke; *Inga* e *Leptinga* Benth., respectivamente, por *I. edulis* Mart. e *I. heterophylla* Willd.

Chave para identificação dos táxons

1. Raque alada.
 2. Ramos velutinos; estípulas ovais, velutinas; folíolos velutinos; tubo estaminal 4,7-6 cm compr.; fruto densamente hispido 2. *I. calantha*
 - 2'. Ramos glabros a tomentosos; estípulas lanceoladas ou oblongas, glabras a pubescentes; folíolos glabros ou puberulentos; tubo estaminal 0,4-2 cm compr.; fruto glabro ou esparsamente tomentoso.
 3. Pecíolos alados somente no ápice; nectários foliares estipitados até 1 mm compr.; folíolos com ápice acuminado; inflorescências umbeliformes; flores pediceladas; legume nucóide 4. *I. heterophylla*
 - 3'. Pecíolos não alados ou alados em toda a extensão; nectários foliares sésseis; folíolos com ápice agudo, obtuso, cuspidado ou atenuado; inflorescências espiciformes; flores sésseis; legume ou folículo.

4. Brácteas ovais; fruto estipitado.
5. Nectários foliares reniformes; folhas 4–6 jugas; folíolos discolors, puberulentos, base arredondada, truncada ou assimétrica; cálice tubular; corola com lobos seríceo-vilosos; ovário oblongo; estigma cupuliforme; folículo 30–180 cm compr., com nervações longitudinais, profundamente sulcado, esparsamente tomentoso, margens lobadas 3. *I. edulis*
- 5'. Nectários foliares cupuliformes; folhas 2–3 jugas; folíolos concolores, glabros, base aguda; cálice cupuliforme; corola com lobos puberulentos; ovário elipsóide; estigma globoso; legume 3,7–15,2 cm compr., com nervações transversais, não sulcado, glabro, margens onduladas
..... 5. *I. laurina*
- 4'. Brácteas espatuladas ou elípticas; fruto não estipitado.
6. Estípulas lanceoladas, esparsamente pubescentes, persistentes; nectários foliares cupuliformes; folhas 2–3 jugas; folíolos concolores, nervuras secundárias 9–12 pares; brácteas elípticas, persistentes; cálice tubular; corola com lobos seríceos a vilosos; estigma cupular; fruto não apiculado 9. *I. stenoptera*
- 6'. Estípulas oblongas, puberulentas, caducas; nectários foliares pateliformes ou ciatiformes; folhas 3–6 jugas, folíolos discolors, nervuras secundárias 5–9 pares; brácteas espatuladas, caducas; cálice cupuliforme; corola com lobos puberulentos; estigma globoso; fruto apiculado 1. *I. alba*
- 1'. Raque não alada.
7. Ramos puberulentos; estípulas oblongas a lanceoladas; nectários foliares cupuliformes; inflorescências racemosas; flores pediceladas; cálice 1–2,5 mm compr.; tubo estaminal igualando a corola; estigma globoso; fruto não apiculado 7. *I. peziifera*
- 7'. Ramos tomentosos ou velutinos; estípulas elípticas ou ovais; nectários foliares pateliformes; inflorescências espiciformes; flores sésseis; cálice 3–7 mm compr.; tubo estaminal incluso ou exserto; estigma expandido; fruto apiculado.
8. Ramos tomentosos; estípulas elípticas, pubescentes, persistentes; folíolos coriáceos, concolores, glabros a esparsamente pubescentes; brácteas espatuladas, tomentosas, persistentes; cálice e corola infundibuliformes; estames 38–60; óvulos 12–16; legume nucóide, puberulento, ápice obtuso ou arredondado; sementes oblongóides 6. *I. nobilis* subsp. *nobilis*
- 8'. Ramos velutinos; estípulas ovais, velutinas, caducas; folíolos cartáceos, discolors, velutinos; brácteas ovais, velutinas, caducas; cálice cupuliforme e corola tubular; estames 60–90; óvulos 22–26; legume, velutino, ápice agudo; sementes elipsóides 8. *I. rubiginosa*

***I. Inga alba* (Sw.) Willd., Sp. Pl. 4: 1013. 1806.**

Fig. 1

Árvore até 13 m de alt. Ramos cilíndricos, puberulentos. Estípulas 2–5 mm compr., oblongas, puberulentas, caducas. Pecíolos 0,6–3 cm compr., semicilíndricos, não alados, puberulentos. Nectários foliares 1–2 mm diâm., pateliformes ou ciatiformes, sésseis. Raque 2,5–8,7 cm compr., canaliculada ou plana, alada (ala, 2–3 mm larg.), puberulenta. Folhas 3–6 jugas; folíolos 2–12 × 1–5,5 cm, cartáceos, discolors, glabros a ligeiramente puberulentos, elípticos a lanceolados, ápice agudo ou atenuado, base aguda a obtusa, venação eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 5–9 pares, ascendentes. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 0,3–2 cm compr., planos a cilíndricos, puberulentos; brácteas 0,5–1,5 mm compr., espatuladas, puberulentas, caducas. Flores sésseis; cálice 0,7–1,5 mm compr., cupuliforme, lobos puberulentos; corola 2–4,5 mm compr.,

infundibuliforme, lobos puberulentos; tubo estaminal 6–9 mm compr., longamente exserto, estames 28–42, porção livre dos filetes 4–6 mm compr.; ovário 1–2 mm compr., elipsóide, glabro; estilete filiforme, igualando ou excedendo os estames; estigma globoso; óvulos 16–18. Legume 8–22 × 1,3–2 × 0,4–0,6 cm, reto ou curvado, convexo, castanho, com nervações reticulares proeminentes, não sulcado, coriáceo, glabro, ápice arredondado, base aguda, margens espessas e onduladas, apiculado, não estipitado. Sementes 0,7–1,2 × 0,5–0,7 cm, oblongóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coarí, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima ao rio Urucu, 26.I.2007, fr., E.S.C. Gurgel et al. 530 (MG); 23.IX.2008, fl., J.S. Sousa et al. 85 (MG).

Espécies distribuem-se no México, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Bolívia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru e Brasil, ocorrendo nos estados do AP, RR, AM e PA (Sousa

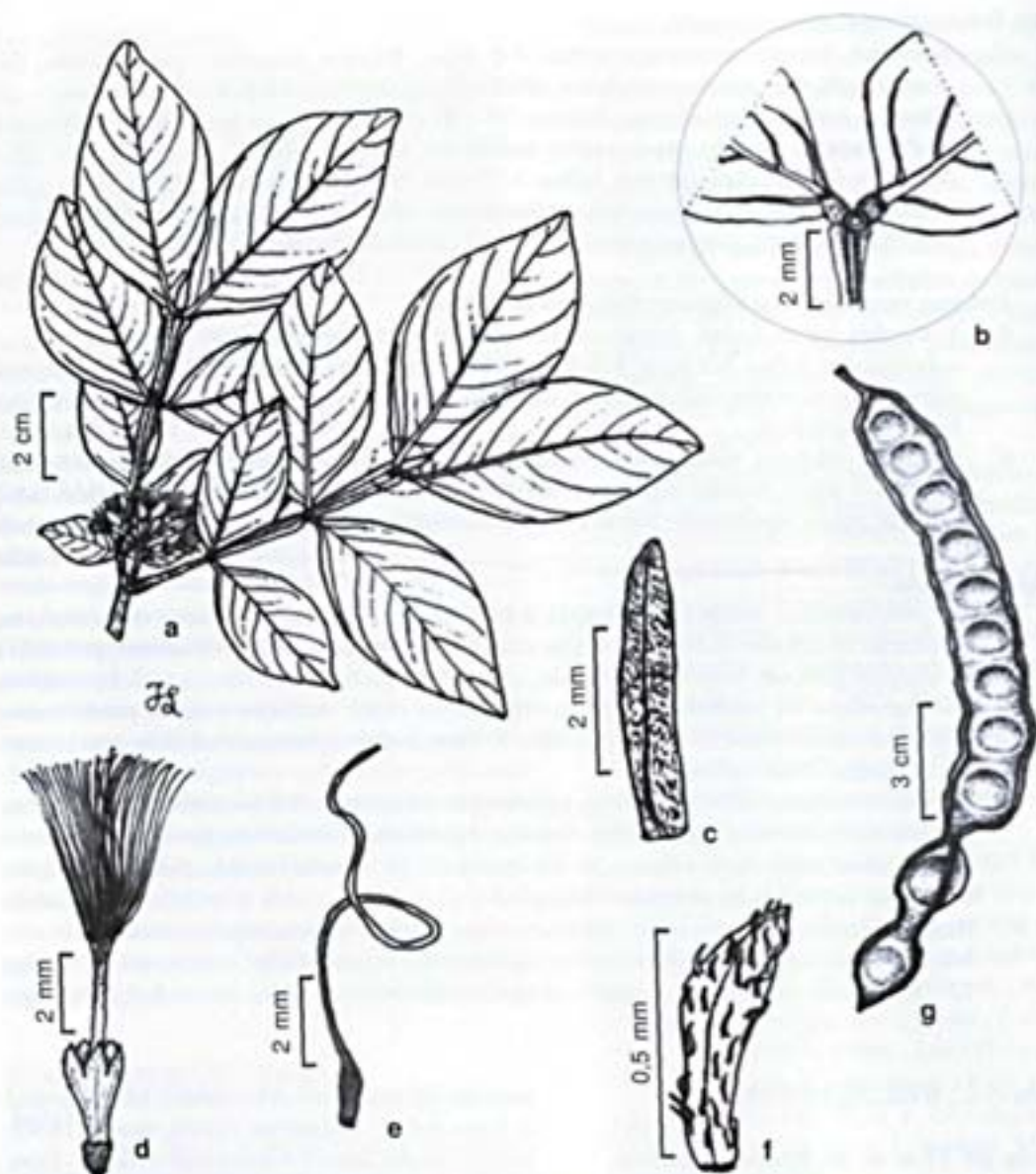


Figura 1 – *Inga alba* (Sw.) Willd. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 1 – *Inga alba* (Sw.) Willd. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

1993), além do AC, RO, MA, CE, GO e DF. Na província petrolífera de Urucu, ocorre nas clareiras da floresta de terra firme e próximas aos rios.

Entre as demais espécies da seção *Bourgonia* Benth. citadas neste trabalho (*I. laurina* e *I. pezizifera*), *I. alba* distingue-se por apresentar nectários foliares pateliformes ou ciatiformes, raque canaliculada ou plana com ala 2–3 mm larg. e tubo estaminal 6–9 mm compr. Nessa seção, a espécie se destaca por ser a única na área, que apresenta folíolos de menores tamanhos (2–12 × 1–5,5 cm), dispostos em 3 a 6 jugas.

2. *Inga calantha* Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 4: 18, 1925. Fig. 2

Árvore até 15 m de alt. Ramos angulosos, velutinos. Estípulas 2–3 mm compr., ovais, velutinas, caducas. Pecíolos 1,1–2 cm compr., cilíndricos, não alados, velutinos. Nectários foliares 0,5–1 mm diâm., cupuliformes, estipitados. Raque 8,5–14 cm compr., cilíndrica, alada (ala 1,4–2,2 cm larg.), velutina. Folhas 3–4 jugas; folíolos 4,4–20 × 2,5–10,5 cm, coriáceos, concolores, velutinos, elípticos ou ovais, ápice atenuado, base arredondada ou assimétrica, venação

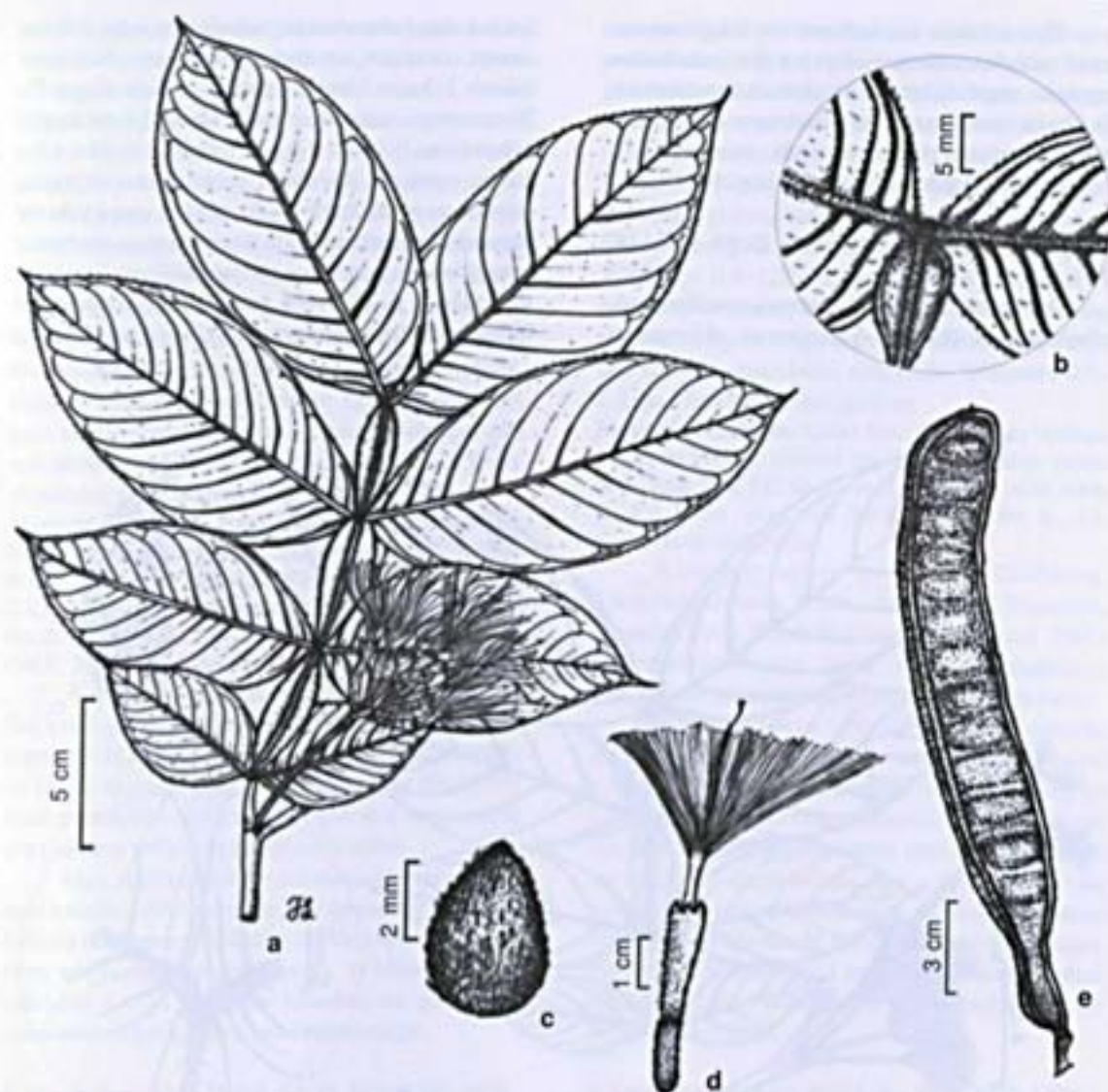


Figura 2 – *Inga calantha* Ducke – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. fruto.

Figure 2 – *Inga calantha* Ducke – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. fruit.

eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 10–13 pares, convergentes e arqueadas. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 4–5 cm compr., cilíndricos, velutinos; brácteas caducas. Flores sésseis; cálice 1,2–1,6 cm compr., tubular, lobos tomentosos; corola 4–5 cm compr., tubular, lobos vilosos; tubo estaminal 4,7–6 cm compr., exserto, estames 60–80, porção livre dos filetes 2,5–4,2 cm compr.; ovário 0,5–1 cm compr., elipsóide, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma funiforme; óvulos 22–30. Legume 9,9–21 × 2,5–3 × 1,1–1,8 cm, reto a curvado, plano a levemente convexo, verde a ferrugíneo, sem nervações transversais, não sulcado,

coriáceo, densamente hispido, ápice arredondado, base aguda a arredondada, margens espessas e lineares, apiculado, estipitado. Sementes 1,5–2 × 0,6–1 cm, oblongóides a elipsóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira em floresta de terra firme, 21.IX.2008, fl., J.S. Sousa et al. 63 (MG); 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 156 (MG); 21.XII.2009, fr., M.M. Félix-da-Silva et al. 608 (MG).

Espécies ocorrem no Brasil, PA, ao longo do Tapajós (Pennington 1997) e também no AM. Na área, a espécie é encontrada em clareiras das florestas de terra firme.

Inga calantha assemelha-se morfológicamente com *I. rubiginosa*, da qual difere por apresentar ramos angulosos, raque alada e nectários foliares cupuliformes. Na área de estudo, a espécie é facilmente identificada por ser a única que possui maior tubo estaminal (4,7–6 cm compr.) e legume densamente hispido.

3. *Inga edulis* Mart., Flora 20 (2): Beibl. 113-114, 1837. Fig. 3

Árvore até 25 m de alt. Ramos semicilíndricos, puberulentos. Estípulas 2–6 mm compr., oblongas ou

lanceoladas, puberulentas, caducas. Pecíolos 2–5 cm compr., cilíndricos, não alados, puberulentos. Nectários foliares 2–3 mm diâm., reniformes, sésseis. Raque 7–20 cm compr., cilíndrica, alada (ala até 1,6 cm larg.), puberulenta. Folhas 4–6 jugas; folíolos 3,8–19 × 1,9–8,9 cm, cartáceos, discolors, puberulentos, elípticos, obovais ou ovais, ápice agudo, obtuso, cuspidado ou atenuado, base arredondada, truncada ou assimétrica, venação eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 6–20 pares, paralelas a convergentes. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos

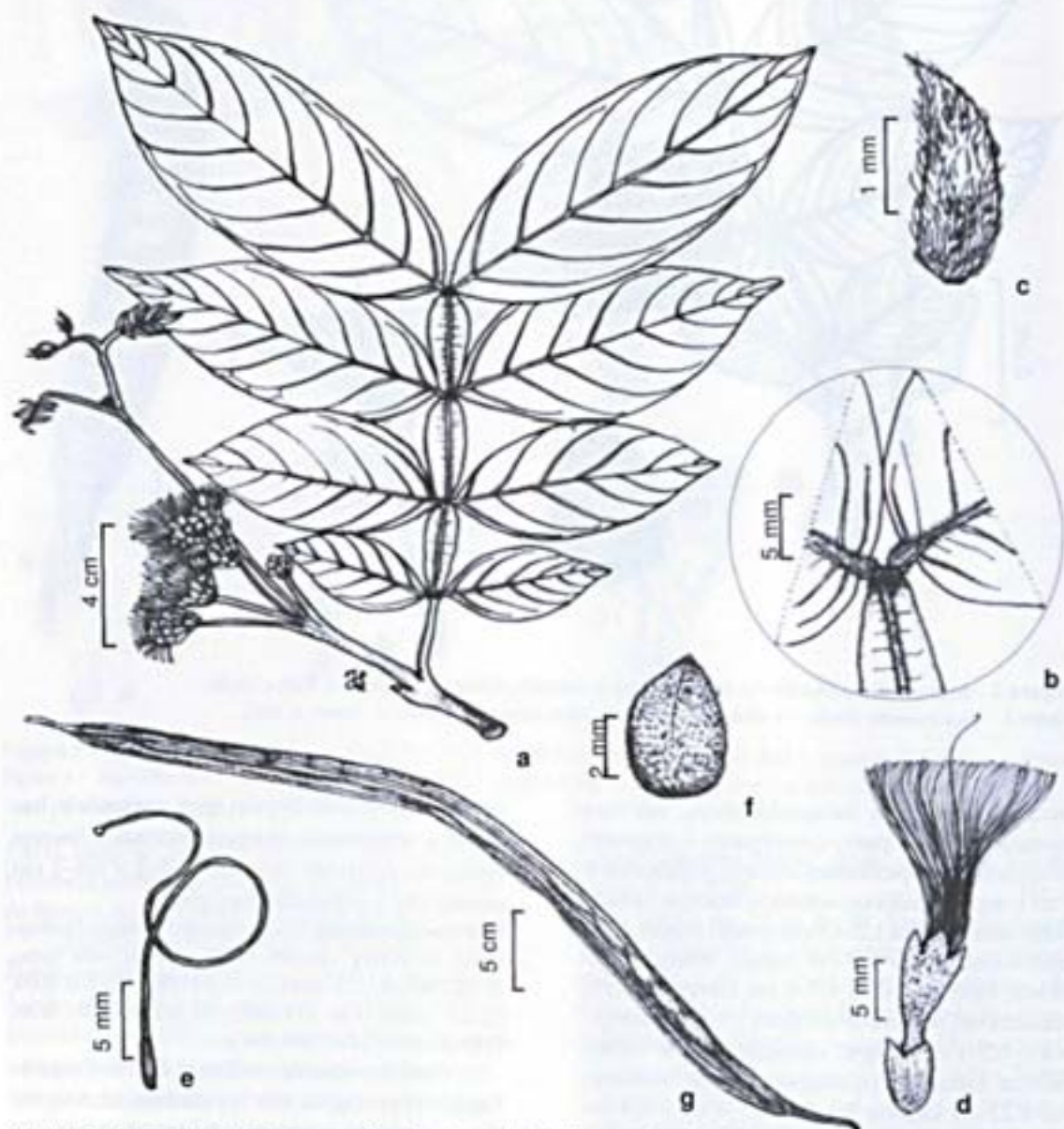


Figura 3 – *Inga edulis* Mart. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 3 – *Inga edulis* Mart. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoeceium; f. bract; g. fruit.

1-5 cm compr., cilíndricos, puberulentos; brácteas 0,3-1 cm compr., ovais, puberulentas, caducas. Flores sésseis; cálice 4-9 mm compr., tubular, lobos puberulentos; corola 0,9-1,9 cm compr., tubular ou infundibuliforme, lobos seríceo-vilosos; tubo estaminal 1-2 cm compr., incluso ou exserto, estames 55-100, porção livre dos filetes 1,5-3 cm compr.; ovário 2-4,5 mm compr., oblongo, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma cupuliforme; óvulos 20-30. Folículo 30-180 × 2-5 cm, reto, curvado ou torcido, convexo, verde a castanho, com nervações longitudinais, profundamente sulcado, coriáceo, esparsamente tomentoso, ápice agudo a rostrado, base arredondada, margens espessas e lobadas, não apiculado, estipitado. Sementes 2-3 × 1-1,5 cm, elipsóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima a capoeira, 20.IX.2008, fl. e fr., J.S. Sousa et al. 55 (MG); 20.XII.2009, fl. e fr., J.S. Sousa et al. 142 (MG); clareira próxima à margem do rio, 20.XII.2009, fl. e fr., M.M. Félix-da-Silva et al. 594 (MG); 20.XII.2009, fl. e fr., S. Maciel et al. 1446 (MG).

A espécie ocorre na Colômbia, América do Sul tropical, leste dos Andes, estendendo-se até o noroeste da Argentina, sendo no Brasil encontrada ao longo da costa atlântica (Pennington 1997). Na base petrolífera de Urucu, a espécie é encontrada em clareiras próximas à capoeiras e rios.

Inga edulis difere-se das demais cogenéricas aqui tratadas, principalmente, por apresentar nectários foliares reniformes, folículos de 30-180 cm compr., com nervações longitudinais, profundamente sulcados e com margens lobadas, os quais são caracteres seguros para sua identificação.

4. *Inga heterophylla* Willd., Sp. Pl. 4(2): 1020. 1806.

Fig. 4

Árvore de até 8 m de alt. Ramos cilíndricos, glabros ou pubescentes. Estípulas 1,5-4 mm compr., lanceoladas, glabras, caducas. Pecíolos 0,3-1,5 cm compr., cilíndricos, canaliculados na face superior, alados somente no ápice, glabros. Nectários foliares 0,5-1 mm diâm., pateliformes, estipitados até 1 mm compr. Raque 1,5-4,5 cm compr., cilíndrica à canaliculada, estreitamente alada (ala até 1 mm larg.), glabra. Folhas 1-4 jugas; folíolos 2-12 × 0,9-5 cm, cartáceos, concolores, glabros, elípticos à elíptico-lanceolados, ápice acuminado, base cuneada ou atenuada, venação eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 6-9 pares, convergente-arqueadas. Inflorescências umbeliformes, axilares; pedúnculos 0,9-5 cm compr., cilíndricos, glabros ou puberulentos; brácteas 0,7-1 mm compr., linear-

espatuladas, puberulentas, caducas. Flores pediceladas; cálice 1-2 mm compr., tubular, lobos glabros a puberulentos; corola 3-7 mm compr., tubular, lobos glabros; tubo estaminal 0,5-1 cm compr., exserto, estames 30-55; porção livre dos filetes 0,8-1 cm compr.; ovário 0,8-2 mm compr., elipsóide, glabro, estilete filiforme, excedendo os estames, estigma globoso. Legume nucóide 7-20 × 1,2-1,5 × 0,9-1,2 cm, reto ou curvado, plano a convexo, castanho, coriáceo, glabro, ápice e base agudos, margem delgada e ondulada, sem nervuras, não sulcado, apiculado, estipitado. Sementes 0,9-1,2 cm, elipsóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira em floresta de terra firme, 19.V.2008, fl., E.S.C. Gurgel et al. 777 (MG); 24.IX.2008, fl., J.S. Sousa et al. 108 (MG); 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 160 (MG).

A espécie ocorre no Panamá, Colômbia, Trinidad, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Equador, Peru, Brasil, Bolívia (Barneby et al. 2001) e Venezuela (Sousa 1993). Na área, a espécie é encontrada nas clareiras da floresta de terra firme.

Segundo Sousa (1993) *Inga heterophylla* possui inflorescências que variam de racemo a umbela, porém nas amostras da base petrolífera de Urucu foram observadas somente inflorescências umbeliformes, que juntamente com o pecíolo alado no ápice são diagnósticos para a identificação da espécie. A espécie relaciona-se morfologicamente com *I. sertulifera*, da qual difere-se pela raque estreitamente alada (até 1 mm larg.) e nectário foliar estipitado (até 1 mm compr.), concordando com Pennington (1997).

5. *Inga laurina* (Sw.) Willd., Sp. Pl. 4: 1018. 1806.

Fig. 5

Árvore até 15 m de alt. Ramos cilíndricos, glabros ou puberulentos. Estípulas 1,5-4 mm compr., lanceoladas, puberulentas ou glabras, caducas. Pecíolos 1-2 cm compr., cilíndricos, não alados, glabros ou puberulentos. Nectários foliares 0,5-2 mm diâm., cupuliformes, sésseis. Raque 2-4 cm compr., cilíndrica, alada (ala, 0,5-2,5 cm larg.), glabra ou puberulenta. Folhas 2-3 jugas; folíolos 6,7-17 × 1,9-7,2 cm, cartáceos, concolores, glabros, elípticos, ápice atenuado, base aguda, venação eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 5-11 pares, convergentes e arqueadas. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 0,5-3 cm compr., cilíndricos, puberulentos; brácteas 1-2 mm compr., ovais, puberulentas, caducas. Flores sésseis; cálice 0,7-2 mm compr., cupuliforme, lobos puberulentos; corola 3-5,5 mm compr.,

infundibuliforme, lobos puberulentos; tubo estaminal 4–6,5 mm compr., exserto, estames 28–60, porção livre dos filetes 5–10 mm compr.; ovário 1,5–2 mm compr., elipsóide, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma globoso; óvulos 10–20. Legume 3,7–15,2 × 1,2–2,5 × 0,3–0,7 cm, reto ou curvado, convexo, castanho, com nervações transversais proeminentes, não sulcado, coriáceo, glabro, ápice e base agudos a obtusos, margens espessas e onduladas, apiculado, estipitado. Sementes 0,8–1,2 × 0,4–0,6 cm, oblongóides a obovóides, rugosas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima ao rio Urucu, 1.VII.2005, fl., E.S.C. Gurgel et al. 346 (MG); 29.I.2007, fr., E.S.C. Gurgel et al. 579 (MG); clareira em capoeira, 16.V.2008,

fl., E.S.C. Gurgel et al. 606 (MG); clareira próxima ao rio Urucu, 23.IX.2008, fl., J.S. Sousa et al. 83 (MG); clareira em capoeira, 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 161 (MG).

Espécie com distribuição ampla, ocorrendo do noroeste do México (21° N), em quase toda a América Central, América do Sul, até o Paraguai e Norte da Argentina, incluindo nas regiões montanhosas da Costa Rica, Panamá e América do Sul, em altitudes de até 1500 m, sendo relativamente tolerante às regiões de cerrado e campos secos (Pennington 1997). No Brasil, estende-se desde a região amazônica até o estado do Paraná (Sousa 1993; Garcia 1998; Lorenzi 2002). Na área de estudo, a espécie foi encontrada nas clareiras de capoeira e nas áreas próximas às margens dos rios.

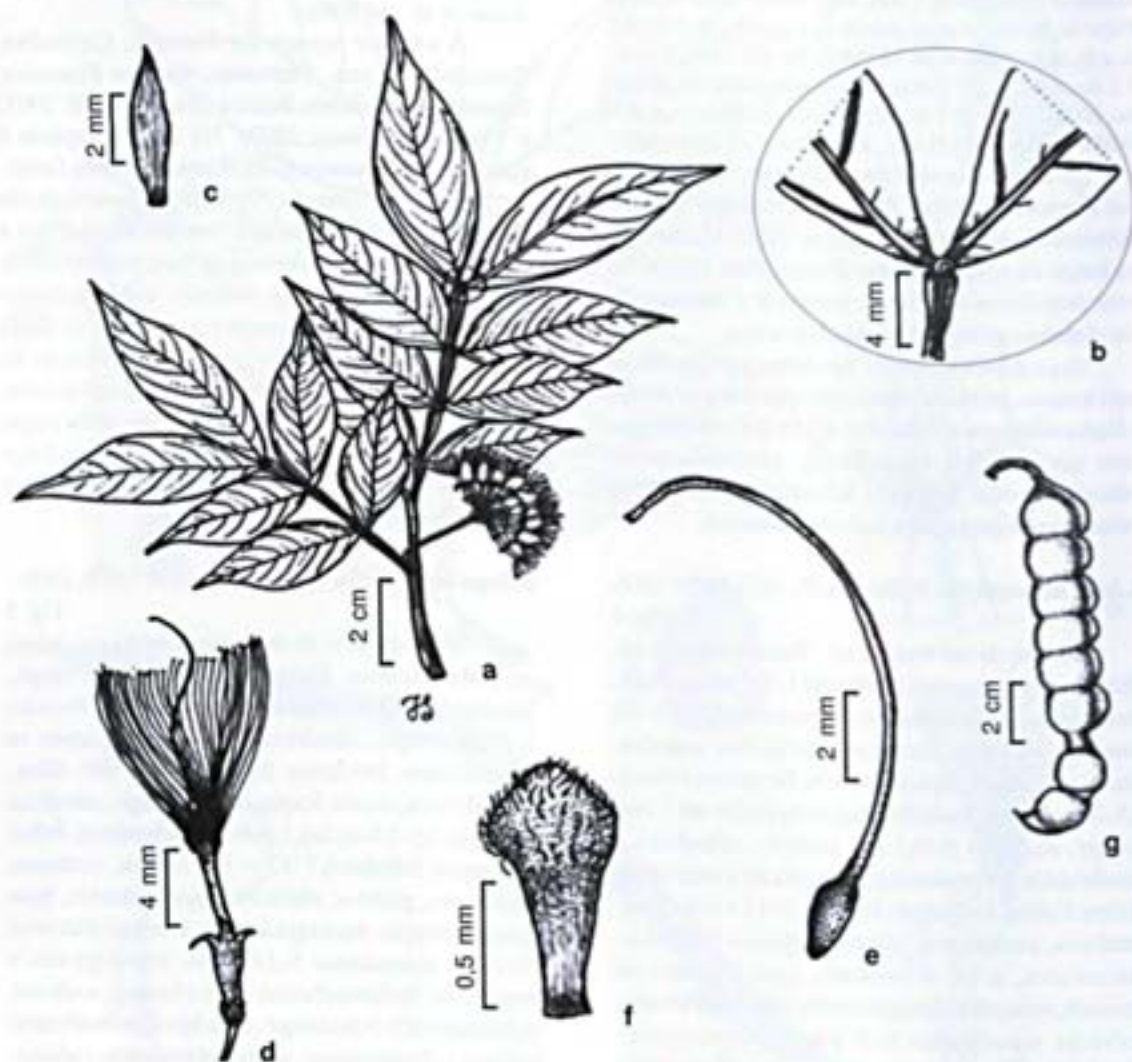


Figura 4 – *Inga heterophylla* Willd. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estipula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 4 – *Inga heterophylla* Willd. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

Inga laurina e *I. stenoptera* são as únicas espécies, entre as estudadas, a apresentarem folhas com 2 a 3 jugas; no entanto, a primeira caracteriza-se pelas nervuras secundárias de 5–11 pares, brácteas ovais, cálice cupuliforme, tubo estaminal 4–6,5 mm compr., estigma globoso, legume apiculado; enquanto a segunda apresenta nervuras secundárias 9–12 pares, brácteas elípticas, cálice tubular, tubo estaminal 1,4–2 cm compr., estigma cupular e legume não apiculado.

6. *Inga nobilis* Willd. subsp. *nobilis*, Enum. Hort. Berol. 2: 1047. 1809.

Fig. 6

Árvore até 6 m de alt. Ramos cilíndricos, tomentosos. Estípulas 0,5–4 mm compr., elípticas, pubescentes, persistentes. Pecíolos 0,5–2 cm compr., cilíndricos, não alados, tomentosos. Nectários foliares 1–2,5 mm diâm., pateliformes, sésseis. Raque 3,5–6,4 cm compr., cilíndrica a canaliculada, não alada, tomentosa. Folhas 3–5 jugas; folíolos 3,4–18,1 × 1,4–6 cm, coriáceos, concolores, glabros a esparsamente pubescentes, principalmente na nervura central,



Figura 5—*Inga laurina* (Sw.) Willd. — a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 5—*Inga laurina* (Sw.) Willd. — a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.



Figura 6 – *Inga nobilis* Willd. subsp. *nobilis* – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 6 – *Inga nobilis* Willd. subsp. *nobilis* – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

elípticos, oblongo-elípticos, lanceolados ou ovais, ápice atenuado a agudo, base aguda, cuneada ou obtusa, venação eucamptódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 5–10 pares, ascendentes. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 1,9–8 cm compr., planos a cilíndricos, tomentosos; brácteas 1–2 mm compr., espatuladas, tomentosas, persistentes. Flores sésseis; cálice 3–7 mm compr., infundibuliforme, lobos pubescentes; corola 0,6–

1,1 cm compr., infundibuliforme, lobos seríceos a vilosos; tubo estaminal 0,8–1,2 cm compr., incluso ou exserto, estames 38–60, porção livre dos filetes 1,2–2,5 cm compr.; ovário 1,5–2,5 mm compr., oblongo a oblanceolado, glabro a ligeiramente puberulentos; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma expandido; óvulos 12–16. Legume nucóide 9,1–14 × 1,5–3,5 × 0,7–1 cm, reto a ligeiramente curvado, convexo, castanho, com nervações transversais

proeminentes, não sulcado, coriáceo, puberulento, ápice e base obtusos ou arredondados, margens espessas e onduladas, apiculado, estipitado. Sementes 0,9–1,6 × 0,4–0,7 cm, oblongóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coarí, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira à margem do rio Urucu, 26.I.2007, fl., E.S.C. Gurgel et al. 533 (MG); 28.I.2007, fl. e fr., E.S.C. Gurgel et al. 559 (MG); 12.III.2007, fl., R. Lavareda et al. 41 (MG); 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 158 (MG).

O táxon ocorre na Amazônia, Andes, desde a Colômbia até a Bolívia, Venezuela, Guianas e regiões amazônica e central do Brasil (Pennington 1997). Na base petrolífera de Urucu, a espécie é encontrada em clareiras próxima a mata ciliar.

Inga nobilis Willd. subsp. *nobilis* diferencia-se de *Inga nobilis* Willd. subsp. *quaternata* (Poepp. & Endl.) T.D. Penn. por apresentar espigas congestas, raque floral não expandida e flores sésseis (Pennington 1997). Na área de estudo, o táxon em questão é o único que apresenta ramos tomentosos, estípulas elípticas, cálice infundibuliforme e legume nucóide puberulento.

7. *Inga pezizifera* Benth., London J. Bot. 4: 587. 1845. Fig. 7

Árvore até 15 m de alt. Ramos semicilíndricos, puberulentos. Estípulas 2,5–9 mm compr., oblongas a lanceoladas, puberulentas, caducas. Pecíolos 2–4 cm compr., cilíndricos a canaliculados, não alados,

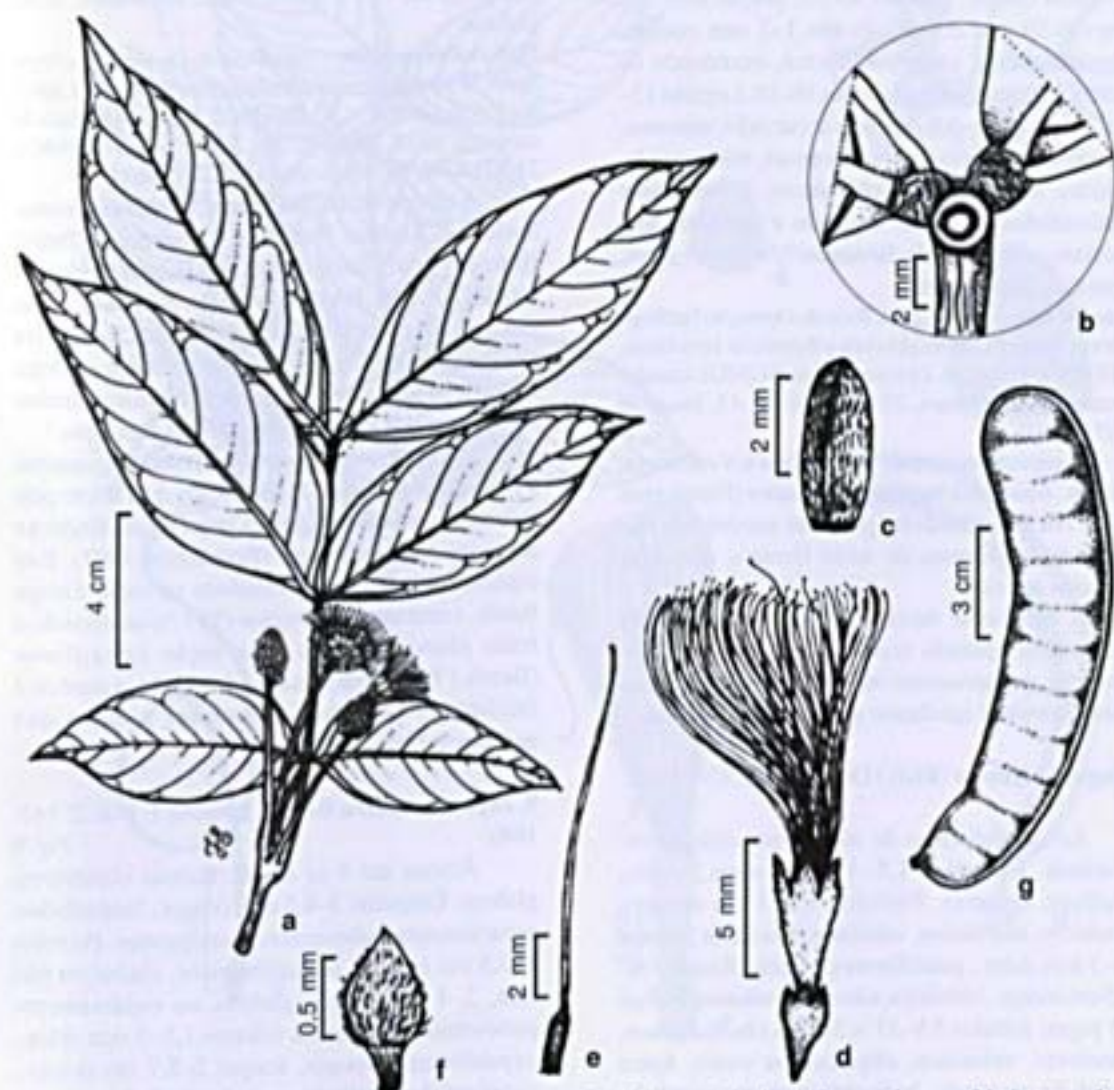


Figura 7 – *Inga pezizifera* Benth. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea; g. fruto.
Figure 7 – *Inga pezizifera* Benth. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

puberulentos. Nectários foliares 1,5–3 mm diâm., cupuliformes, sésseis ou com estipe 0,5–1 mm compr. Raque 6,3–14 cm compr., canaliculada, não alada, puberulenta. Folhas 3–6 jugas; folíolos 5,1–19 cm × 2,4–8,1 cm, cartáceos, discolors, glabros ou esparsamente puberulentos em ambas as faces, elípticos, lanceolados ou ovais, ápice atenuado, base aguda ou arredondada, venação eucampódroma a broquidódroma, nervuras secundárias 7–11 pares, convergentes e arqueadas. Inflorescências racemosas, axilares; pedúnculos 2,5–6 cm compr., cilíndricos, puberulentos; brácteas 0,5–1,5 mm compr., espatuladas, puberulentas, caducas. Flores pediceladas; cálice 1–2,5 mm compr., cupuliforme ou tubular, lobos puberulentos; corola 5,5–7 mm compr., infundibuliforme, lobos puberulentos; tubo estaminal 5,5–7 mm compr., estames 46–55, porção livre dos filetes 6–10 mm compr.; ovário 1–2 mm compr., oblongo, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma globoso; óvulos 16–18. Legume 13–20 × 1,8–4 × 0,3–0,6 cm, reto a curvado, convexo, castanho, sem nervações transversais, não sulcado, coriáceo, esparsamente puberulento, ápice e base arredondados, margens espessas e lineares, não apiculado, não estipitado. Sementes 0,9–2 × 0,5–1 cm, elipsóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima à floresta de terra firme, 19.III.2007, fl. e fr., R. Lavareda et al. 94 (MG); clareira às margens do rio Urucu, 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 159 (MG).

A espécie ocorre da Costa Rica a Venezuela, Guianas, Amazônia brasileira e Equador (Pennington 1997). Na área estudada, pode ser encontrada nas clareiras da floresta de terra firme e naquelas próximas aos rios.

A espécie se destaca e pode ser facilmente reconhecida, quando comparada com as demais estudadas, por apresentar inflorescências racemosas e tubo estaminal igualando ao tamanho da corola.

8. *Inga rubiginosa* (Rich.) DC., Prod. 2: 434, 1825.

Fig. 8

Árvore até 18 m de alt. Ramos cilíndricos, velutinos. Estípulas 1,5–3 mm compr., ovais, velutinas, caducas. Pecíolos 1,3–3 cm compr., cilíndricos, não alados, velutinos. Nectários foliares 1,5–3 mm diâm., pateliformes, sésseis. Raque 7,6–13,5 cm compr., cilíndrica, não alada, velutina. Folhas 3–5 jugas; folíolos 5,9–21 × 3–12,5 cm, cartáceos, discolors, velutinos, elípticos ou ovais, ápice cuspidado ou agudo, base obtusa ou arredondada, venação eucampódroma a broquidódroma,

nervuras secundárias 8–13 pares, ascendentes. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 0,9–3,5 cm compr., cilíndricos, velutinos; brácteas 1,5–3 mm compr., ovais, velutinas, caducas. Flores sésseis; cálice 4–7 mm compr., cupuliforme, lobos velutinos; corola 1,7–3,1 cm compr., tubular, lobos densamente vilosos; tubo estaminal 2–3,5 cm compr., incluso ou exserto, estames 60–90, porção livre dos filetes 2,8–5 cm compr.; ovário 3–4,5 mm compr., oblongo, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma expandido; óvulos 22–26. Legume 9,5–30,5 × 1,6–2,9 × 0,4–0,9 cm, reto a curvado, planos, verde ou castanho, com nervações transversais, não sulcado, coriáceo, velutino, ápice agudo, base aguda a arredondada, margens espessas e onduladas, apiculado, não estipitado. Sementes 2,5–3,5 × 1,5–2,5 mm, elipsóides, lisas, glabras.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima ao rio Urucu, 27.I.2007, fr., E.S.C. Gurgel et al. 546 (MG); clareira em mata de capoeira, 23.IX.2008, fl., J.S. Sousa et al. 91 (MG); 21.XII.2009, fr., J.S. Sousa et al. 157 (MG).

A espécie ocorre no Panamá, Colômbia, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Venezuela e Brasil (Barneby et al. 2001; Sousa 1993), ocorrendo nos estados AP, MA, PA (Sousa 1993), BA e AM, como um provável registro para a costa brasileira (Pennington 1997). Na base operacional geólogo Pedro de Moura, a espécie é muito comum nas clareiras às margens dos rios e nas próximas a capoeiras.

Inga rubiginosa assemelha-se morfológicamente a *I. cayennensis* Sagot ex Benth., da qual difere pelo indumento velutino mais curto, raque foliar cilíndrica e nectários foliares sésseis (Pennington 1997). Esta espécie foi incluída por Benth. na seção *Euinga* Benth., entretanto Pennington (1997), analisando o fruto plano, colocou-a na seção *Longiflorae* (Benth.) T.D. Penn. Na área de estudo, a espécie é facilmente reconhecida por ser a única que apresenta frutos velutinos.

9. *Inga stenoptera* Benth., London J. Bot. 2: 143, 1840.

Fig. 9

Árvore até 8 m de alt. Ramos cilíndricos, glabros. Estípulas 2–4,5 mm compr., lanceoladas, esparsamente pubescentes, persistentes. Pecíolos 1–3,5 cm compr., semicilíndricos, alados ou não (ala, 3–4 mm larg.), glabros ou esparsamente pubescentes. Nectários foliares 1,5–3 mm diâm., cupuliformes, sésseis. Raque 2–5,7 cm compr., canaliculada ou cilíndrica, alada (ala, 3–5 mm larg.), glabra ou esparsamente pubescente. Folhas 2–3

jugas; folíolos 5–20 cm × 2–8 cm, cartáceos, concolores, glabros, elípticos, ápice atenuado, base aguda a arredondada, venação eucampódroma, nervuras secundárias 9–12 pares, paralelas a ascendentes. Inflorescências espiciformes, axilares; pedúnculos 2–6 cm compr., cilíndricos, esparsamente pubescente; brácteas 1–4 mm compr., elípticas, pubescentes, persistentes. Flores sésseis; cálice 3–5 mm compr., tubular, lobos pubescentes; corola 1,1–1,7 cm compr., infundibuliforme, lobos seríceos a vilosos; tubo estaminal 1,4–2 cm compr.,

exserto, estames 40–62, porção livre do filete 1–2 cm compr.; ovário 1,5–2,5 mm compr., elipsóide, glabro; estilete filiforme, excedendo os estames; estigma cupular; óvulos 12–25. Legume 9–27 × 2–2,9 × 0,6–0,9 cm, reto ou curvado, convexo, castanho, com nervações transversais proeminentes, não sulcado, coriáceo a lenhoso, glabro, ápice e base agudos ou arredondados, margens espessas e onduladas, não apiculado, não estipitado. Sementes 0,9–1,6 × 0,5–0,9 cm, oblongóides a elipsóides, lisas, glabras.

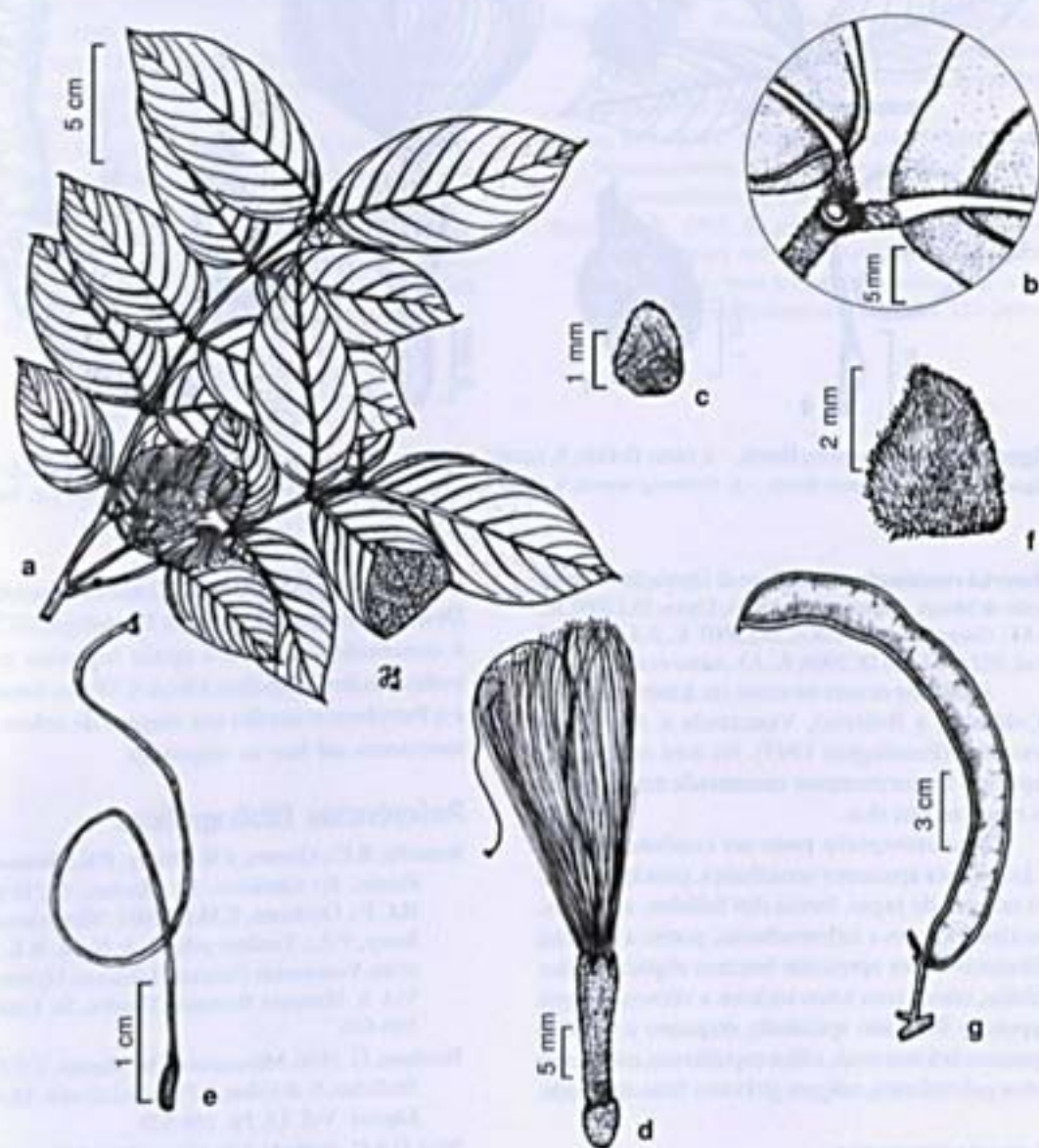


Figura 8 – *Inga rubiginosa* (Rich.) DC. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea.; g. fruto.
Figure 8 – *Inga rubiginosa* (Rich.) DC. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

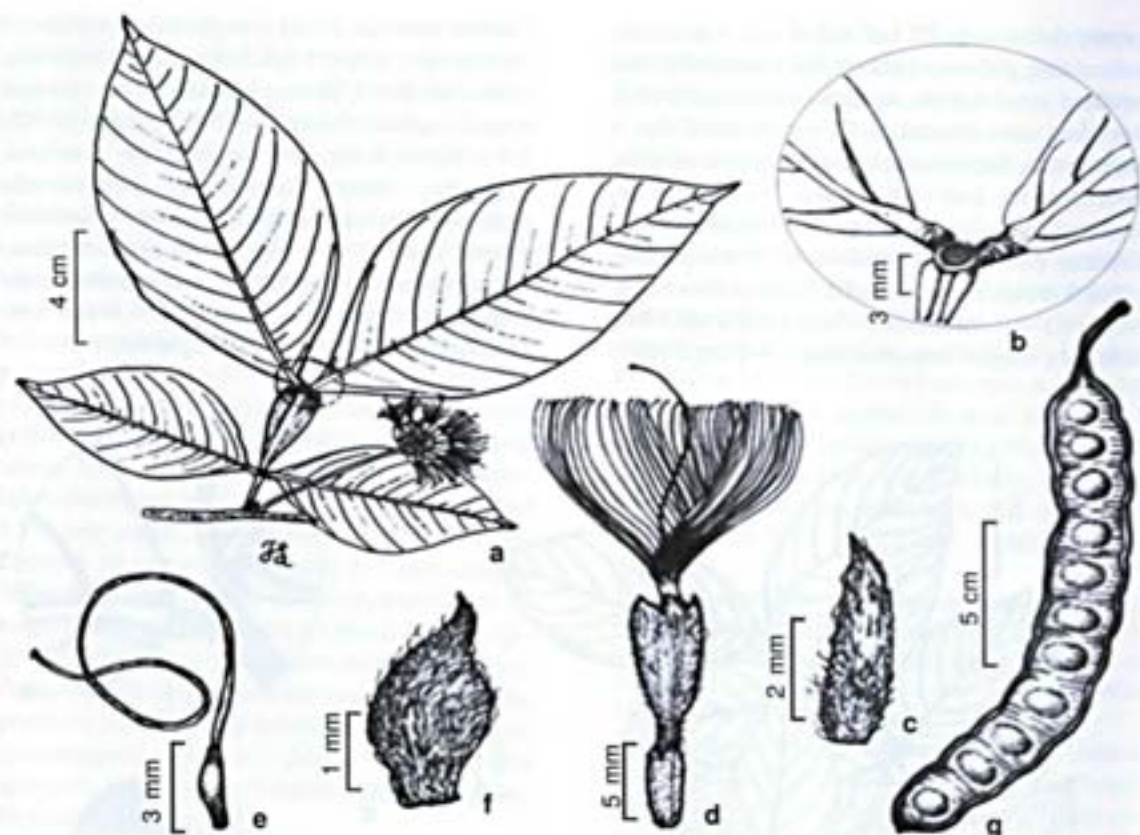


Figura 9 – *Inga stenoptera* Benth. – a. ramo florido; b. nectário foliar; c. estípula; d. flor; e. gineceu; f. bráctea.; g. fruto.
 Figure 9 – *Inga stenoptera* Benth. – a. flowering branch; b. foliar nectary; c. stipule; d. flower; e. gynoecium; f. bract; g. fruit.

Material examinado: Coari, Base de Operação Geólogo Pedro de Moura, clareira próxima ao rio Uruçu, 25.I.2007, fr., E.S.C. Gurgel et al. 521 (MG); 28.I.2007, fr., E.S.C. Gurgel et al. 562 (MG); 20.IX.2008, fl., J.S. Souza et al. 53 (MG).

A espécie ocorre no oeste da América do Sul (Colômbia a Bolívia), Venezuela e Amazônia brasileira (Pennington 1997). Na área estudada, a espécie é frequentemente encontrada nas clareiras às margens dos rios.

Inga stenoptera pode ser confundida com *I. laurina* por apresentar semelhança, principalmente, no número de jugas, forma dos folíolos, estípulas, nectários foliares e inflorescências, porém a primeira diferencia-se por apresentar brácteas elípticas, cálice tubular, corola com lobos seríceos a vilosos, estigma cupular e fruto não apiculado; enquanto a segunda apresenta brácteas ovais, cálice cupuliforme, corola com lobos puberulentos, estigma globoso e fruto apiculado.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Capacitação Institucional (PCI) do Museu Paraense

Emílio Goeldi (MPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a concessão da bolsa e apoio logístico para a realização deste trabalho; à Rede CTPetro Amazônia e à Petrobras o auxílio nas viagens de coleta e aos assessores *ad hoc* as sugestões.

Referências Bibliográficas

- Barneby, R.C.; Grimes, J.W.; Berry, P.E.; Brunner, D.; Forero, E.; Cárdenas, L.; Martino, G.; Hopkins, H.C.F.; Oechioni, E.M.L. 2001. Mimosaceae. In: Berry, P.E.; Yatskievych, K. & Holst, B.K. Flora of the Venezuelan Guayana: Liliaceae-Myrsinaceae. Vol. 6. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Pp. 580-686.
- Benthams, G. 1876. Mimosaceae. In: Martius, C.F.P Von; Endlicher, S. & Urban, I. *Flora brasiliensis*. Monachii, Lipsiae. Vol. 15. Pp. 258-527.
- Bilia, D.A.C.; Barbedo, C.J.; Cícero, S.M. & Marcos-Filho, J. 2003. *Inga*: uma espécie importante para recomposição vegetal em florestas ripárias, com sementes interessantes para a ciência. *Abrates* 13: 26-30.

- Caramori, S.S.; Souza, A.A. & Fernandes, K.F. 2008. Caracterização bioquímica de frutos de *Inga alba* (Sw.) Willd. e *Inga cylindrica* Mart. (Fabaceae). *Revista Saúde e Ambiente* 9: 16-23.
- Ducke, A. 1949. As Leguminosas da Amazônia Brasileira. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte* 18: 15-71.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo. 62p.
- Garcia, F.C.P. 1998. Relações sistemáticas e fitogeográficas de *Inga* Mill. (Leguminosae-Mimosoideae) nas florestas da costa sul e sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 248p.
- León, J. 1966. Central American and West Indian species of *Inga* (Leguminosae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 53: 265-359.
- Lewis, G.P.; Schrire, B.; Mackinder, B. & Lock, M. 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew. 577p.
- Lima, S.O.F.; Martins, M.B.; Prudente, A.L.C.; Montag, L.F.A.; Monnerat, M.C.; Cabral, P.R. & Rosário, D.A.P. 2008. Biodiversidade na província petrolífera de Urucu. Petrobrás, Rio de Janeiro. 194p.
- Lorenzi, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum, São Paulo. 368p.
- Mata, M.F. & Felix, L.P. 2007. Flora da Paraíba, Brasil: *Inga* Mill. (Leguminosae – Mimosoideae). *Revista Brasileira de Biociências* 5: 135-137.
- Pennington, T.D. 1997. The genus *Inga* botany. Royal Botanic Gardens, Kew. 844p.
- Pritchard, H.W.; Haye, A.J.; Wright, W.J. & Steadman, K.J. 1995. A comparative study of seed viability in *Inga* species: desiccation tolerance in relation to the physical characteristics and chemical composition of the embryo. *Seed Science and Technology* 23: 77-89.
- Richardson, J.E.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D. & Hollingsworth, P.M. 2001. Rapid diversification of a species-rich genus of neotropical rain forest trees. *Science* 293: 2242-2245.
- Sousa, M.S. 2009. Adiciones al género *Inga* (Ingeae, Mimosoideae, Leguminosae) para la flora mesoamericana. *Acta Botanica Mexicana* 89: 25-41.
- Sousa, M.S. 1993. El género *Inga* (Leguminosae – Mimosoideae) del sur de México y Centroamérica, estudio previo para la Flora Mesoamericana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 223-269.

Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae das restingas do estado do Rio de Janeiro¹

Ulmaceae, Cannabaceae and Urticaceae of restingas of the state of Rio de Janeiro

Leandro Cardoso Pederneiras^{2,4}, Andrea Ferreira da Costa^{2,5},
Dorothy Sue Dunn de Araujo³ & Jorge Pedro Pereira Carauta²

Resumo

As restingas são planícies arenosas ao longo da costa litorânea que exibem uma rica e peculiar vegetação. As Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae nativas do Brasil englobam plantas herbáceas a lenhosas que ocorrem preferencialmente em ambientes em regeneração. Através de pesquisa bibliográfica especializada, consultas a herbários e pesquisas de campo, objetivou-se descrever as espécies e reconhecer a distribuição, o habitat e o estado de conservação das espécies dessas famílias nas restingas fluminenses. Ulmaceae está representada por duas espécies, distribuídas em dois gêneros, Cannabaceae por quatro espécies em dois gêneros, e Urticaceae por seis espécies em quatro gêneros. Na formação de mata seca acham-se presentes oito espécies, na arbustiva fechada seis e na mata inundável uma. Dessas, sete encontram-se ameaçadas de extinção: *Ampelocera glabra* Kuhl., *Cecropia glaziovii* Sneath, *Celtis spinosa* Spreng., *Laportea aestuans* (L.) Chew, *Phyllostylon brasiliense* Capan. ex Benth, *Urena aurantiaca* Wedd e *U. nitida* (Vell.) Brack.

Palavras-chave: Urticales, conservação, Mata Atlântica.

Abstract

Restingas are sandy coastal plains with a rich flora and distinct vegetation types. The native Brazilian Ulmaceae, Cannabaceae and Urticaceae include herbs, shrubs and trees from early regeneration stages. Specialized bibliography, herbarium material and field collections were used to describe the species and to determine distribution, habitat and current conservation status of species from the sandy coastal plains of Rio de Janeiro state. There are two genera and two species of Ulmaceae, two genera and four species of Cannabaceae, and four genera and six species of Urticaceae. Eight species occur in the Dry Forest Formation, six in Dense Scrub and one in Swamp Forest. Of these species, seven are threatened with extinction: *Ampelocera glabra* Kuhl., *Cecropia glaziovii* Sneath, *Celtis spinosa* Spreng., *Laportea aestuans* (L.) Chew, *Phyllostylon brasiliense* Capan. ex Benth, *Urena aurantiaca* Wedd and *U. nitida* (Vell.) Brack.

Key words: Urticales, conservation, Atlantic Forest.

Introdução

Após o advento dos estudos moleculares a sistemática das famílias das Urticales (senso Cronquist 1988) sofreu algumas mudanças estruturais (Wiegrefe *et al.* 1998; Sytsma *et al.* 2002; Hadiah *et al.* 2008) e no Brasil ficaram evidentes principalmente na manutenção do gênero *Ampelocera* Klotzsch dentro de Ulmaceae e nas inclusões dos gêneros *Celtis* L. e *Trema* Lour dentro de Cannabaceae, e *Cecropia* Loefl. e *Coussapoa* Aubl. dentro de Urticaceae.

Ulmaceae, Cannabaceae, Moraceae e Urticaceae atualmente compõem o clado das Urticinae da Ordem Rosales (APG 2009) que compreendem espécies com presença de cristólitos, flores inconspícuas, dois carpelos e ovário unilocular com um único óvulo (Judd *et al.* 2009). No Brasil importantes estudos demonstram suas circunscrições (Miquel 1853; Carauta 1967, 1969, 1971, 1996; Brack 1987; Romaniuc-Neto 1992; Rocha *et al.* 2000; Berg & Rosselli 2005; Torres & Luca

¹ Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica) do Museu Nacional/UFRJ.

² UFRJ, Museu Nacional, Depto. Botânica, Quinta da Boa Vista s.n., 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ UFRJ, CCS, Instituto de Biologia, Depto. Ecologia, Cidade Universitária, 21941-590, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Bolsista do CNPq.

⁵ Autor para correspondência: afcosta@acd.ufrj.br

2006; Romaniuc-Neto *et al.* 2009). A flora das restingas fluminenses não contemplou as famílias de Urticales (Segadas-Vianna *et al.* 1965/78), mas em listagens são reconhecidas cinco espécies (Araujo 2000).

O estado do Rio de Janeiro possui uma área de restinga de ca. 1.200 km², 2,8% da área total do estado (Araujo & Maciel 1998), que recebe grande influência da ocupação humana e desde o século XVIII cientistas registram sua vegetação. Dentre os relatos históricos de Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae nas restingas fluminenses destacam-se *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg., *Urtica dioica* L., *Urera mitis* Miq., *U. nitida* (Vell.) Brack, *Cecropia palmata* L. em localidade desconhecida próxima ao mar no Estado do Rio de Janeiro (Vellozo 1881); *Trema micrantha* (L.) Blume, *Laportea aestuans* (L.) Chew e *Boehmeria caudata* Sw. em Cabo Frio (Miquel 1853) e *Phyllostylon brasiliense* e *Cecropia sp.* em Cabo Frio (Ule 1967).

Diante da diversidade de Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae, pelas peculiaridades do ambiente das restingas, e ainda, pela falta de um trabalho de flora que sintetize e facilite a compreensão dessas espécies nesse bioma, esse trabalho objetivou-se descrever as espécies e reconhecer a distribuição, o habitat e o estado de conservação das espécies dessas famílias nas restingas fluminenses, dando continuidade a proposta de Segadas-Vianna *et al.* (1965/1978).

Material e Métodos

Foram realizadas expedições a campo entre setembro de 2007 e dezembro de 2008. Todo o material coletado foi processado de acordo com o método usual em taxonomia (Mori *et al.* 1989) e depositado no herbário do Museu Nacional (R). Os herbários ALCB, CEPEC, GUA, HB, HRB, HUEFS, R, RB, RBR, SP e SPF (Thiers 2010) e UENF (Universidade Estadual Norte Fluminense), serviram de base para análise do material de Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae das restingas fluminenses. Destaque-se que todos os *vouchers* examinados são férteis. Os caracteres morfológicos seguem as terminologias apresentadas por Vasconcelos (1969), Lawrence (1971) e Radford *et al.* (1974). Foi considerada apenas a variação morfológica observada nos exemplares provenientes da área de estudo. Somente as espécies nativas foram inventariadas. O enquadramento das famílias está de acordo com a moderna classificação (APG 2009) consolidado por diversos trabalhos (Wiegrefe *et al.*

1998; Sytsma *et al.* 2002; Hadiah *et al.* 2008). Para a classificação das comunidades vegetais foram usadas as definições de Araujo *et al.* (1998). A distribuição geográfica e o habitat foram tomados em Pederneiras (2009). A ocorrência das espécies está de acordo com a classificação de Veloso *et al.* (1991) e as localidades de restingas com Araujo (2000), acrescidas de Baía de Guanabara e Parati. Somente as espécies carentes de ilustração foram ilustradas.

Todas as espécies foram enquadradas como populações reprodutoras e avaliadas sob os critérios de Miller *et al.* (2007), onde estabelece quatro etapas (ou passos) no processo de classificação das espécies em risco de extinção regionais, sendo o passo dois, o estabelecimento da avaliação pelos critérios da Lista Vermelha da IUCN (2001), e o passo três, a aplicação dos critérios regionais da IUCN (2003). A proporção da população global presente nas restingas foi auferida calculando-se a razão do total de municípios globais sob o total de localidades de restingas fluminenses, baseado no material examinado por Pederneiras (2009). Para verificar a existência de possíveis fontes de imigração de propágulos para as restingas fluminenses, verificou-se em herbários a existência da espécie em localidades interioranas no estado do Rio de Janeiro.

Resultados e Discussão

Ulmaceae

Árvores monóicas ou polígamas, inermes, sem látex. Estípulas livres, laterais, persistentes ou caducas. Folhas simples, alternas, bordo dentado a serrado, penínérveas. Inflorescências axilares, cimosas, fasciculadas, flores estaminadas na parte basal do ramo, flores funcionalmente pistiladas no ápice do ramo. Flores actinomorfas, monoclamídeas, 4–5 tépalas, geralmente unidas na base. Androceu isostêmone ou diplostêmone, estames retos no botão floral, anteras reniformes, ditecas, dorsifixas e deiscência longitudinal. Gineceu com 2 estiletos; estigma inteiro; ovário súpero, unilocular, uniovular; óvulo apical, anátropo. Fruto drupa ou sâmara.

A família Ulmaceae compreende ca. 6 gêneros e 40 espécies com ocorrência predominante na região norte temperada (Judd *et al.* 2009). No Brasil encontram-se 2 gêneros e 5 espécies (Souza & Lorenzi 2005) e nas restingas fluminenses dois gêneros e duas espécies: *Ampelocera glabra* e *Phyllostylon brasiliense*.

Chave para as espécies de Ulmaceae das restingas fluminenses

1. Lâminas foliares de bordo serrado; 5 estames; frutos alados 2.1 *Phyllostylon brasiliense*
 1'. Lâminas foliares de bordo inteiro a remotamente dentado; 10 estames; frutos drupas
 1.1 *Ampelocera glabra*

1. *Ampelocera* Klotzsch, Linnaea 20: 541, 1847.

Árvores de folhas glabras em ambas as faces, bordo inteiro a remotamente dentado. Flores com 10 estames; estiletos iguais. Fruto drupa com estames e estiletos persistentes.

Gênero exclusivamente neotropical ocorrente nas elevações médias e baixas das florestas do México a Bolívia, da costa sudeste brasileira e Antilhas. Compreende nove espécies no total, para o Brasil apenas três (Todzia 1989). Nas restingas fluminenses *Ampelocera* é representado por uma única espécie.

1.1 *Ampelocera glabra* Kuhlmann, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 4: 351, pl. 28, 1925.

Árvores ca. 17 m de alt. Estípulas 2-3 mm, glabras. Folhas com pecíolos 3-5 mm, glabros, canaliculados; lâminas elípticas, 7,5-10 x 3-3,7 cm, coriáceas, lustrosas, base arredondada, ápice agudo a cuspidado, bordo inteiro a inconspicuamente dentado no ápice, nervuras secundárias 7-9 pares. Inflorescências geminadas com 3 flores por cimeira, 2-3 mm; bráctea basal 3-3,5 mm, as secundárias 1-1,5 mm, ápice agudo. Flores bissexuais, 5 tépalas; 10 estames livres; ovário súpero; estigma filamentososo no botão. Frutos ovóides, glabros, assimétricos, 13-15 mm de diâm., esverdeados.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 6.XII.2001, G.S.Z. Rezende 69 et al. (RB).

A espécie é endêmica do Brasil, encontrada na floresta ombrófila densa e estacional semidecidual, nos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Nas restingas fluminenses ocorre somente em uma localidade de restinga (Barra de São João), numa extensão de ocorrência ca. 0,6 km², na Formação de Mata Seca, sob contínuo decréscimo de sua área de ocupação por causa de construções de residências, empreendimentos e estradas. Após algumas excursões nessa localidade, a espécie não foi reencontrada. A proporção da população global presente nas restingas é de 14%. A quantidade de registros de herbários existentes das vizinhanças das restingas (Kuhlmann 1221, 6794 RB;

G.M.Nunes 80 RB) e a atual deterioração desses locais (p. ex. Bairro das Laranjeiras, Rio de Janeiro) indicam escassez de fontes de imigração de propágulos e, por tanto, não modifica a classificação do passo dois. Criticamente em perigo, CE B1.

2. *Phyllostylon* Capan, ex Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 3: 352, 1880.

Árvores ou arbustos. Folhas com lâminas serradas. Flores com 5 tépalas; 5 estames opostos a tépala; estiletos desiguais. Frutos sâmaras, duas asas, desiguais, a maior, membranácea, falciforme, a menor na base.

Trata-se de um gênero pequeno ocorrente na América Tropical, com apenas duas espécies, cujo hábitat preferencial constitui-se as florestas arbustivas secas (Todzia 1992). Nas restingas fluminenses *Phyllostylon* é representado por uma única espécie.

2.1 *Phyllostylon brasiliense* Capan, ex Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 3: 352, 1880.

Árvores ca. 3 m. Estípulas intrapeciolares, ca. 1 mm. Folhas com pecíolos 1-2 mm, pubescentes alvos; lâminas elíptico-ovadas, 2-3,2 x 0,6-1 cm, base obtusa, ápice agudo, bordo serrado, face adaxial com tricomas sobre as nervuras, abaxial pubérula, principalmente nas nervuras; nervuras secundárias 7-9 pares. Frutos 2,8-3,4 cm, glabros a pubéculos, verdes a avermelhados.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Búzios, condomínio Búzios Bauen Club, 7.XI.1985, H.C.Lima 5188 et al. (RB). Rio de Janeiro, São Cristóvão, 28.X.1890, A.Glazion s.n. (RB 6842).

Phyllostylon brasiliense é endêmica do Brasil, encontrada na floresta ombrófila densa de Pernambuco ao Rio de Janeiro e na estacional semidecidual de Minas Gerais. Nas restingas fluminenses foi registrada em duas localidades de restinga (Cabo Frio e Baía de Guanabara), mas somente encontrada em Cabo Frio atualmente, comprimida numa área de ocupação inferior a 10 km², provavelmente em formação de mata seca, sob contínuo decréscimo por causa de construções

de empreendimentos hoteleiros, estradas e estacionamentos. A proporção da população global presente nas restingas é de 25%. Atualmente há somente um vestígio de ocorrência em regiões vizinhas as restingas fluminenses, na Ilha da Conceição, Niterói (J.P.P. Carauta, comunicação pessoal), e que não indica uma potencial fonte de imigração de propágulos, por tanto, não modifica a classificação do passo dois. Criticamente em perigo, CEB2ab(ii,iii).

Cannabaceae

Árvores ou arbustos lenhosos, eretos ou escandentes, monóicos ou polígamos, sem látex. Estípulas interpeciolares, livres. Folhas simples, alternas, geralmente dísticas, base geralmente assimétrica, bordo dentado a serrado, nervura secundária basal alongada até o terço superior.

Inflorescência axilar, cimosas, fasciculada, flores estaminadas agrupadas, flores pistiladas frequentemente geminadas ou solitárias, no ápice do ráque. Flores actinomorfas, monoclamídeas, 4-5 tépalas, livres ou unidas na base, isostêmone, com ou sem pistilódios ou estaminódios. Androceu com estames opostos a tépala, retos no botão; anteras reniformes, ditecas, dorsifixas com deiscência longitudinal. Gineceu com 2 estiletos, terminais; ovários súperos, uniloculares, uniovulares; óvulo apical, anátropo. Frutos drupas, com estilete persistente.

A família Cannabaceae compreende ca. 11 gêneros e 180 espécies amplamente dispersas em regiões tropicais e temperadas (Judd *et al.* 2009). No Brasil encontram-se dois gêneros e ca. 15 espécies (Souza & Lorenzi 2005) e nas restingas fluminenses dois gêneros e quatro espécies.

Chave para as espécies de Cannabaceae das restingas fluminenses

1. Ausência de acúleos nos ramos; bordo da lâmina foliar inteiramente serrado; flores com estigma inteiro 4.1 *Trema micrantha*
- 1'. Presença de acúleos nos ramos; bordo da lâmina foliar crenado-serrado somente na metade superior; flores com estigma bifido.
 2. Lâminas foliares de face abaxial tomentoso-ferrugínea 3.1 *Celtis brasiliensis*
 - 2'. Lâminas foliares de face abaxial glabra a pubérula.
 3. Lâminas até 3,5 cm de compr., nervuras secundárias 3-4 pares 3.3 *Celtis spinosa*
 - 3'. Lâminas acima de 3,5 cm de compr., nervuras secundárias 5-7 pares 3.2 *Celtis iguanaea*

3. *Celtis* L., Sp. Pl., 2: 1043, 1753.

Arbustos escandentes, ramos armados; acúleos glabros, retos ou curvos, solitários ou geminados. Folhas elípticas a ovadas, base simétrica a assimétrica, bordo na metade superior crenado-serrado, domácias marsupiformes, inconspícuas nas nervuras secundárias e terciárias. Flores estaminadas com pistilódio; flores pistiladas com estaminódios, estigma bifido.

Celtis distribui-se nas regiões temperadas a tropicais do mundo, com ca. 70-100 espécies (Burger 1977; Romanczuk & Martínez 1978). Na América do Sul são estimadas de 6-30 espécies (Miquel 1853; Planchon 1873; Berg & Dahlberg 2001) e nas restingas fluminenses ocorrem três espécies.

3.1 *Celtis brasiliensis* (Gardner) Planch., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 3, 10: 310, 1848. Fig. 1a-b

Arbustos 3-7 m de alt. Estípulas 2-3 mm, tomentoso-ferrugíneas, caducas. Folhas com pecíolos 3-9 mm, pubérulos a tomentosos; lâminas elípticas a ovadas, 3-7 x 1,6-4,5 cm, base arredondada ou subcordada, frequentemente assimétrica, ápice agudo, cuspidado ou mais raramente arredondado, bordo serrado na metade superior, face adaxial escabrosa, abaxial tomentoso-ferrugínea, nervuras secundárias 4-6 pares, nervura basal longa passando da metade da lâmina; domácias tomentoso-ferrugíneas. Flores brancas. Frutos geminados, elipsóides, glabros, 9-12 x 7-8 mm; pedúnculos ca. 4-6 mm, glabros.

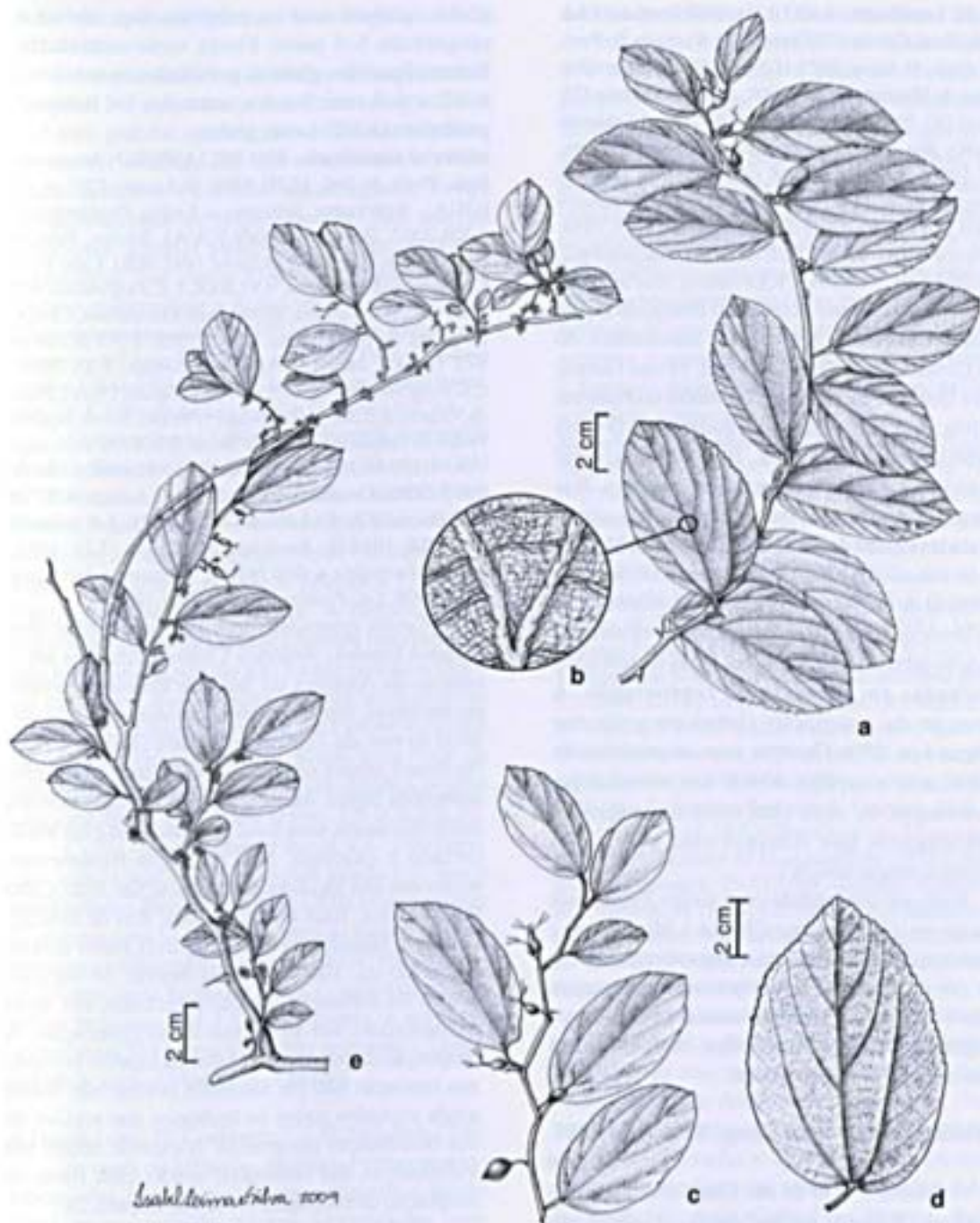


Figura 1 – a-b. *Celtis brasiliensis* (Gardner) Planch. – a. ramo; b. detalhe do indumento da lâmina foliar (V.S.Fonseca 20 et al.). c-d. *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. – c. ramo; d. folha da base do ramo (L.C.Pederneiras 475). e. *Celtis spinosa* Spreng – e. ramo (Araujo 9474).

Figure 1 – a-b. *Celtis brasiliensis* (Gardner) Planch. – a. twig; b. lamina indumentum (V.S.Fonseca 20 et al.). c-d. *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. – c. twig; d. leaf of twig base (L.C.Pederneiras 475). e. *Celtis spinosa* Spreng – e. twig (Araujo 9474).

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Cabo Frio; Praia do Perú, *Carauta 7349 et al.* (R); Restinga do Perú, 17.IX.1968, *D.Sucre 3675* (GUA, RB). Mangaratiba, Restinga de Marambaia, 6.V.2008, *L.C.Pederneras 428, 429 et al.* (R). Niterói, Jurujuba, 14.VIII.1881, *J.Saldanha 5808* (R). Rio das Ostras, Restinga da Praia Virgem, 25.IX.1999, *H.N.Braga 568* (RB). Rio de Janeiro: Restinga da Barra da Tijuca, 16.V.1932, *J.G.Kuhlmann s.n.* (RB 55416); Restinga de Jacarepaguá, 15.X.1958, *E.Pereira 4411 et al.* (GUA, RB). Saquarema, R.E.E.Jacarepiá, 9.III.1993, *V.S.Fonseca 20 et al.* (RB).

Celtis brasiliensis cresce no Brasil, da Bahia até Santa Catarina, e nos estados interioranos do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Ocorre também no Paraguai e Bolívia. Habitam as matas secundárias da floresta ombrófila densa Atlântica, floresta estacional semidecidual e decidual, cerrado e caatinga. Nas restingas fluminenses são encontradas cinco localidades (Barra de São João, Cabo Frio, Maricá, Rio de Janeiro, Marambaia), com extensão de ocorrência de ca. 5000 km², em matas secundárias, em clareiras ou bordas de estradas dentro da formação arbustiva fechada, em áreas de restingas perturbadas em processo de regeneração. A proporção da população global presente nas restingas é ca. 15%. Cumpre com os critérios de VU B1, mas a espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, ou seja, uma fonte de imigração de propágulos que diminui uma categoria. Próximo a ameaçado, NT.

Pode ser confundido com *Celtis fluminense* Carauta ou *C. chichape* (Wedd.) Miq., mas a primeira tem folhas maiores e mais alongadas (ca. de 8 cm de compr.), ápice predominantemente agudo e ramos e frutos densamente tomentoso-ferrugíneo, a segunda tem folhas menores (ca. 3 cm de compr.) e arredondadas.

3.2 *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg., Silva 7: 64. 1895.

Fig. 1c-d

Arbustos 3–6 m de alt. Caule principal sem espinhos. Ramos escandentes, glabros ou providos de tricomas filiformes, até 1,5 mm de compr., relativamente grossos, esparsamente distribuídos; acúleos 0,5–3 cm. Estípulas terminais 2,5–3 mm, pubescentes, alvas, caducas. Folhas com pecíolos 3–11 mm, glabros, raramente pubérulos; lâminas ovadas ou elípticas, 3,5–6(7) × 2,2–4 cm, subcoriáceas, base arredondada, cordiforme, assimétrica, ápice agudo, bordo dentado-serrado na metade superior, face adaxial escabrosa e abaxial

glabra, glabrescente ou pubérula, lisa; nervuras secundárias 5–7 pares. Flores verde-amareladas. Frutos elipsóides, glabros, geminados ou solitários, 8–12 × 6–8 mm, verdes, amarelos ou brúneos; pedúnculo (1,5)2–8 mm, glabro.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis, Praia do Sul, 11.III.1986, *D.Araujo 7291 et al.* (GUA). Araruama, próximo a Lagoa Pernambuco, 3.XII.2007, *D.Araujo 11049* (GUA). Búzios, Estrada para Búzios, 22.I.1967, *D.Sucre 1447* (RB). Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 9.VI.2008, *L.C.Pederneras 463 et al.* (R). Mangaratiba, Restinga de Marambaia, Campo de prova da Marambaia, 20.VI.2002, *L.F.T.Menezes 972* (RBR). Maricá, APA de Maricá, 2.IX.2008, *L.C.Pederneras 474, 475, 481* (R). Rio das Ostras, Praia da Virgem, 8.II.2001, *H.N.Braga 1799* (R). Rio de Janeiro: Pedra de Guaratiba, APA da Briza, 5.II.1998, *D.Araujo 10616* (GUA); Estrada do Pontal, 23.VII.1968, *D.Sucre 3307* (RB); Grumari, 15.III.1991, *D.Araujo 9287 et N.C.Maciel* (GUA); Leblon-Gávea, 1925, *J. Kuhlmann s.n.* (RB 19153); Restinga da Tijuca, 7.IV.1945, *O.X.B.Machado s.n.* (RB 76283). Saquarema, Ipitangas, 28.II.2008, *L.C.Pederneras 376 et al.* (R).

Celtis iguanaea distribui-se do leste dos Estados Unidos, América Central, Antilhas até o sudeste da América do Sul, em florestas perenes ou decíduas, em formações úmidas ou secas, do nível do mar até 1200 m de altitude (Burger 1977). No Brasil, ocorre nas matas secundárias da floresta ombrófila densa Atlântica e Amazônica, floresta ombrófila mista, estacional semidecidual e decidual, cerrado e caatinga. Nas restingas fluminenses ocorre em oito localidades (Barra de São João, Cabo Frio, Maricá, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Grumari, Marambaia e Praia do Sul), numa área de ocupação ca. 1000 km², nas bordas de estradas dentro da formação arbustiva fechada, em áreas perturbadas, em processo de regeneração. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram ainda visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição geográfica. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos. Não ameaçada, LC.

Celtis iguanaea apresenta uma grande variação na forma e tamanho foliar, observada num mesmo indivíduo. A lâmina possui 2,5–9,2 cm, base subcordiforme ou arredondada, simétrica ou assimétrica, ápice cuspidado, agudo ou arredondado, bordo denteado-serrado da metade ou somente no terço superior. A densidade do indumento varia nos indivíduos estudados. A face abaxial da lâmina é glabra, glabrescente ou pubérula, nunca tomentosa ferrugínea de aspecto viloso como em *C. fluminense*.

3.3 *Celtis spinosa* Spreng., Syst. Veg., ed. 16, 1: 931. 1825. Fig. 1e

Arbustos 2,5–5 m de alt., muito ramificados. Estípulas 2–3 mm, tomentosas. Folhas com pecíolos 3–5 mm, glabros a pubescentes; lâminas elípticas, raramente ovadas, 2,1–3,3 × 1,3–1,6 cm, base arredondada a cuneada, ápice agudo, bordo crenado-serrado no terço superior, face adaxial escabrosa, abaxial pubérrula a glabra, nervuras secundárias 3–4 pares. Flores verde-amareladas. Ovário glabrescente a pubescente.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Saquarema: Cômoro da Lagoa Vermelha, orla, 20.X.1988, *D.Araújo 8624 et J.Mauro* (GUA); R.E.E.Jacarepiá, próximo a Itaúna, orla, 29.X.1991, *D.Araújo 9474 et C.Farney* (GUA).

Celtis spinosa cresce em floresta ombrófila densa atlântica e estacional semidecidual, do Rio de Janeiro ao leste da Argentina, e também em Cuiabá, Mato Grosso. Nas restingas fluminenses ocorre em apenas uma localidade de restinga (Cabo Frio), numa área de ocupação inferior a 5 km², em formação arbustiva fechada. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição geográfica. A espécie ocorre no Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói, sendo uma fonte de imigração de propágulos e, por isso, diminui-se uma categoria do passo dois. Em perigo, EN B2a,b(ii,iii).

Celtis spinosa assemelha-se a *C. chichape*, mas aquela tem folhas de ápice agudo (vs. ápice arredondado). Berg & Dahlberg (2001) sinonimizam *C. spinosa* com *C. iguanaea*, mas ao analisar a obra *princeps* e a fotografia do tipo (B-100247968) notam-se diferenças na forma da folha. *C. spinosa* possui folhas pequenas, até 3,3 cm de compr. e nervuras secundárias 3–4 pares (vs. folhas acima de 3,5 cm e nervuras secundárias de 5–7 pares).

4. *Trema* Lour., Fl. Cochinch. 2: 539, 562–563. 1790.

Árvores ou arbustos, inermes. Folhas ovado-lanceoladas, base marcadamente assimétrica, bordo inteiramente serrado. Flores estaminadas com pistilódio; flores pistiladas sem estaminódios, estigma inteiro.

Trema distribui-se nos trópicos e subtropicais do mundo. As espécies são frequentemente de morfologia variável e de difícil taxonomia. O número total de espécies é incerto, estima-se ca. 30–55 espécies (Burguer 1977). Nas Américas ocorrem de 4 a 5 espécies e no Brasil provavelmente uma (Torres & Luca 2006).

4.1 *Trema micrantha* (L.) Blume, Mus. Bot. 2: 58. 1856.

Árvores a arbustos, 2–7 m de alt. Estípulas 1–3 mm, persistentes a caducas. Folhas com pecíolos 6–10 mm, pubescentes, canaliculados; lâminas 6–9(10,5) × 2,3–3,4 cm, base assimétrica, arredondada, ápice acuminado, cuspidado, bordo serrado desde a base, face adaxial escabrosa, ocasionalmente lustrosa, e abaxial tomentosa a escabrosa; nervuras secundárias 3–5 pares. Inflorescências com raque verde, pubescente, alva; brácteas persistentes no ramo, ca. 1 mm, vináceas a bruneas. Flores com tépalas verdes, pubescentes; estames e anteras alvos, estigmas 2. Frutos 2–3,5 mm de diâm., glabros, alaranjados, perigônio e estilete persistentes.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis, Praia do Sul, 13.VI.1984, *D.S.Pedrosa 1111 et H.Q.Boudet* (GUA). Arraial do Cabo, Restinga de Massambaba, 4.III.2008, *L.C.Pederneiras 380 et al.* (R). Búzios, Restinga entre a praia de Manguinhos e Rasa, 11.I.1979, *G.Martinelli 5620* (RB). Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 2.IV.2008, *L.C.Pederneiras 400 et M.S.Faria* (R). Carapebus, PNRJ, Mata do Córrego Fundo, 19.X.1995, *M.G.Santos 591 et al.* (RB). Mangaratiba, Restinga de Marambaia, em frente ao hotel, 5.V.2008, *L.C.Pederneiras 422 et al.* (R). Maricá, APA de Maricá, 2.IX.2008, *L.C.Pederneiras 476, 477* (R). Niterói, Jurujuba, 8.X.1875, (R 39098). Rio das Ostras, ARIE Itapebuçus, VII.2004, *A.Oliveira 888 et D.Oliveira* (RB). Rio de Janeiro: Restinga de Grumari, 24.II.1972, *J.A.Jesus 1314* (RB); Restinga de Jacarepaguá, 31.X.1969, *D.Sucre 6152 et Graziela* (GUA); Recreio dos Bandeirantes, 25.XI.1969, *Segodas-Vianna 4683* (R); Restinga da Tijuca, 5.V.1945, *O.X.B.Machado 1485* (RB); Guaratiba, Praia de Guaratiba, 5.I.1934, *Sampalo et al.* (R 39093). Saquarema, R.E.E.Jacarepiá, 21.V.1996, *A.Q.Lobão 105 et al.* (RB).

Trema micrantha ocorre desde o México até o sul da América do Sul (Burger 1977). No Brasil, distribui-se nas matas secundárias da floresta ombrófila densa Atlântica e Amazônica, floresta ombrófila aberta, estacional semidecidual e decidual, cerrado e caatinga. Nas restingas fluminenses ocorre em nove localidades (Macaé, Barra de São João, Cabo Frio, Maricá, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Grumari, Marambaia e Praia do Sul), numa extensão de ocorrência ca. 6900 km², nas bordas de estradas dentro da Formação Arbustiva Fechada, em áreas perturbadas e em processo de regeneração. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição geográfica. Cumpre com os critérios de VU B1, mas

a espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos. Próxima a ameaçada, NT.

Urticaceae

Ervas, arbustos ou árvores, monóicas ou dióicas, inermes ou armadas, ramos e folhas com acúleos e tricomas urticantes, laticíferos restritos a casca, látex branco ou hialino. Estípulas intrapeciolares, inteiras ou partidas no ápice, ou conadas e caducas deixando cicatriz amplexicaule. Folhas simples, alternas, inteiras ou lobadas, penínervias ou palminérvias, bordo liso a dentado. Inflorescências axilares, em panículas, dicásios, capítulos globosos ou amentos. Flores unissexuais,

monoclamídeas, actinomorfas ou zigomorfas, 2-5 tépalas livres ou concrecidas, isostêmones, com ou sem pistilódio. Androceu com filetes retos ou curvos no botão, opostos as tépalas; anteras reniformes, ditecas, dorsifixas, deiscência longitudinal. Gineceu com estilete único; estigmas filiformes ou penicilado-capitados, terminais; ovários súperos, uniloculares; óvulos basais, ortótropos. Frutos aquênios.

A família Urticaceae compreende ca. 54 gêneros e 1160 espécies amplamente dispersas em regiões tropicais e temperadas (Judd *et al.* 2009). No Brasil encontram-se 12 gêneros e ca. 80 espécies (Souza & Lorenzi 2005) e nas restingas fluminenses quatro gêneros e seis espécies.

Chave para as espécies de Urticaceae das restingas fluminenses

1. Ervas ou arbustos providos de tricomas urticantes.
 2. Plantas monóicas; inflorescências paniculadas; tépalas com tricomas translúcidos; acúleos ausentes 7.1 *Laportea aestuans*
 - 2'. Plantas dióicas; inflorescências em dicásios; tépalas glabras; acúleos presentes.
 3. Folhas ovadas, bordo regularmente dentado, ou crenado quando jovem; inflorescências em dicásios perfeitos, estaminadas terminadas em glomérulos, pistiladas uniformes; flores pistiladas com estilete reto 8.1 *Urera aurantiaca*
 - 3'. Folhas elípticas, bordo ondulado-dentado; inflorescências em dicásios irregulares, estaminadas escorpióides, pistiladas congestionadas ao redor do caule; flores pistiladas com estilete curvo... 8.2 *Urera nitida*
- 1'. Árvores sem tricomas urticantes.
 4. Ramos fistulosos; folhas palmatilobadas, palminérvias; inflorescências em amentos.
 5. Estípulas terminais vináceas; amentos alaranjados ou amarelados 5.1 *Cecropia glaziovi*
 - 5'. Estípulas terminais alvas, verde-claras ou rosadas; amentos estaminados verde-amarelados a grisáceos 5.2 *Cecropia lyratiloba*
 - 4'. Ramos medulosos; folhas inteiras, penínervias; inflorescências capitadas ou discóide 6.1 *Coussapoa microcarpa*

5. *Cecropia* Loebl., Iter Hispan. 272. 1758.

Árvores dióicas, ramos fistulosos, sem acúleos e tricomas urticantes, látex hialino. Estípula conada e caduca deixando cicatriz amplexicaule. Folhas alternas a espiraladas, palmatilobadas, palminérvias, bordo liso, presença de triquílios na base do pecíolo (denso indumento produtor dos "Corpúsculos de Müller"). Inflorescência em espatas pareadas exibindo um conjunto de amentos ao amadurecer. Flores actinomorfas com perigônio tubuloso; estaminadas 2-lobada, 2 estames, filetes retos no botão, ausência de pistilódio; pistiladas com estigma penicilado-capitado.

Gênero neotropical com 61 espécies reconhecidas, distribuídas nas florestas úmidas e semi-úmidas como árvores pioneiras (Berg & Rosselli 2005). Nas restingas fluminenses está representado por duas espécies.

5.1 *Cecropia glaziovi* Smetl., Notizbl. Bot. Gard. Berlin-Dahlem 8: 358. 1923.

Árvores ca. 10 m de alt. Estípula terminal vermelha a vinácea, 7,5-20 cm de compr., pubescente ou glabra. Folha com pecíolo 19-55 cm, pubescente, glândula basal 5-16 mm pubescente ferrugínea; lâmina de ápice agudo, lobo maior 25-

40 cm de compr., bordo 10–12-lobado, face adaxial glabra e abaxial pubescente; nervura primária frequentemente vermelha, nervuras secundárias 24–25 pares no lobo maior. Inflorescência protegida por espata hirsuta alva a amarelo-escuro; estaminada 4–7 amentos, amarelos a alaranjados, tomentosos, pedúnculo primário 3,9–12 cm, secundários 7–10 mm de compr.; pistilada 4–5 amentos, pedúnculo primário 6–7,5 cm, secundário sésstil.

Material selecionado: RIO DE JANEIRO: Búzios, 3.IV.2004, A.F.P.Machado 161 et al. (R). Cabo Frio, 30.X.2008, L.C.Pederneiras 516 et R.W.Lacerda (R). Rio de Janeiro, 18.XII.1979, J.C.Andrade 25 (GUA).

Cecropia glaziovi é endêmica do Brasil, encontrada na floresta ombrófila densa atlântica e estacional semidecidual, da Bahia ao Rio Grande do Sul. Nas restingas fluminenses ocorre em duas localidades (Barra de São João, Cabo Frio e Rio de Janeiro), com extensão de ocorrência ca. 3500 km² e área de ocupação ca. 10 km², na formação de Mata Seca em processo de regeneração, próximas a encostas florestadas, como no Recreio dos Badeirantes e na Ilha de Marambaia. A proporção da população global presente nas restingas é de 7%. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos e, por isso, diminui-se uma categoria do passo dois. Vulnerável, VU B1+2a,b (ii,iii).

5.2 *Cecropia lyratiloba* Miq. in Mart., Fl. bras. 4(1): 144. 1853.

Árvores 1–9,5 m alt. Caule com lenticelas esparsas. Estípula terminal alva, verde-claro ou rosada, 8,5–12,5 cm de compr. Folha com pecíolo 10,5–18,5 cm, glabro, glândula basal 6–14 mm; lâmina com ápice agudo a mucronado, lobo maior 13–20 cm de compr., subcoriáceo, bordo 9–10-lobado, face adaxial áspero verde e abaxial pubescente, verde-claro a alva; nervuras secundárias 14–17 pares no lobo maior. Inflorescência protegida por espata verde-claro a alva quando jovem; pedúnculo primário de 3–6,2 cm; secundário sésstil, ca. 5 mm de compr.; 10–11 amentos estaminados por espata, 3,2–4,6 cm, verde-amarelados a grisáceos; 4–5 amentos pistilados, 8–9,4 cm, verde-claro. Flores estaminadas com perigônio concrecido, bipartido no ápice. Flores pistiladas envoltas de pêlos aracnóides alvos, estilete extrorso. Fruto oblongo, 2–2,2 mm.

Material selecionado: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis, Praia do Leste, 15.V.1984, D.Araújo 6274 (GUA). Arraial do Cabo, 3.III.2008, L.C.Pederneiras 377 et al. (R). Cabo Frio, 29.X.2008, L.C.Pederneiras 499 et R.W.Lacerda (R). Carapebus, Parque de Jurubatiba,

9.XI.1981, D.Araújo 4661 et al. (GUA). Macaé, 31.X.2008, L.C.Pederneiras 533 et R.W.Lacerda (R). Mangaratiba, Restinga de Marambaia, 6.V.2008, L.C.Pederneiras 439 et al. (R). Maricá, APA de Maricá, 23.X.2007, L.C.Pederneiras 326 et al. (R). Quissamã, 5.V.2005, L.C.Pederneiras 177 et al. (R). Rio das Ostras, 12.XII.2002, H.N.Braga 4250 (R). Rio de Janeiro, Restinga de Jacarepaguá, 7.V.1958, E.Pereira 3715 et al. (HB). São João da Barra, 1.XI.2008, L.C.Pederneiras 545 et R.W.Lacerda (R). Saquarema, Jacarepiá, 17.I.2008, L.C.Pederneiras 359 et A.F.P.Machado (R).

Cecropia lyratiloba é nativa do Brasil, encontrada na floresta ombrófila densa de Pernambuco ao Paraná, na estacional semidecidual e decidual, e no cerrado de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Nas restingas fluminenses ocorre em oito localidades (São João da Barra, Macaé, Barra de São João, Cabo Frio, Maricá, Rio de Janeiro, Marambaia e Praia do Sul), com extensão de ocorrência ca. 22.000 km², em áreas degradadas da Formação de Mata Seca, Mata Inundável e Arbustiva Fechada. A proporção da população global presente nas restingas é de 22%. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos. Não ameaçada, LC.

Andrade & Carauta (1981) observaram, na restinga da Barra da Tijuca, indivíduos com porte menor (até 4 m), apenas uma ramificação candelabriforme e coloração da estípula verde-claro, conferindo a esses indivíduos nova variedade (*Cecropia lyratiloba* var. *nana* Carauta & Valente). Ao observar a ocorrência ao longo de todas as restingas do estado, notou-se uma grande variedade de tamanhos. Muitos indivíduos apresentaram somente parte das características da variedade *nana*, por isso optou-se em não adotar essa delimitação. *Cecropia lyratiloba* se distingue de *C. pachystachya* Trécul pelas lenticelas esparsas ou raras, geralmente distantes mais de 5 cm (Carauta 1996).

6. *Coussapoa* Aubl., Hist. Pl. Guiane 2: 955, t. 362, 363. 1775.

Árvores, arbustos ou hemi-epifitas, ramos medulosos, dióicas, sem acúleos e tricomas urticantes, látex branco ou hialino. Folha inteira, penínervia, bordo liso. Estípula conada e caduca deixando cicatriz amplexicaule. Inflorescência em capítulos globosos, pareados ou ramificados. Flor actinomorfa, perigônio tubuloso; estaminada 2-lobada, 2 estames, filetes retos no botão, ausência de pistilódio; pistiladas com perigônio único, estigma penicilado-capitado. Fruto glabro, mergulhado no perianto alargado e carnoso.

Gênero com 46 espécies distribuídas do sul do México ao sudeste do Brasil, ausente nas Antilhas (Berg *et al.* 1990). Nas restingas fluminenses está representado por apenas uma espécie.

6.1 *Coussapoa microcarpa* (Schott) Rizzini, Dusenía 1(5): 295, 1950.

Árvores 3–15 m de alt., látex branco ou hialino. Caule frequentemente bastante ramificado desde a base; ramos hirsutos. Estípula terminal 1,5–3,5 cm, verde ou brúnea, glabra a tomentosa, prateada. Folha com pecíolo 1,1–3,7 cm, glabro a puberulento; lâmina elíptico-ovada, 5,2–16 × 1,9–7,2 cm, coriácea, base cuneada, ápice agudo, cuspidado, bordo inteiro, glabra em ambas as faces; nervuras secundárias 6–7 pares. Inflorescência alva, verde-amarelado a avermelhada; estaminada com ramificações de 3 ou mais capítulos globosos, pedúnculo comum 1–2 cm; pistilada solitária ou aos pares, pedúnculo comum 0,7–2,9 cm. Flores estaminadas 2 segmentos no perigônio; 2 estames alvos, filetes unidos, extrosos quando maduros; flores pistiladas 1–2 mm. Fruto 1 cm de diâm., alaranjado.

Material selecionado: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis, Praia do Sul, IV.1996, *L.E.Mello-Filho 5835 et al.* (R). Araruama, 29.VIII.1983, *D.Araujo 5656 et al.* (GUA). Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 2.IV.2008, *L.C.Pederneiras 401 et M.S.Faria* (R). Parati, Trindade, 22.VIII.1991, *R.Marquete 332 et al.* (RB). Rio de Janeiro: Barra da Tijuca, 17.VIII.1965, *W.Hoehne 6055* (RB); Grumari, 12.III.1983, *D. Araujo 5667 et N.C.Maciel* (GUA). São João da Barra, Grussaí, 16.V.1989, *D.Araujo 8841* (GUA). Saquarema, Jacarepiá, 17.I.2008, *L.C.Pederneiras 357 et A.F.P.Machado* (R).

Coussapoa microcarpa é endêmica do Brasil, encontrada na floresta ombrófila densa atlântica e estacional semidecidual, de Pernambuco ao Rio Grande do Sul. Nas restingas fluminenses ocorre sete localidades (São João da Barra, Barra de São João, Cabo Frio, Rio de Janeiro, Grumari, Praia do Sul e Parati), com extensão de ocorrência ca. 14100 km², na formação arbustiva fechada e mata seca. Na Restinga de Jacarepiá, em Saquarema, foram observados pequena população de 2 a 3 indivíduos. Ocorre em São João da Barra, grande faixa arenosa deteriorada do nordeste do estado, mas na restinga preservada de Jurubatiba, logo abaixo, nunca houve registro. A proporção da população global presente nas restingas é de 13%. Cumpre com os critérios de VU B1, mas a espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, ou seja, uma fonte de imigração de propágulos que diminui uma categoria. Próximo a ameaçado, NT.

7. *Laportea* Gaudich., Voy. Uranie, Bot. 498, 1830.

Ervas monóicas, ramos medulosos, tricomas urticantes presentes em seus ramos e folhas, acúleos ausentes, látex hialino. Estípulas intrapeciolares, inteiras ou partidas no ápice. Folhas inteiras, penínervas, bordo dentado. Inflorescências em panículas, bissexuais, flores estaminadas no ápice do ráque. Flores com tépalas livres providas de tricomas translúcidos; estaminadas actinomorfas, 4–5 tépalas iguais, 4–5 estames, filetes curvos no botão, presença de pistilódio; pistiladas zigomorfas, 4 tépalas desiguais, estigmas filiformes. Aquênios perpendiculares ao eixo e perianto persistente.

Gênero pantropical, com 22 espécies no total. Na América do Sul duas espécies são encontradas, *Laportea aestuans* (L.) Chew e *L. interrupta* (L.) Chew. No Brasil somente ocorre *Laportea aestuans* (Chew 1969).

7.1 *Laportea aestuans* (L.) Chew, Gard. Bull. Singapore 21 (2): 200, 1965.

Ervas até 1,5 m de alt., monóicas. Estípulas 5–7 mm, terço inferior conato. Folhas com pecíolo 5–7,5 cm, hirsuto; lâminas ovadas, 12–14 × 8–11 cm, membranáceas, base truncado-arredondada, ápice acuminado, bordo continuamente dentado, face adaxial glabrescente, abaxial glabra; nervuras secundárias 5–6 pares. Inflorescências hirsutas, 6–14 cm de compr. Flores estaminadas com bráctea basal, 1 mm de compr., tépalas alvas com 4–6 tricomas translúcidos no ápice, pistilódios claviformes, anteras alva; flores pistiladas com tépalas alvas, tépalas basais providas de 3–6 tricomas translúcidos. Aquênios 1–1,5 mm.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 9.VI.2008, *L.C.Pederneiras 464 et al.* (R); 15.III.1996, *L.E.Mello-Filho 5898 et al.* (R). Rio de Janeiro, Jacarepaguá, IX.1916, *F.C.Hoehne* (SP 24900); Prainha, 28.X.1971, *D.Sucré 7844* (RB); Restinga da Tijuca, 16.VI.1946, *O.X.B.Machado* (RB 75581).

Laportea aestuans é uma espécie pantropical. No Brasil ocorre na floresta ombrófila densa atlântica e amazônica, ombrófila aberta, estacional semidecidual e decidual e caatinga. Nas restingas fluminenses ocorre em três localidades (Barra de São João, Rio de Janeiro e Grumari), com extensão de ocorrência ca. 90 km², na Formação de Mata Seca degradada, em terrenos em regeneração e próxima ao calçamento de condomínios. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição

geográfica. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos e, por isso, diminui-se uma categoria do passo dois. Em perigo, EN B1.

Frequentemente *Laportea aestuans* é confundida com espécies de *Ureia*, em especial *U. aurantiaca*, devido ao hábito herbáceo, folhas ovadas e de bordo dentado. Porém *Laportea aestuans* diferencia-se de *Ureia* por ser uma planta monóica (vs. dióicas).

8. *Ureia* Gaudich. Voy. Uranie, Bot. 496. 1830.

Ervos ou arbustos, dióicos, ramos medulosos, acúleos e tricomas urticantes presentes em seus ramos e folhas, látex branco ou hialino. Estípulas intrapeciolares, inteiras ou partidas no ápice. Folhas inteiras, penínérveas, bordo dentado a onduladodentado. Inflorescências em dicásios. Flores com tépalas livres, glabras; estaminadas actinomorfas, 4–5 tépalas iguais, 4–5 estames, filetes curvos no botão, presença de pistilódio; pistiladas zigomorfas, 4 tépalas desiguais, estigmas penicilado-capitado. Aquênios retos ao eixo e parcialmente fechados pelo perianto.

Gênero com ca. 50 espécies distribuídas pelas zonas tropicais do mundo (Steinmann 2005). No Brasil ocorrem oito espécies (Carauta 1967) e nas restingas fluminenses duas espécies.

8.1 *Ureia aurantiaca* Wedd., Ann. Sci. Nat. Bot., sér. 3. 18: 201. 1852. Fig. 2 a-d

Arbustos ca. 1,5 m. Estípulas 1–1,2 cm. Folhas com pecíolos 3–4 cm, glabras; lâminas ovadas, 8–15 × 4,5–7,5 cm, membranáceas, base cordada, ápice agudo, bordo regularmente dentado, ou crenado quando jovem, face adaxial glabra e abaxial pubescente; nervuras secundárias 6–8 pares. Inflorescências em dicásios perfeitos; estaminadas formando glomêrulos nos ápices, até 3 cm de compr.; pistiladas distribuídas uniformemente nos ramos, até 5 cm de compr. Flores pistiladas com tépalas com máculas arredondadas claras, estiletos curtos, retos.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Cabo Frio, Condomínio Florestinha, 15.III.1996, L.E.Mello-Filho 5898 et al (R); Estação de Rádio da Marinha, 15.V.1993, R.Mello-Silva 871 et Pirani (SP). Maricá, Ponta Negra, 25.IV.1943, J.Vidal (R 38969). Rio de Janeiro, Jacarepaguá, 15.III.1933, J.Vidal (R 58519).

Ureia aurantiaca distribui-se da Colômbia a Argentina. No Brasil ocorre em floresta ombrófila densa atlântica e amazônica, estacional

semidecidual e cerrado. Nas restingas fluminenses ocorre em três localidades (Barra de São João, Maricá e Rio de Janeiro), com extensão de ocorrência ca. 740 km², em Formação de Mata Seca degradada. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição geográfica. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos e, por isso, diminui-se uma categoria do passo dois. Vulnerável, VU B1.

8.2 *Ureia nitida* (Vell.) Brack, Napaea 1: 7. 1987.

Fig. 3 a-e

Arbustos 1–2 m de alt., látex branco. Caules e ramos verdes, aculeados. Estípulas 5–9 mm. Folhas com pecíolos 4–9 cm, glabras, espinhos urticantes esparsos, curtos, até ca. 2 mm; lâminas elípticas, 18,5–24,5 × 7–12,5 cm, membranáceas, base arredondada a truncada, ápice cuspidado, bordo ondulado-dentado, ca. 1–2,5 cm entre-dente, face adaxial glabra com espinhos esparsos espalhados, 1–1,5 mm cada, face abaxial glabra com espinhos nas nervuras; nervuras secundárias 6–7 pares. Inflorescências em dicásios irregulares, raque vináceo, espinhos urticantes translúcidos a alvos; estaminadas escorpióides, 2–4 cm; pistiladas congestas ao redor do caule, geralmente se misturando com a inflorescência posterior, até 8 cm. Flores estaminadas 2–3 mm; flores pistiladas 0,5–1,5 mm, tépalas alvas, estiletos até 1 mm, curvos. Frutos 2–3 mm de compr.

Material examinado: RIO DE JANEIRO: Cabo Frio: APA do Pau Brasil, 9.VI.2008, L.C.Pederneiras 456 et al. (R); Estação de Rádio da Marinha, 29.X.2008, L.C.Pederneiras 490, 492, 493 et R.W.Lacerda (R); Condomínio Florestinha, 2.IV.2008, L.C.Pederneiras 399 et M.S.Faria (R). Mangaratiba, Restinga de Marambaia, ao lado do Posto de Saúde, 5.V.2008, L.C.Pederneiras 424 et al. (R). Parati, enseada de Parati-Mirim, Praia das Almas, 13.VI.1994, T.Konno 410 et al. (RB). Rio de Janeiro, Ipanema, 1917, C.Diogo 807 (R). Rio das Ostras, Restinga do Balneário das Garças, 10.V.2000, H.N.Braga 1093 et Damasceno (RB).

Ureia nitida distribui-se na América Tropical. No Brasil, ocorre na floresta ombrófila densa atlântica e amazônica, estacional semidecidual e decidual e caatinga. Nas restingas fluminenses ocorre em seis localidades (Barra de São João, Cabo Frio, Baía de Guanabara, Grumari, Marambaia e Parati), com extensão de ocorrência ca. 4000 km², na Formação de Mata Seca degradada em processo

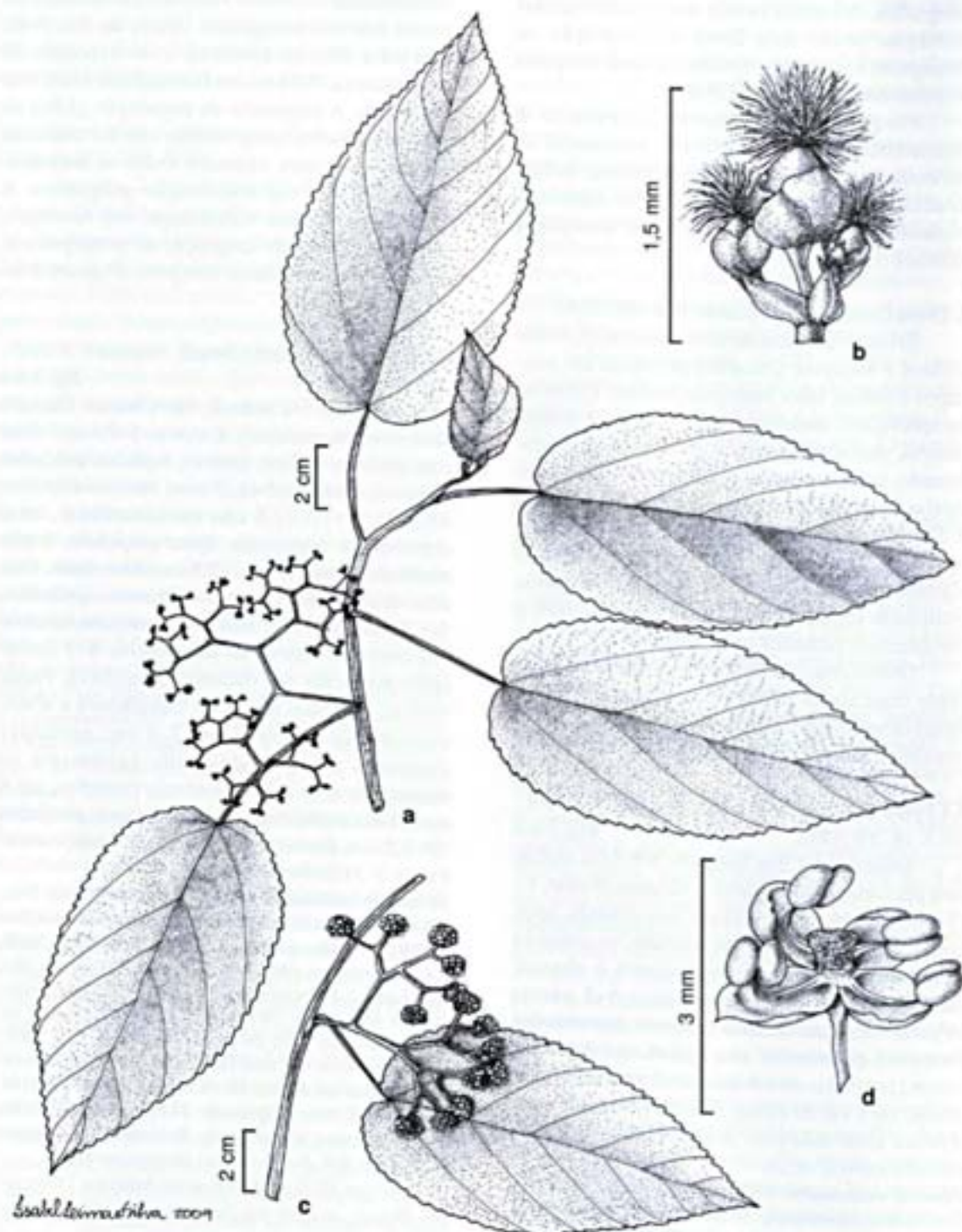


Figura 2 – *Urera aurantiaca* Wedd. – a. ramo pistilado; b. flores pistiladas; c. ramo estaminado; d. flor estaminada (a,b Rangel et Schwacke s/n (R 39396); c,d A.J.Sampaio 7248).

Figure 2 – *Urera aurantiaca* Wedd. – a. pistillate twig; b. pistillate flowers; c. staminate twig; d. staminate flower (a,b Rangel et Schwacke s/n (R 39396); c,d A.J.Sampaio 7248).

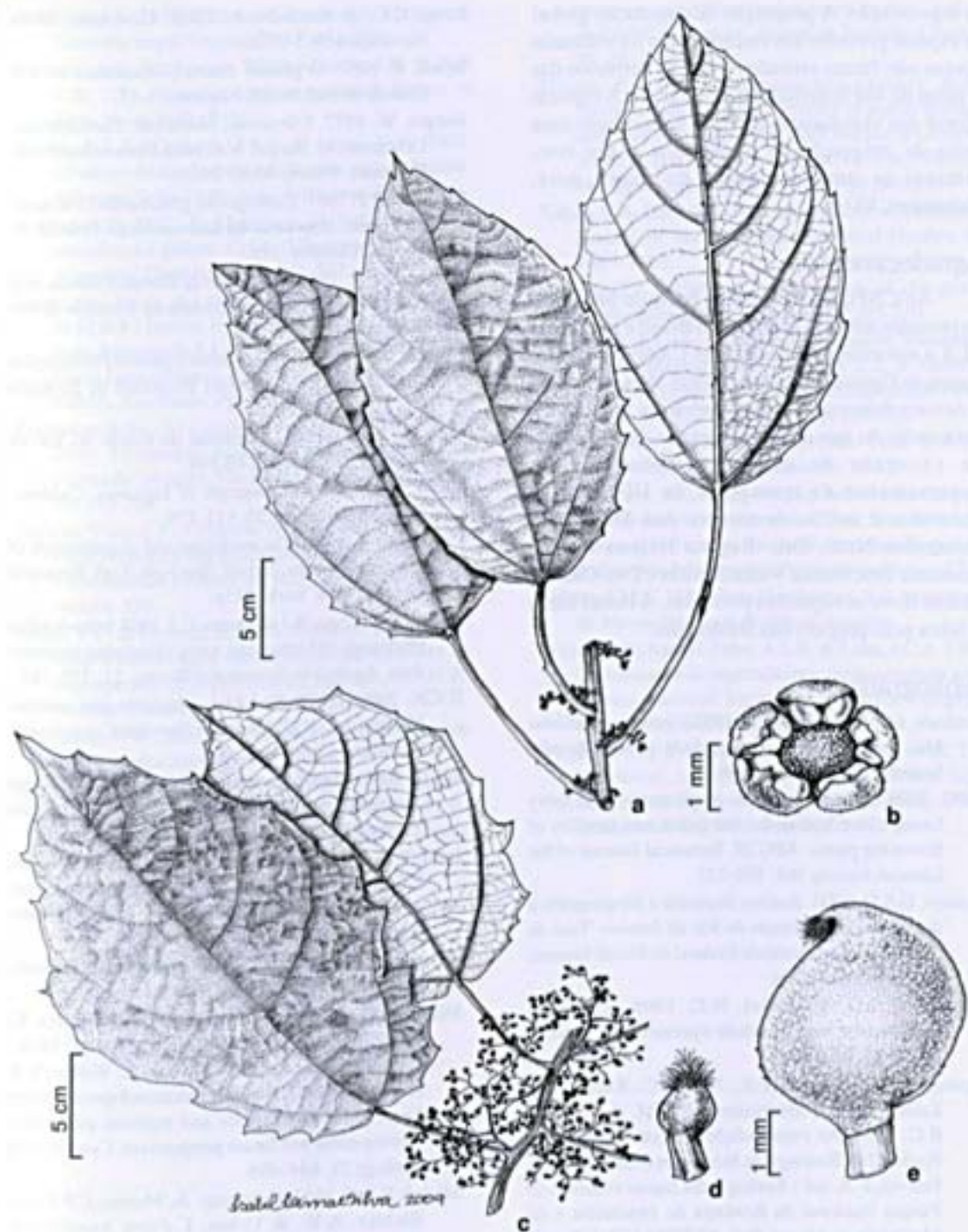


Figura 3 – *Urena nitida* (Vell.) Brack – a. ramo estaminado; b. flor estaminada; c. ramo pistilado; d. flor pistilada; e. fruto (a, b L.C.Pederneiras 559; c-e L.C.Pederneiras et al. 424).

Figure 3 – *Urena nitida* (Vell.) Brack – a. staminate twig; b. staminate flower; c. pistillate twig; d. pistillate flower; e. fruit (a,b L.C.Pederneiras 559; c-e L.C.Pederneiras et al. 424).

de regeneração. A proporção da população global da espécie presente nas restingas não foi estimada porque não foram visitados todos os herbários das regiões de sua distribuição geográfica. A espécie ocorre nas vizinhanças das restingas, sendo uma fonte de imigração de propágulos e, por isso, diminui-se uma categoria do passo dois. Vulnerável, VUB1.

Agradecimentos

Ao CNPq a concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor. A Marinha do Brasil e a empresa LLX a autorização de coleta em Campos Novos e Lagoa de Grussaí, respectivamente. Aos curadores e demais funcionários dos herbários visitados a permissão do uso de suas coleções. Aos colegas de excursão de campo e motoristas do departamento de transporte da UFRJ pelas excursões e auxílio de campo. Aos Dr. Sérgio Romaniuc-Neto, Dra. Regina Helena Potsch Andreato, Dra. Genise Vieira Somner e Dra. Claudia Petean Bove as sugestões prestadas. A Isabel Lima e Silva pelo preparo das ilustrações.

Bibliografia

- Andrade, J.C. & Carauta, J.P.P. 1981. *Cecropia lyratiloba* Miq. var. *nana*, nova variedade para o Brasil-Sudeste. *Bradea* 3: 163-169.
- APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Araujo, D.S.D. 2000. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 176p.
- Araujo, D.S.D. & Maciel, N.C. 1998. Restingas fluminenses: biodiversidade e preservação. *Boletim FBCN* 25: 27-51.
- Araujo, D.S.D.; Scarano, F.R.; Sá, C.F.C.; Kurtz, B.C.; Zaluar, H.L.T.; Montezuma, R.C.M. & Oliveira, R.C. 1998. As comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. In: Esteves, F.A. (ed.). *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. NUPEM-UFRJ, Rio de Janeiro. Pp. 39-62.
- Berg, C.C.; Akkermans, R.W.A.P. & Heusden, E.C.H. van 1990. *Cecropiaceae: Coussapoa and Pourouma*, with an introduction to the family. *Flora Neotropica* 51: 1-208.
- Berg, C.C. & Dahlberg, S.V. 2001. A revision of *Celtis* subg. *Mertensia* (Ulmaceae). *Brittonia* 53: 66-80.
- Berg, C.C. & Rosselli, F. 2005. *Cecropia*. *Flora Neotropica* 94:1-230.
- Brack, P. 1987. O gênero *Urera* (Urticaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 1:1-11.
- Burger, W. 1977. Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae, Urticaceae. In: Burger, W.C. (ed.). *Flora costaricensis*. *Fieldiana, Botany* 40:83-291.
- Carauta, J.P.P. 1967. Catálogo dos gêneros das Urticaceae do Brasil. Imprensa da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 11p.
- Carauta, J.P.P. 1969. Ulmaceae da Flórua Carioca, lista das espécies. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 12: 217-219.
- Carauta, J.P.P. 1971. Notas sobre o gênero *Phyllostylon* Cap. (Ulmaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 31: 513-518.
- Carauta, J.P.P. 1996. Moraceae do estado do Rio de Janeiro. *Albertoa* 4: 145-194.
- Chew, W.L. 1969. Monograph of *Laportea*. *Gardens' Bulletin Singapore* 25: 111-178.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2nd ed. The New York Botanical Garden, New York. 555p.
- Hadijah, J.T.; Conn, B.J. & Quinn, C.J. 2008. Infra-familial phylogeny of Urticaceae, using chloroplast sequence data. *Australian Systematic Botany* 21: 375-385.
- IUCN. 2001. IUCN Red List categories and criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland and Cambridge. 30p.
- IUCN. 2003. Guidelines for application of IUCN red list criteria at regional levels. Version 3.0. IUCN Species Survival Commission, Gland and Cambridge. 26p.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática vegetal, um enfoque filogenético*. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre. 632p.
- Lawrence, G.H.M. 1971. *Taxonomy of vascular plants*. Macmillan, New York. 823p.
- Miller, R.M.; Rodríguez, J.P.; Aniskowicz-Fowler, T.; Bambaradeniya, C.; Boles, R.; Eaton, M.A.; Gärdenfors, U.; Keller, V.; Molur, S.; Walker, S. & Pollock, C. 2007. National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology* 21: 684-696.
- Miquel, F.A.G. 1853. Urticaceae. In: Martius, C.F.P. von; Eichler, A.W. & Urban, I. *Flora brasiliensis*. Munchen, Wien, Leipzig 4: 77-218. Tab. 25-70.
- Mori, S. A.; Silva, L.A.M.; Lisboa, G. & Coradin, L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. 2ª ed. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus. 104p.
- Pederneras, L.C. 2009. Urticales das restingas do estado do Rio de Janeiro: flora e padrões de distribuição geográfica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 166p.

- Planchon, J.E. 1873. Ulmaceae. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* 17: 151-210.
- Radford, A.E.; Dickinson, W.C.; Massey, J.R. & Bell C.R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper et Row, Nova York, 891p.
- Rocha, E.S.F.; Carauta, J.P.P. & Lima, D.F. 2000. Ulmáceas do estado do Rio de Janeiro, nota preliminar. *Albertoa Serie Urticiniæ, Urticales* 2: 9-15.
- Romanczuk, M.C. & Martínez, M.A.P. 1978. Las especies del género *Celtis* (Ulmaceae) en la flora Argentina. *Darwiniana* 21: 541-577.
- Romaniuc-Neto, S. 1992. Urticaceae. *In*: Melo, M.M.R.F.; Barros, F.; Chiea, S.A.C.; Kirizawa, M.; Jung-Mendaolli, S.L. & Wanderley, M.G.L. (eds.). *Flora fanerogâmica da Ilha do Cardoso*. Vol. 3. SEMA, São Paulo. Pp. 161-165.
- Romaniuc-Neto, S.; Gaglioti, A.L. & Guido, B.M.O. 2009. Urticaceae Juss. do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Hochnea* 36: 193-205.
- Segadas-Vianna, F., Ormond, W.T. & Dau, L. 1965/78. *Flora ecológica das restingas do sudeste brasileiro*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 22v.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 640p.
- Steinmann, V.W. 2005. Urticaceae. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. 134: 1-74.
- Sytsma, K.J.; Morawetz, J.; Pires, J.C.; Nepokroeff, M.; Conti, E.; Zjhra, M.; Hall, J.C. & Chase, M.W. 2002. Urticalean rosids: circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences. *American Journal of Botany* 89: 1531-1546.
- Thiers, B. 2010 [continuously updated]. *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/ih>>. Acesso em jun 2010.
- Todzia, C.A. 1989. A revision of *Ampelocera* (Ulmaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 76: 1087-1102.
- Todzia, C.A. 1992. A reevaluation of the genus *Phyllosylon* (Ulmaceae). *Sida* 15: 263-270.
- Torres, R.B. & Luca, A.Q. 2006. Ulmaceae. *In*: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J.; Melhem, T.S. & Giulietti, A.M. (eds.). *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. Vol. 4. FAPESP, São Paulo. Pp. 361-369.
- Ule, E. 1967. A vegetação de Cabo Frio. *Boletim Geográfico do Rio de Janeiro* 26: 21-32.
- Vasconcellos, J.C. 1969. *Noções sobre a morfologia externa das plantas superiores*. 3ªed. Série Estudos e Informação Técnica. Serviço Editorial da Repartição de Estudos, Informação e Propaganda, Lisboa. 227p.
- Vellozo, J.M.C. 1881. *Flora Fluminensis*. Vol. 5. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*.
- Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 123p.
- Wiegrefe, S.J., Sytsma, K.J. & Guries, R.P. 1998. The Ulmaceae, one family or two? Evidence from chloroplast DNA restriction site mapping. *Plant Systematics and Evolution* 210: 249-270.



Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* (Araceae) for Brazil

Duas novas espécies de Anthurium sect. Urospadix Engl. (Araceae) para o Brasil

Livia Godinho Temponi¹ & Marcus A. Nadruz Coelho²

Abstract

Two new species of *Anthurium* are described for Brazil, *Anthurium cipoense* Temponi endemic of the Serra do Cipó National Park, Minas Gerais and *Anthurium polynervium* Temponi & Nadruz, endemic to municipality of Santa Maria Madalena, Rio de Janeiro state. Both have restricted distributions and studies on their conservation are needed. Descriptions, illustrations and commentaries on geographic distribution, ecology, phenology and conservation status are provided for both species.

Key words: taxonomy, Minas Gerais, Rio de Janeiro.

Resumo

Dois espécies novas de *Anthurium* são descritas para o Brasil, *Anthurium cipoense* Temponi, endêmica do Parque Nacional da Serra do Cipó, MG e *Anthurium polynervium* Temponi & Nadruz, endêmica do município de Santa Maria Madalena, RJ. Ambas apresentam distribuição restrita e estudos sobre a sua conservação se fazem necessários. São fornecidas diagnoses, ilustrações e comentários sobre distribuição geográfica, ecologia, fenologia e estado de conservação das espécies aqui apresentadas.

Palavras-chave: taxonomia, Minas Gerais, Rio de Janeiro.

Introduction

Anthurium Schott is neotropical and has 1100 species, being the larger Araceae genus (Mayo *et al.* 1997, Govaerts & Frodin 2002, Coelho & Catharino 2008). Those species are distributed from northern Mexico and the Greater Antilles to southern Brazil and northern Argentina and Uruguay, occurring in open or forested habitats. They may be terrestrial, epiphyte or rupicolous (Mayo *et al.* 1997). Brazil, with about 130 *Anthurium* species, is a country with great diversity in this genus (Coelho *et al.* 2010).

Anthurium is divided into 18 sections (Croat & Sheffer 1983), some of which have been revised and re-circumscribed (*e.g.* Croat 1991). *Anthurium* sect. *Urospadix* was interpreted differently by Engler (1878, 1898, 1905) and Croat & Sheffer (1983, 2002), but according to these authors, the section has a disjunct distribution, with several species

in Central America and western South America, and others in the eastern Brazil.

Based on morphological and molecular studies, Temponi (2006) proposes the re-circumscription of *Anthurium* sect. *Urospadix*, restricting this group to 60 species of usually ground herbs, with short internodes, up to 0.5 cm long, simple leaves, with brochidrodome venation and interprime veining, trichomes usually present at the funiculus and distribution restricted to eastern Brazil.

During the survey of this group of *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl. Brazilian species, two new species were recognized and are described here. Since they are species of local occurrence and few populations, they are considered to be vulnerable according to the IUCN criteria (2010), and studies on their preservation are therefore required.

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, R. Universitária, 2009, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel, PR, Brazil. liviatemponi@yahoo.com.br

²Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, R. Pacheco Leão 913, 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Material and Methods

To perform this study, samples of *Anthurium cipoense* and *Anthurium polynervium*, as well some closed species were examined in the BHC, MO, K, RB, SP, SPF herbaria (acronyms in accordance with Thiers 2010). The morphological description of the vegetative and reproductive structures followed terminology presented in Madison (1977), Radford *et al.* (1974), Croat & Bunting (1979), Mayo (1991) and Mayo *et al.* (1997).

Anthurium cipoense Temponi, *sp. nov.* Type: BRAZIL. MINAS GERAIS: Santana do Riacho, Parque Nacional da Serra do Cipó, 19°16'1.2"S, 43°33'5.5"W, elev. 1,220 m. 22.XII.2004, fr., Temponi *et al.* 384 (holotype SPF!; isotype K!, RB!).

Figs. 1a-c, 2a-d

Anthurium cipoense Temponi *sp. nov.*
Anthurium megapetiolo E.G. Gonç. *habitu terrestri, foliorum laminae nervis in paginam adaxialem insculptis affinis, sed petiolo breviori (nec longo), foliorum lamina anguste elliptica usque elliptica (nec oblonga usque oblongo-elliptica), nervis secundariis paucis (nec ultra 14 utroque costae latere), floribus paucis in quoque spira manifestis (nec multior) differt.*

Terrestrial. Erect stem; short internodes, totally covered by the sylleptic prophylls and mesophylls; brownish, persistent, entire prophylls and mesophylls. Leaf with slightly reddish, cylindrical to slightly adaxially furrowed petiole, 18–30.9 × 0.15–0.3 cm; geniculum 0.4–2.1 cm long, thicker, concolor slightly lighter than the petiole; erect, chartaceous, strongly discolored greenish leaf blade, narrowly elliptical to elliptical, acute apex, obtuse base, 19–27.3 × 4.8–11.1 cm; adaxially acute, abaxially obtuse primary veins; secondary veins strongly prominent adaxial, 7–9 on both sides; collecting veins 0.5–1.5 cm away from the margin; no basal veining. Inflorescence with erect, vinaceous, cylindrical peduncle, 25.5–43 × 0.12–0.15 cm; vinaceous, deflexed spathe, forming an acute angle at the junction with the peduncle, decurrent leaf 0.6 cm long, 3 × 0.4 cm; spadix, 5.3–17.4 × 0.63–1.45 cm, shortly stipitate, stipe 0.3 cm long, 4–5 flowers at the primary spiral, 3 at the secondary spiral; tepals 1.8–2.2 × 1 mm, stamens 1.5–2 × 0.7–0.8 mm, apocarp 1.9 × 1.65 mm, brown stigma, bilocular ovary, one ovule per locule, axile-apical placentation. Green berries with vinaceous apex.

Anthurium cipoense is related to *Anthurium megapetiolo* E.G. Gonç., and they share the

same terrestrial habit and strong veining on the adaxial side; however, it differs from the latter species by having a short petiole, no longer than 32 cm, narrowly elliptical to elliptical leaf blade, with 7–9 secondary veins on both sides and 4–5 flowers on the primary spiral and 3 on the secondary spiral; while *A. megapetiolo* has a long petiole, up to 81 cm in length, oblong to oblong-elliptical leaf blade, with 14–18 secondary veins on both sides and 4–9 flowers on the primary spiral and 4–5 on the secondary spiral of the spadix.

The specific epithet honors the collection site, Serra do Cipó National Park, which is home to outcrops and also to areas with still unexplored riparian forest, where forest interior species such as *A. megapetiolo* (Gonçalves, 2001) and *A. cipoense* are still being discovered and described.

Anthurium polynervium Temponi & Nadruz, *sp. nov.* Type: BRAZIL. RIO DE JANEIRO, Santa Maria Madalena, Macuco to Santa Maria Madalena roadway, near the cloverleaf interchange to São Sebastião do Alto, 22°0'14.04"S, 42°41'23.99"W, 24.VII.2006, fl. and fr., Temponi *et al.* 429 (holotype RB!; isotype SPF!, K!, MO!). Figs. 1d-f, 2e-g

Anthurium polynervium Temponi & Nadruz *sp. nov.* *Anthurium augustino* K. Koch & Lauche *affinis, sed foliorum lamina lanceolata, oblonga usque elliptica (nec ovato-lanceolata), nervis basalibus 1–2 (nec 3), nervis secundariis 17–26 (nec 24–30) differt.*

Terrestrial, rupicolous, saxicolous. Erect stem; very short internodes, totally covered by the prophylls and mesophylls; greenish prophylls and mesophylls, entire when young, becoming brown, decomposed in a fibrous mass, persistent from the apex to the stem base. Leaf with greenish petiole, cylindrical to slightly adaxially furrowed when young and furrowed cylindrical, with adaxially obtuse margins in adult individuals, 19.5–43.8 × 0.22–0.56 cm; thicker geniculum, concolor and slightly lighter than the petiole, 0.4–2.1 cm long; erect, chartaceous, discolored greenish, lanceolate, oblong to elliptical leaf blade, with acute apex, shortly apiculate, subcordate base, with slightly decurrent blade, spatulate posterior lobes 1/15–1/56 of the blade length, 25.1–61.5 × 7–20.8 cm; obtuse to rarely adaxially acute primary veins on both faces; secondary veins visible only adaxially, slightly abaxially prominent, 17–26 on both sides; collecting veins emerging over the blade base, 0.5–1.3 cm from the margin; 1–2 basal veins on

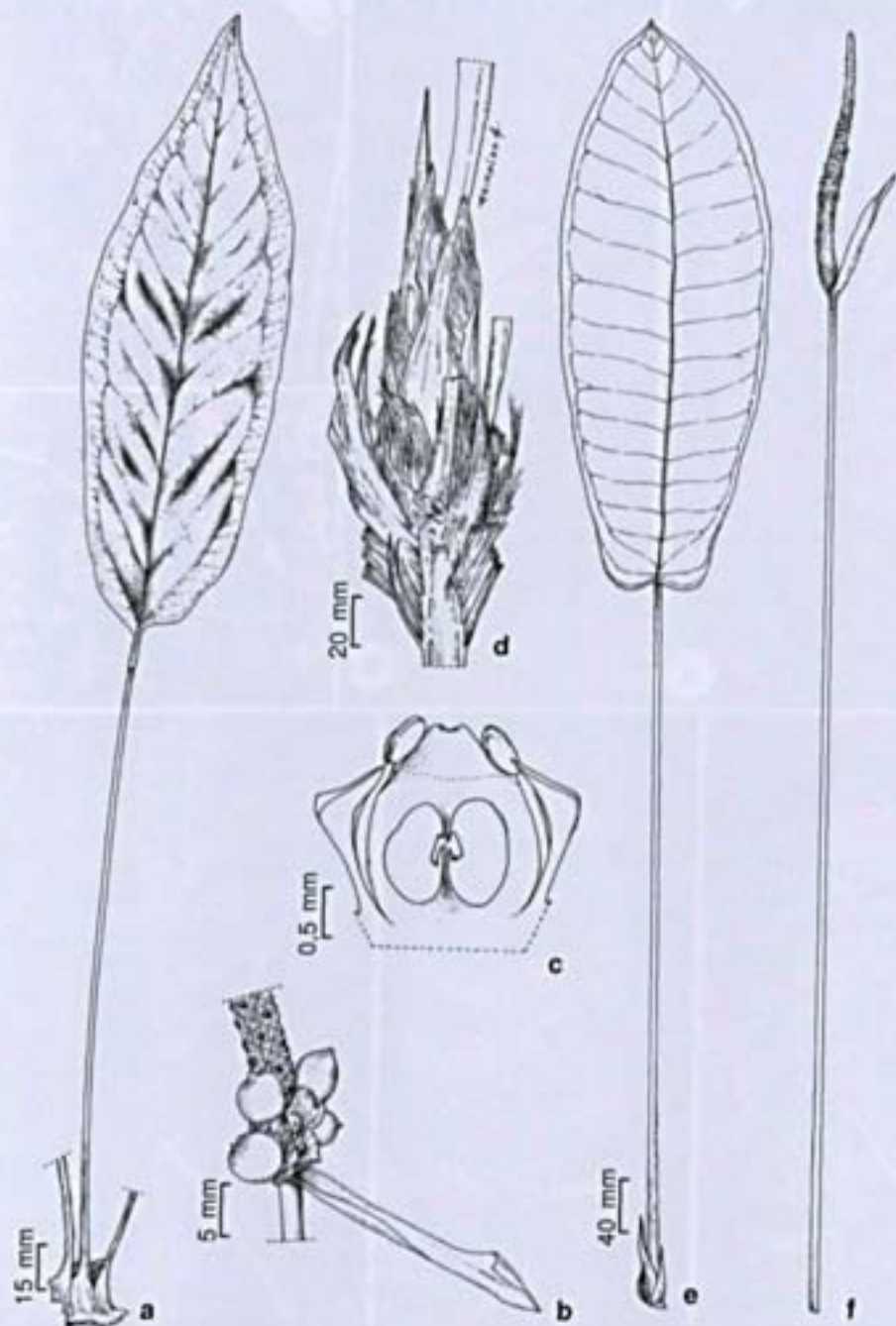


Figure 1 – Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl. (Araceae) for Brazil. a-c. *Anthurium cipoense* Temponi (Temponi 384) – a. leaf with few secondary veins, sunken above, collective veins 0.5–1.5 cm from the margins and absence of basal veins; b. spadix with berries mature exerted from tepals; c. 2-locular ovary, one ovule per locule, axile-apical placentation near apex of septum. d-f. *Anthurium polymervium* Temponi & Nadriz (Temponi et al. 356) – d. erect stem; very short internodes, persistent mesophylls and prophylls at upper internodes, decomposing in brown fibers; e. erect leaf blade, sharp apex, shortly apiculate, sub-cordate base, numerous secondary veins and basal veins 1–2 on both sides; f. spadix with erect peduncle and spadix sessile.

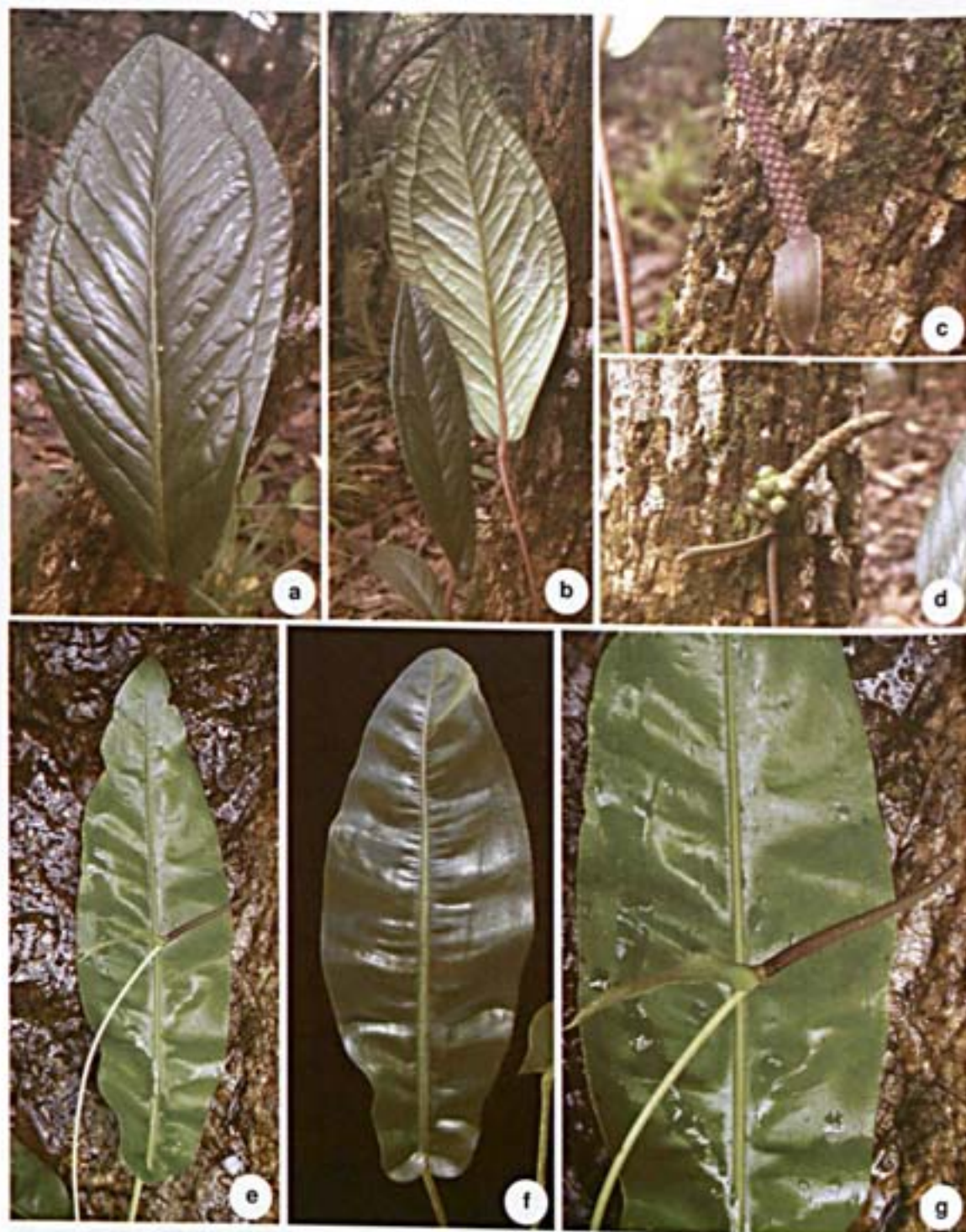


Figure 2 – Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl. (Araceae) for Brazil. a-d, *Anthurium cipoense* Temponi – a. leaf with few secondary veins, taken above; b. light green leaf down, purple petiole and midrib; c. spadix at flowering; d. spadix at fruiting. e-g, *Anthurium polymervium* Temponi & Nadruz – e. blade erect; f. blade with apex acute, shortly apiculate, sub-cordate base; g. spadix sessile.

both sides, the outermost extending to the base of the posterior lobe, the innermost ending at the margin of the leaf blade lower quarter. Inflorescence with erect, greenish, cylindrical to slightly flat peduncle, 21.5–74.4 × 0.2–0.24 cm; greenish to vinaceous spathe, forming a right, obtuse to acute angle with the peduncle, decurrent leaf 0.6 long, 5.4–11.7 × 0.8–1.3 cm; sessile, greenish to vinaceous stipitate, 5.3–17.4 × 0.63–1.45 cm; 8–9 flowers on the primary spiral, 6 on the secondary spiral; hooded tepals with rough walls, side tepals slightly concave and dorsally acute; front and rear tepals strongly ventrally concave and dorsally sub-carinate to carinated, 1.1–1.5 mm; stamens 1.6–1.9 × 0.5–0.8 mm; apocarp 1.3 × 0.8–1.1 mm, inconspicuous stigma, oblong, bilocular ovary, one ovule per locule, axile-apical placentation. Creamy-green berries with dark purple apex.

Species endemic to the state of Rio de Janeiro, occurring only in the Santa Maria Madalena municipality, between 756 and 964 m altitude, in dense rain forest. This is an ombrophilous and rare species. Collected with flower and fruit in October. **Material examined:** BRAZIL. RIO DE JANEIRO: Santa Maria Madalena, cultivado no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 28.IX.2005, *M. Nadruz 1644* (RB); 22°0'2.88"S 42°7'0.98"W, 17.VI.2004, fl. and fr., *Temponi et al. 356* (SPF); Fazenda Dubois, 21°56'53"S 41°59'29"W, 28.X.2004, fl. and fr., *J.M. Braga 7511* (RB).

Anthurium polynervium is related to *Anthurium augustinum* C. Koch & Lauche by having a lanceolate, oblong to elliptical leaf blade, 1–2 basal veins and 17–26 secondary veins, while *A. augustinum* has an ovate-lanceolate leaf blade, 3 basal veins and 24–30 secondary veins.

The specific epithet refers to the large number of secondary veins on both sides; although being only adaxially visible, slightly abaxially prominent, the large number of secondary veins gives a wavy appearance to the leaf surface.

The diversity of *Anthurium* sect. *Urospadix* species in Brazil has been verified in recent studies. Over the past 20 years, 23 new species have been described (Sakuragui & Mayo 1999; Coelho & Mayo 2000; Mayo *et al.* 2000; Sakuragui 2000; Gonçalves 2001; Coelho & Leoni 2004; Coelho & Catharino 2005; Coelho & Croat 2005; Gonçalves 2005; Coelho 2006; Coelho & Catharino 2008; Gonçalves & Jardim 2009; Catharino & Coelho 2010). Moreover, nine species are being described for Bahia and Espírito Santo, totalling 32 recently discovered species for *Anthurium* sect. *Urospadix*, a section almost exclusive to the Atlantic Forest.

Since this is a group of probably recent diversification, specific differences are usually small. Less widely used characteristics for the distinction of species of other *Anthurium* sections, such as primary veining shape, habit, internode length, color and degree of decomposition of cataphylls and prophylls (Coelho *et al.* 2009), as well as anatomical characteristics of the leaf and spathe (Mantovani *et al.* 2010), have proven to be important for the recognition of these species. Thus, taxonomic studies must continue, to include population studies, since the diversification of the group suggests an adaptation to different micro-environments of eastern Brazil.

Acknowledgments

The authors thank Reinaldo Antônio Pinto for illustrations of the species here described, the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) fellowship (bolsa de doutorado) and Simon J. Mayo for writing the Latin diagnosis.

Referências

- Catharino L.E.M. & Coelho, M.A.N. 2010. Uma espécie nova de *Anthurium* Schott (Araceae), endêmica na Serra da Bocaina, município de Bananal, São Paulo, Brasil *Rodriguesia* 61: 69–72.
- Coelho, M.A.N. 2006. New species of *Anthurium* (Araceae) from Brazil. *Aroideana* 29: 91–103.
- Coelho, M.A.N. & Catharino, L.E.M. 2005. Duas espécies novas de *Anthurium* Schott (Araceae) para o Brasil. *Rodriguesia* 56: 35–42.
- Coelho, M.A.N. & Catharino, L.E.M. 2008. Duas novas espécies de *Anthurium* (Araceae) endêmicas do litoral de São Paulo, Brasil. *Rodriguesia* 59: 829–833.
- Coelho, M.A.N. & Croat, T.B. 2005. A new endemic species of *Anthurium* (Araceae) from Brazil. *Aroideana* 28: 65–68.
- Coelho, M.A.N. & Leoni, L.S. 2004. Duas espécies novas de *Anthurium* Schott (Araceae) para o Brasil. *Pabstia* 15: 1–9.
- Coelho, M.A.N. & Mayo, S.J. 2000. *Anthurium maricense* Nadruz & Mayo – a new species of *Anthurium* Schott (Araceae: tribe Anthurieae) for Brazil. *Aroideana* 23: 82–87.
- Coelho, M.A.N.; Soares, M. L., Sakuragui, C.M., Mayo, S.; Andrade, I.M. & Temponi, L.G. 2010. Araceae in Lista de espécies da flora do Brasil. Available in <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Accessed on 12 mai 2010.
- Coelho, M.A.N.; Waechter, J.L. & Mayo, S.J. 2009. Revisão taxonômica das espécies de *Anthurium* (Araceae) seção *Urospadix* subseção *Flavescentiviridia*. *Rodriguesia* 60: 799–864.

- Croat, T.B. 1991. A revision of *Anthurium* section *Pachyneurium* (Araceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78: 539-855.
- Croat, T.B. & Bunting, G.S. 1979. Standardization of *Anthurium* descriptions. *Aroideana* 2: 15-25.
- Croat, T.B. & Sheffer, R.B. 1983. The sectional groupings of *Anthurium* (Araceae). *Aroideana* 6: 85-123.
- Croat, T.B. & Sheffer, R.B. 2002. The sectional groupings of *Anthurium* (Araceae). Available in <<http://www.aroid.org/genera/Anthurium/anthsections>>. Accessed on 12 oct 2002.
- Engler, H.G.A. 1878. Araceae. In: Martius, C. F. P. Von. *Flora brasiliensis*. München, Tipografia Regia. 3: 25-224, tabs 2-52.
- Engler, H.G.A. 1898. Revision der Gattung *Anthurium* Schott. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 25: 352-476.
- Engler, H.G.A. 1905. Araceae-Pothoideae. In: Engler, H.G.A. *Das Pflanzenreich* Berlin, W. Engelmann, 4: 1-330.
- Gonçalves, E.G. 2001. A new *Anthurium* (Araceae) from Serra do Cipó, Brazil. *Aroideana* 24: 6-12.
- Gonçalves, E.G. 2005. A new species of *Anthurium* (Araceae) from Espírito Santo State, eastern Brazil. *Feddes Repertorium* 116: 92-95.
- Gonçalves, E.G. & Jardim, J.G. 2009. Two new species of *Anthurium* (Araceae) from Brazil. *Kew Bulletin* 64: 713-717.
- Govaerts, R. & Frodin, D. 2002. World checklist and bibliography of Araceae (and Acoraceae). Royal Botanic Gardens, Kew. 560p.
- IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.0. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. Available in <<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>>. Accessed on 10 may 2010.
- Madison, M.T. 1977. A revision of *Monstera* (Araceae). *Contributions from the Herbarium Harvard University* 207: 1-101.
- Mantovani, A.; Filartiga, A.L.P. & Coelho, M.A.N. 2010. Anatomia comparada de folha e espata de espécies de *Anthurium* (Araceae) ocorrentes na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 185-200.
- Mayo, S.J. 1991. A revision of *Philodendron* subgenus *Mecanostigma* (Araceae). *Kew Bulletin* 46: 601-681.
- Mayo, S.J.; Bogner, J. & Boyce, P.C. 1997. The genera of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew. 370p.
- Mayo, S.J.; Felix, L.P.; Jardim, J.G. & Carvalho, A.M. 2000. *Anthurium bromelicola* – a remarkable new species from Northeast Brazil. *Aroideana* 23: 89-99.
- Radford, A.E.; Dickison, W.C.; Massey, J.R. & Bell, C.R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper & Row, New York. 891p.
- Sakuragui, C.M. 2000. Araceae of campos rupestres of Cadeia do Espinhaço in Minas Gerais state, Brazil. *Aroideana* 23: 56-81.
- Sakuragui, C.M. & Mayo, S. 1999. A new species of *Anthurium* (Araceae) from south-eastern Brazil. *Feddes Repertorium* 110: 535-539.
- Temponi, L.G. 2006. *Sistemática de Anthurium seção Urospadix* (Araceae). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 143p.
- Thiers, B. 2010. *Index Herbariorum*. Part I: The herbaria of the world. Available in <<http://sweetgum.nybg.org/ih/>>. Accessed on 18 jun 2010.



Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto – MG

Composition, structure and floristic similarity of Atlantic Forest, Serra Negra, Rio Preto – MG

Arthur Sérgio Mouço Valente^{1,3}, Paulo Oswaldo Garcia¹,
Fátima Regina Gonçalves Salimera¹ & Ary Teixeira de Oliveira-Filho²

Resumo

A Serra Negra, no município de Rio Preto (MG), estende-se por uma região com fisionomias florestais serranas da Mantiqueira e campos altomontanos, entre as elevações do maciço do Itatiaia (RJ, SP e MG) e da Serra do Ibitipoca (MG). Com o objetivo de investigar o comportamento das variáveis comunitárias da flora arbórea em condições diferentes de altitude e alagamento, determinou-se a composição florística, estrutura e similaridade entre três fragmentos de floresta (aluvial, montana e nebulosa) e a suas relações florísticas com estudos da região. Foram amostrados 2.572 indivíduos, identificados em 194 espécies, distribuídas em 59 famílias e 118 gêneros. As famílias com maior riqueza foram Myrtaceae (30 espécies), Lauraceae (20), Melastomataceae (17) e Fabaceae (13). Os três tipos de vegetação estudados, associados a diferentes condições ambientais, diferem entre si em sua composição e estrutura. A floresta aluvial revelou-se com reduzida diversidade, baixa estatura e alta dominância ecológica. A floresta nebulosa destacou-se por apresentar elementos típicos de altitude em detrimento de espécies frequentes na região abaixo da escarpa da serra, onde a diversidade foi maior. A flora arbórea da Serra Negra, formada pelo conjunto das áreas estudadas, apresenta um conjunto considerável de elementos com distribuição característica de ambientes montanhosos do Sudeste do Brasil.

Palavras-chave: ecologia de comunidades, flora arbórea, gradiente de altitude, floresta nebulosa, floresta ombrófila aluvial.

Abstract

Serra Negra is a region surrounded by some stretches of mountain, covered by Atlantic Forests and cloud scrubs, located in the southern part of Zona da Mata of Minas Gerais, in Serra da Mantiqueira, between the rises of the massif of Itatiaia (RJ, SP e MG) and the Serra do Ibitipoca (MG). The aim of this study was to determine the composition, structure and floristic similarity of arboreal flora among three forest types of Atlantic Forest (Alluvial, Montane and Cloud Forest) and also the similarity with other studies. A total of 2,572 individuals was sampled, from 194 species, 59 families and 118 genera. The highest number of species was recorded in the families Myrtaceae (30 morphospecies), Lauraceae (20), Melastomataceae (17) and Fabaceae (13). The three vegetation types associated with different environmental conditions differ in their composition and structure. The alluvial proved with low diversity and stature and high ecological dominance. The cloud forest stood out for its typical elements of altitude over other common species in the area below the range, where diversity was higher. The tree flora of Sierra Negra presents various indicator species to characteristic distribution of highlands of southeastern Brazil.

Key words: community ecology, tree flora, altitudinal gradient, cloud forest, alluvial forest.

Introdução

A Mata Atlântica mineira é a maior área do bioma numa unidade da Federação, mesmo sem considerar disjunções nos outros domínios do estado, o que evidencia a responsabilidade deste na conservação do bioma (Meira-Neto

2006). Na Zona da Mata mineira, cinco formações da Floresta Atlântica são encontradas, sendo elas as florestas ombrófilas baixo-montana e alto-montana e as florestas estacionais semidecíduais submontana, baixo-montana e alto-montana (Valente *et al.* 2006). Essas formam um conjunto de

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, 36036-330, Juiz de Fora, MG, Brasil.

² Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. Botânica, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³ Autor para correspondência: arvalente@yahoo.com.br

ecossistemas da Floresta Atlântica, inseridos no grande domínio dos "mares de morros", na porção sul-oriental de Minas Gerais.

O nível de interiorização da Mata Atlântica em Minas Gerais e interior fluminense perfaz de 500 a 600 km, comportando sempre florestas tropicais de planaltos, dotados de clima mesotérmico, com 18° a 20°C de temperatura e 1.300 a 1.600 mm de precipitações anuais (Ab'Sáber 2003). Reiteram-se os fortes acréscimos de chuvas e nevoeiros na fachada atlântica das serras do Mar e da Mantiqueira (Ab'Sáber 2003).

Naturalmente, devido à ampla extensão territorial de Minas Gerais, ocorrem diferenciações florísticas com as variações espaciais, como as de latitude e grau de interiorização (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Porém, em menor escala, a heterogeneidade fitofisionômica e florística apresenta intrínseca relação com a heterogeneidade ambiental local (Durigan et al. 2000; Pereira et al. 2007). Estas peculiaridades e/ou dissimilaridades estruturais e de composição podem ser decorrentes da altitude (Pendry & Proctor 1996), de propriedades do solo (Oliveira-Filho et al. 1994; Torres et al. 1997; Dalanese et al. 2004; Carvalho et al. 2005) e do nível de encharcamento do substrato (Rodrigues & Leitão Filho 2004). Outros fatores associados à altitude foram estudados como causas diretas dessas variações (Damasceno-Júnior 2005), como a diminuição da temperatura mínima e aumento da nebulosidade. Em florestas tropicais, as diferenças florísticas ao longo do gradiente de altitude ocorrem com mudanças na estrutura (Lieberman et al. 1996; Whitmore 1998; Meireles et al. 2008) e na riqueza e diversidade de famílias e espécies, padrões já bem detalhados para as florestas andinas (Gentry 1995) e brasileiras (Rodrigues 1989; Guedes 1998; Oliveira-Filho & Fontes 2000; Sanchez 2001; Meireles et al. 2008). A caracterização das florestas de altitude e suas relações florísticas tornam-se importantes, pois permitem a compreensão dos padrões de diferenciação florística existentes nas serras da costa atlântica (Oliveira-Filho et al. 2005; Soares et al. 2006; Pereira et al. 2006).

A serra da Mantiqueira abrange parte dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. Em Minas Gerais, encontram-se neste complexo serrano cerca de 20% dos remanescentes da Mata Atlântica, bioma reduzido a pouco mais de 4% de sua cobertura original no estado (Costa & Herrmann 2006). A Serra Negra, componente do complexo da Mantiqueira, está incluída na região denominada Bom Jardim, com alta prioridade para a

conservação da flora de Minas Gerais, sendo recomendada a investigação científica em forma de inventários, devido à alta diversidade e ao baixo conhecimento científico da área (Drummond et al. 2005). Desta forma, este estudo contribui pioneiramente para o conhecimento das comunidades florestais dessa área.

O presente estudo desenvolveu-se em três fragmentos de tipos florestais distintos na Serra Negra, MG, com os objetivos de descrever, para cada área, a composição e diversidade florística do estrato arbóreo, bem como sua estrutura horizontal e vertical; e comparar a similaridade entre os três fragmentos e destes com outros estudos na Serra da Mantiqueira.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na região da Serra Negra, que compõe a microbacia do Ribeirão do Funil, situada no município de Rio Preto (22°05'S e 43°49'W), na região sul da Zona da Mata mineira (Fig. 1). Esta serra, cuja altitude máxima está a 1.698 m, é uma elevação de rochas quartzíticas semelhantes às da Serra do Ibitipoca, da qual dista cerca de 20 km em linha reta ao norte. A paisagem constitui um mosaico de florestas e campos rupestres, cujas características são pouco estudadas. O clima é do tipo Cwb, segundo classificação de Köppen (Peel et al. 2007), mesotérmico úmido, com invernos secos e frios e verões brandos e úmidos. A média da precipitação anual, entre 1946 e 2004, foi de 1.886 mm e mediana de 1.902 mm segundo dados da Prefeitura Municipal de Rio Preto, Estação Meteorológica da vila do Funil.

Caracterização dos fragmentos

Mata Aluvial (22°00'13''S e 43°53'18''W): fragmento de 9,2 ha, a cerca de 900 m de altitude. Compreende um trecho de embaciamento, periodicamente inundado pela elevação do nível freático, com microrrelevo composto de murundus e depressões. O substrato é argiloso (Tab. 1) com drenagem muito pobre. É conhecida localmente por Mata de Cambuí, uma referência ao nome popular da espécie *Myrciaria tenella* (DC.) O.Berg, que predomina nesta área. A formação classifica-se como floresta ombrófila densa aluvial, de acordo com Veloso et al. (1991), e floresta latifoliada pluvial perenifolia tropical inferomontana inundável, de acordo com Oliveira-Filho (2009a).

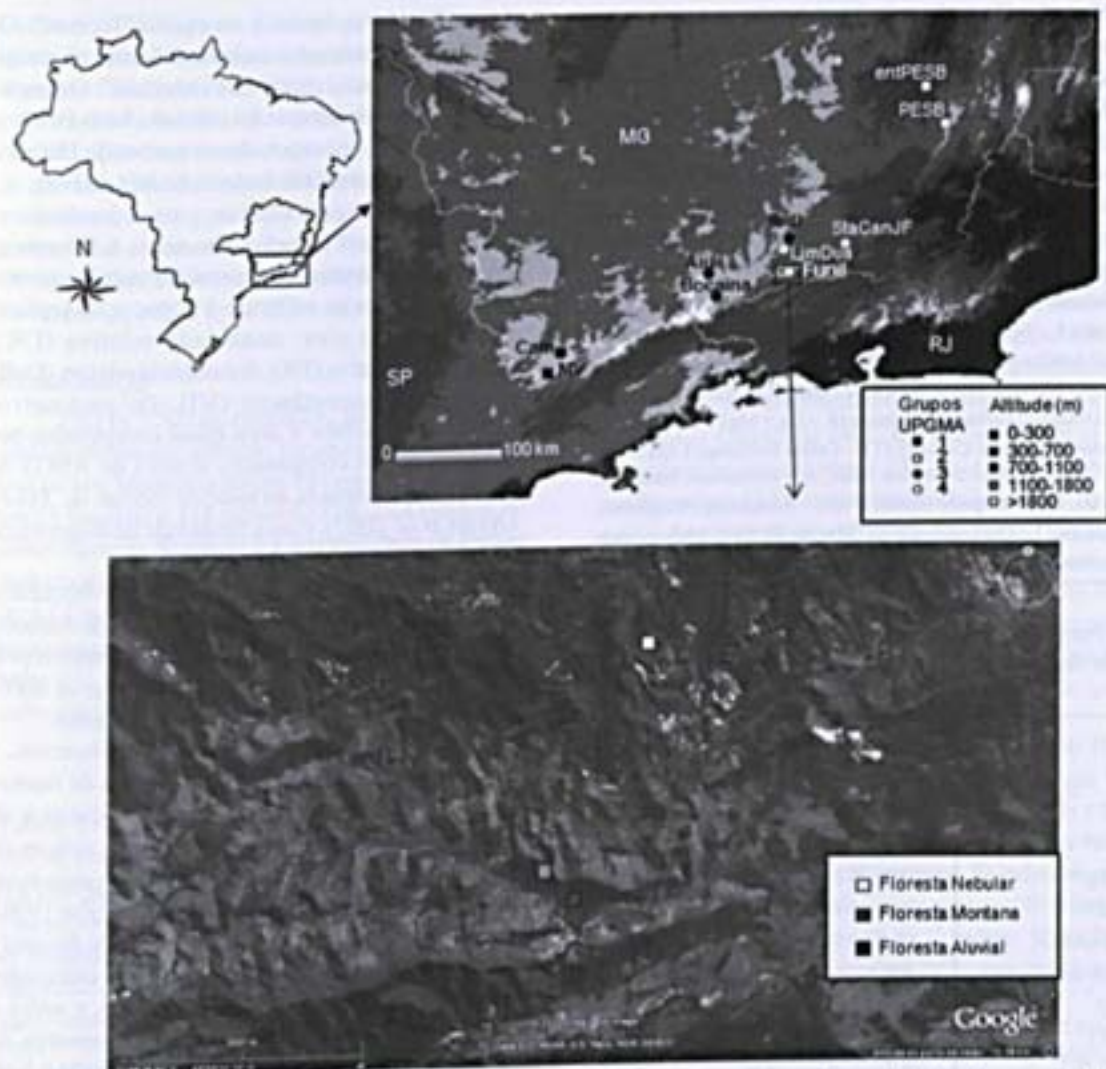


Figura 1 – Mapa com a localização dos três trechos inventariados em um levantamento fitossociológico da comunidade arbórea realizado na Serra Negra, em Rio Preto (MG), e as áreas aplicadas nas análises de similaridade e agrupamento. (imagem *Google Earth™* serviço de mapa)

Figure 1 – Map indicating the location of sampled areas for phytosociology studies in Serra Negra, Rio Preto (MG), and applied areas in the similarity and cluster analysis. (image from *Google Earth™* map service)

Mata montana ($21^{\circ}59'57''S$ e $43^{\circ}53'27''W$): trecho interfluvial com 10,7 ha e a 1.000 m de altitude, em relevo ondulado e solo de textura média (Tab. 1). Este fragmento pertenceu à antiga fazenda Funil, limítrofe à mata aluvial. A formação classifica-se como floresta ombrófila densa montana, de acordo com Veloso *et al.* (1991), e floresta latifoliada pluvial perenifólia tropical inferomontana interfluvial, de acordo com Oliveira-Filho (2009).

Mata nebulosa ($21^{\circ}58'35''S$ e $43^{\circ}52'44''W$): trecho de 4,5 ha situado em faixa altitudinal de 1.300 m, onde predomina o relevo escarpado, de formas

abruptas e rochosas. A mata situa-se em fundo de vale, em forma suave côncava ou platô, e o solo é arenoso (Tab. 1). A formação florestal classifica-se como floresta ombrófila densa alto-montana, de acordo com Veloso *et al.* (1991), e floresta latifoliada nebulosa perenifólia tropical superomontana interfluvial, de acordo com Oliveira-Filho (2009).

Procedimento de amostragem

A amostragem fitossociológica ocorreu entre maio de 2005 e dezembro de 2006, pelo método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Em

Tabela 1 – Classe textural e níveis médios dos parâmetros de fertilidade do solo na profundidade de 0-20 cm nos trechos da mata aluvial, mata montana e mata nebulosa, Rio Preto, MG. SB = soma de bases trocáveis (K+Ca+Mg), (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva, (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0, V = Índice de Saturação de Bases, m = Índice de Saturação de Alumínio, MO = Matéria orgânica, P-rem = Fósforo remanescente. Análise realizada pelo Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal de Lavras.

Table 1 – Textural class and middle levels of the parameters of soil fertility at a depth of 0-20 cm in parts of Alluvial Forest, Lower Montane Forest and Cloud Forest, Rio Preto, MG, Brazil. SB = sum of exchangeable bases (K + Ca + Mg), (t) = Effective Cation Exchange Capacity (T) = Cation Exchange Capacity at pH 7.0, V = Base Saturation Index, m = Aluminum Saturation Index, OM = Organic Matter, P-rem = Remaining Phosphorus. Analysis by Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal de Lavras.

Parâmetros de fertilidade	Fragmento		
	Aluvial	Montana	Nebular
	Classe textural		
	Argilosa	Média	Arenosa
pH (H ₂ O)	3,9	4,1	3,7
P mg/dm ³	3,1	1,4	2,8
K	47	28	39
Ca ²⁺ cmol/dm ³	0,5	0,4	0,7
Mg ²⁺	0,2	0,1	0,2
Al ³⁺	3,4	1,8	2,2
H+Al	15,3	11	11
SB cmol/dm ³	0,8	0,6	1
(t)	4,2	2,4	3,2
(T)	16,1	11,6	12
V %	5,1	4,9	8,3
m	81	76	69
MO dag/kg	5,4	3,4	3,4
P-rem mg/L	7,5	14,7	35,7

cada fragmento foram estabelecidas 25 parcelas contíguas de 10 × 10 m, totalizando 0,75 ha, com os maiores eixos dos blocos de parcelas paralelos às curvas de nível do terreno.

Amostraram-se todos os indivíduos arbóreos ou arborescentes com circunferência a 1,30 m acima do solo (CAP) maior ou igual a 10 cm, sendo os espécimes perfilhados (múltiplos caules) inventariados quando a circunferência quadrática fosse igual ou maior ao critério de inclusão. Os indivíduos receberam plaquetas de alumínio numeradas e tiveram a altura estimada por comparação com vara de alta-poda. As árvores mortas em pé, por dividirem espaço com as demais, foram

amostradas e agrupadas na classe "mortas". Os indivíduos não coletados e não identificados em campo foram agrupados na classe "desconhecidas". O material botânico de cada espécie foi coletado, herborizado e, quando fértil, incorporado no acervo do Herbário CESJ da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) para a estrutura horizontal em cada fragmento, processadas pelo software Fitopac 1 (Shepherd 1994), sendo eles: densidade relativa (DR), frequência relativa (FR); dominância relativa (DoR) e valor de importância (VI). Os parâmetros densidade absoluta e área basal computados por parcelas foram comparados através de ANOVA-unifatorial associada ao teste de médias de Tukey (Ayes *et al.* 2007), com a finalidade de diagnosticar diferenças estruturais entre as áreas.

Foram preparados histogramas de frequência da distribuição de indivíduos por classes de diâmetro e altura, que posteriormente foram comparadas pelo teste Qui-Quadrado de partição (Ayes *et al.* 2007) para verificar diferenças entre os fragmentos.

O índice de diversidade de Shannon, a equabilidade de Pielou e os estimadores de riqueza Jackknife de 1ª e 2ª ordens foram calculados de acordo com Kent & Coker (1992). Os índices de diversidade obtidos foram comparados através do procedimento proposto por Hutcheson (Zar 1996).

Os coeficientes de similaridade de Jaccard e Sørensen (Kent & Coker 1992) foram calculados dentre os três fragmentos estudados e entre a composição florística geral e levantamentos no maciço do Itatiaia, Mantiqueira Sul e Norte e Vale do Paraíba do Sul. As relações florísticas entre a comunidade arbórea da Serra Negra e demais locais foram observadas a partir da construção de um dendrograma com a medida de distância de Sørensen, utilizando o algoritmo UPGMA, através do software PC-Ord 4.0 (McCune & Mefford 1999).

Com o auxílio do PC-Ord 4.0 (McCune & Mefford 1999), foi efetuada a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para verificação do gradiente de substituição de espécies arbóreas entre os três fragmentos. A DCA foi efetuada a partir da matriz de abundância das espécies por parcela, eliminando-se aquelas representadas por um único indivíduo.

A identificação das espécies foi feita por meio de comparação com exsiccatas depositadas nos herbários CESJ e RB, consulta a especialistas e literatura disponível. A classificação taxonômica foi efetuada segundo o proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group (APGII), de acordo com Souza &

Lorenzi (2005) para o nível de famílias. As identificações das espécies foram atualizadas seguindo Oliveira-Filho (2006) e Trópicos (2010).

O sistema fitogeográfico adotado na classificação das comunidades inventariadas foi o de Oliveira-Filho & Fontes (2000), com os domínios e sub-domínios propostos por Oliveira-Filho (2006). Utilizou-se o banco de dados TreeAtlas 1.0 de Oliveira-Filho (2009b) para a descrição da distribuição das espécies pelos tipos florestais.

Resultados

Para os 7.500 m² estudados, incluindo as matas aluvial, montana e nebulosa, foram amostrados 2.572 indivíduos, identificados em 194 espécies, incluídos em 59 famílias e 118 gêneros (Tab. 2). O índice de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou para o conjunto das três áreas foram, respectivamente, de 4,11 e de 0,76, sendo que o intervalo estimado para a riqueza específica da comunidade arbórea variou entre 241 e 247 espécies. A riqueza inventariada representou entre 78 e 80% das espécies esperadas

segundo os estimadores Jackknife de 1ª e 2ª ordens (Tab. 2). Todas as comparações dos índices de Shannon foram significativamente diferentes ($P < 0,001$) pelo teste de Hutcheson. As famílias com maior riqueza foram Myrtaceae (30 espécies), Lauraceae (20), Melastomataceae (17) e Fabaceae (13). Os gêneros com maior número de espécies foram *Ocotea* e *Miconia* (12), *Eugenia* e *Myrcia* (8) e *Casearia* e *Solanum* (4). As espécies mais abundantes foram *Myrciaria tenella* (519), *Alchornea triplinervia* (259), *Aparisthium cordatum* (94), *Guapira venosa* (71), *Eugenia widgrenii* (63), *Psychotria vellosiana* (59), *Phyllostemonodaphne geminiflora* (45), *Maytenus salicifolia* (40), *Myrcia splendens* (37), *Psychotria stachyoides* (34) e *Calyptanthus widgreniana* (33), correspondendo a 49% do total.

Analisando-se cada um dos tipos florestais separadamente, verificaram-se níveis inferiores de riqueza e diversidade em relação ao conjunto das áreas, além das diferenças florísticas e estruturais.

Na mata aluvial, foram encontradas 26 espécies (Tab. 3), incluídas em 23 gêneros e 15 famílias, que,

Tabela 2 – Parâmetros de estrutura, abundância, riqueza e diversidade para a sinússia arbórea nos trechos da mata aluvial, mata montana e mata nebulosa, Rio Preto, MG. DA = densidade de árvores vivas (ind. ha⁻¹); AB = área basal dos indivíduos vivos (m² ha⁻¹); \overline{AB} = área basal média dos indivíduos vivos por parcela; N = número de indivíduos; \overline{N} = número médio de indivíduos vivos por parcela; N.fam = número de famílias; N.spp = número de espécies; H' = índice de Shannon; J = Equabilidade. S(jack1) = estimador de riqueza de espécies de Jackknife de 1ª ordem; S(jack2) = estimador de riqueza de espécies de Jackknife de 2ª ordem. Diferentes letras evidenciaram diferenças estatísticas significativas ao nível $\alpha = 0,05$.

Table 2 – Parameters of abundance, richness and diversity for tree layer of Alluvial Forest, Lower Montane Forest and Cloud Forest, Rio Preto, MG, Brazil. DA = density of live trees (ind. ha⁻¹); AB = basal area of individuals living (m² ha⁻¹); \overline{AB} = average basal area of live individuals per plot; N = number of individuals; \overline{N} = average number of individuals alive per plot; N.fam = number of families; N.spp = number of species; H' = Shannon index; J = Equability. S(jack1) and S(jack2) = estimator of species richness of the 1st and 2nd order Jackknife, respectively. Distinct letters show significant differences at $\alpha = 0.05$.

Área	Aluvial	Montana	Nebular	Conjunto das áreas
DA	2,796	3,744	3,428	3,322,66
AB	25,35	36,63	38,25	33,41
\overline{AB}	0,253 ($\pm 0,071$) ^a	0,366 ($\pm 0,148$) ^b	0,382 ($\pm 0,135$) ^b	0,334 ($\pm 0,134$)
N	712	984	876	2,572
\overline{N}	27,96 ($\pm 6,87$) ^a	37,44 ($\pm 8,7$) ^b	34,28 ($\pm 9,23$) ^b	33,22 ($\pm 9,12$)
N.fam	15	49	33	59
N.spp	26	127	84	194
H'	1,3	4,19 ^a	3,42 ^a	4,11
J	0,39	0,86	0,77	0,76
S(jack1)	35	153	107	241
S(jack2)	40	156	115	247

somadas às árvores mortas em pé (13 ind.), resultaram em 712 indivíduos. O índice de diversidade de Shannon foi de 1,3 para uma equabilidade de 0,39 (Tab. 2). Dentre as espécies melhor representadas de acordo com o VI destacaram-se *Myrciaria tenella*, *Calyptanthes widgreniana* e *Alchornea triplinervia* que perfizeram 66,4% do total, sendo que a única que esteve presente em todas as unidades amostrais foi *M. tenella* (Tab. 3).

Na mata montana foram encontradas 127 espécies (Tab. 4), incluídas em 92 gêneros e 49 famílias, que, somadas às árvores mortas em pé (48 ind.) e às

desconhecidas (6 ind.), resultaram em 984 indivíduos. O índice de diversidade de Shannon foi de 4,19 para uma equabilidade de 0,86 (Tab. 2). Myrtaceae (19), Lauraceae (14), Fabaceae (9) e Rubiaceae (7), destacaram-se pela riqueza específica. As 20 espécies de maior VI representaram cerca de 47% do VI total.

Na mata nebulosa foram encontradas 84 espécies (Tab. 5), incluídas em 53 gêneros e 33 famílias, que, somadas às árvores mortas em pé (19 ind.) e às desconhecidas (10 ind.), resultaram em 876 indivíduos. O índice de diversidade de Shannon foi de 3,42 para uma equabilidade de 0,86 (Tab. 2). As

Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na mata aluvial, na serra Negra, Rio Preto, MG. N = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Table 3 – Phytosociological parameters of tree species sampled in Alluvial Forest, Serra Negra, Rio Preto, MG. N = number of individuals; DR = relative density, DoR = relative dominance = FR = relative frequency; VI = importance value.

Espécies	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	519	72,89	65,02	16,45	154,36
<i>Calyptanthes widgreniana</i> O.Berg	31	4,35	7,64	11,84	23,84
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	38	5,34	6,58	9,21	21,13
Mortas	13	1,83	5,45	7,24	14,51
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	19	2,67	2,9	6,58	12,15
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	13	1,83	2,38	5,92	10,13
<i>Matayba junglandifolia</i> Radlk.	12	1,69	1,5	6,58	9,76
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	10	1,4	2,88	5,26	9,55
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer	8	1,12	1,3	3,95	6,37
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	9	1,26	0,79	3,95	6
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	9	1,26	0,32	3,95	5,53
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	5	0,7	1,22	3,29	5,21
<i>Peritassa flaviflora</i> A.C.Sm.	5	0,7	0,23	1,97	2,91
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	3	0,42	0,51	1,97	2,9
<i>Sequoiaria langsdorfii</i> Moq.	3	0,42	0,31	1,97	2,71
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	2	0,28	0,12	1,32	1,71
<i>Eugenia cf. melanogyna</i> (D.Legrand) Sobral	2	0,28	0,09	1,32	1,69
<i>Marlierea obscura</i> O.Berg	2	0,28	0,08	1,32	1,67
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1	0,14	0,2	0,66	1
<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.	1	0,14	0,11	0,66	0,91
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	1	0,14	0,1	0,66	0,89
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	1	0,14	0,08	0,66	0,88
<i>Miconia</i> sp. 2	1	0,14	0,07	0,66	0,87
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	1	0,14	0,04	0,66	0,84
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	1	0,14	0,04	0,66	0,84
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	1	0,14	0,03	0,66	0,83
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perk	1	0,14	0,01	0,66	0,81

Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na mata montana, na Serra Negra, Rio Preto, MG. N = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Table 4 – Phytosociological parameters of tree species sampled in Montane Forest, Serra Negra, Rio Preto, MG. N = number of individuals; DR = relative density, DoR = relative dominance = FR = relative frequency; VI = importance value.

Espécie	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Aparisthium cordatum</i> (Juss.) Baill.	94	9,55	4,58	3,35	17,48
Mortas	48	4,88	5,26	3,51	13,65
<i>Eugenia widgrenii</i> Sonder ex O.Berg	63	6,40	1,66	3,19	11,26
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	20	2,03	6,23	2,24	10,50
<i>Cryptocarya micrantha</i> Meisn.	20	2,03	5,73	1,92	9,68
<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	8	0,81	6,49	0,96	8,26
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	20	2,03	4,52	1,60	8,15
<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek	40	4,07	1,98	2,08	8,12
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	15	1,52	3,78	1,76	7,06
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	12	1,22	3,98	1,44	6,64
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	2	0,20	5,16	0,32	5,69
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	27	2,74	0,28	2,56	5,58
<i>Viola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	13	1,32	2,96	1,28	5,56
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	16	1,63	2,08	1,60	5,30
<i>Beilschmiedia taubertiana</i> (Schwacke & Mez) Kosterm.	20	2,03	0,95	2,24	5,22
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	20	2,03	0,89	2,24	5,16
<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	21	2,13	0,77	2,24	5,14
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	21	2,13	0,50	1,92	4,55
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	19	1,93	0,69	1,76	4,38
<i>Spirotheca rivieri</i> (Decne.) Ulbr.	17	1,73	0,54	2,08	4,34
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	14	1,42	1,04	1,76	4,22
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	17	1,73	0,30	2,08	4,10
<i>Myrcia</i> sp. 3	19	1,93	0,35	1,76	4,03
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	12	1,22	1,15	1,44	3,80
<i>Eugenia acutata</i> Miq.	13	1,32	0,51	1,92	3,75
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	14	1,42	0,40	1,76	3,58
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	16	1,63	0,34	1,44	3,40
<i>Isora brevifolia</i> Benth.	9	0,91	0,93	1,44	3,28
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	7	0,71	1,52	0,96	3,19
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	12	1,22	0,86	1,12	3,19
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	9	0,91	1,05	0,96	2,92
<i>Coussarea verticillata</i> Müll.Arg.	13	1,32	0,62	0,96	2,90
<i>Ocotea aff. lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	7	0,71	1,18	0,96	2,85
<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell	8	0,81	0,77	1,12	2,70
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.	5	0,51	1,32	0,80	2,63
<i>Sloanea stipitata</i> Spruce ex Benth.	7	0,71	1,19	0,64	2,54
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	8	0,81	0,56	1,12	2,50
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	9	0,91	0,38	1,12	2,42
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	10	1,02	0,42	0,96	2,40
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	7	0,71	0,69	0,96	2,36

Espécie	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	5	0,51	1,18	0,64	2,33
Desconhecida	6	0,61	0,75	0,96	2,32
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	7	0,71	0,48	1,12	2,31
<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	8	0,81	0,32	1,12	2,25
<i>Neomitranthes</i> sp. 1	10	1,02	0,21	0,96	2,19
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	3	0,30	1,32	0,48	2,10
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	3	0,30	1,30	0,48	2,08
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	7	0,71	0,85	0,32	1,88
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.	2	0,20	1,34	0,32	1,86
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	3	0,30	1,20	0,32	1,83
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	8	0,81	0,19	0,80	1,80
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	0,61	0,20	0,96	1,77
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	3	0,30	0,94	0,48	1,72
<i>Campomanesia</i> cf. <i>lundiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	4	0,41	0,61	0,64	1,66
<i>Miconia urophylla</i> DC.	7	0,71	0,13	0,80	1,64
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	7	0,71	0,22	0,64	1,57
<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	5	0,51	0,26	0,80	1,57
<i>Cybianthus peruvianus</i> (A.DC.) Miq.	6	0,61	0,16	0,80	1,57
<i>Guapira venosa</i> (Choisy) Lundell	5	0,51	0,17	0,80	1,48
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	2	0,20	0,95	0,32	1,48
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	3	0,30	0,68	0,48	1,47
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	4	0,41	0,35	0,64	1,39
<i>Vochysia schwackeana</i> Warm.	5	0,51	0,18	0,64	1,33
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	2	0,20	0,92	0,16	1,28
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	3	0,30	0,43	0,48	1,22
<i>Maytenus glazioviana</i> Loes.	2	0,20	0,68	0,32	1,21
<i>Qualea gestasiana</i> A.St.-Hil.	2	0,20	0,68	0,32	1,21
<i>Chrysochlamys saldanhae</i> (Engl.) Oliveira-Filho	6	0,61	0,10	0,48	1,19
<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers.) A.C.Sm.	2	0,20	0,65	0,32	1,18
<i>Miconia tristis</i> Spring	4	0,41	0,13	0,64	1,18
<i>Miconia</i> sp.4	4	0,41	0,44	0,32	1,17
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	4	0,41	0,12	0,64	1,16
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	4	0,41	0,09	0,64	1,14
<i>Myrcia</i> cf. <i>palustris</i> DC.	4	0,41	0,07	0,64	1,11
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	4	0,41	0,05	0,64	1,10
<i>Calyptanthes widgreniana</i> O.Berg	2	0,20	0,52	0,32	1,04
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	1	0,10	0,76	0,16	1,02
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	3	0,30	0,32	0,32	0,94
<i>Vismia magnoliifolia</i> Schtdl. & Cham.	3	0,30	0,31	0,32	0,93
<i>Micropholis gardneriana</i> (A.DC.) Pierre	3	0,30	0,10	0,48	0,88
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferruci	3	0,30	0,24	0,32	0,87
<i>Daphnopsis coriacea</i> Taub.	3	0,30	0,05	0,48	0,84
<i>Chomelia sericea</i> Müll.Arg.	3	0,30	0,05	0,48	0,83
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	2	0,20	0,31	0,32	0,83
<i>Picramnia glazioviana</i> Engl.	3	0,30	0,05	0,48	0,83

Espécie	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	3	0,30	0,04	0,48	0,82
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	3	0,30	0,03	0,48	0,82
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1	0,10	0,55	0,16	0,81
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	2	0,20	0,28	0,32	0,80
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	2	0,20	0,42	0,16	0,78
<i>Ocotea minarum</i> (Nees) Mez	2	0,20	0,12	0,32	0,64
<i>Terminalia</i> cf. <i>triflora</i> (Griseb.) Lillo	2	0,20	0,12	0,32	0,64
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	2	0,20	0,11	0,32	0,63
<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	2	0,20	0,10	0,32	0,63
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	3	0,30	0,15	0,16	0,61
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	2	0,20	0,07	0,32	0,59
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	2	0,20	0,07	0,32	0,59
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,20	0,06	0,32	0,58
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	2	0,20	0,05	0,32	0,58
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	2	0,20	0,05	0,32	0,58
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	2	0,20	0,04	0,32	0,56
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	1	0,10	0,30	0,16	0,56
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	2	0,20	0,03	0,32	0,56
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	2	0,20	0,02	0,32	0,55
<i>Persea</i> sp.	1	0,10	0,24	0,16	0,50
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C.DC.	1	0,10	0,22	0,16	0,48
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1	0,10	0,21	0,16	0,47
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	2	0,20	0,09	0,16	0,45
<i>Neomitranthes</i> sp. 2	2	0,20	0,07	0,16	0,44
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1	0,10	0,16	0,16	0,42
<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	1	0,10	0,14	0,16	0,40
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	1	0,10	0,12	0,16	0,38
<i>Eugenia</i> sp. 2	1	0,10	0,10	0,16	0,36
<i>Inga tenuis</i> (Vell.) Mart.	1	0,10	0,09	0,16	0,35
<i>Persea</i> sp. 2	1	0,10	0,05	0,16	0,31
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	1	0,10	0,03	0,16	0,29
<i>Marlierea laevigata</i> (DC.) Kiaersk.	1	0,10	0,03	0,16	0,29
<i>Psidium myrtoides</i> O.Berg	1	0,10	0,02	0,16	0,29
<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P.Lewis & M.P.Lima	1	0,10	0,02	0,16	0,28
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	1	0,10	0,02	0,16	0,28
<i>Siphoneugena widgreniana</i> O.Berg	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Miconia</i> sp. 1	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Eugenia</i> sp. 1	1	0,10	0,01	0,16	0,27
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	0,10	0,01	0,16	0,27

Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na mata nebulosa, na Serra Negra, Rio Preto, MG. N = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; A.Med. = altura média; VI = valor de importância.

Table 5 – Phytosociological parameters of tree species sampled in Cloud Forest, Serra Negra, Rio Preto, MG. N = number of individuals; DR = relative density, DoR = relative dominance = FR = relative frequency; VI = importance value.

Espécies	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	218	24,89	41,96	5,85	72,70
<i>Solanum cinnamomeum</i> Sendtn.	18	2,05	11,00	3,28	16,34
<i>Guapira venosa</i> (Choisy) Lundell	64	7,31	3,88	4,92	16,11
<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i> (Mez) Kosterm.	45	5,14	1,54	3,98	10,66
<i>Psychotria velloziana</i> Benth.	41	4,68	1,57	3,28	9,53
<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn.	20	2,28	3,58	3,51	9,37
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	30	3,42	1,55	3,28	8,26
Morto	19	2,17	2,45	2,81	7,43
<i>Psychotria stachyoides</i> Benth.	34	3,88	0,71	2,58	7,17
<i>Cordia trichoclada</i> DC.	7	0,80	4,68	1,17	6,65
<i>Myrcia fencliana</i> O.Berg	14	1,60	2,41	2,58	6,58
<i>Annona cacans</i> Warm.	20	2,28	1,42	2,81	6,52
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	10	1,14	3,03	2,11	6,27
<i>Miconia urophylla</i> DC.	16	1,83	0,36	3,28	5,47
<i>Tibouchina granulosa</i> (Dest.) Cogn.	9	1,03	2,67	1,41	5,11
<i>Guatteria australis</i> A.St-Hil.	17	1,94	0,46	2,11	4,51
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St-Hil.	13	1,48	0,54	2,34	4,36
<i>Drymis brasiliensis</i> Miers	12	1,37	0,36	2,34	4,08
<i>Tibouchina</i> sp 3	9	1,03	1,45	1,41	3,88
Desconhecida	10	1,14	0,59	2,11	3,84
<i>Miconia buddlejoides</i> Triana	13	1,48	0,20	2,11	3,79
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	4	0,46	2,35	0,94	3,74
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	10	1,14	0,61	1,87	3,62
<i>Myrcia</i> sp1	13	1,48	0,23	1,64	3,35
<i>Myrcia</i> sp2	14	1,60	0,36	1,17	3,13
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	7	0,80	0,69	1,64	3,13
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	10	1,14	0,78	1,17	3,09
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	9	1,03	0,13	1,87	3,03
<i>Posoqueira latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	9	1,03	0,31	1,64	2,98
<i>Cabranea canjerana</i> (Vell.) Mart.	10	1,14	0,32	1,41	2,86
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	10	1,14	0,13	1,41	2,68
<i>Chomelia sericea</i> Müll.Arg.	7	0,80	0,34	1,41	2,54
<i>Mollinedia triflora</i> (Spreng.) Tul.	10	1,14	0,30	0,94	2,38
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	6	0,68	0,20	1,41	2,29
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	6	0,68	0,29	1,17	2,15
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	6	0,68	0,29	1,17	2,15
<i>Eugenia widgrenii</i> Sonder ex O.Berg	7	0,80	0,12	1,17	2,09
<i>Coussarea verticillata</i> Müll.Arg.	8	0,91	0,17	0,94	2,02
<i>Miconia tentaculifera</i> Naudin	6	0,68	0,18	0,94	1,80
<i>Meriania clausenii</i> Triana	1	0,11	1,43	0,23	1,77
<i>Cordia silvestris</i> Fresen.	6	0,68	0,36	0,70	1,74

Espécies	N	DR	DoR	FR	VI
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	4	0,46	0,20	0,94	1,60
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4	0,46	0,14	0,70	1,30
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	2	0,23	0,60	0,47	1,30
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	4	0,46	0,12	0,70	1,28
<i>Piptocarpha macropoda</i> Baker	3	0,34	0,35	0,47	1,16
<i>Seguieria langsdorfii</i> Moq.	4	0,46	0,21	0,47	1,14
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2	0,23	0,35	0,47	1,05
<i>Miconia dorianae</i> Cogn.	4	0,46	0,06	0,47	0,98
<i>Cryptocarya micrantha</i> Meisn.	3	0,34	0,06	0,47	0,87
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	2	0,23	0,17	0,47	0,86
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	2	0,23	0,14	0,47	0,83
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	2	0,23	0,12	0,47	0,82
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	2	0,23	0,10	0,47	0,80
<i>Myrceugenia</i> sp.	2	0,23	0,08	0,47	0,77
<i>Macropodus dentatus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto	2	0,23	0,04	0,47	0,74
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	2	0,23	0,04	0,47	0,74
<i>Byrsonima lancifolia</i> A.Juss.	2	0,23	0,04	0,47	0,74
<i>Clethra scabra</i> Pers.	2	0,23	0,04	0,47	0,74
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	2	0,23	0,03	0,47	0,73
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	1	0,11	0,23	0,23	0,58
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	2	0,23	0,05	0,23	0,52
<i>Ocotea</i> sp1	1	0,11	0,17	0,23	0,51
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2	0,23	0,04	0,23	0,50
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,11	0,10	0,23	0,45
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	1	0,11	0,07	0,23	0,41
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.	1	0,11	0,05	0,23	0,40
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	0,11	0,04	0,23	0,39
<i>Ocotea minarum</i> (Nees) Mez	1	0,11	0,04	0,23	0,39
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	1	0,11	0,04	0,23	0,39
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	1	0,11	0,03	0,23	0,38
<i>Eugenia</i> sp1	1	0,11	0,03	0,23	0,37
<i>Quina margallano-gomesii</i> Schwacke	1	0,11	0,03	0,23	0,37
<i>Marlierea laevigata</i> (DC.) Kiaersk.	1	0,11	0,02	0,23	0,37
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	1	0,11	0,02	0,23	0,37
<i>Miconia mellina</i> DC.	1	0,11	0,02	0,23	0,37
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	1	0,11	0,02	0,23	0,37
<i>Persea willdenowii</i> Kosterm.	1	0,11	0,02	0,23	0,36
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	1	0,11	0,02	0,23	0,36
<i>Miconia</i> sp. 3	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Calyptanthes grandifolia</i> O.Berg	1	0,11	0,01	0,23	0,36
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1	0,11	0,01	0,23	0,36

famílias com maior riqueza específica foram Myrtaceae, com 13 espécies, Melastomataceae (11), Lauraceae (11) e Rubiaceae (6). As espécies que perfizeram 49% do VI corresponderam às 10 espécies de maior valor de importância no trecho nebuloso.

Estrutura vertical

A distribuição dos indivíduos em classes de altura revelou, para a mata aluvial, que 83,5% destes apresentaram altura entre 4–8 m, enquanto este valor correspondeu a 54,5% e 48,7% na mata montana e nebulosa, respectivamente (Fig. 4). Na mata aluvial não foram verificados espécimes com altura superior a 16 m (Fig. 4) e apenas na mata montana foram amostradas árvores com altura superior a 20 m. A distribuição de frequência dos indivíduos por classes de altura entre os trechos evidenciou diferenças significativas ($\chi^2_{(100,20)} = 331,4$; $p < 0,0001$), proporcionadas principalmente pelas maiores abundâncias observadas de plantas com altura entre 4–6 m, na mata aluvial e com altura entre 12–18 m, na mata nebulosa. Também foram verificadas abundâncias inferiores à esperada de árvores na primeira classe de altura e de indivíduos com altura superior a 8 m, na mata aluvial.

Na mata aluvial verificou-se um dossel fisionomicamente mais homogêneo quando comparado às demais áreas, resultante da representatividade de *Myrciaria tenella* neste trecho, que apresentou altura média de 5,58 m ($\pm 1,00$). Outras espécies destacaram-se devido à altura, como emergentes, incluindo: *Calyptrocalyx widgreniana*, *Alchornea triplinervia*, *Casearia sylvestris*, *Nectandra oppositifolia*, *Matayba juglandifolia* e *A. sidifolia*.

Na mata montana, o subosque foi representado principalmente por *Geonoma schottiana* e *Myrcia* cf. *palustris*, seguidas de *Picramnia glazioviana* e *Guarea macrophylla*. Os indivíduos com altura igual ou superior a 20 m na mata montana corresponderam às espécies *Abarema langsdorffii*, *Cryptocarya micrantha*, *Lamanonia ternata*, *Laplacea fruticosa*, *Licania kunthiana*, *Ocotea aciphylla*, *O. odorifera*, *Platypodium elegans*, *Pouteria gardneriana*, *Tapirira obtusa* e *Xylopia brasiliensis*.

Na mata nebulosa, destacou-se no subosque *Psychotria stachyoides*, espécie de menor porte e abundante neste trecho (Tab. 5). As espécies com maior altura na mata nebulosa ($18\text{ m} < h \leq 20\text{ m}$) foram *Alchornea triplinervia*, *Cecropia hololeuca*, *Cordia trichoclada*, *Myrcia feniziana*,

Myrcia splendens, *Prunus myrtifolia*, *Solanum cinnamomeum*, *Tibouchina granulosa* e *Vernonanthura divaricata*.

Estrutura horizontal

A densidade estimada por área variou entre 2.796 indivíduos vivos por hectare na mata aluvial à 3.744 indivíduos na mata montana, com diferenças significativas entre as áreas ($F_{(0,05)(11,2,72)} = 8,39$; $p = 0,0008$) (Tab. 2). A mata aluvial apresentou menor densidade média quando comparada à mata montana ($q = 5,69$; $p < 0,01$) e mata nebulosa ($q = 3,79$; $p < 0,05$), sendo que as últimas não diferiram entre si ($q = 1,89$; $p > 0,05$) (Tab. 2). Resultado semelhante foi observado para área basal, havendo diferenças significativas entre as áreas ($F_{(0,05)(11,2,72)} = 8,14$; $p = 0,001$). A mata aluvial apresentou a menor área basal média (Tab. 2) quando comparada àquelas obtidas para mata montana ($q = 4,57$; $p < 0,01$) e mata nebulosa ($q = 5,23$; $p < 0,01$). Não houve diferença significativa entre as áreas basais médias registradas para mata montana e mata nebulosa ($q = 0,65$; $p > 0,05$). Ao reunir as três áreas em um único conjunto, a densidade absoluta de indivíduos vivos foi de 3.322,66 ind./ha e a área basal equivalente a 33,41 m²/ha (Tab. 2).

Na mata aluvial, dos 712 indivíduos amostrados (incluindo a categoria "mortos"), 62,2% (443) apresentaram perfilhamento (Pti) e, das 26 espécies, 57% continham ao menos um indivíduo perfilhado (Ps) (Fig. 2).

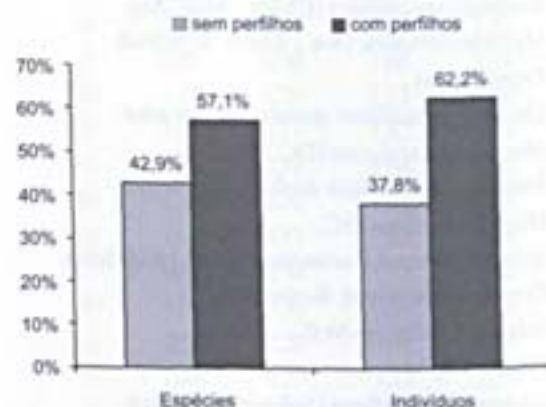


Figura 2 – Relações entre espécies e indivíduos arbóreos perfilhados e não perfilhados em um levantamento fitossociológico no trecho de mata aluvial, em Rio Preto, MG.

Figure 2 – Branching relations among species and individuals sampled in the alluvial forest, Rio Preto, MG.

Houve diferença significativa na distribuição de indivíduos por classe de diâmetro entre os trechos ($\chi^2_{\text{cont.}} = 123,8$; $p < 0,0001$), havendo na mata aluvial menor densidade de indivíduos no intervalo de diâmetro entre 3,3–4,8 cm, quando comparado ao esperado (Fig. 3). Na mata montana, quando comparado ao esperado, ocorreu maior abundância de indivíduos com diâmetro até 4,8 cm, porém, houve ainda uma carência de árvores com diâmetro entre 9,8–39,2 cm, enquanto na mata nebulosa verificou-se menor abundância de indivíduos com diâmetro entre 9,8–19,6 cm e um aumento de espécimes com diâmetro entre 19,6–39,2 cm.

Ressalta-se que, na mata aluvial, a dominância relativa de *Myrciaria tenella* explicou 65% da área basal na comunidade, valor este muito superior ao de *Calypttranthes widgreniana* (7,64%), na segunda posição. Os maiores valores de dominância relativa foram diretamente relacionados com a posição hierárquica dos valores de importância.

A correspondência entre dominância relativa e valor de importância não ocorreu para a mata montana. Entre as dez espécies de maior valor de importância, a maior dominância foi observada em *Licania kunthiana*, na quinta posição em VI. Em contraposição, a espécie de maior importância, *Aparisthium cordatum*, obteve a quinta maior dominância. Essa espécie se destacou em função dos valores mais altos de densidade e frequência (Tab. 4). Situação similar foi verificada para *Eugenia widgrenii*, na segunda posição de VI, mesmo com a menor dominância entre as dez principais espécies. Na mata montana, *Xylopia brasiliensis* foi inventariada com indivíduos de grande porte e regularmente distribuídos pelas unidades amostrais, o que conferiu elevados parâmetros de dominância e frequência, com consequente destaque fitossociológico. *Ocotea lancifolia*, *Ocotea odorifera* e *Abarema langsdorffii*, apresentaram altos valores de dominância, o que repercutiu nos valores de importância.

Na mata nebulosa, com 41,96% de dominância, *Alchornea triplinervia* foi a espécie com maior VI, seguida por *Solanum cinnamomeum* (11%), *Guapira venosa*, *Phyllostemonodaphne geminiflora*, *Psychotria stachyoides* e *Psychotria vellosiana* compuseram o subosque e apresentaram valores elevados de densidade e frequência e menores dominâncias.

Houve baixa similaridade entre as três áreas (Tab. 6), sendo as maiores semelhanças observadas entre as matas montana e nebulosa, enquanto as menores ocorreram entre as matas montana e aluvial. No diagrama de Venn (Fig. 5) observou-se que apenas

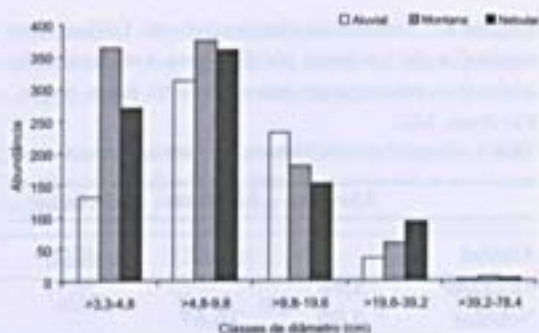


Figura 3 – Distribuição de frequência em classes de diâmetro dos indivíduos arbóreos amostrados em três trechos florestais, na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Figure 3 – Frequency distribution in diameter classes of individuals sampled in three forest types, Rio Preto, MG.

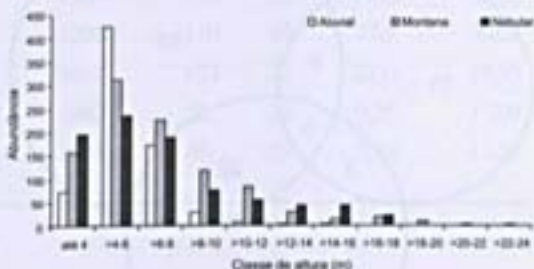


Figura 4 – Distribuição de frequência em classes de altura dos indivíduos arbóreos amostrados em três trechos florestais, na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Figure 4 – Frequency distribution in height classes of individuals sampled in three forest types, Rio Preto, MG.

três espécies foram comuns às três áreas, sendo elas *Alchornea triplinervia*, *Myrcia guianensis* e *Vernonanthura divaricata*. Embora a similaridade tenha sido menor entre a mata aluvial e montana, entre elas houve duas espécies a mais e em comum, do que entre as matas aluvial e nebulosa. Ainda, estas áreas apresentaram diferenças significativas entre os índices de diversidade de Shannon (Tab. 2), com destaque para a elevada diversidade da mata montana.

A análise de correspondência destendenciada (DCA) (Fig. 6) produziu autovalores elevados para o eixo 1 (0,908) e baixos para o eixo 2 (0,226), evidenciando o gradiente de substituição de espécies (ter Braak 1995). O eixo 1 apresentou coeficiente de determinação de 0,492 entre os 0,53 acumulados nos dois primeiros eixos. Em relação às variáveis número de indivíduos, espécies e equabilidade, a DCA resultante parece refletir o

Tabela 6 – Índices de similaridade de Jaccard (em negrito) e de Sørensen obtidos para a comunidade arbórea inventariada em três trechos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Table 6 – Jaccard (bold) and Sørensen Index between sampled areas.

	Aluvial	Montana	Nebular
Aluvial	–	10,53	12,73
Montana	5,56	–	28,57
Nebular	6,80	16,67	–

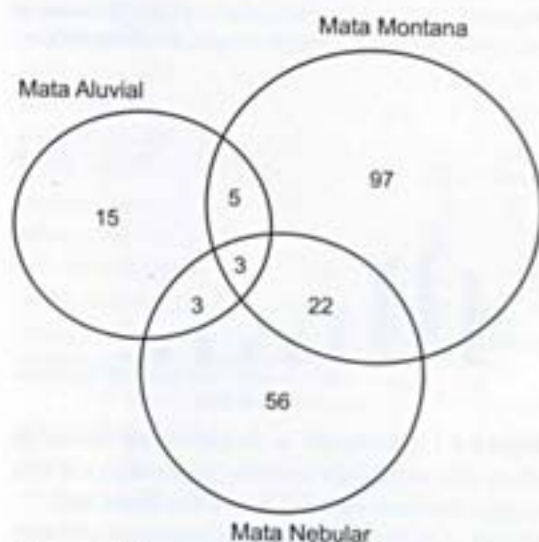


Figura 5 – Diagrama de Venn, mostrando o número de espécies arbóreas compartilhadas entre os três tipos florestais estudados na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Figure 5 – Venn diagram showing the number of tree species shared by the tree forest types sampled.

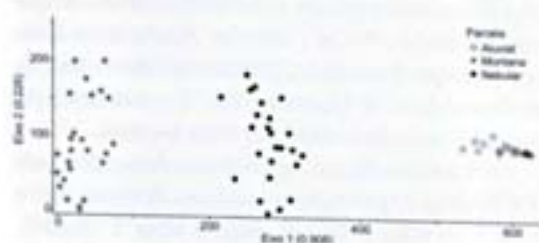


Figura 6 – Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) envolvendo ocorrência e abundância de espécies arbóreas em três trechos florestais, na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Figure 6 – Detrended Correspondence Analysis (DCA) matrix of species abundance in each plot sampled.

gradiente do número de indivíduos e espécies no eixo 1, enquanto a equabilidade ou distribuição das abundâncias parece influenciar o segundo eixo.

A heterogeneidade florística da composição arbórea inventariada, quando comparada com demais levantamentos no complexo serrano da Mantiqueira e Zona da Mata mineira (Tab. 7), é evidenciada pela baixa similaridade florística. As maiores semelhanças em ordem decrescente de similaridade ocorreram com as áreas de Lima Duarte, seguida por Juiz de Fora, Ibitipoca, Aiuruoca, Bocaina de Minas e Araponga 1 (Tab. 7). As menores similaridades ocorreram com as regiões da Mantiqueira Sul e Norte de altitudes muito elevadas como em Camanducaia, Monte Verde e Araponga 2.

A análise de agrupamento, primeiramente, reuniu duas áreas da Mantiqueira Sul inventariadas em altitudes acima de 1.800 m, no município de Camanducaia (Fig. 7), na região sul de Minas Gerais. O segundo grupo reuniu os inventários realizados na Mantiqueira Norte, representados pelo Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e seu entorno. O terceiro grupo formado reuniu os trabalhos realizados no maciço do Itatiaia e Ibitipoca. O quarto e último grupo reuniu os inventários da bacia do Paraíba do Sul na Zona da Mata mineira, Rio Preto, Lima Duarte e Juiz de Fora.

Discussão

A análise da composição, estrutura e similaridade florística do estrato arbóreo entre os três tipos de vegetação estudados na Serra Negra mostrou que, apesar da proximidade geográfica, os três tipos de vegetação são florística e estruturalmente distintos, o que configura alta diversidade beta para as florestas da região, com grande variação de ambientes pela altitude, posição topográfica e potenciais diferenças edáficas.

Considerando a riqueza arbórea estimada pelos índices Jackknife, a grandeza de 247 espécies para o conjunto dos três tipos de vegetação estudados, fortalece os argumentos para a conservação e reflete a riqueza da flora local, também verificada anteriormente no componente não arbóreo (Menini Neto *et al.* 2009). Cada tipo de vegetação estudado apresentou composição florística própria, suportada pelos baixos níveis de similaridade e pela DCA, além de se diferenciarem também quanto ao nível de diversidade. A maior diferença foi observada entre os índices de diversidade das matas aluvial e montana, ainda que

Tabela 7 – Índices de similaridade florística de Sørensen (Is) e Jaccard (Ij) entre a comunidade arbórea amostrada na Serra Negra, Rio Preto, MG, e outras áreas de floresta inventariadas em Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e Zona da Mata. NE = número de espécies; Tipo Veg = Tipo vegetacional; FN = Floresta Nebular; FS = Floresta Semidecídua; FO = Floresta Ombrófila.

Table 7 – Indices of floristic similarity of Sørensen (Is) and Jaccard (Ij) between the tree flora sampled in the Serra Negra, Rio Preto, MG, and other forest areas in Mantiqueira range and Zona da Mata. The sites are listed in descending order of Is. NE = number of species; Veg type = vegetation type; FN = Cloud Forest, SF = Semi-deciduous Forest; FO = Rain Forest.

Fonte	Sigla	Local de estudo		Altitude		NE		
		Área	Tipo Veg.	média (m)	Total	spp. comuns	Ij	Is
Presente estudo	Funil	Rio Preto	FO	1100	194	–	–	–
Almeida 1996	LimDua	Lima Duarte	FO	1063	176	66	23,08	37,50
Garcia 2007	StaCanJF	Juiz de Fora	FS	850	172	65	22,97	37,36
Fontes 1997	Ibit	Ibitipoca	FO	1450	267	78	21,37	35,21
Pereira <i>et al.</i> 2006	Aiu	Aiuruoca	FO	1095	207	66	20,82	34,46
Pereira <i>et al.</i> 2006	Bocaina	Bocaina de Minas	FO	1300	156	51	18,15	30,72
Soares <i>et al.</i> 2006	entPESB	Araponga 1	FS	1200	110	43	17,7	30,07
Ribeiro 2003	PESB	Araponga 2	FN	1410	103	27	10,71	19,35
Meireles <i>et al.</i> 2008	MV	Monte Verde	FN	1880	58	20	9,35	17,09
França & Stehmann 2004	Cam	Camanducaia	FN	1900	48	15	7,18	13,39

estas estejam mais próximas geograficamente entre si do que com a mata nebulosa. Muito provavelmente tal fato é decorrente das condições mais drásticas para recrutamento e estabelecimento de espécies arbóreas observadas na primeira, visto a periodicidade das inundações no sistema aluvial. A diversidade da mata montana foi superior à de florestas semidecíduas (Oliveira-Filho *et al.* 1994; Lopes *et al.* 2002) e similares a florestas bem conservadas da Serra da Mantiqueira (Meira-Neto *et al.* 1989; Saporetti Júnior 2005). A floresta aluvial estudada apresentou diversidade muito baixa, semelhante à de comunidades monodominantes (Nascimento & Villela 2006; Silva *et al.* 2009).

Em matas paludosas, caracterizadas por substrato turfoso, a condição de encharcamento permanente do solo constitui-se no principal fator abiótico selecionando a ocorrência das espécies vegetais, o que resulta em diminuição da diversidade (Ivanauskas & Rodrigues 2000). O tempo de encharcamento do solo influencia na seletividade dessas espécies em função de sua tolerância ao alagamento (Lobo & Joly 2000).

Da característica fisionômica mais evidente da mata aluvial, dada pela alta frequência de perfilhamento e pela monodominância de *Myrciaria tenella*,

observou-se interessante relação com as dez espécies seguintes de maior VI que apresentam altura superior à de *M. tenella*. Muito provavelmente essas espécies conseguiram o estabelecimento na comunidade aluvial não apenas por serem resistentes aos efeitos do alagamento, mas por levarem vantagem na competição por luz ao elevarem suas copas acima do denso dossel perenifólio. Entre as plantas com até 4 m de altura, a mata aluvial apresentou de metade a um terço da densidade de plantas observada na mata montana e na mata nebulosa, respectivamente (Fig. 4). O dossel denso e perenifólio de *M. tenella* parece contribuir para a manutenção da monodominância e dos baixos valores de diversidade e equabilidade e deve conferir alguma limitação ao estrato inferior, afetando a estrutura vertical da comunidade. Essa evidência é corroborada por Ivanauskas *et al.* (1997), que estudaram floresta decidual sob influência do alagamento no estado de São Paulo e verificaram que a equabilidade não foi afetada pela taxa de perfilhamento das espécies, mas a decidualidade talvez tenha influenciado positivamente o recrutamento das espécies, atenuando as relações de dominância.

Tanto o estresse pelo alagamento como a dominância de *M. tenella* parecem interferir negativamente na estrutura da comunidade arbórea,

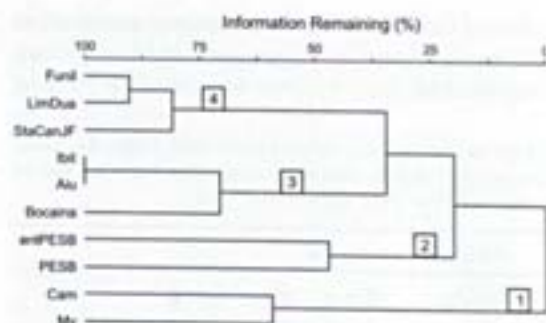


Figura 7 – Dendrograma de similaridade baseado em dados binários de 722 espécies arbóreas em 10 áreas de floresta atlântica nas serras da Mantiqueira e da Zona da Mata mineira. Com base na medida de distância de Sorensen e no método de agrupamento UPGMA. Siglas (vide Tabela 7).

Figure 7 – Similarity dendrogram, based on a binary matrix for 722 tree species from 10 atlantic forest regions in the Mantiqueira's range and Zona da Mata, MG. Based on the Sorensen distance measure and clustering method UPGMA. Acronyms (see Table 7).

que se caracterizou pelas menores médias de área basal e densidade de indivíduos vivos na mata aluvial. Assim, esses fatores podem promover o aumento de importância de poucas populações em matas ciliares como verificado neste estudo, ocasionar menor riqueza de espécies (Lieberman & Lieberman 1987), além de alterar as interações bióticas (Lobo & Joly 1995).

O gradiente de altitude implica em transformações das condições ambientais e influencia a distribuição de espécies arbóreas (Oliveira-filho & Fontes 2000). Em florestas tropicais, à medida que ocorre a variação das cotas altimétricas, há a alteração nas características estruturais da comunidade florestal, com a diminuição no porte das árvores e o aumento da densidade em altitudes elevadas (Lieberman *et al.* 1996; Meireles *et al.* 2008). Também, ao longo de um gradiente altitudinal ocorrem modificações nas classes de solo, que tendem a se tornar mais rasos (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999). Contudo, o trecho amostrado na mata nebulosa está localizado no fundo de vale, onde é menos frequente a exposição da rocha e, conseqüentemente, os solos são mais profundos. Assim, a presença das espécies heliófitas e a maior profundidade dos solos ocasionaram a estratificação vertical mais complexa em relação ao esperado para florestas de altitude.

Entre as espécies mais abundantes do levantamento, *Myrciaria tenella* (519), *Aparisthium cordatum* (94) e *Alchornea triplinervia* (259) ocorreram

com maior VI nas matas aluvial, montana e nebulosa, respectivamente. Dessas, apenas *A. triplinervia* foi bem representada nas matas aluvial e nebulosa, o que provavelmente influenciou a proximidade destas áreas na DCA.

As variações das famílias com maior riqueza de espécies entre a mata montana e a mata nebulosa refletem os padrões encontrados no gradiente de altitude. Torres *et al.* (2004) observaram que espécies de Solanaceae (especialmente do gênero *Solanum*) ganham importância ao longo de um gradiente de altitude, enquanto espécies de Fabaceae tendem a desaparecer (Morim 2006). Myrtaceae e Lauraceae são características das florestas montanas neotropicais, geralmente bastante úmidas (Gentry 1995). Estes padrões florísticos decorrente do efeito da altitude foram congruentes com as diferenças observadas neste estudo entre as matas montana a 1.000 m e nebulosa a 1.300 m de altitude, apresentando as famílias Myrtaceae e Lauraceae com maior riqueza, e a expressiva riqueza de Fabaceae observada a 1.000 m sendo substituída por espécies de Solanaceae e Melastomataceae a partir de 1.300 m.

A altitude tem sido considerada como um gradiente complexo, dentro do qual muitos outros fatores ambientais variam e atuam em conjunto (Kent & Coker 1992). Segundo Damasceno-Júnior (2005), as variações altitudinais trazem consigo alterações das condições ambientais que vão influenciar a distribuição e estrutura da vegetação e os padrões de riqueza das espécies. Os principais fatores envolvidos nas variações de distribuição de espécies ao longo dos gradientes altitudinais são: temperatura e umidade do ar, a forma de chuva ou de neblina, se intermitente ou permanente, ventos e fatores edáficos, como idade dos solos e disponibilidade de nutrientes.

A exposição de vertentes em cadeias de montanha pode ter um papel fundamental na definição de padrões de precipitação e temperatura e, por conseguinte, na distribuição de espécies de plantas. Porém, em escala local, os gradientes edáfico e altitudinal são mais perceptíveis (Pereira *et al.* 2006). Para Oliveira-Filho *et al.* (2005) as variações da altitude estão fortemente correlacionadas com a diferenciação interna tanto das florestas ombrófilas como das semidecíduais.

O agrupamento dos dados florísticos obtidos por outros estudos em Ibitipoca, Aiuruoca e Bocaina indicaram, aparentemente, a maior proximidade dessas áreas com a Bacia do Rio Grande. Soares *et al.* (2006) demonstraram a relação de agrupamento de floras

arbóreas em Minas Gerais refletidas em bacias hidrográficas e altitude. O subdomínio do Alto Rio Grande tem espécies em comum com a Mantiqueira Sul e que foram amostradas neste levantamento, entre elas, espécies características das fisionomias baixo e alto-montanas como: *Capsicodendron dinisii*, *Kielmeyera coriacea*, *Alchornea sidifolia*, *Copaifera trapezifolia*, *Miconia tristis*, *Eugenia acutata* e *Ixora brevifolia*. As espécies amostradas, comuns às fisionomias baixo e alto-montanas entre a Mantiqueira Norte e Sul, Vale do Paraíba do Sul e Alto Rio Grande foram: *Aspidosperma australe*, *Schefflera calva*, *Persea wildenowii*, *Mollinedia triflora*, *Solanum pseudoquina* e *Laplacea fruticosa*. Contudo, a presença de espécies de distribuição predominante na região do Vale do Paraíba do Sul promoveu o agrupamento da comunidade arbórea registrada na Serra Negra com levantamentos conduzidos em Juiz de Fora, Lima Duarte e Rio Preto. Ao analisar o conjunto florístico arbóreo do Vale do Paraíba do Sul, houve uma espécie amostrada em comum com a Mantiqueira Sul, *Cryptocarya micrantha*, e duas com a Mantiqueira Norte, *Spirotheca rivieri* e *Miconia doriana*. Entre as espécies amostradas em comum com o Vale do Paraíba do Sul e a Mantiqueira Norte e a Sul, características das fisionomias baixo e alto-montanas, encontram-se *Ilex paraguariensis*, *Marliera laevigata*, *Solanum cinnamomeum* e *S. pseudoquina*.

Entre as espécies amostradas, as que apresentaram distribuição entre as florestas baixo-montana e alto-montana de Minas Gerais, citadas por Oliveira-Filho (2006) estão: *Aspidosperma australe*, *Ilex paraguariensis*, *I. theezans*, *Schefflera calva*, *Capsicodendron dinisii*, *Kielmeyera coriacea*, *Alchornea sidifolia*, *Copaifera trapezifolia*, *Inga sessilis*, *Leucochloron incuriale*, *Persea wildenowii*, *Byrsonima myricifolia*, *Miconia doriana*, *Mollinedia triflora*, *Cybianthus peruvianus*, *Eugenia acutata*, *E. widgrenii*, *Macropeplus dentatus*, *Marliera laevigata*, *Quina glaziovii*, *Chomelia sevicia*, *Ixora brevifolia*, *Solanum cinnamomeum*, *S. pseudoquina*, *Daphnopsis coriacea* e *Drymis brasiliensis*.

Apenas uma espécie, *Eugenia widgrenii*, é comum em floresta estacional semidecidual, enquanto as espécies mais representativas da floresta ombrófila foram: *Quina glaziovii*, *Byrsonima myricifolia*, *Eugenia melanogyna*, *Marliera obscura*, *Ocotea lobbi*, *Spirotheca rivieri*, *Macropeplus dentatus* e *Tibouchina mutabilis*.

Considerando apenas a distribuição das espécies em Minas Gerais, as espécies amostradas

que se encontram predominantemente no Vale do Paraíba do Sul foram: *Tabernaemontana laeta*, *Mimosa bimucronata*, *Miconia buddlejoides*, *Quina magallano-gomesii* e *Qualea gestasiana*.

As espécies características das formações baixo e alto-montanas e que ocorrem em toda a Serra da Mantiqueira em Minas Gerais, incluindo a Serra Negra, destacam-se *Ilex theezans*, *Inga sessilis*, *Daphnopsis coriacea*, *Vochysia schwackeana*, *Cybianthus peruvianus*, *Drymis brasiliensis* e *Meriania clausenii*, esta última unicamente encontrada nessa região. Entre as que se estendem mais comumente pela Mantiqueira Sul, destacam-se *Tibouchina mutabilis*, *Macropeplus dentatus*, *Myrcia palustris* e *Quina glaziovii* e, pela Mantiqueira Norte, ocorreram apenas *Miconia tentaculifera* e *Coussarea verticillata*.

Das espécies citadas acima como características de fitofisionomias da Mata Atlântica mineira, aquelas com distribuição exclusivamente pela Mata Atlântica e situadas somente na Região Sudeste foram: *Eugenia widgrenii* (Sobral et al. 2010), *Macropeplus dentatus* (Peixoto 2010), *Quina magallano-gomesii* (Rocha & Alves-Araújo 2010), *Qualea gestasiana*, *Vochysia schwackeana* (França 2010), *Meriania clausenii* (Chiavegatto et al. 2010), *Tibouchina mutabilis* (Guimarães 2010).

Entre os trechos analisados, as composições florísticas das matas montana e nebulosa evidenciaram as influências das tipologias floresta ombrófila baixo-montana e alto-montana, respectivamente (sensu Oliveira-Filho & Fontes 2000). Na mata aluvial, devido ao encharcamento sazonal, verificou-se a tipologia floresta ombrófila aluvial. Desse modo, a composição arbórea na Serra Negra evidenciou predomínio de elementos ombrófilos, com penetrações na comunidade de espécies de florestas estacionais semidecíduas, o que contribui para alta riqueza de espécies. Observou-se ainda a ocorrência de espécies distribuídas predominantemente pelo Cerrado, como *Kielmeyera coriacea*, *Terminalia triflora*, *Inga tenuis* e *Hirtella glandulosa*. Outras espécies, comuns aos campos rupestres, também foram amostradas, como *Myrcia guianensis*, *Laplacea fruticosa* e *Calyptranthes widgreniana*.

O conjunto de espécies amostradas nas matas aluvial, montana e nebulosa e suas relações de similaridade com a flora arbórea de outros locais na Serra da Mantiqueira e Vale do Paraíba do Sul reforçam o argumento de que a vegetação florestal da Serra Negra é uma importante reserva de espécies arbóreas típicas da floresta atlântica. As florestas

da região apresentam um conjunto considerável de elementos com distribuição característica de ambientes montanhosos do Sudeste do Brasil e, em uma escala mais detalhada, refletem as semelhanças entre os subdomínios Mantiqueira e Vale do Paraíba do Sul.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) o suporte ao estudo da Flora da Serra Negra (Processo CRA 1891/06).

Referências

- Ab'Saber, A.N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 2 ed. Ateliê Editorial, São Paulo, 159p.
- Almeida, V.C. 1996. Composição florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta situada na Zona da Mata mineira, município, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 103p.
- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Ayres, M.; Ayres Júnior, M.; Ayres, D.L. & Santos, A.A.S. 2007. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Belém, 364p.
- Carvalho, D.A.; Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Curi, N.; Berg, E.V.D.; Fontes, M.A.L. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 329-345.
- Chiavegatto, B. 2010. *Meriania*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009652>>. Acesso em dez 2010.
- Costa, C. & Herrmann, G. 2006. Plano de ação do corredor ecológico da Mantiqueira. Valor Natural, Belo Horizonte, 64p.
- Dalanesi, P.E.; Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. *Acta Botanica Brasilica* 18: 737-757.
- Damasceno-Júnior, G.A. 2005. Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no Maciço Urucum – Mato Grosso do Sul – Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, 153p.
- Drummond, G.M.; Martins, C.S.; Machado, A.B.M.; Sebaio, F.A. & Antonini, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2ª ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222p.
- Durigan, G.; Rodrigues, R.R. & Schiavini, I. 2000. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo. Pp. 159-167.
- Fontes, M.A. 1997. Análise da composição florística das florestas alto-montanas do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 50p.
- França, F. 2010. *Vochysiaceae*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB015286>>. Acesso em dez 2010.
- França, G.S. & Stehmann, J.R. 2004. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 19-30.
- Garcia, P.O. 2007. Estrutura e composição do estrato arbóreo em diferentes trechos da Reserva Biológica Municipal de Santa Cândida, Juiz de Fora, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 91p.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. In: Churchill, S.P.; Baslev, H.; Forero, E. & Luteyn, J.L. (eds.). *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*. The New York Botanical Garden Press, New York. Pp.103-126.
- Guedes, R. R. 1998. Composição, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas de Mata Atlântica no Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 347p.
- Guimarães, P.J.F. 2010. *Tibouchina*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009944>>. Acesso em dez 2010.
- Humboldt, A. von. 1847. *Cosmos - Essai d'une description physique du monde*. Guide et cie., Libraires Éditeur, Paris, 493p.
- Ivanauskas, N.M. & Rodrigues, R.R. 2000. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 291-304.
- Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 139-153.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. Belhaven Press, London, 363p.
- Lieberman, D. & Lieberman, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3: 347-358.

- Lieberman, D.; Lieberman, M.; Peralta, R. & Hartshorn, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84: 137-152.
- Lobo, P.C. & Joly, C.A. 1995. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. *Revista Brasileira de Botânica* 18: 177-183.
- Lobo, P.C. & Joly, C.A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, FAPESP, São Paulo. Pp. 143-141.
- Lopes, W.D.; Silva, A.F.; Souza, A.L. & Meira Neto, J.A. 2002. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce – Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 16: 443-456.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. PC-ORD version 4.0, multivariate analysis of ecological data. Users guide. MjM Software Design, Glendon Beach. 148p.
- Meira-Neto, J.A.A.; Bernacci, L.C.; Grombone, M.T.; Tamashiro, J.Y. & Leitão-Filho, H.F. 1989. Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grotta Funda (Atibaia, estado de São Paulo). *Acta Botanica Brasilica* 3: 51-74.
- Meira-Neto, J.A.A. 2006. Diversidade e riqueza de espécies da flora da Mata Atlântica. In: Congresso Mineiro de Biodiversidade, Belo Horizonte. 6p.
- Meireles, L.D.; Shepherd, G.J. & Kinoshita, L.S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 559-574.
- Menini Neto, L.; Matozinhos, C.N.; Abreu, N.L.; Valente, A.S.M.; Antunes, K.; Souza, F.S.; Viana, P.L. & Salimena, F.R.G. 2009. Flora vascular não-arbórea de uma floresta de gruta na Serra da Mantiqueira, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotropica* 9: 149-161.
- Morim, M.P. 2006. Leguminosae arbustivas e arbóreas da Floresta Atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, Sudeste do Brasil: padrões de distribuição. *Rodriguésia* 57: 27-45.
- Mueller-Dombois, D. & Elmerberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Willey and Sons, New York. 547p.
- Nascimento, M.T. & Villela, D.M. 2006. Diversidade arbórea em florestas tropicais úmidas e o paradigma da monodominância. In: Mariath, J.E.A. & Santos, R.P. (orgs.). *Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética: Conferências Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre. Pp. 373-377.
- Oliveira-Filho, A.T.; Scolforo, J.R.S. & Mello, J.M. 1994. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 17: 167-182.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fluminhan-Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. *Cerme* 5: 50-63.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Tameirão-Neto, E.; Carvalho, W.A.C.; Werneck, M.; Brina, A.E.; Vidal, C.V.; Resende, S.C. & Pereira, J.A.A. 2005. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de floresta atlântica *sensu lato* na região das bacias do leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). *Rodriguésia* 56: 185-235.
- Oliveira-Filho, A.T. 2006. Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Ed. UFLA, Lavras. 423p.
- Oliveira-Filho, A. 2009a. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos. *Rodriguésia* 60: 237-258.
- Oliveira-Filho, A.T. 2009b. TreeAtlas 1.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.icb.ufmg.br/treetatlas/>>. Acesso em 2 dez 2009.
- Paula, A.; Silva, A.F.; Júnior, P.M.; Santos, F.A.M.S. & Souza, A.L. 2004. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 407-423.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4: 439-473.
- Peixoto, A.L. 2010. *Monimiaceae*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB010104>>. Acesso em dez 2010.
- Pendry, C.A. & Proctor, J. 1996. The causes of altitudinal zonation of rain forests on Bukit Belalong, Brunei. *Journal of Ecology* 84: 407-418.
- Pereira, I.M.; Oliveira-Filho, A.T.; Botelho, S.A.; Carvalho, W.A.C.; Fontes, M.A.L.; Schiavini, I. & Silva, A.F. 2006. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes do Maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 57: 103-126.
- Pereira, J.A.A.; Oliveira-Filho, A.T. & Lemos Filho, J.P. 2007. Environmental heterogeneity and disturbance by humans control much of tree species diversity

- of Atlantic montane forest fragments in SE Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 1761-1784.
- Ribeiro, C.A.N. 2003. Florística e fitossociologia de um trecho de floresta atlântica de altitude na Fazenda da Neblina, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 61p.
- Rocha, A.E.S. & Alves-Araujo, A. 2010. Quinaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB078380>>. Acesso em 1 dez 2010.
- Rodrigues, R.R., Morellato, L.P.C.; Joly, C.A. & Leitão-Filho, H.F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 71-84.
- Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. 2004. Matas ciliares: conservação e recuperação. 2ª ed. EDUSP/FAPESP, São Paulo. 320p.
- Sanchez, M. 2001. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea num gradiente altitudinal da Mata Atlântica. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas. 136p.
- Saporetti Junior, A.W. 2005. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente de floresta atlântica montana, Araponga, MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 84p.
- Scolforo, J.R.S. & Mello, J.M. 1997. Inventário florestal. UFLA/FAEPE, Lavras. 341p.
- Scolforo, J.R.S. & Carvalho, L.M.T. 2006. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Ed. UFLA, Lavras. 288p.
- Shepherd, G.J. 1994. FITOPAC 1. Manual do usuário. UNICAMP, Campinas. 88p.
- Silva, A.C.; van den Berg, E.; Higuchi, P.; Oliveira-Filho, A.T.; Marques, J.J.; Appolinário, V.; Pifano, D.S.; Ogasuka, L.M. & Nunes, M. 2009. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 283-297.
- Soares, M.; Saporetti Junior, A.W.; Meira Neto, J.A.; Silva, A.F. & Souza, A.L. 2006. Composição florística do estrato arbóreo de floresta atlântica interiorana em Araponga-Minas Gerais. *Revista Árvore* 30: 859-870.
- Sobral, M.; Proença, C.; Souza, M.; Mazine, F. & Lucas, E. 2010. *Myrtaceae*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB010568>>. Acesso em dez 2010.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado na AFG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 640p.
- ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R. (eds.). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 91-173.
- Torres, R.B.; Martins, F.R. & Kinoshita, L.S. 1997. Climate, soils and tree flora relationship in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 41-49.
- Valente, A.S.M.; Garcia, P.O.; Salimena, F.R.G. 2006. Zona da Mata mineira: aspectos fitogeográficos e conservacionistas. In: Oliveira, A.P.L. (org.). *Arqueologia e patrimônio da Zona da Mata: Juiz de Fora*. Vol. 2. Editar, Juiz de Fora. Pp. 71-91.
- Veloso, H.P.; Rangel, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro. 124p. W3 Tropicós. Disponível em <www.mobot.org>. Acesso em 1 dez 2010.
- Whitmore, T.C. 1998. *An introduction to tropical rain forests*. 2ª ed. Oxford University Press, Oxford. 296p.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 929p.



Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil

Florística e formas de vida ao longo de um gradiente topográfico no centro-oeste do estado do Ceará, Brasil

Francisca Soares de Araújo^{1,2}, Rafael Carvalho da Costa¹, Jacira Rabelo Lima¹, Sandra Freitas de Vasconcelos¹, Luciana Coe Girão¹, Melissa Souza Sobrinho¹, Morgana Maria Arcanjo Bruno¹, Sarah Sued Gomes de Souza¹, Edson Paula Nunes¹, Maria Angélica Figueiredo¹, Luiz Wilson Lima-Verde¹ & Maria Iracema Bezerra Loliola¹

Abstract

To test whether the flora is organized in discrete or continuous units along a topographic gradient, three physiognomies were assessed on different soil classes in a semi-arid region of northeastern Brazil: *caatinga* (xeric shrubland) at altitudes from 300 to 500 m, deciduous forest at altitudes from 500 to 700 m and *carrasco* (deciduous shrubland) at 700 m. In each physiognomy a species inventory was carried out, and plants were classified according to life- and growth-forms. Species richness was higher in the deciduous forest (250) than in the *carrasco* (136) and *caatinga* (137). The *caatinga* shared only a few species with the *carrasco* (6 species) and the deciduous forest (18 species). The highest species overlap was between the deciduous forest and the *carrasco* (62 species). One hundred and four species occurred only in the *caatinga*, 161 only in the deciduous forest and 59 only in the *carrasco*. Woody species predominated in physiognomies on sedimentary soils with latosol and arenosol: 124 species occurred in the deciduous forest and 68 in the *carrasco*. In the *caatinga* on crystalline basement relief with predominance of planosol, herbs showed the highest species richness (69). Comparing the biological spectrum of Brazilian plant life-forms, the *caatinga* stood out with higher proportion of therophytes and chamaephytes. Considering the flora of the three phytogeographies studied here, we can affirm that the *caatinga* is a discrete floristic unit.

Key words: vegetation classification, biological spectrum, growth-form, phytoclimate, plant community.

Resumo

Para verificar se a composição florística constitui unidades discretas ou contínuas ao longo de um gradiente topográfico foram analisadas três fitofisionomias (*caatinga* sobre altitudes de 300 a 500 m, floresta decídua sobre altitudes de 500 a 700 m e *carrasco* sobre altitudes de 700 m) sobre classes de solos distintas no semi-árido setentrional do Nordeste do Brasil. Em cada fisionomia foi realizado o levantamento das espécies, as quais foram classificadas em formas de vida e de crescimento. A riqueza de espécies foi maior na floresta decídua (250) do que no *carrasco* (136) e na *caatinga* (137). A *caatinga* apresentou poucas espécies em comum com as fitofisionomias de *carrasco* ou de floresta decídua (6 e 18 espécies). A maior sobreposição de espécies ocorreu entre a floresta decídua e o *carrasco*, 62 espécies. Foram exclusivas da *caatinga*, floresta decídua e do *carrasco*, 104, 161 e 59 espécies, respectivamente. Quanto às formas de crescimento, nas fisionomias sobre relevo sedimentar com Latossolo e Arenosolo predominaram espécies lenhosas: 124 na floresta decídua e 68 no *carrasco*. Na *caatinga* sobre relevo do embasamento cristalino com predominância de Planossolo, a maior riqueza de espécies (69) foi de ervas. Na análise comparativa do espectro biológico com outras formações brasileiras, o de *caatinga* se destacou dos demais, constituindo uma unidade individualizada pela maior proporção de terófitos e caméfitos. Em relação à flora das três fisionomias, objeto deste estudo, pode-se afirmar que a da *caatinga* representa uma unidade discreta.

Palavras-chave: classificação de vegetação; espectro biológico; forma de crescimento; fitoclima, comunidade vegetal.

Introduction

At a global scale, the main environmental variables used to classify vegetation are climate zones. A group of similar vegetation types that occur in similar climate zones in different continents is known as a vegetation-type or biome (Whittaker 1975, 1978a, b; Box & Fujiwara 2005).

Changes in topography or microclimate can affect the biology of the vegetation, leading to particularities that can be detected only at a local scale (Spellerberg & Sawyer 1999). Gradual changes in climate related to topography or to distance from the ocean, at a small scale, result in continuous vegetation units, which makes a classification based on floristic attributes difficult. However, when a climate variable is associated with different soil types, the regional flora may be discontinuously distributed, forming discrete communities, whose limits, along a topographic gradient, can be determined by an analysis of floristic composition and of the main growth- or life-forms of the plant species (Whittaker 1975; Box & Fujiwara 2005).

To describe community types it is necessary to characterize plant forms, since physiognomy results from the dominant forms that compose a community (Whittaker 1975). Classes or types of plant forms are called growth-forms; this classification usually does not correspond to the categories used by taxonomists to classify plants. Height, woody or herbaceous habit, stem form, leaf form and intensity of leaf deciduousness are characteristics used to define the following types of growth-forms (Whittaker 1975): trees, shrubs, lianas, epiphytes, herbs and thallophtes.

Instead of using a system of multiple characteristics such as the growth-form system proposed by Whittaker (1975), the life-form system of Raunkiaer (1934) is based on a single characteristic: the relationship between the position of the perennial tissue (meristem), which remains inactive during the winter or dry season, and the growth surface. The life-form of a species represents a set of life history characteristics selected by the environment. Raunkiaer (1934) classified plants into five life-forms: phanerophytes, chamaephytes, hemicryptophytes, cryptophytes and therophytes.

The world spectrum, or normal spectrum, was calculated by Raunkiaer (1934) based on a representative sample of all the vascular flora of the world. From that sample, the patterns recorded

in different directions reflect environmental effects, especially related to climate, on plant adaptations observed in a community (Raunkiaer 1934). Hence, whereas the growth-form classification is used to characterize community structure (because some forms are dominant or more conspicuous), the life-form spectrum describes environmental adaptations of the species that compose that community (Whittaker 1975; Raunkiaer 1934). Indirectly, this system provides information on local seasonality. According to Whittaker (1975), life-forms are not a structural attribute, but a floristic attribute: when the number of species is converted into percentage of life-forms, this percentage would represent the spectrum of life-forms in this community or geographic area. The fact that a given community is characterized by particular life-forms indicates species convergence toward certain environmental conditions; and this represents a functional attribute of the community.

In the present study, we assessed life-forms, growth-forms and floristic composition of three neighboring physiognomies that occur under different climates, soils and topographies. These community attributes were determined for an area located in the semi-arid region of northeastern Brazil, which comprises two geomorphological units: sedimentary basin and crystalline basement.

Based on these data, we tested the following predictions: i) the floras of the two geomorphological units are different, and constitute two discrete units; ii) the life-form spectrum varies according to altitude and soil type, probably as a consequence of differences in water availability, resulting mainly in the occurrence of phanerophytes in the sedimentary basin and of therophytes in the crystalline basement.

Material and Methods

Location and environmental characterization of the study area

Serra das Almas Natural Reserve covers an area of 5,646 ha, and is located between the coordinates 5°15'–5°00'S and 40°15'–41°00'W (Fig. 1). The study area has three physiognomies: i) *caatinga* (xeric shrubland) with an area of 17.10 km² (29.19%), ii) seasonal deciduous forest with an area of 27.93 km² (47.64%) and iii) *carrasco* (deciduous shrubland) (Rougerie 1988) with an area of 11.79 km² (20.12%).

The study area is located in two geomorphological units: i) the crystalline basement complex, with flat to slightly undulating relief and

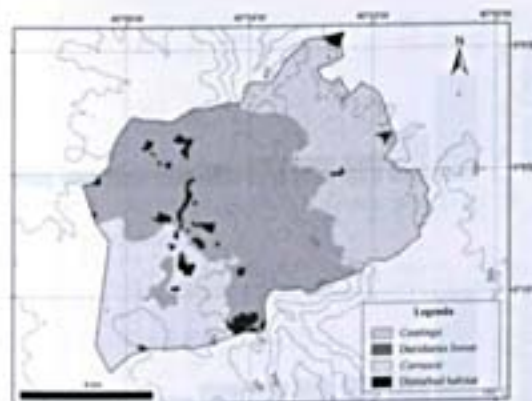


Figure 1 – Location of Serra das Almas Natural Reserve, Crateús, state of Ceará, Brazil.

low altitude (c. 400 m) and ii) the Meio Norte sedimentary basin, on its eastern margin, which forms an asymmetric cuesta, known as Ibiapaba Plateau (altitudes between 500 and 700 m).

The caatinga occurs in the crystalline basement complex, where the dominant classes of soils are: Solodic Planosol, Solodized Solonetz (natric Planosols) and Lithic soils (Lithic Neosols) at altitudes that vary from 300 to 500 m.

In the Meio Norte sedimentary basin, on Ibiapaba Plateau, the Latosol occurs on the eastern hogback and quartz sand (quartzarenic neosols) on the top and backside (Brasil 1972). The deciduous forest occurs on the eastern hogback of the plateau, on Latosol, at altitudes between 500 and 700 m. The carrasco is present on the backside of the plateau, on quartz sand, at altitudes of ca. 700 m. We emphasize that the Ibiapaba Plateau is a 'cuesta', with higher asymmetry in its southern part, our study area, where there is no top, but an inverted V-shaped topography where the leeward on the backside exhibits a smooth declivity.

Climate data were not available, because there are no meteorological or pluviometric stations located on the cuesta, top and immediate backside sites on the southern part of the Ibiapaba Plateau, our study area.

Floristic inventory

The flora of Serra das Almas Natural Reserve was extensively sampled from 1999 to 2004, in several projects: reserve management plan; long-term ecological research programs – Site Caatinga/CNPq/PELD; Instituto do Milênio do Semiárido-

IMSEAR; Biodiversity inventories – Caatinga (PROBIO-MMA) and Edital Universal do CNPq/476285/2003-8. In these studies, branches of angiosperms (five duplicates) in reproductive phase (flower buds, flowers and/or fruits) were collected on trails and inside the best-conserved fragments of each physiognomy. Vouchers were deposited in the Prisco Bezerra Herbarium (EAC), of Universidade Federal do Ceará. Botanical identification was carried out using analytical keys (Freire 1983; Barroso *et al.* 1978, 1984, 1986) and by comparison with the material present in the EAC Herbarium or, when necessary, by consulting specialists. The classification used was APG III (2009). Species names were updated considering the synonymy of Missouri Botanical Garden (Tropicos.org 2009); names and/or abbreviations of species authors were written in accordance with Brummitt & Powell (1992).

Growth- and life-forms

Each species was classified into growth-forms following Whittaker (1975).

The classification of each species in life-forms was done based on the protection level of growing tips and on the reduction of the aerial part during the unfavorable season, following Raunkiaer (1934, see also Cain 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974): therophytes (Th), cryptophytes (Cr), hemicryptophytes (H), chamaephytes (Ch) and phanerophytes (Ph). Woody lianas and cacti were considered as phanerophytes and non-woody lianas were classified according to the level of reduction of their aerial part during the dry season (according to Raunkiaer 1934).

Data analysis

Floristic data were organized as a list with families, species, vernacular names, life and growth-forms, physiognomy and collectors. We calculated species and family richness for the whole dataset and by physiognomy. To compare the richest families between physiognomies, we used histograms with the ten richest families in descending order.

Floristic overlap between physiognomies was analyzed by calculating the frequency of species and families in overlapping classes: occurrence in all physiognomies, in pairs of physiognomies (*caatinga/carrasco*, *caatinga/deciduous forest*, *carrasco/deciduous forest*), and restricted to each physiognomy (*caatinga*, *carrasco* or *deciduous forest*). Results are presented in histograms.

To test for differences in the composition of life-forms among physiognomies, we calculated the life-form spectrum, which is the proportion of species of each life-form. We determined which life-form characterized each physiognomy by comparing our results with the normal spectrum proposed by Raunkiaer (1934). This spectrum represents the world flora and was used here as null hypothesis. At first, we tested for differences between the obtained and the normal spectrum using a χ^2 test (Vicira 2004). When differences were significant, we calculated the relative contribution of each life-form's deviation to the computed χ^2 statistic. The life-form with higher contribution in each test was considered as characteristic of the physiognomy where it occurs.

To test for similarities with other Brazilian vegetation types (in terms of life-forms), we compiled studies with spectra determined for Brazilian physiognomies (Tab. 1). We kept the names used by each author for the vegetation types of each study. To facilitate comparison, we used only the five main life-form classes of Raunkiaer (1934). Hence, epiphytes and woody lianas were included in the class phanerophytes, saprophytes in cryptophytes, and aerophytes in chamaephytes. We compared the life-form spectra found in Serra das Almas Natural Reserve with those from other studies with a detrended correspondence analysis - DCA (Jongman *et al.* 1995; Batalha & Martins 2002); results were expressed in ordination diagrams with scores of each study and of each life-form.

Results

We recorded 419 species/morphospecies from 72 families (Annex 1). Families (55) and species richness (250) were higher in the deciduous forest. Richness values of the *carrasco* (46 and 136) and *caatinga* (44 and 137) were similar to each other and lower than in the deciduous forest.

Fabaceae (86 species), Euphorbiaceae (38 species) and Convolvulaceae (22 species) were the richest plant families in Serra das Almas Natural Reserve. The richest families were different among physiognomies (Fig. 2). The exception was the family Fabaceae, which had the highest number of species in all three physiognomies (Fig. 2). However, the representativeness of subfamilies varied, with higher richness of Papilionoideae in the deciduous forest (25 species) and of Caesalpinioideae in the *caatinga* (12 species) and *carrasco* (15 species).

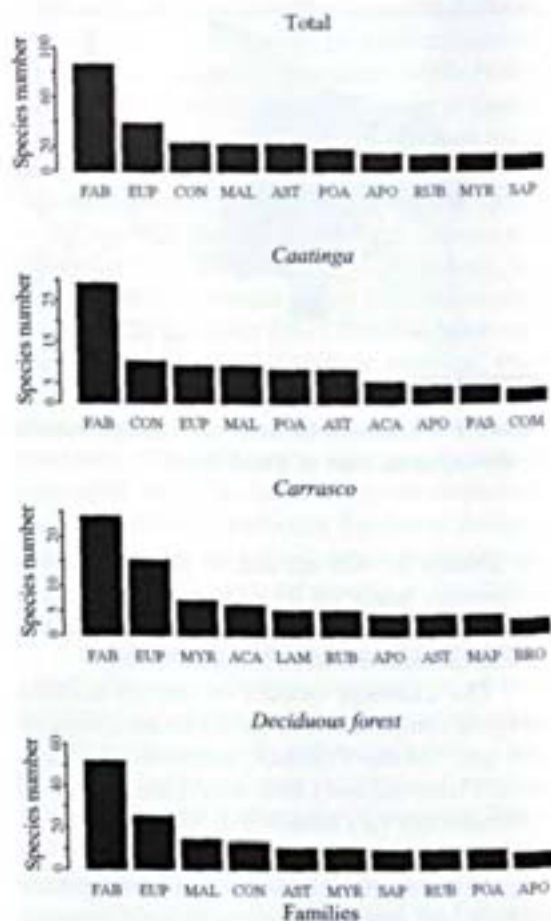


Figure 2 – Species-richest families in the three physiognomies of Serra das Almas Natural Reserve, Cratêis, state of Ceará, Brazil. Abbreviations for families: FAB–Fabaceae, EUP–Euphorbiaceae, CON–Convolvulaceae, MAL–Malvaceae, AST–Asteraceae, POA–Poaceae, APO–Apocynaceae, RUB – Rubiaceae, MYR–Myrtaceae, SAP–Sapindaceae, ACA–Acanthaceae, PAS–Passifloraceae, COM–Commelinaceae, LAM–Lamiaceae, MAP–Malpighiaceae, BRO–Bromeliaceae.

Family overlap was about one third among all physiognomies (Fig. 3). However, the *carrasco* and the deciduous forest shared the highest number of families, and had the highest (*carrasco*) and lowest (deciduous forest) number of exclusive families (Fig. 3). Species overlap was low, as only nine out of 419 species occurred in all physiognomies (Fig. 3). The *carrasco* and the deciduous forest had higher floristic affinity with each other, since they shared more species (15%) and both had low overlap with the *caatinga* (1.3% overlap with *carrasco* and 4.2% with deciduous forest – Fig. 3).

Table 1 – Life-form spectra used for comparisons in a detrended correspondence analysis (DCA). Life-forms: Th – therophytes, Cr – cryptophytes, H – hemicryptophytes, Ch – chamaephytes, Ph – phanerophytes.

Vegetation type	Abbreviation	Site	Reference	Th	Cr	H	Ch	Ph
caatinga	caa	Sa. das Almas, Cratéis, CE	This study	47,9	1,4	6,3	18,1	26,4
carrasco	carr	Sa. das Almas, Cratéis, CE	This study	17,2	3,4	3,4	17,9	57,9
deciduous forest	fl dec	Sa. das Almas, Cratéis, CE	This study	14,6	2,6	2,2	22,5	58,1
caatinga	caa	Faz. Não me Deixes, Quixadá, CE	Costa <i>et al.</i> (2007)	42,9	2,3	12,8	15,8	26,3
cerrado fechado	cer fec	Brasília, DF	Ratter (1980) in Batalha & Martins (2002)	0,7	1,8	44,9	13,5	39,1
cerrado aberto	cer ab	PARNA das Emas, GO	Batalha & Martins (2002)	3,7	2	49,9	12,8	31,6
cerrado aberto	cer ab	Lagoa Santa, MG	Warming (1892) in Batalha & Martins (2002)	4,6	5,4	55,1	6,1	28,8
cerrado aberto	cer ab	Mojiguaçu, SP	Mantovani (1983) in Batalha & Martins (2002)	7,8	2,1	47	12,2	30,9
cerrado fechado	cer fec	Pirassununga, SP	Batalha <i>et al.</i> (1997) in Batalha & Martins (2002)	5,6	1,1	36,1	17,1	40,1
cerrado fechado	cer fec	Sta. Rita do Passa Quatro, SP	Batalha & Mantovani (2001) in Batalha & Martins (2002)	6,7	0,8	30	17,2	45,3
pluvial forest	fl pl	Alto do Palmital, Foz do Iguaçu, PR	Cain <i>et al.</i> (1956)	0	3	11	6	80
pluvial forest	fl pl	Caiobá, PR	Cain <i>et al.</i> (1956)	0	3	3	7	87
pluvial forest	fl pl	Mucambo, Belém, PA	Cain <i>et al.</i> (1956)	0	0,9	2,8	0,9	95,4
temperate forest	fl temp	Horto Botânico, Pelotas, RS	Cain <i>et al.</i> (1956)	5	5	16	4	70
cerradão	cerradão	Águas de Sta. Barbara, SP	Meira Neto <i>et al.</i> (2007)	0	0	4	1,3	94,7
cerrado sensu strictu	cer ss	Águas de Sta. Barbara, SP	Meira Neto <i>et al.</i> (2007)	0	2,8	10,7	9,6	77
campo cerrado	cp cer	Águas de Sta. Barbara, SP	Meira Neto <i>et al.</i> (2007)	0	6,4	19,2	14,1	60,3
campo sujo	cp sj	Águas de Sta. Barbara, SP	Meira Neto <i>et al.</i> (2007)	0	7,9	31,8	41,3	19,1
campo limpo	cl lp	Águas de Sta. Barbara, SP	Meira Neto <i>et al.</i> (2007)	5	0	32	34	14
restinga	res	Itamaracá, PE	Almeida JR <i>et al.</i> (2007)	16,8	5,3	8	19,5	50,4
inselberg vegetation	inselb	Quixadá, CE	Araújo <i>et al.</i> (2008)	44,2	2,6	13	15,6	24,7
cerrado sensu strictu	cer ss	Itirapina, SP	Batalha & Martins (2004)	1,8	1,8	18,6	11,5	66,4
caatinga	caa	Betânia, PE	Costa <i>et al.</i> (2009)	40,5	1,1	14,6	18	25,8
restinga	res	Caravela, BA	Meira Neto <i>et al.</i> (2005)	9	0	14,9	23,9	52,2
restinga	res	Mucuri, BA	Meira Neto <i>et al.</i> (2005)	7,5	0	28,3	24,5	39,6

Note: caatinga = arid shrubland; carrasco = deciduous shrubland; cerrado sensu strictu = savanna; cerrado fechado = dense savanna; cerrado aberto = open savanna; campo cerrado = grassland with scattered shrubs; campo sujo = grassland with scattered shrubs; campo limpo = grassland; cerradão = tall woodland savanna; restinga = sandy coastal plains.

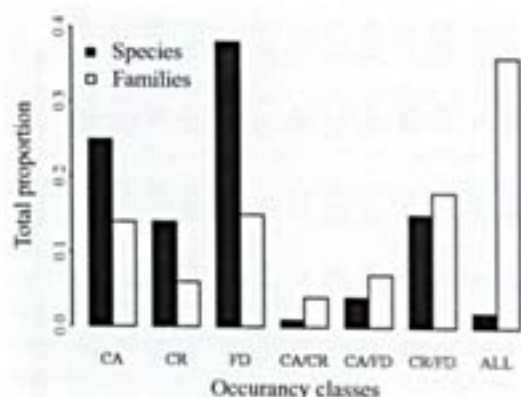


Figure 3 – Proportion of families (white) and species (black) occurring in one, two or in all physiognomies (CA – *caatinga*, CR – *carrasco*, DF – deciduous forest) of Serra das Almas Natural Reserve, Crateús, state of Ceará, Brazil.

In the physiognomies on sedimentary relief, woody species (shrubs and trees) predominated, totaling 124 in the deciduous forest and 68 in the *carrasco*. In the *caatinga*, on the crystalline basement, the highest species richness (69) was represented by herbs.

The life-form spectra of the studied physiognomies differed significantly from the normal spectrum (*caatinga*: $\chi^2 = 159.33$ $p < 0.01$ $df = 4$; *carrasco* $\chi^2 = 49.07$ $p < 0.01$ $df = 4$; deciduous forest $\chi^2 = 120$, $p < 0.01$ $df = 4$). In general, the *carrasco* and the deciduous forest exhibited similar proportions of species of each life-form, whereas the *caatinga* exhibited a different spectrum (Fig. 4). Therophytes, hemicryptophytes and chamaephytes were the predominant life-forms in the *caatinga* (69%), *carrasco* (53%) and deciduous forest (46%), respectively; thus, they characterize each physiognomy.

In the comparisons of life-form spectra among physiognomies of Serra das Almas Natural Reserve with other Brazilian vegetation types, the two first axes of the DCA corresponded to over 60% of the total inertia: 49.68% on the first axis and 13.30% on the second. In the ordination diagram three groups of life-form spectra stood out: i) spectra with scores next to the ones of phanerophytes, ii) of cryptophytes and iii) of chamaephytes and therophytes (Fig. 5). The life-form spectra of the *carrasco* and the deciduous forest in Serra das Almas Natural Reserve nearly overlapped in the ordination space, in group 2, which also comprises the *restinga* and *cerrado* spectra (Fig. 5). In this

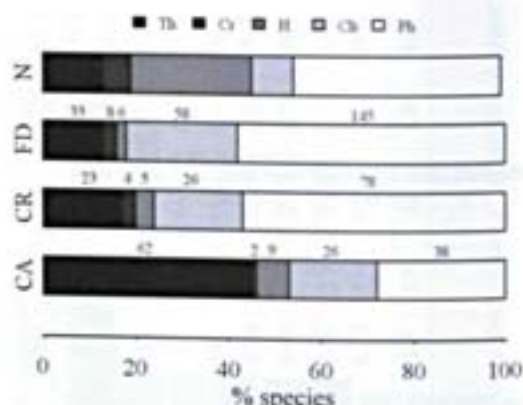


Figure 4 – Life-form spectra of the three physiognomies (CA – *caatinga*, CR – *carrasco*, DF – deciduous forest) of Serra das Almas Natural Reserve, Crateús, state of Ceará, Brazil, compared to Raunkiaer's normal spectrum (N). Values over each physiognomy bar indicate the number of species of each life-form. Species percentages of each life-form are expressed by the width of the bar. Life-forms: therophyte (Th), cryptophyte (Cr), hemicryptophyte (H), chamaephyte (Ch), phanerophyte (Ph).

group, *carrasco* and deciduous forest exhibited scores close to those of *restinga* and different from those of *cerrado*, apparently because of the lower proportion of cryptophytes (Fig. 5). The *caatinga* composed a well-defined group, which comprised spectra of other *caatinga* studies, including vegetation on inselbergs. This group is associated with higher proportion of chamaephytes and therophytes (Fig. 5).

Discussion

In general, in the semi-arid region of northeastern Brazil, areas with higher annual average rainfall associated with higher altitudes exhibit higher species richness (Lima *et al.* 2009; Araújo *et al.* 2007; Ferraz *et al.* 1998; Gomes 1980). This pattern was also observed in the physiognomies of deciduous forest and *carrasco*, both located at higher altitudes than the *caatinga* in Serra das Almas Natural Reserve. Besides, deciduous vegetation on sedimentary areas, even with rainfall indexes similar to the *caatinga* area of the crystalline basement, have been pointed out in general as having higher species richness (Silva *et al.* 2003), though there are some exceptions (Rodal *et al.* 1998; Pereira *et al.* 2002). These exceptions show that being sedimentary alone does not result in higher species richness; other

geological units: lowlands of the crystalline basement and the Meio Norte sedimentary basin.

Herbaceous or sub-woody plants (herbs, shrubs and herbaceous lianas) are the life-forms that exhibit the highest reduction of the aerial shoot system during the dry season (therophytes, cryptophytes, and hemicryptophytes; Raunkiaer 1934). The biological spectrum of the *caatinga* studied was characterized mainly by therophytes, a life-form characteristic of arid and semi-arid regions (Raunkiaer 1934; van Rooyen et al. 1990; Kovács-Lang et al. 2000). Indeed, among the three physiognomies studied, the *caatinga* occurs on shallow soils in the lowlands of the crystalline basement, where temperature is potentially higher and rainfall is potentially lower than in mountain-range areas, resulting in lower water availability. The physiognomies on the Ibiapaba plateau (*carrasco* and deciduous forest) must occur under lower water restrictions, since higher altitude contributes to the potential occurrence of higher rainfall and lower temperature, which favor phanerophytes, a life-form characteristic of sites with lower water restriction.

In addition to numeric differences in species richness, remarkable differences between the floristic complexes of each physiognomy were observed in the present study. The two main complexes (*caatinga* and *carrasco* + deciduous forest) are consistent with the soil types that occur in the area, resulting from the type of source rock. Although species overlap between deciduous forest and *carrasco* may be considered low (15%), differences are even larger when compared with *caatinga*, whose overlap is only 4%. *Carrasco* and deciduous forest are floristically more similar because both have a set of species that prefer sandy soil with low pH, whereas *caatinga* differs from that floristic group by the presence of species typical of soils originated from the crystalline basement of the inter-plateau depression. The crystalline and sedimentary floras of northeastern Brazil also differ at a broader scale, as it was observed in analyses of data matrices created from local inventories, carried out in several areas of the Brazilian semi-arid region (Araújo et al. 1998a, b; Lemos & Rodal 2002; Alcoforado-Filho et al. 2003; Araújo et al. 2005; Lima et al. 2009).

As Andrade-Lima (1981) emphasized, in the Brazilian semi-arid region, when the predominant variation is in climate, as observed in the two physiognomies studied in the Ibiapaba Plateau (the

deciduous forest occurs on the windward side whereas the *carrasco* occurs on the leeward side), these do not form discrete units. They form a continuum represented by species overlap and by the same biological spectrum, as emphasized by Austin (2005).

When analyzing physiognomies on different geomorphological units, apart from the climate, the soil component may determine discrete units; communities that, according to Whittaker (1975), can be delimited by floristic composition and life-forms, such is the case of the difference found between the *caatinga* and the complex deciduous forest + *carrasco*.

In the comparative analysis with the biological spectra from other Brazilian seasonal vegetation types, the discrimination of the *caatinga* by higher proportion of therophytes and chamaephytes shows that this vegetation is composed of species whose life-forms represent better the semi-arid climatic pattern, since the predominance of these life-forms is characteristic of vegetations of arid and semi-arid environments (Raunkiaer 1934; Cain 1950). The biological spectrum is similar to the spectrum of arid and semi-arid climate zones of the world.

In summary, the two geomorphological units present in the study area have two distinct floristic complexes, characterized by the predominance of therophytes on the crystalline basement and of phanerophytes on the sedimentary basin. These results show that when implementing reserves in Brazilian semi-arid areas, abiotic local factors, such as soils and relief, must be taken into account, because these factors seem to reflect regional floristic variation. The environmental heterogeneity may result not only in high species diversity, but also in high functional diversity in the Brazilian semi-arid domain, which, in the present study, may be observed in differences in life-form spectra among the three physiognomies analyzed.

Acknowledgements

The non-governmental organization Associação Caatinga funded the management plan for the reserve, through which the floristic inventory of the area was carried out. Later, studies were carried out with funding from Ministério de Ciência e Tecnologia, long-term ecological research programs (CNPq/PELD - Pesquisa Ecológica de Longa Duração - site Caatinga), Instituto do Milênio do Semiárido (IMSEAR-MCT/CNPq), of Edital Universal do CNPq (proc. n°. 476285/2003-8) and PROBIO/MMA

(Biodiversity inventories – Caatinga). Marcelo Oliveira Teles de Menezes helped us make Figure 1. Reviewers contributed for improving the final version of the manuscript.

References

- Alcoforado-Filho, F.G.; Sampaio, E.V.S.B. & Rodal, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17: 287-303.
- Almeida Jr., E.B.; Pimentel, R.M.M. & Zickel, C.S. 2007. Flora e formas de vida em uma área de restinga no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Revista de Geografia* 24: 19-34.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Araújo, F.S. & Martins, F.R. 1999. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Acta Botanica Brasilica* 13: 1-14.
- Araújo, F.S.; Martins, F.R. & Shepherd, G.J. 1999. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 663-678.
- Araújo, F.S.; Gomes, V.S.; Silveira, A.P.; Figueiredo, M.A.; Oliveira, R.F.; Bruno, M.M.A.; Lima-Verde, L.W.; Silva, E.F.; Otutumi, A.T. & Ribeiro, K.A. 2007. Efeito da variação topoclimática na fisionomia e estrutura da vegetação da serra de Baturité, Ceará. In: Oliveira, T.S. & Araújo, F.S. (orgs.). *Diversidade e conservação da biota da serra de Baturité, Ceará*. Seri&A Gráfica, Fortaleza. Pp. 73-136.
- Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N.; Barbosa, M.R.V. & Martins, F.R. 2005. Repartição da flora lenhosa no domínio da caatinga. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa M.R.V. (orgs.). *Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 15-33.
- Araújo, F.S.; Sampaio, E.V.S.B.; Figueiredo, M.A.; Rodal, M.J.N. & Fernandes, A.G. 1998a. Composição florística da vegetação do carrasco, Novo Oriente, CE. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 105-116.
- 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. *Revista Brasileira de Biologia* 58: 85-95.
- Araújo, F.S.; Oliveira, R.F. & Lima-Verde, L.W. 2008. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de uma inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. *Rodriguésia* 59: 659-671.
- Austin, M.P. 2005. Vegetation and environment: discontinuities and continuities. In: Maarel, E.V.D. (ed.). *Vegetation ecology*. Blackwell Publishing, Oxford. Pp. 52-84.
- Barroso, G.M.; Guimarães, E.F.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Peixoto, A.L. & Lima, H.C. 1978. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Vol. 1. EdUSP, São Paulo. 255p.
- Barroso, G.M.; Guimarães, E.F.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Peixoto, A.L. & Lima, H.C. 1984. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Vol. 2. UFV, Viçosa. 377p.
- Barroso, G.M.; Guimarães, E.F.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Peixoto, A.L. & Lima, H.C. 1986. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Vol. 3. UFV, Viçosa. 326p.
- Batalha, M.A. & Martins, F.R. 2002. Life-form spectra of Brazilian cerrado sites. *Flora* 197: 452-460.
- Batalha, M.A. & Martins, F.R. 2004. Floristic, frequency, and life-form spectra of a cerrado site. *Brazilian Journal of Biology* 64: 203-209.
- Box, E.O. & Fujiwara, K. 2005. Vegetation types and their broad-scale distribution. In: Maarel, E.V.D. (eds.). *Vegetation ecology*. Blackwell Publishing, Oxford. Pp. 106-128.
- Brasil. 1972. Mapa exploratório-reconhecimento de solos: estado do Ceará, escala 1:600.000. SUDENE.
- Brumitt, R.K. & Powell, C.E. 1992. *Authors of plant names*. Richmond, Kew Royal Botanic Gardens. 732p.
- Cain, S.A. 1950. Life forms and phytoclimate. *Botanical Review* 16: 1-32.
- Cain, S.A.; Castro, G.M.O.; Pires, J.M. & Silva, N.T. 1956. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. *American Journal of Botany* 43: 911-941.
- Costa, R.C.; Araújo, F.S. & Lima-Verde, L.W. 2007. Flora and life-form spectrum in an area of deciduous thorn woodland (caatinga) in northeastern, Brazil. *Journal of Arid Environments* 68: 237-247.
- Costa, K.C.; Lima, A.L.A.; Fernandes, C.F.M.; Silva, M.C.N.A.; Silva, A.C.B.L. & Rodal, M.J.N. 2009. Flora vascular e formas de vida em um hectare de caatinga no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 4: 48-54.
- Ferraz, E.M.N.; Rodal, M.J.N.; Sampaio, E.V.S.B. & Pereira, R.C.A. 1998. Variação florística ao longo de um gradiente altitudinal no alto vale do Pajeú, Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 7-13.
- Figueirêdo, L.S.; Rodal, M.J.N. & Melo, A.L. 2000. Florística e fitossociologia de uma área de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no município de Buíque - Pernambuco. *Naturalia* 25: 205-224.
- Freire, C.V. 1983. Chaves analíticas para a determinação das famílias das plantas pteridófitas, gimnospermas e angiospermas brasileiras ou exóticas cultivadas no Brasil. v. CCC. Coleção Mossoroense, Mossoró. 366p.
- Gomes, M.A.F. 1980. A vegetação dos Cariris Velhos, no estado da Paraíba. *Vegetalia - escritos e documentos* 14 (UNESP).

- Jongman, R.H.G.; Ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 299p.
- Kovács-Lang, E.; Kroel-Dulay, G.; Kertész, M.; Fekete, G.; Bartha, S.; Mika, J.; Dobi-Wantuch, I.; Redei, T.; Rajkai, K. & Hahn, I. 2000. Changes in composition of sand grasslands along a gradient in Hungary and implications for climate change. *Phytocoenologia* 30: 385-407.
- Lemos, J.R. & Rodal, M.J.N. 2002. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no parque nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 16: 23-22.
- Lima, J.R.; Sampaio, E.V.S.B.; Rodal, M.J.N. & Araújo, F.S. 2009. Composição florística da floresta estacional decídua montana da Serra das Almas, Ceará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 756-763.
- Mamede, M.A. & Araújo, F.S. 2008. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* 72: 458-470.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza A.L.; Lana, J.M. & Valente, G.E. 2005. Composição florística espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de muçununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. *Revista Árvore* 29: 139-150.
- Meira Neto, J.A.A.; Martins, F.R. & Valente, G.E. 2007. Composição florística espectro biológico na Estação Ecológica de Santa Bárbara, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Árvore* 31: 907-922.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 547p.
- Pavón, N.P.; Hernandez-Trejo, H. & Rico-Gray, V. 2000. Distribution of life forms along an altitudinal gradient in the semi-arid valley of Zapotitlán, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 11: 39-42.
- Pereira, I.M.; Andrade, L.A.; Barbosa, M.R.V. & Sampaio, E.V.S.B. 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste Paraibano. *Acta Botanica Brasilica* 16: 241-369.
- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. 632p.
- Rodal, M.J.N.; Andrade, K.V.A.; Sales, M.F. & Gomes, A.P.S. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 58: 517-526.
- Rodal, M.J.N.; Lins e Silva, A.C.B.; Pessoa, L.M. & Cavalcanti, A.D.C. 2005. Vegetação e flora fanerogâmica da área de Betânia, Pernambuco. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. (orgs.). Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 91-119.
- Rodal, M.J.N.; Nascimento, L.M. & Melo, A.L. 1999. Composição florística de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia, no município de Ibimirim, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 13: 1: 15-28.
- Rougerie, G. 1988. Géographie de la biosphère. Armand Colin Editeur, Paris. 288p.
- Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 35-63.
- Silva, R.A.; Santos, A.M.M. & Tabarelli, M. 2003. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da Caatinga. In: Leal, I.R.; Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. (eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFRPE, Recife. Pp. 337-365.
- Spellerberg, I.F. & Sawyer, J.W.D. 1999. An introduction to applied biogeography. Cambridge University Press, Cambridge. 243p.
- van Rooyen, M.W.; Theron, G.K. & Grobbelaar, N. 1990. Life forms and spectra of flora of Namaqualand, South Africa. *Journal of Arid Environments* 19: 133-145.
- Vieira, S. 2004. Bioestatística, tópicos avançados – testes não-paramétricos, tabelas de contingência e análise de regressão. 2ed. Elsevier, Rio de Janeiro. 216p.
- Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosystems. 2ed. Macmillan Publishing, New York. 385p.
- Whittaker, R.H. 1978a. Approaches to classifying vegetation. In: Whittaker, R.H. (ed.). Classification of plant communities. Dr. W. Junk Publishers, The Hague. Pp 3-31.
- Whittaker, R.H. 1978b. Dominance-types. In: Whittaker, R.H. (ed.). Classification of plant communities. Dr. W. Junk Publishers, The Hague. Pp. 65-79.
- Williams, R.J.; Duff, G.A.; Bowman, D.M.J.S & Cook, G.D. 1996. Variation in the composition and structure of tropical savannas as a function of rainfall and soil texture along a large-scale climatic gradient and soil texture in the Northern Territory, Australia. *Journal of Biogeography* 23: 747-756.

Annex I – List of families and species found, with respective growth-forms and life-forms, in three phytophysiognomies, *caatinga* (CA), *carrasco* (CR) and deciduous forest (DF), of the Natural Reserve Serra das Almas, Ceará State, deposited in the EAC Herbarium of the Universidade Federal do Ceará. x = presence of species in the phytophysiognomy. Growth-form (FC) = tree (tre), shrub (shr), sub-shrub (sub), liana (lia), herb (her). Life-form (FV) = phanerophyte (Ph), chamaephyte (Ch), hemicyptophyte (H), therophyte (Th), cryptophyte (Cr).

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Acanthaceae							
<i>Anisacanthus trilobus</i> Lindau	pimentinha	sub	Ch	x	x		F.S. Araújo, 1593
<i>Dicliptera ciliaris</i> Juss.		sub	Ch	x		x	S.F. Vasconcelos, 9
<i>Elytraria</i> sp.		sub	H	x			S.F. Vasconcelos, 8
<i>Justicia fragilis</i> Wall. ex Clarke		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1490
<i>Justicia strobilacea</i> (Nees) Lindau		shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1458
<i>Justicia</i> sp.		shr	Ph	x			F.S. Araújo, 1539
<i>Lophothecium</i> sp.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 124
<i>Ruellia cf. bahiensis</i> (Nees) Morong		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1576
<i>Ruellia paniculata</i> L.	melosa-de-bode, melosa	shr	Ch	x	x		F.S. Araújo, 1547
<i>Ruellia villosa</i> Lindau		sub	Ch		x	x	M.S. Sobrinho, 125
Achariaceae							
<i>Lindackeria ovata</i> (Benth.) Gilg	mamoná-brava	tre	Ph			x	R.C. Costa 269
Alstroemeriaceae							
<i>Alstroemeria</i> sp.		her	Cr			x	F.S. Araújo, 1511
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.		her	Cr			x	F.S. Araújo, 1442
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	quebra-panela, cabeça-branca	her	Th	x	x	x	F.S. Araújo, 1377
<i>Alternanthera brasiliana</i> var. <i>villosa</i> (Moq.) Kuntze		her	Th	x	x		F.S. Araújo, 1505
<i>Froelichia lanata</i> Moench		her	Th	x		x	F.S. Araújo, 1400
<i>Gomphrena demissa</i> Mart.		her	Th			x	F.S. Araújo, 1436
Amaryllidaceae							
<i>Hippeastrum</i> sp.	cebola-brava	her	Cr			x	F.S. Araújo, 1330
Anacardiaceae							
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	aroeira	tre	Ph	x			Probio, 400

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Annonaceae							
<i>Duguetia riedeliana</i> R. E. Fr.	camucá	tre	Ph			x	Probio, 214
<i>Ephedranthus pisocarpus</i> R. E. Fr.	condurú	tre	Ph		x	x	J.R. Lima, 16
<i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fr.	bananinha	shr	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 15
Apocynaceae							
<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC.	penete-de-macaco, cravo-de-cachorro	lia	H	x	x	x	F.S. Araújo, 1335
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	pereiro-branco	tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1352
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	canela-de-velho, caneleiro	tre	Ph			x	J.R. Lima, 18
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	piquiá	tre	Ph			x	J.R. Lima, 19
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	pereiro-preto, pereiro	tre	Ph	x			Probio, 403
<i>Aspidosperma</i> cf. <i>subincanum</i> Mart. ex A. DC.	piquiá	tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 245
<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum.		lia	Ch		x		F.S. Araújo, 1497
<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J. C. Mikan) Woodson		her	Cr		x		F.S. Araújo, 1323
<i>Matelea harleyi</i> Fontella & Morillo		lia	Ch	x			F.S. Araújo, 1543
<i>Prestonia bahiensis</i> Müll Arg.		lia	Ph			x	F.S. Araújo, 1290
<i>Secundatia floribunda</i> A. DC.		lia	Ph			x	J.R. Lima, 89
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	grão-de-porco	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1479
<i>Taxsadia burchellii</i> E. Fourn.		lia	Ph			x	J.R. Lima, 13
Araceae							
<i>Scaphispatha gracilis</i> Brongn. ex Schott		her	Cr			x	L.W. Lima-Verde, 1091
<i>Spathicarpa hastifolia</i> Hook.		her	Cr			x	F.S. Araújo, 1379
<i>Taccarum peregrinum</i> (Schott) Engl.	milho-de-cobra	her	Cr	x			R.C. Costa, 358
Asteraceae							
<i>Acmella uliginosa</i> (Sw.) Cass.	agrião	her	Th	x			F.S. Araújo, 1407
<i>Aspilia</i> cf. <i>attenuata</i> (Gardner) Baker		her	Th		x		F.S. Araújo, 1503
<i>Aspilia bonplandiana</i> (Gardner) S. F. Blake		her	Th		x		F.S. Araújo, 1590
<i>Blainvillea lanceolata</i> Baker		her	Th	x		x	R.C. Costa, 97
<i>Blainvillea latifolia</i> (L. f.) DC.		her	Th	x			R.C. Costa, 441
<i>Blainvillea ligulata</i> (L. f.) DC.	bamburral	her	Th	x			R.C. Costa, 436
<i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 52

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.		her	Th	x			R.C. Costa, 456
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze		her	Th	x			R.C. Costa, 440
<i>Dissothrix imbricata</i> (Gardner) B. L. Rob.		her	Th		x		F.S. Araújo, 1467
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, s/n
<i>Lagascea mollis</i> Cav.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, 12
<i>Melampodium camphoratum</i> (L. f.) Baker		her	Th			x	F.S. Araújo, 1422
<i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera		her	Th			x	Probio, s/n
<i>Pithecoseris pacourinoides</i> Mart. ex DC.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 109
<i>Stilpnopappus</i> sp.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 84
<i>Trichogonia</i> cf. <i>menthifolia</i> Gardner		her	Th			x	F.S. Araújo, 1560
<i>Vernonia</i> aff. <i>arenaria</i> Mart. ex DC.		sub	Ph		x		F.S. Araújo, 1497
<i>Vernonia obscura</i> Less.		shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1450
<i>Wedelia hookeriana</i> Gardner		her	Th			x	F.S. Araújo, 1287
<i>Wedelia villosa</i> Gardner		sub	Ch			x	J.R. Lima, 85
Bignoniaceae							
<i>Anemopaegma ataidei</i> A.Gentry		lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 236
<i>Arrabidaea caudigera</i> (S. Moore) A.H.Gentry		lia	Ph	x			R.C. Costa, 320
<i>Arrabidaea chical</i> (Humb. & Bonpl.) Verl.		lia	Ph		x		J.R. Lima, 21
<i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sandwith		lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 31
<i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K. Schum.		lia	Ph			x	J.R. Lima, 20
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	jacarandá	tre	Ph			x	R.C. Costa, 95
<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry	pente-de-macaco	lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 231
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	pau-d'arco-roxo	tre	Ph	x			Observada
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	pau-d'arco	tre	Ph			x	J.R. Lima, 23
Bixaceae							
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	pacotê	tre	Ph	x		x	S.F. Vasconcelos, 4
Boraginaceae							
<i>Cordia leucomalloides</i> Taroda	maria-preta	shr	Ph		x	x	L.W. Lima-Verde, 1181
<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	pau-branco	tre	Ph	x			R.C. Costa, 404
<i>Cordia rufescens</i> A. DC.	grão-de-galo	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1478
<i>Tournefortia</i> sp.		lia	Ph			x	F.S. Araújo, 1329

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Brassicaceae							
<i>Brassica</i> sp.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1401
Bromeliaceae							
<i>Bromelia auriculata</i> L.B.Sm.	macambirinha	her	Ch			x	L.W. Lima-Verde, 1222
<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Schult. f.	macambira	her	Ch		x		L.W. Lima-Verde, 1216
<i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B.Sm.	croatá	her	Ch	x	x	x	L.W. Lima-Verde, 983
<i>Encholirium erectiflorum</i> L. B. Sm.	macambira-de-flexa	her	Ch		x		L.W. Lima-Verde, 981
Burseraceae							
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	imburana-de-espinho	tre	Ph	x		x	J.R. Lima, 48
Cactaceae							
<i>Cereus albicaulis</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	rabo-de-raposa	shr	Ph		x		Observada
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	tre	Ph	x	x	x	Observada
Capparaceae							
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	feijão-bravo	shr	Ph	x			Observada
<i>Crateva tapia</i> L.	trapiá	tre	Ph	x			Probio, 563
Celastraceae							
<i>Maytenus</i> sp.		tre	Ph			x	J.R. Lima 100
Chrysobalanaceae							
<i>Licania sclerophylla</i> (Hook. f.) Fritsch	oitíca	tre	Ph	x			Probio, 327
Cleomaceae							
<i>Cleome microcarpa</i> Ule		her	Th	x			Probio, 204
Combretaceae							
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	mirindiba	tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 292
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	cipaíba	tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1111
<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler	catinga-branca	shr	Ph		x		Probio, 326
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	mofumbo	shr	Ph	x		x	F.S. Araújo, 1516
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	catinga-branca	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1473
Commelinaceae							
<i>Callisia filiformis</i> (M. Martens & Galeotti) D. R. Hunt		her	Th	x			F.S. Araújo, 1404
<i>Commelina nudiflora</i> L.		her	Th	x			R.C. Costa, 367
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.		her	Th		x		F.S. Araújo, 1393
<i>Dichorisandra</i> sp.		her	Th	x			R.C. Costa, 395

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Convolvulaceae							
<i>Evolvulus elaeagnifolius</i> Dammer		lia	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1486
<i>Evolvulus ericaefolius</i> Schrank.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1351
<i>Evolvulus filipes</i> Mart.		her	Th	x		x	F.S. Araújo, 1515
<i>Evolvulus</i> cf. <i>latifolius</i> Ker Gawl.		her	H		x		F.S. Araújo, 1509
<i>Evolvulus macroblepharis</i> Mart.		sub	Ch			x	J.R. Lima, 83
<i>Evolvulus ovatus</i> Fernald		her	Th	x		x	F.S. Araújo, 1523
<i>Evolvulus pterocaulon</i> Moric.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 268
<i>Evolvulus</i> sp.		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1395
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 283
<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	jitirana-da-folha-pequena	lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1424
<i>Ipomoea brasiliana</i> Meisn.		lia	Ph			x	J.R. Lima, 25
<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	pimenteira	lia	Ch	x			R.C. Costa, 444
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	jitirana	lia	Th	x		x	R.C. Costa, 448
<i>Ipomoea polymorpha</i> Roem. & Schult.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1522
<i>Ipomoea rosea</i> Choisy		lia	Ch			x	R.C. Costa, 92
<i>Ipomoea sericophylla</i> Meisn.		sub	Ch	x			Vasconcelos, S. F., 7
<i>Ipomoea subincana</i> Meisn.		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1372
<i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) Hallier f.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1521
<i>Jacquemontia nodiflora</i> (Desr.) G. Don		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1370
<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G. Don		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1420
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	jitirana	lia	Th	x			Costa, R. C., 453
<i>Operculina alata</i> Urb.	batata-de-purga	lia	Ph	x			S.F. Vasconcelos, 5
Cucurbitaceae							
<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cogn.		lia	Ch			x	M.S. Sobrinho, 183
Cyperaceae							
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.		her	H			x	J.R. Lima, 106
<i>Cyperus laxus</i> Lam.		her	H			x	F.S. Araújo, 1363
<i>Cyperus surinamensis</i> Roth.		her	Th	x			L.W. Lima-Verde, 1092
<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	barba de bode	her	Th	x			R.C. Costa, 361
<i>Kyllinga</i> sp.		her	H			x	L.W. Lima-Verde, 1078
<i>Rhynchospora</i> sp.		her	Th	x			Probio, 199

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Dilleniaceae							
<i>Davilla cearensis</i> Huber		lia	Ch			x	M.S. Sobrinho, 267
Dioscoreaceae							
<i>Dioscorea ovata</i> Vell.		lia	Cr		x		F.S. Araújo, 1482
<i>Dioscorea</i> sp.1		lia	Cr	x			R.C. Costa, 366
<i>Dioscorea</i> sp.2		lia	Cr			x	R.C. Costa, 55
Eriocaulaceae							
<i>Syngonanthus</i> sp.		her	Th		x		F.S. Araújo, 1498
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum amplifolium</i> Baill.		shr	Ph			x	R.C. Costa, 89
<i>Erythroxylum barbatum</i> O. E. Schulz		shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1306
<i>Erythroxylum bezerrae</i> Plowman		shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1322
<i>Erythroxylum laetevirens</i> O. E. Schulz	pirunga	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1472
<i>Erythroxylum nummularia</i> Peyr.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 952
<i>Erythroxylum stipulosum</i> Plowman		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1114
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 952
Euphorbiaceae							
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1365
<i>Actinostemon</i> sp.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1199
<i>Bernardia sidoides</i> (Klotzsch) Müll. Arg.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1339
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small		her	H	x			F.S. Araújo, 1342
<i>Cnidocolus vitifolius</i> (Mill.) Pobl	cansação	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1309
<i>Croton adenocalyx</i> Baill.	catinga branca	shr	Ph	x			F.S. Araújo, 1346
<i>Croton argyrophylloides</i> Müll. Arg.	marmeleiro branco	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1294
<i>Croton betaceus</i> Baill.		shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1331
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	marmeleiro-preto, marmeleiro	shr	Ph	x		x	F.S. Araújo, 1356
<i>Croton cordifolius</i> Baill.		shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1280
<i>Croton echinoides</i> Müll. Arg.		shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1454
<i>Croton glandulosus</i> L.		her	Th	x			Probio, 208
<i>Croton grewoides</i> Baill.	canelinha	shr	Ph		x	x	J.R. Lima, 79
<i>Croton heliotropifolius</i> Kunth	velame	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1310

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysionomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1044
<i>Croton lundianus</i> (Ditr.) Müll. Arg.		her	Th	x			R.C. Costa, 350
<i>Croton moritibensis</i> Baill.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 077
<i>Croton nepetifolius</i> Baill.	marmeleiro-cravinho	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1325
<i>Croton odontadenius</i> Müll. Arg.		shr	Ph			x	Probio 393
<i>Croton rudolphianus</i> Müll. Arg.		shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1325
<i>Croton urticifolius</i> Lam.		her	Th		x		F.S. Araújo, 1376
<i>Croton zehntneri</i> Pax & K. Hoffm.	canelinha	shr	Ph		x	x	Probio, 40
<i>Dalechampia pernambucensis</i> Baill.		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1428
<i>Euphorbia comosa</i> Vell.		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1461
<i>Euphorbia insulana</i> Vell.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, s/n
<i>Gymnanthes</i> sp1.		shr	Ph			x	J.R. Lima, 29
<i>Gymnanthes</i> sp2.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 27
<i>Gymnanthes</i> sp3.		shr	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 8
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão	tre	Ph	x			R.C. Costa, 350
<i>Manihot anomala</i> Pohl	maniçoba	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1318
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1203
<i>Manihot palmata</i> Müll. Arg.	maniçoba	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1305
<i>Maprounea</i> sp.		tre	Ph		x	x	Probio, 273
<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.		her	Th		x		F.S. Araújo, 1470
<i>Poinsettia heterophylla</i> (L.) Klotzsch & Garcke		her	Th	x			F.S. Araújo, 1531
<i>Sapium lanceolatum</i> (Müll. Arg.) Huber	burra-leiteira	tre	Ph		x	x	Probio, 14
<i>Stillingia trapezoidea</i> Ule		shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1321
<i>Tragia</i> cf. <i>lessertiana</i> (Baill.) Müll. Arg.		lia	Ch			x	M.S. Sobrinho, 54
Fabaceae							
Caesalpinioideae							
<i>Bauhinia acuruana</i> Moric.		shr	Ph		x		Probio, 408
<i>Bauhinia</i> cf. <i>dubia</i> G. Don.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 44
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó	shr	Ph	x			F.S. Araújo, 1397
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Vogel ex Steud.		tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1411
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	mororó	tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1563
<i>Bauhinia unguilata</i> L.	mororó	tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1569

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Chamaecrista barbata</i> (Nees & C. Mart.) H.S. Irwin & Barneby		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1573
<i>Chamaecrista belemii</i> (H. S. Irwin & Barneby)		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1388
<i>Chamaecrista calycioides</i> (Collad.) Greene		her	H	x			Probio, 176
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene		her	H		x		F.S. Araújo, 1492
<i>Chamaecrista duckeana</i> (P.Bezerra & Afr.Fern.) H.S. Irwin & Barneby	canafistula-brava	sub	Ch	x		x	R.C. Costa, 442
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench		sub	Ch	x	x	x	F.S. Araújo, 1368
<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H. S. Irwin & Barneby		sub	Ch			x	S.F. Vasconcelos, s/n
<i>Chamaecrista repens</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1484
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene		her	Hh	x			F.S. Araújo, 1410
<i>Chamaecrista supplex</i> (Benth.) Britton & Rose ex Britton & Killip		her	Hh	x			F.S. Araújo, 1526
<i>Chamaecrista tenuisepala</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1390
<i>Chamaecrista zygophylloides</i> (Taub.) H.S. Irwin & Barneby		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 112
<i>Copaifera martii</i> Hayne	pau d'óleo	tre	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 57
<i>Hymenaea eriogyne</i> Benth.	jatobá-batinga	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1383
<i>Hymenaea velutina</i> Ducke	jatobá-de-porco, jatobá-de-veia	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1387
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	jucá, pau-ferro	tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1555
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 50
<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P. Queiroz	catingueira	tre	Ph	x			R.C. Costa, 401
<i>Poincianella gardneriana</i> (Benth.) L.P. Queiroz		tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1538
<i>Senna cearensis</i> Afr. Fern.	besouro	shr	Ph		x	x	J. R. Lima, 46
<i>Senna gardneri</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby	besouro	shr	Ph		x		R.C. Costa, 291
<i>Senna lechriosperma</i> H. S. Irwin & Barneby	besouro	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1382
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	besouro	shr	Ph	x			F.S. Araújo, s/n
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. Irwin & Barneby	besouro	sub	Ch	x			Probio, 365
<i>Senna rugosa</i> (G. Don) H. S. Irwin & Barneby		shr	Ph		x	x	R.C. Costa, 308
<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	besouro	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1566
<i>Senna trachypus</i> (Mart. ex Benth.) H. S. Irwin & Barneby	besouro	shr	Ph	x	x	x	R.C. Costa, 165
Mimosoideae							
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico	tre	Ph	x			R. C. Costa, 562
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	arapiraca	tre	Ph			x	R.C. Costa, 319
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.		tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1083

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth.		tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1476
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	sabiá	tre	Ph	x			R.C. Costa, 399
<i>Mimosa invisá</i> Mart. ex Colla	malícia	shr	Ph			x	M.S. Sobrinho, 27
<i>Mimosa quadrivalvis</i> var. <i>leptocarpa</i> (DC.) Barneby		lia	Ch			x	M.S. Sobrinho, 240
<i>Mimosa sensitiva</i> L.		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1441
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	shr	Ph	x			F.S. Araújo, 1544
<i>Mimosa ursina</i> Mart.		sub	Ch	x			F.S. Araújo, 1369
<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.		tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1567
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	faveira	tre	Ph		x		R.C. Costa, 286
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	jurema-branca	tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1426
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & Jobson	catandava	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1298
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	jurema-de-bode	shr	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 195
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose		tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1328
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose		tre	Ph	x			Probio, 335
Papilionoideae							
<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, 17
<i>Aeschynomene marginata</i> Benth.		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1502
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	cutará, imburana-de-cheiro	tre	Ph	x		x	M.S. Sobrinho, 202
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Pulle		tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 285
<i>Arachis dardanii</i> Krapov. & W.C. Gregory	mondubim	her	Th	x			R.C. Costa, 369
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	tre	Ph			x	Probio, 304
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	feijão-de-rolinha	lia	H	x		x	R.C. Costa, 451
<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1518
<i>Cranocarpus gracilis</i> Afr. Fern. & P. Bezerra		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1371
<i>Cratylia mollis</i> Mart. ex Benth.		lia	Ph		x		F.S. Araújo, 1589
<i>Crotalaria vitellina</i> Ker Gawl.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 266
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke		tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1197
<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) J.F. Macbr.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 271
<i>Desmodium</i> sp. 1		sub	Ch	x			Probio, 157
<i>Desmodium</i> sp. 2		her	Th	x			Probio, 172
<i>Desmodium</i> sp. 3		sub	Ch			x	Probio, 277

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex. Benth.	mucunã	lia	Ph	x			F.S. Araújo, 1535
<i>Dioclea megacarpa</i> Rolfe	mucunã	lia	Ph			x	Rabelo, J. L., 37
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	tre	Ph	x			R.C. Costa, 328
<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth		lia	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1586
<i>Harpalyce brasiliiana</i> Benth.		shr	Ph			x	Probio, 303
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 228
<i>Lonchocarpus araripensis</i> Benth.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 49
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	pau-mocó	tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 286
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	violete	tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1564
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	violete	tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1055
<i>Ormosia fastigiata</i> Tul.		tre	Ph			x	R.C. Costa, 417
<i>Periandra coccinea</i> (Schrader) Benth.		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1419
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	candeia	tre	Ph			x	Probio, 300, 213
<i>Platypodium elegans</i> Vogel		shr	Ph			x	M.S. Sobrinho, 13
<i>Rhynchosia phaseoloides</i> (Sw.) DC.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 181
<i>Sesbania marginata</i> Benth.		sub	Ch	x			Probio, 418
<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 51
<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, 16
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	jacarandã, banha-de-galinha	tre	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 219
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke		tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 293
Iridaceae							
<i>Herbertia</i> sp.		her	Cr			x	F.S. Araújo, 1375
<i>Nemastylis</i> sp.		her	Cr		x		F.S. Araújo, 1481
Lamiaceae							
<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1289
<i>Hyperia salzmannii</i> (Benth.) Harley		her	Th		x		F.S. Araújo, 1501
<i>Hyptis platanifolia</i> Mart. ex Benth.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 118
<i>Hyptis simulans</i> Epling		her	Th			x	F.S. Araújo, 1570
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	alfazema-brava, alfazema	her	Th		x	x	F.S. Araújo, 1421
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze		her	Th	x	x		F.S. Araújo, 1406
<i>Vitex schaueriana</i> Moldenke	mama-cachorro	tre	Ph		x	x	R.C. Costa, 340

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Loasaceae							
<i>Mentzelia fragilis</i> Huber.	prega-prega	her	Th	x			R.C. Costa, 433
Loganiaceae							
<i>Spigelia anthelmia</i> L.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1338
Lythraceae							
<i>Cuphea campestris</i> Koehne		her	Th		x		F.S. Araújo, 1408
<i>Cuphea circaeoides</i> Sm. ex Sims		her	Th			x	F.S. Araújo, 1343
<i>Cuphea silvestris</i> Vahl		her	H		x		F.S. Araújo, 1324
Malpighiaceae							
<i>Banisteriopsis angustifolia</i> (A. Juss.) B. Gates		lia	Ph			x	Probio, 01
<i>Banisteriopsis lutea</i> (Griseb.) Cuatrec.		lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 289
<i>Banisteriopsis oxyclada</i> (A. Juss.) B. Gates.		lia	Ph		x		F.S. Araújo, 1578
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb) B. Gates		lia	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 94
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	murici	tre	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 251
<i>Heteropterys trichanthera</i> A. Juss.		shr	Ph	x			F.S. Araújo, 1536
<i>Janusia janusoides</i> W.R. Anderson.		lia	Ph		x		R.C. Costa, 80
<i>Mascagnia rigida</i> (A. Juss.) Griseb.	tingui	lia	Ch	x			F.S. Araújo, 1550
<i>Peixotoa jussieuana</i> Mart. ex A. Juss.		lia	Ph			x	F.S. Araújo, 1373
Malvaceae							
<i>Corchorus hirtus</i> L.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1444
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba	tre	Ph	x			Probio, 331
<i>Helicteres heptandra</i> L.B. Sm.	saca-rolha	shr	Ph			x	M.S. Sobrinho, 43
<i>Helicteres muscosa</i> Mart.	saca-rolha	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1320
<i>Luehea uniflora</i> A. St-Hil.		tre	Ph			x	M.S. Sobrinho, 252
<i>Melochia cf. longidentata</i> Goldberg		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 273
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.		sub	Ch	x		x	Probio, 270
<i>Pavonia</i> sp.1		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1559
<i>Pavonia</i> sp.2		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1561
<i>Pavonia</i> sp.3		sub	Ch			x	J.R. Lima, 90
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St-Hil. Juss. & Cambess.) A. Robyns	embiratanha	tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1553
<i>Pseudoabutilon spicatum</i> R. E. Fr.		her	Th	x		x	F.S. Araújo, 1437
<i>Sida ciliaris</i> L.		sub	Ch	x		x	F.S. Araújo, 1514

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1434
<i>Sida glomerata</i> Cav.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 56
<i>Sida jussieuana</i> DC.	malva	her	Th	x			R.C. Costa, 454
<i>Waltheria brachypetala</i> Turcz.		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1582
<i>Waltheria ferruginea</i> A. St.-Hil.		shr	Ph			x	M.S. Sobrinho, 254
<i>Waltheria indica</i> L.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 261
<i>Waltheria macropoda</i> Turcz.		sub	Ch	x			F.S. Araújo, 1524
<i>Wissadula contracta</i> (Link) R.E.Fr.	paco-paco	her	Th	x	x		Probio, 159
Marantaceae							
<i>Calathea villosa</i> Lindl.		her	Cr		x	x	F.S. Araújo, 1459
Meliaceae							
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.		shr	Ph		x	x	J. R. Lima, 31
Menispermaceae							
<i>Cissampelos</i> sp.		lia	Ch		x	x	Probio, 15
Moraceae							
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	inharé	tre	Ph			x	Probio, 306
Myrtaceae							
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	guabiraba	shr	Ph		x	x	J. R. Lima, 61
<i>Eugenia</i> aff. <i>dysenterica</i> DC.	jacaré	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1291
<i>Eugenia flavescens</i> DC.		tre	Ph		x	x	R.C. Costa, 14
<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	goiabinha	shr	Ph		x		L.W. Lima-Verde, 988
<i>Eugenia piauiensis</i> O. Berg.	canela-de-veado	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1392
<i>Eugenia panicifolia</i> (Kunth) DC.	goiabinha	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1391
<i>Eugenia</i> aff. <i>ivalha</i> Cambess.		shr	Ph			x	J. R. Lima, 73
<i>Myrcia acutiloba</i> O. Berg.		shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1594
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1102
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.		shr	Ph			x	R.C. Costa, 318
<i>Myrcia</i> cf. <i>obtecta</i> (O. Berg) Kiaersk.		shr	Ph			x	M.S. Sobrinho, 264
<i>Myrcia</i> sp.		shr	Ph			x	R.C. Costa, 241
Nyctaginaceae							
<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	pega-pinto	her	H	x	x		L.W. Lima-Verde, 1108
<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell	joão-mole	shr	Ph	x	x	x	J.R. Lima, 34

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophyslognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Ochnaceae							
<i>Ouratea</i> aff. <i>disticha</i> Tiegh		tre	Ph			x	J.R. Lima, 54
<i>Ouratea</i> cf. <i>parvifolia</i> Engl.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 53
Olacaceae							
<i>Heisteria</i> sp.		shr	Ph		x	x	Probio 285
<i>Schoepfia</i> sp.		tre	Ph		x	x	Probio 312
<i>Ximenia americana</i> L.	ameixa	shr	Ph			x	J.R. Lima, 55
Onagraceae							
<i>Ludwigia erecta</i> (L.) H. Hara		her	Th	x			F.S. Araújo, 1540
Opiliaceae							
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	pau-marfim	tre	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 294
Oxalidaceae							
<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.		sub	Ch	x	x	x	M.S. Sobrinho, 88
<i>Oxalis frutescens</i> L.		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1460
Passifloraceae							
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	maracujá	lia	Ph		x		F.S. Araújo, 1480
<i>Passiflora foetida</i> L.	cheira-raposa, maracujá-de-raposa, maracujá-de-estalo	lia	Ch	x			L.W. Lima-Verde, 1210
<i>Piriqueta guianensis</i> N. E. Br.		sub	Ch	x			F.S. Araújo, 1349
<i>Piriqueta sidifolia</i> (A. St.-Hil. & A. Juss. & Cambess.) Urb.		sub	Ch			x	R.C. Costa, 66
<i>Turnera blanchetiana</i> Urb.		shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1283
<i>Turnera coerulea</i> Sessé & Moc. ex DC.	chanana	sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1389
<i>Turnera pumilea</i> L.		sub	Ch	x			F.S. Araújo, 1336
<i>Turnera subulata</i> Sm.	chanana	sub	Ch	x			F.S. Araújo, 1340
Plantaginaceae							
<i>Angelonia cornigera</i> Hook.		her	Th			x	F.S. Araújo, 1491
<i>Dizygostemon floribundum</i> (Benth.) Radlk ex Wettst.		her	Th			x	F.S. Araújo, 1493
<i>Scoparia dulcis</i> L.	vassourinha	sub	Ch	x			L.W. Lima-Verde, 1193
Phyllanthaceae							
<i>Phyllanthus caroliniensis</i> Walter		her	Th	x			Probio, 202
<i>Phyllanthus niruri</i> L.		her	Th			x	F.S. Araújo, 1507
<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.		her	Th	x			R.C. Costa, 368
<i>Phyllanthus</i> sp.		her	Th	x			R.C. Costa, 357

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
Plumbaginaceae							
<i>Plumbago scandens</i> L.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 107
Poaceae							
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 66
<i>Chaetium festucoides</i> Nees		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 93
<i>Eragrostis cf. ciliaris</i> (L.) R. Br.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, 1
<i>Lasiacis anomala</i> Hitchc.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 96
<i>Panicum cf. maximum</i> Jacq.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1403
<i>Panicum sellowii</i> Ness		her	Th			x	F.S. Araújo, 1364
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	capim	her	Th	x	x	x	R.C. Costa, 433
<i>Paspalum faveolatum</i> Steud.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, s/n
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	capim	her	Th	x			S. F. Vasconcelos, 1402
<i>Pseudechinolaena</i> sp.		her	Th			x	F.S. Araújo, 1440
<i>Setaria geniculata</i> P. Beauv.		her	Th	x			S.F. Vasconcelos, s/n
<i>Setaria paniciflora</i> Linden ex Herrm.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 92
<i>Setaria rariflora</i> J.C. Mikan ex Trin.		her	Th			x	M.S. Sobrinho, 38
<i>Setaria cf. tenax</i> (Rich.) Desv.		her	Th	x			R.C. Costa, 396
<i>Steirachne diandra</i> Ekman		her	Th		x		F.S. Araújo, 1499
<i>Streptostachys asperifolia</i> Desv.		her	Th		x	x	F.S. Araújo, 1307
<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R.D. Webster		her	Th	x			L.W. Lima-Verde, 1200
Polygalaceae							
<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.		lia	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1572
<i>Polygala gracilis</i> Kunth		her	Th			x	F.S. Araújo, 1385
<i>Polygala paniculata</i> L.		her	Th		x	x	F.S. Araújo, 1384
<i>Polygala violacea</i> Aubl.		her	Th	x			F.S. Araújo, 1412
Pontederiaceae							
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.		her	Ch	x			F.S. Araújo, 1541
Portulacaceae							
<i>Portulaca pilosa</i> L.	beldroega	her	Th	x			L.W. Lima-Verde, 1205
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.		her	Th	x		x	R. C. Costa, 354
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.		her	Th	x	x		R. C. Costa, 368
Rhamnaceae							

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Colubrina cordifolia</i> Reissek		shr	Ph		x	x	M.S. Sobrinho, 248
<i>Gouania columnifolia</i> Reissek		lia	Ph			x	F.S. Araújo, 1577
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro	tre	Ph	x			F.S. Araújo, 1354
Rubiaceae							
<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum.		tre	Ph			x	J. R. Lima, 102
<i>Chomelia martiana</i> Müll. Arg.	espinho-judeu	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1452
<i>Diodia cf. barbeyana</i> Huber		her	Th		x	x	Probio, 231
<i>Diodia radula</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Cham. & Schldl.		sub	Ch			x	M.S. Sobrinho, 242
<i>Faramea</i> sp.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 104
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl.	genipapo-bravo	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1299
<i>Margaritopsis carraçoana</i> (Delprete & E.B. Souza) C.M. Taylor & E.B. Souza		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, s/n
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schldl.) Steud.		sub	Ch		x	x	F.S. Araújo, 1591
<i>Spermacoce scabiosoides</i> (Cham. & Schldl.) Kuntze		her	H	x			F.S. Araújo, 1399
<i>Spermacoce verticillata</i> L.		her	H			x	M.S. Sobrinho, 75
<i>Spermacoce</i> sp.		her	Th	x			Probio, 201
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K. Schum.	jenipapo-bravo	shr	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1587
Rutaceae							
<i>Galipea aff. trifoliata</i> Aubl.		tre	Ph			x	J.R. Lima, 91
<i>Pilocarpus spicatus</i> Holmes	jaborandi	tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1358
<i>Zanthoxylum stelligerum</i> Turcz.	limãozinbo	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1592
Salicaceae							
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	espinho-de-judeu	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1301
Santalaceae							
<i>Phoradendron</i> sp.		hemip	Ch			x	M.S. Sobrinho, 257
Sapindaceae							
<i>Allophylus cf. sericeus</i> Radlk.	mama-cachorro	shr	Ph			x	F.S. Araújo, 1360
<i>Cardiospermum corindum</i> L.	pau-prá-tudo, laça-vaqueiro, chá-de-conhã	lia	Ch	x			F.S. Araújo, 1350
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	tingui-de-bola	tre	Ph		x	x	F.S. Araújo, 1380
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1161

Families/species	Common name	FC	FV	Phytophysiognomy			Collector
				CA	CR	DF	
<i>Paullinia cearensis</i> Somner & Ferrucci		lia	Ph			x	F.S. Araújo, 1304
<i>Paullinia</i> cf. <i>elegans</i> Cambess.		lia	Ph			x	J.R. Lima, 35
<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabonete	tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1510
<i>Serjania glabrata</i> Kunth		lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 290
<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.		lia	Ph		x		F.S. Araújo, 1597
<i>Tolisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	pitomba	tre	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1139
<i>Urvillea laevis</i> Radlk.		lia	Ph			x	M.S. Sobrinho, 234
Sapotaceae							
<i>Chrysophyllum arenarium</i> Allemão		shr	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1180
<i>Chrysophyllum</i> sp.		tre	Ph		x		F.S. Araújo, 1588
<i>Manilkara</i> sp.		tre	Ph			x	F.S. Araújo, 1557
Solanaceae							
<i>Solanum baturitense</i> Huber	jurubeba	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1579
<i>Solanum crinitum</i> Lam.	jurubeba	shr	Ph		x		F.S. Araújo, 1580
Trigoniaceae							
<i>Trigonia nivea</i> Cambess.		lia	Ph			x	L.W. Lima-Verde, 1253
Ulmaceae							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		tre	Ph		x		F.S. Araújo, 1575
Urticaceae							
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew		her	Th	x			Probio, 348
Verbenaceae							
<i>Lantana camara</i> L.	camará, chumbinho	shr	Ph	x		x	R.C. Costa, 370
<i>Lantana fucata</i> Lindl.		sub	Ch		x		F.S. Araújo, 1312
<i>Lippia gracilis</i> Schauer		shr	Ph		x		R.C. Costa, 523
<i>Lippia magentea</i> T. Silva		sub	Ch			x	F.S. Araújo, 1292
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl		her	Th	x			F.S. Araújo, 1398
Violaceae							
<i>Hybanthus ipecacuaha</i> (L.) Baill.	pepaconha	her	H		x		F.S. Araújo, 1386
Vitaceae							
<i>Cissus gongylodes</i> (Burk ex Baker) Planch.		lia	Ch	x			R.C. Costa, 374
<i>Cissus tinctoria</i> Mart.		lia	Ch			x	F.S. Araújo, 1427



Estrutura do estrato herbáceo de uma restinga arbustiva aberta na APA de Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil¹

Herb layer structure of an open scrub restinga in the Massambaba Environmental Protection Area, Rio de Janeiro, Brazil

Daniele Andrade de Carvalho^{2,3} & Cyl Farney Catarino de Sá²

Resumo

A APA de Massambaba está inserida no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, que se destaca na costa sul-sudeste por sua elevada riqueza de espécies. As restingas, predominantes nessa região, estão sujeitas a estresses ambientais e têm sofrido histórica pressão antrópica. Este trabalho objetivou levantar florística e estruturalmente o estrato herbáceo de uma comunidade arbustiva aberta na APA de Massambaba. O estrato herbáceo foi amostrado através do método de parcelas, totalizando 200 m². Os parâmetros de frequência e cobertura das espécies foram calculados, assim como os respectivos valores de importância. Os resultados foram comparados com a formação aberta de *Chusia* (Macaé, RJ), utilizando-se os índices de similaridade de Sorensen (qualitativo e quantitativo), diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou. Foram encontradas 33 espécies pertencentes ao estrato herbáceo, que apresentou estrutura oligárquica e as seguintes dominantes: *Panicum trinitii*, *Allagoptera arenaria*, *Vriesea neoglutinosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Sebastiania glandulosa*, *Couepia ovalifolia*, *Diodella apiculata* e *Cuphea flava*. O estrato herbáceo de Jurubatiba foi similar ao de Massambaba ($C_s=0,59$) e este último apresentou maior diversidade ($H'_c=2,32$ nats/m²).

Palavras-chave: estrato herbáceo, fitossociologia, restinga, Rio de Janeiro.

Abstract

The Massambaba Environmental Protection Area lies within the Cabo Frio Center of Plant Diversity, which has high species richness when compared to the entire Brazilian south-southeast coast. The restingas (sandy coastal plains) predominate in this region and they suffer from environmental stress plus historic manmade activities. This work aims to survey the floristic composition and structure of the herb layer of an open scrub formation in the Massambaba Environmental Protection Area, and compare it to a physiologically similar formation. The herb layer was sampled by the plot technique, totaling 200 m². The parameters frequency, cover and Importance Value were calculated for each species. For the comparisons with the *Chusia* scrub formation (Macaé, RJ), similarity indices (Sorensen's qualitative and quantitative), diversity (Shannon) and evenness (Pielou) were used. A total of 33 species were recorded for the herb layer, showing an oligarchic structure with the following dominants: *Panicum trinitii*, *Allagoptera arenaria*, *Vriesea neoglutinosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Sebastiania glandulosa*, *Couepia ovalifolia*, *Diodella apiculata* and *Cuphea flava*. Jurubatiba's herb layer was very similar to Massambaba's ($C_s=0,59$); the latter has higher diversity ($H'_c=2,32$ nats/m²).

Key words: herb layer, phytosociology, sandy coastal plain, Rio de Janeiro.

Introdução

As restingas podem ser definidas como áreas litorâneas constituídas de depósitos quaternários arenosos de origem marinha e dunas construídas sobre estes depósitos pela ação do vento (Araujo & Maciel 1998), sendo caracterizadas por apresentar uma variedade de comunidades com fauna e flora

características (Lacerda *et al.* 1993). Segundo Scarano (2002), as comunidades periféricas à Mata Atlântica, nas quais se incluem as restingas, estão sujeitas a adversidades abióticas (altas temperaturas, períodos de seca, vento constante, alta salinidade e escassez de nutrientes), que tornam a sua estrutura e função diferentes de quaisquer outros ambientes.

¹Parte da monografia de Bacharelado da primeira autora.

²Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, R. Pacheco Leão 915, 22460-030, Rio de Janeiro, RJ.

³Autor para correspondência: danielc.acarvalho@gmail.com

Somado às adversidades naturais que as restingas estão submetidas, estes ecossistemas vêm sofrendo uma histórica pressão antrópica, sendo área preferencial de ocupação humana desde 8.000 anos A.P. (Kneip & Pallestrini 1984). Atualmente, os processos de degradação (especulação imobiliária, retirada de areia, fogo, entre outros) a que estas áreas litorâneas estão condicionadas têm ocasionado a perda de extensas porções deste habitat em um ritmo acelerado, sendo necessárias medidas efetivas de proteção aplicadas a este ecossistema (Rocha *et al.* 2007).

Apesar das pressões que as restingas têm sofrido, algumas áreas ainda apresentam alta diversidade e endemismo de espécies, como a região de Cabo Frio - RJ, que é reconhecida pelo WWF/IUCN como um dos 14 centros de diversidade vegetal do Brasil (Davis *et al.* 1997). O Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio (CDVCF) está situado no domínio da Mata Atlântica e de acordo com Araujo (1997) possui a maior riqueza de espécies das restingas do Rio de Janeiro (57% das espécies em 12% da área total).

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Massambaba, inserida no CDVCF, é considerada uma das áreas de restinga de extrema importância ecológica e necessita de proteção mais efetiva e urgente (Rocha *et al.* 2003). Apesar dessa relevância, os poucos trabalhos referentes à estrutura das comunidades vegetais que ali ocorrem, focaram formações florestais (Sá 1996, 2002; Sá & Araujo 2009; Fonseca-Kruel *et al.* 2009), salvo um estudo na comunidade arbustiva de *Palmae* (Almeida & Araújo 1997), desenvolvido na parte ocidental da APA (Saquarema), havendo uma lacuna para as demais comunidades, especialmente as arbustivas abertas que ocorrem nos municípios de Araruama e Arraial do Cabo.

As restingas arbustivas abertas caracterizam-se pela organização em ilhas de vegetação de diferentes tamanhos circundadas por areia nua (Scarano *et al.* 2004). Nessas áreas de areia nua ocorre uma vegetação esparsa de espécies herbáceas-subarbustivas, sendo geralmente diferentes das espécies que compõem o estrato herbáceo das moitas (Araujo *et al.* 2009). Citadini-Zanete & Baptista (1989) citaram as espécies herbáceas como indicadoras das condições ambientais, devido ao seu pequeno porte e sistema radicular superficial, o que as tornam particularmente sensíveis às alterações do microclima e do solo. Em florestas tropicais, foi apontado que até

pequenos distúrbios na vegetação podem alterar consideravelmente a diversidade de espécies herbáceas (Yadav & Gupta 2007).

Nas restingas fluminenses já foram realizados alguns estudos taxonômicos (Freitas 1992; Sarahyba 1993; Fraga *et al.* 2005) e ecológicos (Rocha-Pessôa *et al.* 2008) enfocando famílias botânicas herbáceas, assim como outros identificaram diversos tipos de formações (Silva & Somner 1984; Henriques *et al.* 1986; Almeida & Araujo 1997; Menezes & Araujo 1999; Assumpção & Nascimento 2000), nas quais as espécies herbáceas e subarbustivas estão bem representadas. Entretanto, poucos trabalhos têm focado a composição e estrutura do estrato herbáceo (Sá 1996; Pereira *et al.* 2004; Cordeiro 2005), sendo estes conhecimentos fundamentais para o melhor entendimento das diferentes comunidades de restinga, permitindo elaborar estratégias de conservação que levem em consideração as particularidades de cada área.

O objetivo deste trabalho foi descrever florística e estruturalmente o estrato herbáceo de um trecho da comunidade arbustiva aberta não inundável (fácies alta) da APA de Massambaba, e compará-lo com uma formação fisionomicamente semelhante, a comunidade aberta de *Clusia*, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, através do estudo de Pereira *et al.* (2004).

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi realizado num trecho de restinga da Área de Proteção Ambiental (APA) de Massambaba, Arraial do Cabo, RJ, entre as coordenadas 22°55'–22°56'S e 42°14'–42°12'W (Fig. 1). A APA está inserida no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, com área de 1.562 km² (Bohrer *et al.* 2009) e apresenta alta diversidade florística, endemismos e espécies ameaçadas de extinção (Araujo 1997). Possui reduzida precipitação (823 mm anuais), temperatura média anual entre 18° e 23°C, sendo o calor distribuído o ano todo, e o clima local foi classificado como uma variação do Clima Semi-Árido Quente (BSh) (Barbieri 1984). De acordo com Bohrer *et al.* (2009), a área do CDVCF ocupada por restinga arbustiva corresponde a 1.451,4 ha e ocorre em geral sobre Neossolos Quartzarênicos.

A Restinga da Massambaba possui 48 km de extensão pela linha da costa e situa-se nos municípios de Saquarema, Araruama e Arraial do Cabo. Apresenta dois cordões arenosos separados

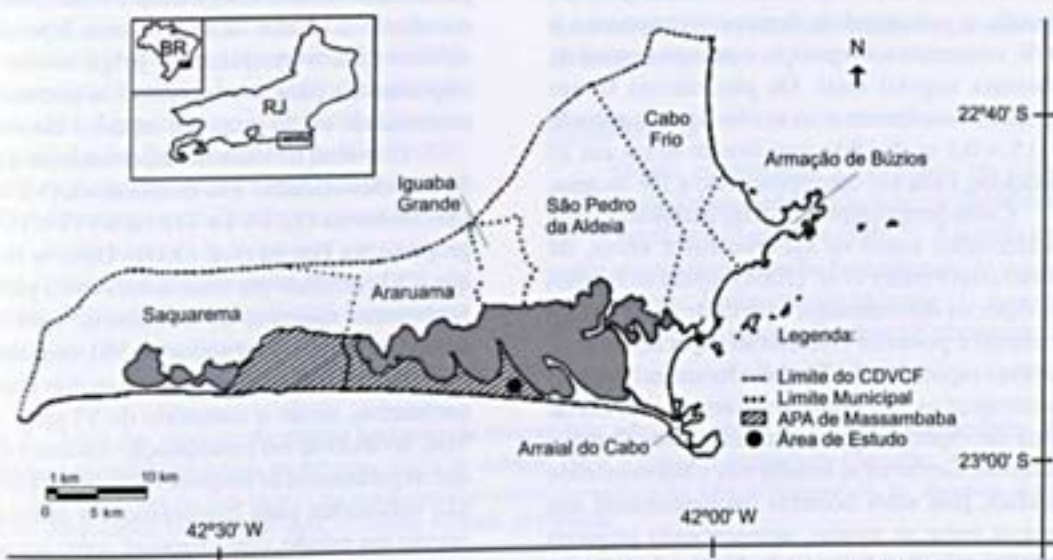


Figura 1 – Localização da área de estudo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, RJ (Fonte: adaptado de Soares-Gomes & Fernandes 2005; Araujo *et al.* 2009).

Figure 1 – Location of the study area within Cabo Frio Center of Plant Diversity, RJ (Source: adapted from Soares-Gomes & Fernandes 2005; Araujo *et al.* 2009).

por uma faixa de relevo mais baixo, com uma interrupção do cordão mais antigo na extremidade oriental da restinga, onde se localiza a área de estudo, sendo o cordão frontal a única barreira entre a lagoa de Araruama e o oceano (Muebe 1994).

A APA foi criada por decreto estadual em 1986 e ainda conserva remanescentes dos ecossistemas de restinga, manguezal, lagoa e brejo pouco alterados pelo homem, além de importantes sambaquis, que registram a presença de grupos pré-históricos na área (SEMADS/RJ 2001). Entretanto, dentre as restingas da costa do estado, a região da Massambaba é a que se encontra sob maior pressão antrópica, sendo as principais causas de destruição local, a expansão imobiliária, o asfaltamento das vias de acesso e o uso indiscriminado do lençol freático (Rocha *et al.* 2009).

A comunidade vegetal em estudo foi classificada por Araujo *et al.* (2009) como Formação Arbustiva Aberta não Inundável – fácies alta, e ocorre na extremidade oriental da APA, onde a maior parte do cordão interno é coberta por um extenso campo de dumas fixas, com relevo muito variado. Esta formação é caracterizada por moitas de diversos tamanhos, com até 5 m de altura e cobertura relativamente esparsa de plantas herbáceas ou subarbustivas entre as moitas. Entre as principais espécies lenhosas que compõem as moitas,

destacam-se: *Couepia ovalifolia* (Schott) Benth., *Maytenus obtusifolia* Mart., *Myrsine parvifolia* A. DC e *Erythroxylum ovalifolium* Peyr.

Análise florística e estrutural

Para a análise estrutural da vegetação do estrato herbáceo, foi utilizado o método de parcelas (Brower *et al.* 1998). Foram inventariados dois pontos de amostragem, separados por aproximadamente 400 m. Em cada ponto, foram lançadas 20 linhas de 50 m, com distância de 20 m entre si, orientadas perpendicularmente ao mar. A cada 10 m dessa linha, foi sorteada uma parcela de 1m² para alocação à esquerda ou à direita da linha, sendo amostradas cinco parcelas por linha, 100 parcelas por ponto amostral e totalizando 200 m² inventariados. As parcelas foram alocadas tanto nas moitas como na área entre-moitas.

Foram estimados, por parcela, os percentuais de cobertura vegetal para cada espécie do estrato herbáceo, da cobertura vegetal total (sem distinção entre cobertura vegetal de herbáceas, subarbustivas e arbustivas), da área coberta por detritos e da área nua. Como detritos foram considerados elementos vegetais destacados dos corpos dos indivíduos como galhos, folhas, frutos, sementes e flores; conchas e outros restos animais que ocorriam na parcela.

Na área de moitas, uma vez que o solo era praticamente todo coberto por folhas secas e outros detritos vegetais, o percentual de detritos correspondeu a 100%, ocorrendo sobreposição com o percentual de cobertura vegetal total. Os percentuais foram estimados visualmente com auxílio de um quadrado de $0,5 \times 0,5$ m dividido com fios de nylon em 25 quadrados, cada um correspondendo a 1% da área.

Como pertencente ao estrato herbáceo, foram considerados todos os subarbustos e ervas, de acordo com Pereira *et al.* (2004), sendo os hábitos das espécies determinados a partir de observações de campo e posterior consulta ao especialista e/ou literatura especializada. Também foram incluídos na amostragem os indivíduos menores que 50 cm de altura das espécies tipicamente arbustivas *Couepia ovalifolia*, *Gaylussacia brasiliensis* e *Stigmaphyllon paralias*, pois estes ocorrem frequentemente nos espaços entre as moitas, apresentando pequeno porte e assemelhando-se a subarbustos. As espécies *Epidendrum denticulatum* e *E. orchidiflorum* foram consideradas uma só morfo-espécie devido à incapacidade de diferenciá-las por material vegetativo.

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos de frequência (absoluta e relativa), cobertura (absoluta e relativa), e Valor de Importância (VI) para cada espécie encontrada (Brower *et al.* 1998). A densidade não foi calculada devido à dificuldade em diferenciar indivíduos distintos entre os rametes das espécies rizomatozas ou estoloníferas, muito frequentes na amostra. Este procedimento tem sido adotado em outros trabalhos estruturais de restinga (Menezes & Araujo 1999; Assumpção & Nascimento 2000; Cordeiro 2005) sendo o Valor de Importância baseado nos valores relativos de frequência e dominância (cobertura vegetal). De acordo com

Muller-Dombois & Ellenberg (1974), a escolha dos parâmetros fitossociológicos que serão utilizados no cálculo do Valor de Importância depende dos valores que o pesquisador julga serem mais importantes para compreender a estrutura da comunidade ou do grupo de espécies em estudo.

Com base no Valor de Importância, as espécies foram classificadas em dominantes ($VI > 10$), intermediárias ($10 > VI > 1$) e raras ($VI < 1$), como proposto por Pereira *et al.* (2004). Deve-se ressaltar que o VI calculado por essas autoras foi a partir dos parâmetros relativos de frequência, cobertura e densidade, com o total somando 300, enquanto que o presente trabalho utilizou apenas os dois primeiros parâmetros, sendo o somatório do VI igual a 200. Mas, levando-se em consideração o acima exposto, que os parâmetros de frequência e cobertura relativas são suficientes para compreender a estrutura do estrato em estudo, considerou-se como apropriada a utilização dessa mesma classificação das espécies, apesar de ter restringido algumas comparações diretas com o trabalho de Pereira *et al.* (2004).

A diversidade foi estimada através do índice de Shannon (H') e da equabilidade de Pielou (J), nos quais os valores de frequência e cobertura foram utilizados como medidas de abundância das espécies (Magurran 1988).

Devido às semelhanças metodológicas (definição do estrato herbáceo como ervas + subarbustos e utilização de parcelas de 1 m^2), esse estudo foi comparado com o de Pereira *et al.* (2004), cujo foco foi analisar o estrato herbáceo de uma comunidade de restinga em moitas no Parque Nacional (PARNA) da Restinga de Jurubatiba (Tab. 1). Foram calculados os índices de similaridade de Sorensen (C_s) e Sorensen quantitativo (CN), sendo o número de indivíduos substituído pelo

Tabela 1 – Comparação entre a comunidade arbustiva aberta não inundável (fácies alta), na APA de Massambaba, RJ e a formação arbustiva aberta de *Clusia*, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.

Table 1 – Comparisons between the non-flooded open scrub formation in the APA of Massambaba, RJ and the *Clusia* open scrub in the Jurubatiba National Park, RJ.

	Este trabalho	Pereira <i>et al.</i> (2004)
Localidade	APA de Massambaba	PARNA da Restinga de Jurubatiba
Comunidade estudada	Arbustiva aberta não inundável (fácies alta)	Arbustiva aberta de <i>Clusia</i>
Critério de inclusão	ervas + subarbustos	ervas + subarbustos
Método amostragem	parcelas 1 m^2	parcelas 1 m^2
Total amostrado	200 m^2	600 m^2
Número de espécies	33	39
Família mais rica em espécies	Leguminosae	Rubiaceae
Diversidade – H' (cobertura)	$2,32 \text{ nats/m}^2$	$1,89 \text{ nats/m}^2$
Equabilidade – J' (cobertura)	0,67	0,52

valor de cobertura das espécies (Magurran 1988). Para comparar os índices de Shannon com base na cobertura (H'), foi utilizado o método de Hutcheson para o cálculo do teste t, como recomenda Zar (1999).

O material botânico testemunho foi coletado, herborizado e depositado no Herbário do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). A identificação taxonômica foi realizada através de consulta à literatura especializada, comparação com material de herbário e, sempre que possível, as espécies foram confirmadas pelos especialistas de cada família botânica. Para a classificação taxonômica das famílias de angiospermas, adotou-se o

Angiosperm Phylogeny Group II (APG II 2003), exceto para Leguminosae, que seguiu Lewis *et al.* (2005). As pteridófitas foram classificadas de acordo com Smith *et al.* (2006).

Resultados

Foram encontradas 33 espécies no estrato herbáceo da comunidade estudada, sendo distribuídas em 19 famílias e 28 gêneros (Tab. 2). A família com maior número de espécies foi Leguminosae (4), seguida por Cactaceae, Rubiaceae, Orchidaceae (3), Araceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Poaceae e Verbenaceae (2).

Tabela 2 – Lista das espécies do estrato herbáceo da comunidade arbustiva aberta da APA de Massambaba, RJ, organizadas em ordem alfabética de famílias. Sigla do coletor: DAC = Daniele Andrade de Carvalho.

Table 2 – Species list from the herb layer of the non-flooded open scrub formation in the APA of Massambaba, RJ, alphabetic ordered by families. Abbreviation for collector: DAC = Daniele Andrade de Carvalho.

Família	Espécie	No. coletor
Araceae	<i>Anthurium maricense</i> Nadrus & Mayo	DAC 64
Araceae	<i>Philodendron corcovadense</i> Kunth	DAC 124
Arecaceae	<i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze	DAC 125
Asteraceae	<i>Trichogoniopsis podocarpa</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	DAC 83
Bromeliaceae	<i>Neoregelia cruenta</i> (Graham) L. B. Sm.	s/ n°
Bromeliaceae	<i>Vriesea neoglutinosa</i> Mez	DAC 65
Cactaceae	<i>Cereus fernambucensis</i> Lem.	DAC 69
Cactaceae	<i>Melocactus violaceus</i> Pfeiff.	DAC 123
Cactaceae	<i>Pilosocereus arrabidae</i> (Lem.) Byles & G. D. Rowley	DAC 77
Chrysobalanaceae	<i>Couepia ovalifolia</i> (Schott) Benth.	DAC 52
Convolvulaceae	<i>Evolvulus genistoides</i> Ooststr.	DAC 74
Cyperaceae	<i>Abildgaardia baeothryon</i> A. St.-Hil.	DAC 55
Cyperaceae	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	DAC 68
Ericaceae	<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	DAC 72
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania glandulosa</i> (Mart.) Pax	DAC 51
Leguminosae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	DAC 54
Leguminosae	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H. S. Irwin & R. C. Barneby	DAC 63
Leguminosae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	DAC 62
Leguminosae	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	DAC 76
Lythraceae	<i>Cuphea flava</i> Spreng.	DAC 53
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon paralias</i> A. Juss.	DAC 93
Mollugaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	DAC 70
Orchidaceae	<i>Epidendrum denticulatum</i> Barb. Rodr.	DAC 56
Orchidaceae	<i>Epidendrum orchidiflorum</i> (Salzm.) Salzm. ex Lindl.	DAC 82
Orchidaceae	<i>Vanilla cf. chamissonis</i> Klotzsch	s/ n°
Poaceae	Indeterminada	s/ n°
Poaceae	<i>Panicum trinitii</i> Kunth	DAC 81
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	DAC 86
Rubiaceae	<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	DAC 59
Rubiaceae	<i>Diodella radula</i> (Willd. ex Roem. et Schult.) Delprete	DAC 84
Rubiaceae	<i>Mitracarpus lhotzkyanus</i> Cham.	DAC 50
Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i> Lindl.	DAC 85
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta restingensis</i> Moldenke	DAC 71

No levantamento de dados da estrutura da comunidade, a cobertura vegetal total correspondeu a 71,6% da área (143,27 m²), sendo a cobertura de detritos de 56,3% (28,14 m²) e a de área nua de 12,3% (24,75 m²), considerando a sobreposição dos percentuais de detritos e vegetação.

A análise estrutural da vegetação incluiu 32 espécies, ao considerar *Epidendrum denticulatum* e *E. orchidiflorum* como uma única morfo-espécie

(Tab. 3). As espécies que apresentaram maiores valores de importância foram *Panicum trinitii*, *Allagoptera arenaria*, *Vriesea neoglutinosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Sebastiania glandulosa*, *Couepia ovalifolia*, *Diodella apiculata*, e *Cuphea flava*. Essas oito espécies foram consideradas dominantes (75% do VI), 13 espécies foram definidas como intermediárias (22% do VI) e as raras (11 spp.) somaram 2% do VI.

Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrado herbáceo da comunidade arbustiva aberta da APA de Massambaba, RJ, organizadas em ordem decrescente de valor de importância. NP: número de parcelas com ocorrência da espécie, CT: cobertura total da espécie (m²), FA: frequência absoluta, FR: frequência relativa (%), CA: cobertura absoluta (m²/ha), CR: cobertura relativa (%), VI: valor de importância.

Table 3 – Phytosociological parameters of the species from the herb layer of the non-flooded open scrub formation in the APA of Massambaba, RJ, ordered by highest importance values. NP: number of plots where the species occur, CT: total cover of the species (m²), FA: absolute frequency, FR: relative frequency (%), CA: absolute cover (m²/ha), CR: relative cover (%), VI: importance value.

Espécie	NP	CT	FA	FR	CA	CR	VI
<i>Panicum trinitii</i>	100	46,92	0,500	11,82	2346,0	32,57	44,39
<i>Allagoptera arenaria</i>	103	22,02	0,515	12,17	1101,0	15,28	27,46
<i>Vriesea neoglutinosa</i>	44	17,54	0,220	5,20	877,0	12,17	17,37
<i>Chamaecrista ramosa</i>	73	10,6	0,365	8,63	530,0	7,36	15,99
<i>Sebastiania glandulosa</i>	77	6,71	0,385	9,10	335,5	4,66	13,76
<i>Couepia ovalifolia</i>	45	8,01	0,225	5,32	400,5	5,56	10,88
<i>Diodella apiculata</i>	56	5,65	0,280	6,62	282,5	3,92	10,54
<i>Cuphea flava</i>	47	6,97	0,235	5,56	348,5	4,84	10,39
<i>Evolvulus genistoides</i>	49	2,97	0,245	5,79	148,5	2,06	7,85
<i>Stigmaphyllon paralias</i>	44	1,23	0,220	5,20	61,5	0,85	6,05
<i>Cereus fernambucensis</i>	34	2,12	0,170	4,02	106,0	1,47	5,49
<i>Anthurium maricense</i>	27	2,27	0,135	3,19	113,5	1,58	4,77
<i>Mollugo verticillata</i>	22	0,67	0,110	2,60	33,5	0,47	3,07
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	21	0,82	0,105	2,48	41,0	0,57	3,05
<i>Epidendrum</i> spp.	11	2,44	0,055	1,30	122,0	1,69	2,99
<i>Pilosocereus arrabidaei</i>	16	1,42	0,080	1,89	71,0	0,99	2,88
<i>Melocactus violaceus</i>	19	0,41	0,095	2,25	20,5	0,28	2,53
<i>Stachytarpheta restingensis</i>	10	0,5	0,050	1,18	25,0	0,35	1,53
<i>Vanilla</i> cf. <i>chamisonis</i>	6	1,04	0,030	0,71	52,0	0,72	1,43
<i>Stylosanthes guianensis</i>	9	0,3	0,045	1,06	15,0	0,21	1,27
<i>Mitracarpus lhotzkyanus</i>	9	0,22	0,045	1,06	11,0	0,15	1,22
<i>Lagenocarpus rigidus</i>	3	0,82	0,015	0,35	41,0	0,57	0,92
<i>Gaylussacia brasiliensis</i>	5	0,08	0,025	0,59	4,0	0,06	0,65
Poaceae indeterminada	1	0,66	0,005	0,12	33,0	0,46	0,58
<i>Neorogelia cruenta</i>	1	0,59	0,005	0,12	29,5	0,41	0,53
<i>Diodella radula</i>	3	0,24	0,015	0,35	12,0	0,17	0,52
<i>Serpocaulon triseriale</i>	2	0,29	0,010	0,24	14,5	0,20	0,44
<i>Philodendron corcovadensis</i>	2	0,22	0,010	0,24	11,0	0,15	0,39
<i>Trichogoniopsis podocarpa</i>	2	0,15	0,010	0,24	7,5	0,10	0,34
<i>Lantana fucata</i>	2	0,1	0,010	0,24	5,0	0,07	0,31
<i>Abildgaardia baeothryon</i>	2	0,09	0,010	0,24	4,5	0,06	0,30
<i>Stylosanthes viscosa</i>	1	0,01	0,005	0,12	0,5	0,01	0,13
Total	846	144,08	4,23	100	7204	100	200

Os valores dos índices de Shannon e de equabilidade de Pielou baseados na cobertura das espécies foram, respectivamente, $H'_c = 2,32 \text{ nats/m}^2$ e $J'_c = 0,67$, e os valores baseados na frequência foram $H'_f = 2,90$ e $J'_f = 0,84$. Na comparação deste trabalho com o de Pereira *et al.* (2004), foram encontradas 21 espécies em comum (65,6% das espécies aqui amostradas), sendo obtidos os valores dos índices de similaridade de Sorensen ($C_s = 0,59$) e de Sorensen quantitativo ($C_N = 0,64$). Os valores do índice de Shannon foram significativamente diferentes ($t = 14,38$; $p < 0,001$), confirmando que a diversidade de espécies de Massambaba é superior à diversidade de Jurubatiba, para o estrato herbáceo das comunidades analisadas. As demais comparações entre ambos os estudos estão apresentadas na Tabela 1.

Discussão

Estrutura do estrato herbáceo

O estrato herbáceo da comunidade estudada é formado majoritariamente por ervas e subarbustos, com alguns arbustos de pequeno porte também contribuindo para a sua estrutura. Adicionalmente às espécies aqui levantadas, ocorrem poucos indivíduos de *Tillandsia stricta* Sol. fixados ao solo mas que não foram considerados na amostragem deste estudo, pois a espécie apresenta hábito predominantemente epifítico. A cobertura vegetal estimada (71,6%) não se apresenta de forma contínua, havendo áreas de moitas dominadas por espécies arbustivas, onde a cobertura vegetal chega a 100%, sendo intercaladas por áreas de areia nua e vegetação esparsa, com predomínio de espécies herbáceas e subarbustivas. Como não foram distinguidos os percentuais correspondentes ao estrato herbáceo e ao estrato arbustivo para essa estimativa da cobertura vegetal total, não é possível apontar a contribuição da cobertura de cada estrato, separadamente, para a fisionomia da comunidade estudada.

Devido à maior disponibilidade de nutrientes, de água no solo, e às condições microclimáticas favoráveis que as moitas proporcionam (Zaluar & Scarano 2000), algumas espécies são restritas à ocorrência em seu interior (*Anthurium maricense*, *Philodendron corcovadense*, *Epidendrum denticulatum*, *E. orchidiflorum*, *Vanilla cf. chamissonis*, *Serpocaulon triseriale*), e outras espécies que suportam as condições mais extremas nas áreas entre-moitas são encontradas predominantemente na vegetação esparsa, podendo

ocorrer raramente nas moitas mais abertas (*Diodella apiculata*, *Stachytarpheta restingensis*, *Melocactus violaceus*, *Evolvulus genistoides*, *Gaylussacia brasiliensis*, *Sebastiania glandulosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Chamaecrista flexuosa*, *Cuphea flava*, *Mollugo verticillata*). Apesar de certas espécies serem comuns às duas condições, é perceptível o melhor estabelecimento em um dos habitats. Isso acontece tanto com espécies típicas da área aberta, como *Allagoptera arenaria*, que também ocorre em moitas em início de formação, sugerindo que seus indivíduos se desenvolveram sob a areia nua e possibilitaram o estabelecimento de espécies arbustivas ao entorno, ou com espécies características de moitas (*Vriesea neoglutinosa*, *Pilosocereus arrabidaei*, *Cereus fernambucensis*), que ao ocorrer sob a vegetação esparsa ou em adensamentos de *A. arenaria*, podem estar indicando início de formação de moitas nestes locais.

A compreensão a respeito da formação e sucessão em moitas de restinga no RJ tem sido alvo de pesquisas (Zaluar & Scarano 2000) e Scarano *et al.* (2004) sugeriram um modelo de estabilidade dinâmica no sistema de moitas da restinga aberta de *Clusia*, no PARNA da Restinga de Jurubatiba. Estes autores indicaram que "as propriedades da comunidade vegetal devem manter-se dinamicamente estáveis dentro de ampla escala temporal, uma vez que não há evidências de avanço linear no projeto sucessional". Apesar das diferenças funcionais entre as espécies que compõem ambas as formações (Araujo *et al.* 2009), é possível que processo semelhante esteja ocorrendo na comunidade arbustiva aberta da APA de Massambaba, sendo fundamental o estudo do estrato herbáceo no entendimento do crescimento e retração das moitas de vegetação. Como apontado por Citadini-Zanette & Baptista (1989), as espécies herbáceas são particularmente sensíveis a diferenças ambientais, às quais os vegetais de maior porte não manifestam reação. Assim, estudos que relacionem os efeitos microclimáticos, criados pela expansão ou retração de moitas, sob as espécies constituintes do estrato herbáceo podem ser fontes de informações relevantes sobre a dinâmica de moitas de restinga.

A partir da análise estrutural da vegetação, o estrato estudado apresentou dominância de poucas espécies, uma vez que somente oito espécies (25% do total), somaram 75% do Valor de Importância (Tab. 3), sugerindo uma estrutura oligárquica para a comunidade. Tal padrão tem sido encontrado para outras restingas do Rio de Janeiro, tanto quando

considerado o estrato herbáceo (Pereira *et al.* 2004; Cordeiro 2005) como o lenhoso (Assumpção & Nascimento 2000; Pereira *et al.* 2001; Araujo *et al.* 2004; Montezuma & Araujo 2007).

Panicum trinii foi a espécie com o maior VI (44,39%), principalmente devido à elevada cobertura relativa, apresentando o dobro do valor deste parâmetro em relação à *Allagoptera arenaria*, a segunda espécie de maior VI. Essa espécie forma touceiras no espaço entre moitas que, de acordo com Araujo *et al.* (2009) tende a morrer do centro para fora, muitas vezes deixando formado um círculo perfeito com a parte viva da planta. Alves *et al.* (2007) indicaram que *P. trinii* apresenta distribuição geográfica disjunta restinga – campos rupestres, sendo encontrada em Minas Gerais e Bahia, além das restingas. Segundo Cerqueira (2000) esse quadro de distribuição disjunta, comum às espécies que ocorrem no Rio de Janeiro, sugere que a vegetação de restinga não evoluiu como uma comunidade altamente conectada, havendo entradas de espécies individualizadas neste ecossistema ao longo de sucessivos períodos de transgressão e regressão marinha. No Estado do Rio de Janeiro, *P. trinii* apresenta distribuição restrita, ocorrendo na Massambaba e na restinga de Jacarepaguá (Araujo 2000).

Allagoptera arenaria, que apresentou o segundo maior VI neste trabalho (27,46%), é uma espécie típica das formações abertas de restinga ao longo do litoral do estado (Almeida & Araujo 1997; Menezes & Araujo 1999; Assumpção & Nascimento 2000; Pereira *et al.* 2004; Montezuma & Araujo 2007), possuindo elevado sucesso regenerativo devido à sua forma de vida geófito (Almeida & Araujo 1997). Scarano *et al.* (2004) a indicaram como espécie chave no funcionamento e estrutura da restinga aberta de *Clusia*, cujo ingresso de maior número de espécies vegetais e formação de moitas são condicionados pela ocorrência dessa palmeira. Apesar das diferenças funcionais entre as duas comunidades, *A. arenaria* parece atuar também como facilitadora na formação arbustiva aberta de Massambaba, sendo comumente observado o recrutamento de plântulas de outras espécies próximas aos indivíduos de *A. arenaria* provavelmente devido às modificações no ambiente proporcionadas por esta espécie (Menezes & Araujo 2004). Vale apontar que esse padrão não foi observado em formações em regeneração próximas à área estudada, tanto em floresta de restinga (Sá 1996, 2002), como em restinga

arbustiva aberta (Cirne *et al.* 2003), mas em ambas as áreas houve forte interferência humana (perturbação por tratores na primeira e queima da cobertura vegetal na segunda), em contraste com a comunidade aqui estudada, na qual não têm ocorrido perturbações antrópicas significativas. De qualquer modo, são necessários estudos locais de dinâmica de moitas para confirmar a atuação de *Allagoptera arenaria* como espécie focal na formação arbustiva aberta da APA de Massambaba.

As bromélias também têm sido apontadas como espécies chave das comunidades de restinga (Zaluar & Scarano 2000), pois os indivíduos terrestres oferecem um mecanismo para enriquecimento do solo, pelo aumento significativo do conteúdo de matéria orgânica sob sua cobertura (Hay & Lacerda 1984). *Vriesea neoglutinosa*, espécie com terceiro maior VI (17,37%), ocorre em adensamentos robustos, a partir de crescimento clonal, o que explica sua elevada cobertura vegetal. Essa distribuição agregada de *V. neoglutinosa* e de outras bromélias da restinga de Jurubatiba foi relacionada com a presença de moitas por Freitas *et al.* (2000). *Neoregelia cruenta* também foi relatada como espécie focal na mesma restinga (Scarano *et al.* 2004), mas ocorreu com apenas um indivíduo neste estudo. Dentre as Bromeliaceae da formação fechada do pós-praia da APA de Massambaba, essa espécie apresentou a maior abundância da família (Rocha-Pessoa *et al.* 2008), sugerindo que, apesar de *N. cruenta* ter ocorrido na comunidade arbustiva aberta, esta formação não possui as condições necessárias para seu estabelecimento.

Leguminosae é considerada a família com maior riqueza de espécies das restingas do Rio de Janeiro (Araujo 2000) e destaca-se em levantamentos da flora da Mata Atlântica, principalmente quando considerado o componente arbóreo (Ribeiro & Lima 2009). A maior riqueza de espécies dessa família no presente estudo ressalta a representatividade de Leguminosae também para o estrato herbáceo das restingas. *Chamaecrista ramosa* apresentou elevada frequência, sendo comum na área entre moitas, ocorrendo sobre a areia nua, assim como *Chamaecrista flexuosa*, espécie comum a outras restingas arbustivas abertas do Rio de Janeiro (Almeida & Araujo 1997; Menezes & Araujo 1999; Pereira *et al.* 2004). Três das quatro espécies aqui levantadas (*Chamaecrista flexuosa*, *Stylosanthes guianensis* e *Stylosanthes viscosa*) foram consideradas por Araujo (2000) como exóticas e/ou ruderais, sendo encontradas, nas restingas, em

ambientes altamente alterados pelo homem. O eficiente estabelecimento destas espécies e da família como um todo nas planícies arenosas costeiras pode estar relacionado com a capacidade das mesmas ocuparem solos pobres em nutrientes (Campello 1998), característicos das formações arbustivas abertas.

Similaridade com a formação aberta de *Clusia*

A similaridade entre a comunidade aqui analisada e aquela estudada por Pereira *et al.* (2004), no PARNA da Restinga de Jurubatiba, é considerada alta ($C_s = 59\%$), já que de acordo com Felfili *et al.* (2001), índices de Sorensen acima de 50% indicam elevada similaridade entre duas áreas. Não só houve um elevado número de espécies em comum (21 espécies), como também a cobertura total dessas foi bastante similar ($C_N = 64\%$).

Araújo *et al.* (2009) salientaram a cautela na comparação de comunidades de restinga fisionomicamente equivalentes, exemplificando as formações arbustiva aberta não inundável (fácies alta), e a arbustiva aberta de *Clusia*. Os autores ressaltaram que as moitas da formação encontrada em Massambaba não são estruturadas tendo como dominante a espécie *Clusia hilariana*, que atua como facilitadora para o estabelecimento de outras espécies em Jurubatiba (Scarano *et al.* 2004), indicando que a semelhança fisionômica entre as duas formações não significa equivalência das características funcionais das espécies. Portanto, tal premissa orientou as comparações realizadas entre essas duas comunidades, assim como as demais comparações realizadas neste trabalho.

Alguns pontos podem ser ressaltados no que diz respeito à elevada similaridade florística entre ambos os estudos: no caso de Leguminosae, todas as quatro espécies encontradas nesse estudo também ocorreram em Jurubatiba. Ainda, as duas espécies de Rubiaceae encontradas no PARNA não amostradas nesse estudo foram incluídas na listagem florística da APA de Massambaba (Araújo *et al.* 2009) como ocorrentes na formação analisada (*Mitracarpus frigidus* (Willd.) K. Schum.) e em outra formação arbustiva aberta próxima (*Chiococca alba* (L.) Hitchc.).

Por outro lado, apesar de algumas ocorrerem em ambas as comunidades, elas não apresentam a mesma importância na estrutura dessas formações vegetais. Por exemplo, *Neoreogelia cruenta*, espécie que ocorreu em 15,5% das parcelas de Jurubatiba, apresentando 6,82% da cobertura vegetal, no

presente estudo ocorreu em apenas uma parcela (frequência relativa = 0,12%) e representou 0,41% da cobertura vegetal encontrada para Massambaba.

Em relação à diversidade, observa-se que o estrato herbáceo de Massambaba apresentou maior valor do índice de Shannon baseado em cobertura (H'_c) quando comparado com o de Jurubatiba (Tab. 1), sendo tal diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Uma vez que a diversidade de Shannon baseia-se na riqueza de espécies e na abundância, o alto valor deste índice no presente trabalho confirma a elevada riqueza de espécies vegetais encontrada no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, quando comparado com as demais áreas do litoral fluminense (Araújo 1997). Os estudos realizados nessa região têm ressaltado o elevado número de espécies de diversos grupos, como algas (Brasileiro *et al.* 2009) e angiospermas (Sá 2006), assim como o alto endemismo, abrigando 65% das espécies vegetais endêmicas das restingas do estado do Rio de Janeiro consideradas por Araújo (2000).

Analisando o índice de diversidade de Shannon, Pereira *et al.* (2004) apontaram que o valor de cobertura é a melhor opção para substituir o número de indivíduos no cálculo de H' por melhor representar a estrutura oligárquica, assim como apontam que a utilização da frequência pode subestimar a abundância das espécies mais comuns, aumentando a equabilidade da comunidade. De fato, neste trabalho, o valor do índice de diversidade baseado na frequência (H'_f) foi superior do que o baseado em cobertura ($H'_c = 2,90 \times H'_f = 2,32$), assim como em Jurubatiba, mas essa diferença não foi tão abrupta como os valores encontrados por Pereira *et al.* (2004) ($H'_f = 3,01 \times H'_c = 1,89$). Essa menor diferença sugere que a proporção entre as coberturas das espécies é maior em Massambaba, o que se confirma ao comparar ambos valores de equabilidade ($J'_{c\text{Massambaba}} = 0,67 \times J'_{c\text{Jurubatiba}} = 0,52$).

A elevada heterogeneidade em Jurubatiba é explicada pela grande dominância de uma única espécie: *Allagoptera arenaria*, que apresentou 50,95% da Cobertura Relativa. Já em Massambaba, são necessárias duas espécies para somar valor próximo de CR (47,85%): *Panicum trinitii* e *A. arenaria*, o que explica a maior a equabilidade encontrada nessa comunidade.

As comparações aqui realizadas demonstram a alta similaridade florística entre a formação arbustiva aberta não inundável (fácies alta) da APA de Massambaba e a formação aberta de *Clusia*, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, além da

semelhança estrutural entre as comunidades, uma vez que em ambas, a vegetação está organizada em moitas de espécies arbustivas rodeadas por areia nua e vegetação esparsa. Entretanto, a ausência de outros trabalhos com metodologia padronizada e mesma definição de estrato herbáceo, limita inferir sobre os fatores que explicam o padrão de ocorrência das espécies levantadas, assim como a possível influência de pressões antrópicas sobre tais comunidades vegetais.

Agradecimentos

À Dorothy S.D. Araujo e à Viviane S. Fonseca-Kruel, pela contribuição na formulação do projeto e desenvolvimento do trabalho. À Miriam C.A. Pereira pelas sugestões e críticas à monografia da primeira autora, que foram incorporadas neste manuscrito. Ao Robson D. Ribeiro (*in memoriam*), à Adriana C.S. Cavalcanti e ao Jorge Caruso pela valiosa ajuda no campo. À FAPERJ, pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora. Aos especialistas que auxiliaram na identificação do material botânico: Marcus Nadruz, Rafaella C. Forzza, Débora Medeiros, Robson D. Ribeiro, Eduardo M. Saddi, Claudine M. Mynssen e Fátima R.G. Salimena.

Referências

- Almeida, A.L. & Araujo, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. *In: Absalão, R.S. & Esteves, A.M. (eds.)*. Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro. *Oecologia Brasiliensis Séries*, Vol. 3. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro. Pp. 47-63.
- Alves, R.J.V.; Cardin, L. & Kropf, M.S. 2007. Angiosperm disjunction "campos rupestres - restingas": a re-evaluation. *Acta Botânica Brasílica* 21: 675-685.
- Angiosperm Phylogeny Group II (APG II). 2003. An up date of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Botanical Journal of Linnean Society* 141: 399-436.
- Araujo, D.S.D. 1997. Cabo Frio Region. *In: Davis, S.D.; Heywood, V.H.; Herrera-MacBryde, O.; Villa-Lobos, J. & Hamilton, A.C. (eds.)*. Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. 3: The Americas. IUCN Publications Unit, Cambridge. Pp. 373-375.
- Araujo, D.S.D. 2000. Análise florística e fitogeográfica das restingas do estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 176p.
- Araujo, D.S.D. & Maciel, N.C. 1998. Restingas fluminenses: biodiversidade e preservação. *Boletim FBCN* 25: 27-51.
- Araujo, D.S.D.; Pereira, M.C.A. & Pimentel, M.C.P. 2004. Flora e estrutura de comunidades no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para formação aberta de *Clusia*. *In: Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (orgs.)*. Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. RiMa, São Carlos. Pp. 59-76.
- Araujo, D.S.D.; Sá, C.F.C.; Fontella-Pereira, J.; Garcia, D.S.; Ferreira, M.V.; Paixão, R.J.; Schneider, S.M. & Fonseca-Kruel, V.S. 2009. Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro: caracterização fitofisionômica e florística. *Rodriguésia* 60: 67-96.
- Assumpção, J. & Nascimento, M.T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 14: 301-315.
- Barbieri, E.B. 1984. Cabo Frio e Iguaba Grande, dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial. *In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.D.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (eds.)*. Restingas: origem, estrutura, processos. CEUFF, Niterói. Pp. 3-13.
- Bohrer, C.B.A.; Dantas, H.G.R.; Cronemberger, F.M.; Vicens, R.S. & Andrade, S.F. 2009. Mapeamento da vegetação e uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60: 1-24.
- Brasileiro, P.S.; Yoneshigue-Valentin, Y.; Bahia, R.G.; Reis, R.P. & Amado Filho, G.M. 2009. Algas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio e arredores: síntese do conhecimento. *Rodriguésia* 60: 39-66.
- Brower, J.E.; Zar, J.H. & VonEnde, C.N. 1998. *Field & laboratory methods for general ecology*. 4 ed. McGraw-Hill, Boston. Pp 90-96.
- Campello, E.F.C. 1998. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. *In: Dias, L.E. & Mello, J.W.V. (eds.)*. Recuperação de áreas degradadas. Ed. Folha de Viçosa, Viçosa. Pp. 183-196.
- Cerqueira, R. 2000. Biogeografia das restingas. *In: Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds.)*. Ecologia de restingas e lagoas costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé. Pp. 65-75.
- Cirne, P.; Zaluar, H.L.T. & Scarano, F.R. 2003. Plant diversity, interspecific associations and postfire resprouting on a sandy spit in a Brazilian coastal plain. *Ecotropica* 9: 33-38.
- Citadini-Zanette, V. & Baptista, L.R.M. 1989. Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limociro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul* 45: 1-87.

- Cordeiro, S.Z. 2005. Composição e distribuição florística da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Peró, Cabo Frio, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 679-693.
- Davis, S.D.; Heywood, V.H.; Herrera-MacBryde, O.; Villa-Lobos, J. & Hamilton, A.C. (eds). 1997. Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Volume 3: The Americas. IUCN Publications Unit, Cambridge. 552p.
- Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C.F.; Rezende, A.V.; Haridasan, M.; Filgueiras, T.S.; Mendonça, R.C.; Walter, B.M.T. & Nogueira, P.E. 2001. O projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: hipóteses e padronização da metodologia. In: Garay, I. & Dias, B. (orgs.). Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais. Vozes, Petrópolis. Pp. 157-163.
- Fonseca-Kruel, V.S.; Araújo, D.S.D.; Sá, C.F.C. & Peixoto, A.L. 2009. Quantitative ethnobotany of a restinga fragment in Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60: 187-202.
- Fraga, C.N.; Kollmann, L.J.C. & Menezes, L.F.T. 2005. Orchidaceae da Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. In: Menezes, L.F.T., Peixoto, A.L. & Araújo, D.S.D. (eds.). História natural da Marambaia. EDUR, Seropédica. Pp. 121-132.
- Freitas, M.F. 1992. Cactaceae da Área de Proteção Ambiental da Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 42/44: 67-91.
- Freitas, A.F.N.; Cogliatti-Carvalho, L.; Vansluys, M. & Rocha, C.F.D. 2000. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Acta Botanica Brasilica* 14: 127-242.
- Hay, J.D. & Lacerda, L.D. 1984. Ciclagem de nutrientes do ecossistema de restinga. Pp. 459-475. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). Restingas: origem, estrutura, processos. CEUFF, Niterói.
- Henriques, R.P.B.; Araújo, D.S.D. & Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 9: 173-189.
- Kneip, L.M. & Pallestrini, L. 1984. Restingas do estado do Rio de Janeiro (Niterói a Cabo Frio): 8 mil anos de ocupação humana. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). Restingas: origem, estrutura, processos. CEUFF, Niterói. Pp. 139-148.
- Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D. & Maciel, N.C. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. In: Maarel, E.V.D. (ed.). Dry coastal ecosystems: Africa, America, Asia and Oceania. Elsevier, Amsterdam. Pp. 477-493.
- Lewis, G.P.; Schrire, B.; Mackinder, B. & Lock, M. (eds.). 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew. 577p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179p.
- Menezes, L. F. T. & Araújo, D.S.D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da Restinga de Marambaia, RJ. *Acta Botânica Brasilica* 13: 223-235.
- Menezes, L.T.F. & Araújo, D.S.D. 2004. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de Palmae em uma cronosequência pós-fogo na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 771-780.
- Montezuma, R.C.M. & Araújo, D.S.D. 2007. Estrutura da vegetação de uma restinga arbustiva inundável no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro. *Pesquisas Botânica* 58: 157-176.
- Muehe, D. 1994. Lagoa de Araruama: geologia e sedimentação. *Cadernos de Geociências do IBGE* 10: 53-62.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 118p.
- Pereira, M.C.A.; Araújo, D.S.D. & Pereira, O.J. 2001. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá, RJ. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 273-281.
- Pereira, M.C.A.; Cordeiro, S.Z. & Araújo, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 677-687.
- Ribeiro, R.D. & Lima, H.C. 2009. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no Centro de diversidade vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60: 111-128.
- Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S. & Sluys, M.V. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. RiMa, São Carlos. Pp. 85-88.
- Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S. & Jamel, C.E. 2007. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology* 67: 263-273.
- Rocha, C.F.D.; Castro, T.C.C.; Teixeira, A.M.G.; Cruz, C.B.M.; Figueiredo, C.A.A.; Bohrer, C.B.A.; Volcker, C.M.; Sá, C.F.C.; Chaves, L.C.T.; Maciel, N.C. & Villaça, R.C. 2009. Região turística dos lagos fluminenses. In: Bergallo, H.G.; Fidalgo, E.C.C.; Rocha, C.F.D.; Uzêda, M.C.; Costa, M.B.; Alves, M.A.S.; Sluys, M.V.; Santos, M.A.; Costa, T.C.C. & Cozzolino, A.C.R. (orgs.). Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no estado do Rio de Janeiro. Instituto Biomas, Rio de Janeiro. Pp. 313-323.

- Rocha-Pessôa, T.C.; Nunes-Freitas, A.F.; Cogliatti, L. & Rocha, C.F.D. 2008. Species composition of Bromeliaceae and their distribution at the Massambaba restinga in Arrial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68: 251-257.
- Sarahyba, L.S.P. 1993. Gramineae (Poaceae) da Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional, Rio de Janeiro. 145p.
- Sá, C.F.C. 1996. Regeneração em uma área de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, estado do Rio de Janeiro: I – Estrato herbáceo. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 34: 177-192.
- Sá, C.F.C. 2002. Regeneração de um trecho de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, estado do Rio de Janeiro: II – Estrato arbustivo. *Rodriguésia* 53: 5-23.
- Sá, C.F.C. 2006. Estrutura, diversidade e conservação de angiospermas no Centro de Diversidade de Cabo Frio, estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 250p.
- Sá, C.F.C. & Araújo, D.S.D. 2009. Estrutura e florística de uma floresta de restinga em Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60: 147-170.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- Scarano, F.R.; Cirne, P.; Nascimento, M.T.; Sampaio, M.C.; Vilela, D.M.; Wendt, T. & Zaluar, L.T. 2004. Ecologia vegetal: integrando ecossistema, comunidades, populações e organismos. In: Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (orgs.). Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. RiMa, São Carlos. Pp.77-97.
- SEMADS/RJ – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro. 2001. Atlas da Unidade de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro. Metalivros, São Paulo. Pp. 42-43.
- Silva, J.G. & Somner, G.V. 1984. A vegetação de restinga na Barra de Maricá, RJ. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). Restingas: origem, estrutura, processos. CEUFF, Niterói. Pp. 217-225.
- Smith, A.R.; Pryer, K.M.; Schuettpelz, E.; Korall, P.; Schneider, H. & Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705-731.
- Soares-Gomes, A. & Fernandes, F.C. 2005. Spatial distribution of bivalve mollusc assemblages in the upwelling ecosystem of the continental shelf of Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 73-80.
- Yadav, A.S. & Gupta, S.K. 2007. Effect of micro-environment and human disturbance on the diversity of herbaceous species in Sariska Tiger Project. *Tropical Ecology* 48: 125-128.
- Zaluar, H.L.T. & Scarano, F.R. 2000. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds.). Ecologia de restingas e lagoas costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé. Pp. 3-23.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4 ed. Prentice-Hall, New Jersey. Pp. 156-158.



Physiognomy and structure of a seasonal deciduous forest on the Ibiapaba plateau, Ceará, Brazil¹

Fisionomia e estrutura de uma floresta estacional decídua no planalto da Ibiapaba, Ceará, Brasil

Jacira Rabelo Lima², Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio³,
Maria Jesus Nogueira Rodal² & Francisca Soares Araújo⁴

Abstract

The Brazilian semiarid region is dominated by caatinga. However, other vegetation formations occur, including deciduous and semi-deciduous forests. This study describes physiognomy and structure of a forest on the sedimentary Ibiapaba plateau. All plants within one hectare were separated into three components: woody plants with perimeter at soil level (PSL) ≥ 9 cm (WCLP), woody plants with PSL ≥ 3 and ≤ 8.9 cm (WCSP), and herb/subwoody plants (HSwC). WCLP included 88 species (33 families), WCSP 50 species (23 families) and HSwC only 7 species (5 families). Total density, basal area, and maximum and average height of WCLP were 5683 plants/ha, 47 m²/ha, 18 and 5 m respectively. Total density and basal area of WCSP were 17500 plants/ha and 2.8 m²/ha, respectively. Density of HSwC was 9 plants/m² and only 31% of the sampled area was occupied by this component.

Key words: basal area; dry tropical forest; phytosociology; plant height.

Resumo

O semi-árido brasileiro é dominado pela caatinga. Entretanto, outras formações vegetacionais são encontradas, por exemplo, as florestas decíduas e semidecíduas. Este estudo descreve a fisionomia e a estrutura de uma floresta estacional no planalto sedimentar da Ibiapaba, Ceará. Foi selecionada uma parcela de um hectare e as plantas separadas em três componentes: plantas lenhosas com perímetro ao nível do solo ≥ 9 cm (CLS), plantas lenhosas com perímetro ≥ 3 e ≤ 8.9 cm (CLI), e herbáceas/sublenhosas com perímetro < 3 cm (HSL). No CLS foram encontradas 88 espécies (33 famílias), no CLI 50 espécies (23 famílias) e no HSL sete espécies (cinco famílias). No CLS, densidade total, área basal e altura máxima e média foram 5683 plantas/ha, 47 m²/ha, 18 e 5 m, respectivamente. No CLI, densidade e área basal foram 17500 plantas/ha e 2,8 m²/ha. Em HSL, a densidade foi 9 plantas/m² e apenas 31% da área amostrada foi coberta por esse componente.

Palavras-chave: área basal; floresta tropical seca; fitossociologia; altura de planta.

Introduction

The heterogeneity of the flora and physiognomies of the different vegetations types in the Brazilian semiarid region is caused by two rainfall gradients, one in the South-North and the other in the East-West direction, and by marked geologic differences (Rodal *et al.* 2008). At higher altitudes, where aridity is less accentuated, the seasonal non-thorny formations occur (Araújo *et al.* 1998; Araújo *et al.* 1999; Rodal & Nascimento 2002; Ferraz *et al.* 2003; Araújo *et al.* 2005b). They

belong to two physiognomic types: 1) non-forest formations, mainly savanna (*cerrado*) and closed shrubland (*carrasco*), on the sedimentary plateaus; and 2) perennial, seasonal forest formations, both on sedimentary and crystalline substrates (Rodal & Nascimento 2002; Araújo *et al.* 2005b).

Flora, physiognomy, and structure of these forests are scarcely known (Andrade & Rodal 2004; Rodal & Nascimento 2006), especially those occurring on sedimentary plateaus (Andrade & Rodal 2004). Moreover, there is no published detailed

¹Part of the Master thesis of the first author at Universidade Federal Rural de Pernambuco.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto. Biologia, R. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brazil.

³Universidade Federal de Pernambuco, Depto. Energia Nuclear, Av. Prof. Luís Freire 1000, 50740-540, Recife, PE, Brazil.

⁴Universidade Federal do Ceará, Depto. Biologia, Av. Mister Hall s/n, 60455-760, Fortaleza, CE, Brazil.

description of the vertical organization in these forests which help design projects to manage these forests in order to maintain biological diversity.

The description and classification of plant communities generally focuses on features such as floristic composition, structure and relative species abundances (Box & Fujiwara 2005). The species have different positions along a vertical gradient of light intensity, occurring one higher than the other to form the community's vertical structure (Whittaker 1975). The vertical differentiation is most pronounced in woody vegetation that has various synusia which may have floristic compositions independent of one another (Maarel 2005). Based on the vertical stratification of the vegetation, it is possible to infer the potential composition of functional groups of different strata. The vegetation can then be managed in order to maintain maximum local biological diversity.

Thus, this work aims to describe physiognomy and structure of three different strata of the seasonal deciduous forest of the Ibiapaba sedimentary plateau, Ceará. We aim to answer the following questions: 1) What are the physiognomy and the structure of this forest? 2) Is this forest structurally similar to other forest formations of the Brazilian semiarid domain or to non-forest formations of other sedimentary areas?

Material and Methods

Study area

The study area is located within the 2794 ha of seasonal forest inside the Reserva Natural Serra das Almas, Ceará state, Brazil. The seasonal forest occupies a narrow strip in the upper part of the steep eastern slope on the south-central Ibiapaba plateau, which forms the oriental border of the Middle Northern Sedimentary Basin (Lins 1978). The forest is limited to the west by *carrasco* vegetation, on top of the plateau, and by *caatinga* vegetation to the east, on the lower parts of the slope, extending to cover most of the lowlands in Ceará. In the forest area, a one-hectare plot was installed, at an altitude of about 650 m, within the following coordinates 40°54'5"W and 5°8'29"S; 40°54'45"W and 5°8'30"S; 40°54'46"W and 5°8'36"S and 40°54'50"W and 5°8'35"S.

Mean annual rainfall in the study area from 2000 to 2004 was 1044 mm, January to April being the rainiest period, corresponding to more than 80% of annual precipitation. In general, rainfall was concentrated in a single month and did not occur from July to December. The mean annual temperature during the study year (2004) was 24.8 °C.

The soil was characterized by digging a 1 × 1 m trench and collecting samples from the top 10-cm layer and from the layer below down to the parent material (75 cm depth). Physical (Tab. 1) and chemical (Tab. 2) analyses were performed in the Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará. The soil was classified as a dystrophic Latosol, poorly developed, with low pH and low cation exchange capacity (T). In general, Ca, Mg, K, P, organic matter and nitrogen content were low and decreased from the superficial to the subsuperficial layer, while the opposite occurred with Al content. Texture varied from sandy to sandy loam. Coarse sand, silt and clay content increased with depth, while that of fine sand decreased.

Phytosociological survey

The plants were divided into three components: a) woody component with large perimeter (WCLP), which comprised all plants with stem perimeter at soil level (PSL) equal to or greater than 9 cm; b) woody component with small perimeter (WCSP), comprising plants with PSL ≥ 3 and ≤ 8.9 cm; and c) herb/subwoody component (HSwC), comprising plants with green stems, without or with slight lignification in the aerial part and that were up to 1 m tall and 2.9 cm perimeter, excluding the young plants of woody species.

The study hectare was divided into plots of different sizes, depending on the component analyzed. WCLP was analyzed in 100 contiguous 10 × 10 m plots and WCSP in 50 plots, 2 × 2 m each, placed in the right proximal corner of each alternate larger plot. In these two components, the height and PSL of all live plants (except lianas) were measured, following the criteria previously described. HSwC was analyzed in 100 plots 1 × 1 m each, at the left proximal corner of each of the larger plots, during the rainy season. In HSwC, all plants were identified and the plot area proportion covered by each species was estimated, with the help of a 1 × 1 m grid, divided into 100 squares of 0.1 × 0.1 m. Presence in one of the squares was counted as 1% coverage. The botanical material was incorporated into the EAC (Prisco Bezerra) herbarium, of the Universidade Federal do Ceará. APG III (2009) classification system was adopted.

The following phytosociological parameters were calculated for WCLP and WCSP: relative density (ReD, %), relative frequency (ReF, %), relative basal area (ReBa, %) and importance

Table 1 – Particle size analysis of soil samples from the forest seasonal deciduous montane forest of Reserva Natural Serra das Almas, Crateús, Ceará state.

Depth(cm)	Coarse sand (g/kg)	Fine sand (g/kg)	Silt (g/kg)	Clay (g/kg)	Texture class
0 to 10	130	710	80	80	Sand
11 to 75	240	510	140	110	Loamy sand

Table 2 – Chemical analysis of soil samples from the seasonal deciduous montane forest of Reserva Natural Serra das Almas, Crateús, Ceará state.

Depth (cm)	Sorptive Complex (cmol.kg ⁻¹)					P (mg/kg)	V (%)	M (%)	C (g/kg)	N (g/kg)	pH	T (cmol.kg ⁻¹)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺							
0 to 10	0.9	0.9	0.1	0.09	0.85	3	32	30	10.6	1.1	4	6.3
11 to 75	0.7	0.9	0.1	0.05	1.45	1	27	46	6.48	0.7	4.2	6.4

Ca²⁺ = calcium; Mg²⁺ = magnesium; Na⁺ = sodium; K⁺ = potassium; Al³⁺ = aluminum; P = phosphorus; V = base saturation; M = aluminum saturation; C = carbon; N = nitrogen; pH = soil pH; T = cation exchange capacity.

value (IV, %), using the formulas described by Rodal *et al.* (1992), and Shannon diversity index, according to Magurran (1988). The calculations were done using FITOPAC (Shepherd 2006).

Aiming to compare WCLP physiognomy and structure of the study area with that of other seasonal forests and non-forest formations within the Brazilian semiarid region (only surveys with inclusion criterion of PSL \geq 3 cm) a table was organized containing information on total plant density, community basal area, maximum plant height, proportion of plants over 8 m tall, and mean and maximum stem diameters. For each compared site, information on altitude, mean annual rainfall and sample area were also included. Ten areas were included in the comparison, five classified as seasonal forests and five as non-forest formations.

Results

In the woody component with large perimeter (WCLP), 88 species were found, belonging to 31 families (Tab. 3). The families richest in species were: Fabaceae (19 species), Euphorbiaceae (10), Erythroxylaceae and Myrtaceae (six each). The Shannon diversity index (H') was 3.20 nats/plant. Total density and basal area were 5683 plant/ha and 47 m²/ha, respectively. Species with the highest IV and relative basal areas were *Gymnanthes* sp.1, *Bauhinia pulchella* and

Piptadenia moniliformis, which accounted for 28% of the total IV (Tab. 3). *Gymnanthes* sp.1, *Bauhinia pulchella* and *Croton argyrophyloides* were the species with the highest absolute frequencies (99%; 97% and 84%, respectively).

Maximum and average height were 18 and 5 m (\pm 2), respectively, and only 11% of the plants attained heights over 8 m. Maximum and average diameters were 65.2 and 8.4 cm (6), with 33% of all plants belonging to the 3 to 6 cm diameter class and 47% to the 6 to 9 and 9 to 12 cm classes. In the same WCLP component, two strata were identified. The lowest stratum was dominated by plants at most 8 m in height, with a continuous canopy distribution. The most abundant species in this stratum were *Gymnanthes* sp.1, *Bauhinia pulchella*, *Croton argyrophyloides* and *Maytenus* sp. The upper stratum was dominated by plants up to 12 m tall but some plants of *Brosimum gaudichaudii*, *Piptadenia moniliformis* and *Swartzia flaemingii* were taller, without forming a continuous canopy. *Aspidosperma subincanum*, *Piptadenia moniliformis*, *Swartzia flaemingii* and *Thiloua glaucocarpa* were the most frequent species in this upper stratum.

The woody component with small perimeter (WCSP) included 50 species, belonging to 22 families. The families richest in species were: Fabaceae and Euphorbiaceae (eight species each), Erythroxylaceae (four) and Bignoniaceae (three).

Table 3 – Phytosociological parameters of plants with stem diameters ≥ 9 cm in the forest of Reserva Natural Serra das Almas, Crateús, Ceará state, in decreasing order of their importance value (IV). N – number of individuals per hectare; NP – number of plots where the species was found; ReD – relative density of the species (%); ReBa – relative basal area of the species (%); and ReF – relative frequency of the species (%). Collectors: FSA – Francisca Soares Araújo; JRL – Jacira Rabelo Lima; LWLV – Luis Wilson Lima-Verde; MSS – Melissa S. Sobrinho; and SFV – Sandra Freitas Vasconcelos.

N° Species/ Family	Voucher	IV	N	NP	ReD	ReBa	ReF
1 <i>Gymnanthes</i> sp.1 (Euphorbiaceae)	JRL 29	50	1507	99	26.52	18.2	4.88
2 <i>Bauhinia pulchella</i> Benth. (Fabaceae)	JRL 45	19	537	97	9.45	4.45	4.78
3 <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. (Fabaceae)	FSA 1298	17	122	70	2.15	11.1	3.45
4 <i>Croton argyrophylloides</i> Müll. Arg. (Euphorbiaceae)	FSA 1294	15	333	84	5.86	4.94	4.14
5 <i>Maytenus</i> sp. (Celastraceae)	JRL 100	12	279	76	4.91	3.31	3.75
6 <i>Thilsea glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler (Combretaceae)	LWLV 1050	11	138	57	2.43	5.36	2.81
7 <i>Erythroxylum</i> cf. <i>vacciniifolium</i> Mart. (Erythroxylaceae)	JRL 69	9.9	167	73	2.94	3.37	3.6
8 <i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K. Schum. (Bignoniaceae)	JRL 20	9.6	203	80	3.57	2.1	3.94
9 <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. (Apocynaceae)	JRL 18	8.9	139	55	2.45	3.72	2.71
10 <i>Eugenia</i> cf. <i>piabuiensis</i> O. Berg (Myrtaceae)	JRL 62	8.1	158	72	2.78	1.79	3.55
11 <i>Swartzia flammigii</i> Raddi (Fabaceae)	MSS 262	7.9	99	58	1.74	3.31	2.86
12 <i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler (Salicaceae)	JRL 77	7.3	189	65	3.33	0.8	3.2
13 <i>Copaifera martii</i> Hayne (Fabaceae)	JRL 38	7.3	79	51	1.39	3.41	2.51
14 <i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler (Combretaceae)	MSS 292	7	31	28	0.55	5.04	1.38
15 <i>Eugenia</i> aff. <i>ivalha</i> Cambess. (Myrtaceae)	JRL 73	6.7	133	60	2.34	1.36	2.96
16 <i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum. (Rubiaceae)	JRL 102	6.5	115	63	2.02	1.36	3.1
17 <i>Eugenia</i> aff. <i>dysenterica</i> DC. (Myrtaceae)	FSA 1291	6.5	94	43	1.65	2.71	2.12
18 <i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. (Apocynaceae)	JRL 17	6.1	74	44	1.3	2.62	2.17
19 <i>Combretum leptosum</i> Mart. (Combretaceae)	JRL 74	5.1	101	51	1.78	0.78	2.51
20 <i>Ephedranthus pisocarpus</i> R. E. Fr. (Annonaceae)	JRL 16	4.6	57	41	1	1.6	2.02
21 <i>Acacia langsdorffii</i> Benth. (Fabaceae)	JRL 40	4.6	74	26	1.3	2.01	1.28
22 <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul. (Moraceae)	Probio 306	4.2	40	33	0.7	1.84	1.63
23 <i>Peisotoma jussieuana</i> Mart. ex A. Juss. (Malpighiaceae)	JRL 33	3.9	74	42	1.3	0.56	2.07
24 <i>Croton nepetifolius</i> Baill. (Euphorbiaceae)	JRL 28	3.8	75	39	1.32	0.57	1.92
25 <i>Dalbergia cearensis</i> Ducke (Fabaceae)	LWLV 1070	3.6	45	34	0.79	1.1	1.68
26 <i>Byrsonima garbneriana</i> A. Juss. (Malpighiaceae)	JRL 32	3.2	43	36	0.76	0.66	1.77
27 <i>Hymenaea eriozyne</i> Benth. (Fabaceae)	JRL 42	3.1	42	22	0.74	1.3	1.08
28 <i>Eugenia aurata</i> O. Berg (Myrtaceae)	JRL 60	3	46	34	0.81	0.48	1.68
29 <i>Agonandra brasiliensis</i> Miers (Opiliaceae)	JRL 56	2.8	31	21	0.55	1.23	1.03
30 <i>Vitex schaueriana</i> Moldenke (Lamiaceae)	JRL 64	2.7	32	22	0.56	1.08	1.08
31 <i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC. (Apocynaceae)	JRL 19	2.6	19	12	0.33	1.63	0.59
32 <i>Galipea</i> aff. <i>trifoliata</i> Auble. (Rutaceae)	JRL 36	2.3	30	21	0.53	0.72	1.03
33 <i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell (Nyctaginaceae)	JRL 34	2.3	31	25	0.55	0.5	1.23
34 <i>Erythroxylum stipulosum</i> Plowman (Erythroxylaceae)	JRL 86	2.3	45	26	0.79	0.2	1.28
35 <i>Manihot palmata</i> Müll. Arg. (Euphorbiaceae)	JRL 26	2.2	33	29	0.58	0.22	1.43
36 <i>Ipomoea brasiliensis</i> (C. Martius) Meisner (Convolvulaceae)	JRL 25	2	37	24	0.65	0.18	1.18
37 <i>Secundonia</i> cf. <i>foliosa</i> A. DC. (Apocynaceae)	JRL 89	1.8	36	21	0.63	0.17	1.03
38 <i>Dalbergia</i> sp. (Fabaceae)	JRL 41	1.6	23	16	0.4	0.45	0.79
39 <i>Bauhinia</i> sp. (Fabaceae)	JRL 44	1.5	46	10	0.81	0.23	0.49
40 <i>Arrabidaea chica</i> (Humb. & Bonpl.) B. Verl. (Bignoniaceae)	JRL 21	1.5	25	19	0.44	0.11	0.94
41 <i>Machaerium acatifolium</i> Vogel. (Fabaceae)	JRL 80	1.5	20	16	0.35	0.33	0.79
42 <i>Toxocarya formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae)	JRL 59	1.3	17	14	0.3	0.32	0.69

N° Species/ Family	Voucher	IV	N	NP	ReD	ReBa	ReF
43 <i>Paullinia cearensis</i> Somner & Ferrucci (Sapindaceae)	JRL 34	1.2	20	14	0.35	0.19	0.69
44 <i>Eugenia panicifolia</i> (Kunth) DC. (Myrtaceae)	JRL 63	1	16	13	0.28	0.12	0.64
45 <i>Gynnanthes</i> sp.2 (Euphorbiaceae)	JRL 27	0.9	16	11	0.28	0.1	0.54
46 <i>Trigonia nivea</i> Cambess. (Trigoniaceae)	MSS 248	0.8	13	11	0.23	0.07	0.54
47 <i>Croton greswoides</i> Baill. (Euphorbiaceae)	JRL 79	0.8	13	10	0.23	0.11	0.49
48 <i>Tassadia burchellii</i> E. Fourn. (Apocynaceae)	JRL 13	0.8	9	8	0.16	0.26	0.39
49 <i>Turnera blanchetiana</i> Urb. (Turneraceae)	JRL 65	0.7	12	10	0.21	0.03	0.49
50 <i>Erythroxylum</i> sp. (Erythroxylaceae)	JRL 87	0.7	11	9	0.19	0.07	0.44
51 <i>Cnidococcus vitifolius</i> (Mill.) Pohl (Euphorbiaceae)	FSA 1309	0.7	10	10	0.18	0.04	0.49
52 <i>Ouratea</i> sp. (Nyctaginaceae)	JRL 54	0.7	7	7	0.12	0.23	0.34
53 <i>Helicteres heptandra</i> L.B. Sm. (Malvaceae)	JRL 51	0.7	12	8	0.21	0.05	0.39
54 <i>Ximenia americana</i> L. (Olacaceae)	JRL 37	0.6	8	8	0.14	0.08	0.39
55 <i>Dioclea megacarpa</i> Rolfe (Fabaceae)	JRL 22	0.6	8	8	0.14	0.03	0.39
56 <i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith (Bignoniaceae)	JRL 15	0.5	7	7	0.12	0.02	0.34
57 <i>Justicia strobilacea</i> (Nees) Lindau (Acanthaceae)	JRL 53	0.5	5	5	0.09	0.14	0.25
58 <i>Ouratea</i> cf. <i>parvifolia</i> Engl. (Nyctaginaceae)	JRL 72	0.5	5	5	0.09	0.14	0.25
59 <i>Amburana cearensis</i> (Allenaio) A. C. Sm. (Fabaceae)	JRL 61	0.5	6	6	0.11	0.07	0.3
60 <i>Campomanesia</i> sp. (Myrtaceae)	JRL 35	0.5	6	6	0.11	0.05	0.3
61 <i>Paullinia</i> cf. <i>elegans</i> Cambess. (Sapindaceae)	JRL 43	0.4	6	5	0.11	0.06	0.25
62 <i>Hymenaea velutina</i> Ducke (Fabaceae)	JRL 58	0.4	5	5	0.09	0.02	0.25
63 <i>Gouania</i> sp. (Rhamnaceae)	JRL 78	0.4	4	4	0.07	0.09	0.2
64 <i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fr. (Annonaceae)	JRL 68	0.3	3	3	0.05	0.09	0.15
65 <i>Erythroxylum bezerrae</i> Plowman (Erythroxylaceae)	JRL 104	0.3	5	3	0.09	0.05	0.15
66 <i>Stachyarrhena</i> cf. <i>spicata</i> Hook. F. (Rubiaceae)	JRL 52	0.3	4	4	0.07	0.02	0.2
67 <i>Helicteres mucosa</i> Mart. (Malvaceae)	JRL 66	0.3	4	4	0.07	0.01	0.2
68 <i>Erythroxylum laetevirens</i> O.E. Schulz (Erythroxylaceae)	JRL 107	0.3	4	3	0.07	0.05	0.15
69 <i>Arrabidaea</i> sp. (Bignoniaceae)	JRL 49	0.2	2	2	0.04	0.11	0.1
70 <i>Lonchocarpus araripensis</i> Benth. (Fabaceae)	JRL 46	0.2	3	3	0.05	0.01	0.15
71 <i>Senna cearensis</i> Afran. Fern. (Fabaceae)	JRL 31	0.2	3	3	0.05	0.01	0.15
72 <i>Trichilia elegans</i> A. Juss. (Meliaceae)	JRL 103	0.2	4	2	0.07	0.04	0.1
73 Rubiaceae	SFV 4	0.2	2	1	0.04	0.1	0.05
74 <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. (Bixaceae)	JRL 48	0.2	2	2	0.04	0.03	0.1
75 <i>Commiphora leptophloea</i> (Mart.) J.B. Gillett (Burseraceae)	JRL 75	0.2	2	2	0.04	0.02	0.1
76 <i>Sapium</i> aff. <i>argutum</i> (Müll. Arg.) Huber (Euphorbiaceae)	JRL 82	0.1	4	1	0.07	0.02	0.05
77 <i>Croton blanchetianus</i> Müll. Arg. (Euphorbiaceae)	JRL 23	0.1	1	1	0.02	0.07	0.05
78 <i>Tabeaia</i> cf. <i>ochracea</i> (Cham.) Standl. (Bignoniaceae)	JRL 71	0.1	1	1	0.02	0.05	0.05
79 <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allenaio) Ducke (Fabaceae)	JRL 76	0.1	1	1	0.02	0.03	0.05
80 <i>Lindackeria ovata</i> (Benth.) Gilg. (Achariaceae)	JRL 39	0.1	1	1	0.02	0.02	0.05
81 <i>Mimosa</i> sp. (Fabaceae)	MSS 248	0.1	1	1	0.02	0.01	0.05
82 <i>Coburina cordifolia</i> Reissek (Rhamnaceae)	JRL 24	0.1	1	1	0.02	0.01	0.05
83 <i>Condia rufescens</i> A. DC. (Boraginaceae)	JRL 50	0.1	1	1	0.02	0	0.05
84 <i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth. (Fabaceae)	JRL 67	0.1	1	1	0.02	0	0.05
85 <i>Erythroxylum barbatum</i> O. E. Schulz (Erythroxylaceae)	JRL 47	0.1	1	1	0.02	0	0.05
86 <i>Senna trachypus</i> (Mart. ex Benth.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae)	JRL 57	0.1	1	1	0.02	0	0.05
87 <i>Bredemeyera floribunda</i> Willd. (Polygalaceae)	JRL 81	0.1	1	1	0.02	0	0.05
88 <i>Croton betaceus</i> Baill. (Euphorbiaceae)							

The Shannon diversity index (H') was 3.26 nats/plant. Total density and basal area were 17500 plant/ha and 2.8 m²/ha, respectively. Maximum and average heights were 5 m and 1.4 m (± 0.7), respectively, most of the plants being under than 2 m tall (83%) and less than 1.6 cm diameter (70%). Species with the highest IV were *Lantana* sp., *Xylosma ciliatifolium* and *Croton argyrophylloides*, which accounted for 32% of the total IV (Tab. 4). *Cranocarpus gracilis*, *Lantana* cf. *brasiliensis*, *Lantana* sp., *Justicia fragilis* and *Wedelia villosa* were exclusive to this component.

The herb/subwoody component (HSwC) had only seven species, belonging to 5 families (Tab. 5), excluding saplings and seedlings of species that reach larger sizes. The families Poaceae and Bromeliaceae had higher species richness for this component (two species each). The Shannon diversity index (H') was 1.16 nats/plant. Density was 9 plants/m² and only 33% of the sample area was occupied by this component. Most of the plants (63%) belonged to three species (*Streptostachys asperifolia*, *Pavonia* sp. and *Scaphispatha hastifolia*), which, together with *Bromelia auriculata*, accounted for most of the plant coverage of this component.

Discussion

Serra das Almas forest is physiognomically distinct from other seasonal montane forests and also from all non-forest formations already described in Northeast Brazil. In general, seasonal montane forests are physiognomically more variable than rain forests, varying from tall forests to low scrub (Pennington *et al.* 2009). Density of the most conspicuous component, trees and shrubs with large perimeters (WCLP), was higher than those of the other forests (Tab. 6), except one located at 1100 m in a crystalline mountain in Serra Talhada, Pernambuco (Ferraz *et al.* 2003), but lower than those of non-forest formations, especially *carrasco* (Araújo *et al.* 1998; Araújo & Martins 1999).

Basal area, on the contrary, was lower than that of other forests, except for basal area at 900 m in Serra Talhada, but higher than that of non-forest formations. Considering that basal area is a product of density and stem diameter, the average stem diameter in Serra das Almas is smaller than that of the other forests but greater than that of the non-forest formations. The tallest registered tree, in all

compared areas, was found in Serra das Almas but the proportion of trees over 8 m tall was lower than that of the other forests, except Serra Talhada, but higher than that of the non-forest formations.

In Serra das Almas two distinct strata are distinguished, as has been registered for Neotropical deciduous forests elsewhere (*e.g.*, Murphy & Lugo 1986), that are essentially tree-dominated with a more-or-less continuous canopy and in which grasses are a minor element (Mooney *et al.* 1995). In non-forest formations in Northeast Brazil, especially closed shrubland (*carrasco*), only one stratum is recognized. The presence of scattered very tall trees emerging above the upper stratum distinguishes Serra das Almas from other deciduous forests in the region.

The woody vines formed a considerable proportion of the WCLP species, with 13 species (16%), distributed in nine families, corroborating Gentry's statement (1982, 1995) that vines are an important component in Neotropical seasonal forests, where they represent about 20% of the species.

Some of the highest IV species, in the WCLP, in Serra das Almas (*Arrabidaea dispar*, *Croton argyrophylloides*, *Piptadenia moniliformis*, *Rollinia leptopetala* and *Thiloo glaucocarpa*) are also important species in Northeastern non-forest formations (Oliveira *et al.* 1997; Araújo *et al.* 1998; Araújo *et al.* 1999), mainly those on the Middle Northern Sedimentary Basin, which extends for a large area west of the Serra das Almas location. Other important species, like *Aspidosperma discolor*, *A. subincanum* and *Brosimum gaudichaudii*, although present in these non-forest formations, occur with much lower densities.

On the other hand, many of the important species present in these formations were not found in the Serra das Almas forest. In spite of these differences, the flora of the Serra das Almas forest is relatively similar to that of the non-forest formations while it is very different from that of all other deciduous montane forests studied, with which it shares only a few species, none of them with high IV either in Serra das Almas or in those forests (Lima *et al.* 2009).

Comparisons of the other two plant components, the woody component with small perimeter (WCSP) and the herb/subwoody component (HSwC), with those of other Northeastern formations are difficult to make because of the scarcity of these measurements,

Table 4 – Phytosociological parameters of plants with stem diameters > 3 cm and < 9 cm in the forest of Reserva Natural Serra das Almas, Crateús, Ceará state, in decreasing order of their importance value (IV). N - number of individuals per hectare; NP - number of plots where the species was found; ReD - relative density of the species (%); ReBa - relative basal area of the species (%); and ReF - relative frequency of the species (%). Collectors: FSA - Francisca Soares Araújo; JRL - Jacira Rabelo Lima; LWLV - Luis Wilson Lima-Verde; MSS - Melissa S. Sobrinho; and SFV - Sandra Freitas Vasconcelos.

No	Species/ Family	Voucher	IV	N	NP	ReD	ReBa	ReF
1	<i>Lantana</i> sp. (Verbenaceae)	JRL 109	46.45	52	29	14.86	19.09	12.5
2	<i>Xylosma ciliarifolia</i> (Clos) Eichler (Salicaceae)	JRL 77	24.86	30	15	8.57	9.82	6.47
3	<i>Croton argyrophylloides</i> Müll Arg. (Euphorbiaceae)	FSA 1294	23.87	31	13	8.86	9.41	5.6
4	<i>Cranocarpus gracilis</i> A. Fernandes & P. Bezerra (Fabaceae)	JRL 84	21.02	28	16	8	6.12	6.9
5	<i>Gymnanthes</i> sp.1 (Euphorbiaceae)	JRL 29	19.13	28	13	8	5.53	5.6
6	<i>Justicia strobilacea</i> (Nees) Lindau (Acanthaceae)	JRL 22	13.53	15	9	4.29	5.37	3.88
7	<i>Croton betaceus</i> Baill. (Euphorbiaceae)	JRL 81	11.64	12	11	3.43	3.47	4.74
8	<i>Wedelia villosa</i> Gardner. (Asteraceae)	JRL 85	8.23	12	7	3.43	1.79	3.02
9	<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum. (Rubiaceae)	JRL 102	7.75	8	8	2.29	2.01	3.45
10	<i>Croton nepetifolius</i> Baill. (Euphorbiaceae)	JRL 28	7.65	8	8	2.29	1.92	3.45
11	<i>Evolvulus macroblepharis</i> Meisn. (Convolvulaceae)	JRL 83	7.54	9	8	2.57	1.52	3.45
12	<i>Bauhinia pulchella</i> Benth. (Fabaceae)	JRL 45	7.24	8	8	2.29	1.51	3.45
13	<i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K. Schum. (Bignoniaceae)	JRL 20	6.32	7	6	2	1.73	2.59
14	<i>Helicteres heptandra</i> L.B. Sm. (Malvaceae)	JRL 51	5.85	6	6	1.71	1.55	2.59
15	<i>Justicia fragilis</i> Wall. ex Clarke (Acanthaceae)	JRL 25	5.42	8	1	2.29	2.7	0.43
16	<i>Vitex schaueriana</i> Moldenke (Lamiaceae)	JRL 64	5.05	5	4	1.43	1.9	1.72
17	<i>Banisteriopsis</i> cf. <i>stellaris</i> (Griseb.) B. Gattes (Malpighiaceae)	JRL 101	4.93	5	4	1.43	1.78	1.72
18	<i>Eugenia</i> aff. <i>uvulha</i> Cambess. (Myrtaceae)	JRL 73	4.83	4	4	1.14	1.97	1.72
19	<i>Lantana</i> aff. <i>brasiliensis</i> Link (Verbenaceae)	JRL 108	4.61	5	4	1.43	1.46	1.72
20	<i>Turnera blanchetiana</i> Urban. (Turneraceae)	JRL 65	4.61	5	5	1.43	1.03	2.16
21	<i>Bauhinia</i> sp. (Fabaceae)	JRL 44	4.47	7	2	2	1.61	0.86
22	<i>Maytenus</i> sp. (Celastraceae)	JRL 100	4.36	4	3	1.14	1.92	1.29
23	<i>Dalbergia</i> sp. (Fabaceae)	JRL 41	4	4	3	1.14	1.57	1.29
24	<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell (Nyctaginaceae)	JRL 34	3.88	3	3	0.86	1.72	1.29
25	<i>Ipomoea brasiliana</i> (C. Martius) Meisner (Convolvulaceae)	JRL 42	3.63	4	4	1.14	0.76	1.72
26	<i>Helicteres mucosa</i> Mart. (Malvaceae)	JRL 52	3.38	4	3	1.14	0.95	1.29
27	<i>Pectotia jussieuana</i> Juss. (Malpighiaceae)	JRL 33	3.11	3	3	0.86	0.96	1.29
28	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel. (Fabaceae)	JRL 80	2.93	3	3	0.86	0.78	1.29
29	<i>Manihot palmata</i> Müll. Arg. (Euphorbiaceae)	JRL 26	2.25	2	2	0.57	0.82	0.86
30	<i>Erythroxylum laetevirens</i> O.E. Schulz (Erythroxylaceae)	JRL 66	2.24	3	2	0.86	0.52	0.86
31	<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke (Fabaceae)	LWLV 1070	1.94	2	2	0.57	0.51	0.86
32	<i>Jacaranda jasmimoides</i> (Thunb.) Sandwith (Bignoniaceae)	JRL 43	1.94	2	2	0.57	0.51	0.86
33	<i>Croton gresoioides</i> Baill. (Euphorbiaceae)	JRL 79	1.91	2	2	0.57	0.48	0.86
34	<i>Erythroxylum stipulosum</i> Plowman (Erythroxylaceae)	JRL 86	1.78	2	2	0.57	0.35	0.86
35	<i>Erythroxylum</i> cf. <i>vacciniifolium</i> Mart. (Erythroxylaceae)	JRL 69	1.78	2	2	0.57	0.34	0.86
36	<i>Aspidosperma subcarnum</i> Mart. (Apocynaceae)	JRL 17	1.62	1	1	0.29	0.9	0.43
37	<i>Gymnanthes</i> sp.2 (Euphorbiaceae)	JRL 27	1.3	2	1	0.57	0.3	0.43
38	<i>Arrabidaea</i> sp. (Bignoniaceae)	JRL 107	1.25	2	1	0.57	0.25	0.43

No	Species/ Family	Voucher	IV	N	NP	ReD	ReBa	ReF
39	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miess (Opiliaceae)	JRL 56	1.22	1	1	0.29	0.51	0.43
40	<i>Eugenia</i> cf. <i>picuihiensis</i> O. Berg (Myrtaceae)	JRL 62	1.22	1	1	0.29	0.51	0.43
41	<i>Secundonia</i> cf. <i>foliosa</i> A. DC. (Apocynaceae)	JRL 89	1.22	1	1	0.29	0.51	0.43
42	<i>Erythroxylum</i> sp. (Erythroxylaceae)	JRL 87	1.07	1	1	0.29	0.35	0.43
43	<i>Senna cearensis</i> Afran. Fern. (Fabaceae)	JRL 46	1	1	1	0.29	0.28	0.43
44	<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. (Fabaceae)	FSA 1298	0.89	1	1	0.29	0.17	0.43
45	<i>Lindackeria ovata</i> (Benth) Gilg (Achariaceae)	JRL 76	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43
46	<i>Sapium</i> aff. <i>argutum</i> (Müll. Arg.) Huber (Euphorbiaceae)	JRL 75	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43
47	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae)	JRL 59	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43
48	<i>Thilsea glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler (Combretaceae)	LWLV 1050	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43
49	<i>Ouratea</i> sp. (Nyctaginaceae)	JRL 54	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43
50	<i>Cordia rufescens</i> A. DC. (Boraginaceae)	JRL 24	0.84	1	1	0.29	0.13	0.43

Table 5 – Families and species of herb and subwoody plants in the forest of Reseva Natural Serra das Almas, Ceará state, with their respective proportions of ground cover and densities. Collectors: FSA – Francisca Soares Araújo, JRL – Jacira Rabelo Lima, LWLV – Luis Wilson Lima-Verde.

Family / species	Cover %	Density plant in 100 m ²	Voucher
Araceae			
<i>Scaphispatha hastifolia</i> Hook.	1	58	FSA 1379
Bromeliaceae			
<i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm.	1	0	LWLV 982
<i>Bromelia auriculata</i> L.B. Sm.	8	79	LWLV 1222
Cyperaceae			
<i>Cyperus agregatus</i> (Willd.) Endl.	1	8	JRL 106
Malvaceae			
<i>Pavonia</i> sp.	3	168	JRL 90
Poaceae			
<i>Lasiacis</i> cf. <i>sorghoidea</i> (Desv. ex Ham.) Hitchc. & Chase	1	33	FSA 1378
<i>Streptostachys asperifolia</i> (Kuntw.) Desv.	18	580	FSA 1307

coupled with differences in methodology. One of these studies, including WCSP, was conducted in the same place as our study and also in Curimataú (PB), and Betânia (PE) (Araújo *et al.* 2005a). However, the sampling method was the point quarter method, contrary to the plot method in our study, making it difficult to compare results. Differences shown by the two methods for Serra da Almas (Tab. 7) illustrate this difficulty.

The openness of the canopy in seasonal montane forests allows not only the establishment but also the maintenance of the WCSP (Quigley & Platt 2003), even outside gaps (Whittaker 1975; Gentry & Dodson 1987). The WCSP component

has usually been ignored in vegetation studies in the region. In fact, its contribution to the basal area is small and it has little value in surveys directed to estimate fuel wood or timber availability. Floristic surveys usually consider that the plants in this component are merely young individuals of species which are also present in the larger component (WCSP). This occurs in forests elsewhere (Whittaker 1975; Quigley & Platt 2003). However, one family (Asteraceae) was exclusive and another one (Verbenaceae) had most of its representatives in this component, including some exclusive species (*Lantana* cf. *brasiliensis* and *Lantana* sp.). Therefore, inclusion

Table 6 - Altitude (Alt), mean annual rainfall (MAR), sampled area; total plant density (TPD), community basal area (CBA), maximum plant height (MxH), proportion of plants above 8 m height (> 8), and mean (MD) and maximum stem diameters (MxD) of forest and non forest formations in semiarid Northeast Brazil (only surveys with inclusion criterion of PSL \geq 3 cm).

Location	Alt. (m)	MAR (mm)	Area (ha)	TPD (pl/ha)	CBA (m ² /ha)	MxH (m)	H> 8 (%)	MD (cm)	MxD (cm)	References
Forest formations										
Serra das Almas, CE	650	1044	1	5683	47.0	18	11	8.4	65	This study
Triunfo 1, PE	1100	1260	0.2	6515	56.7	14	8	8.1	102	Ferraz <i>et al.</i> 2003
Triunfo 2, PE	900	1066	0.1	3060	46.7	15	12	10.5	60	Ferraz <i>et al.</i> 2003
Pesqueira, PE	1082	681	0.3	4910	67.2	16	21	9.8	72	Correia 1996
Jatubá, PE	1020-1120	764	0.3	4406	49.6	15	12	8.7	80	Moura 1997
Serra de Bodopitá, PB	-	500	0.2	3165	31.28	-	-	-	-	Oliveira <i>et al.</i> 2009
Serra de Bodocongó, PB	-	500	0.2	3010	33.19	-	-	-	-	Oliveira <i>et al.</i> 2009
Serra do Monte, PB	-	500	0.2	4530	33.19	-	-	-	-	Oliveira <i>et al.</i> 2009
Serra do Canoió, PB	-	500	0.2	4145	23.25	-	-	-	-	Oliveira <i>et al.</i> 2009
Non forest formations										
Padre Marcos, PI	420	637	0.45	4618	24.2	9	<1	8.1	48	Oliveira <i>et al.</i> 1997
Baixa Fria, CE	750-760	838	0.25	5952	14.2	8	10	5.0	29	Araújo <i>et al.</i> 1998
Carrasco, CE	750-760	838	0.25	5722	26.8	13	9	6.5	40	Araújo <i>et al.</i> 1998
Estrondo, CE	750-760	838	0.25	6596	19.5	11	<1	5.4	27	Araújo <i>et al.</i> 1998
Capivara, PI	600	680	1	5827	31.9	-	-	-	-	Lemos & Rodal 2002

Table 7 - Results obtained with the plot and the quarter point methods for the wood component of small perimeters (\geq 3 cm and \leq 8.9 cm) in the same area of the seasonal deciduous forest of Serra das Almas, Ceará.

	Plot	Quarter point
Number of families	22	6
Number of species	50	8
Shannon Index (nats/plant)	3.26	1.403
Absolute density (plant/ha)	17500	3423
Basal area (m ² /ha)	2.8	0.002
Mean stem diameter (cm)	1.4	0.53

of this component is recommended in future studies in the region.

Density in this component of the forest was quite high, three times higher than that of the larger trees and shrubs (WCLP), but its contribution to basal area was rather small, slightly above 5% of the basal area of the larger tree and shrub component. The high density of the WCSP component entangled the vegetation, rendering it difficult to penetrate. Together with the influence of the WCLP

component, it probably contributed to the suppression of the herb/subwoody component, through light, water and nutrient competition. Density (9 plants/m²) and soil coverage (30%) in this herb/subwoody component were low, as usually reported for other forests (Richard 1996). Within the Brazilian Northeast region, many recent measurements of this component in *caatinga* areas found much higher densities, from 16 to 1587 plants/m² (Barbosa *et al.* 2005; Reis *et al.* 2006).

The larger size (height and diameter) of plants in Serra das Almas than in the non forest formations may result from greater water availability. Non-forest sites tend to have less annual rainfall than Serra das Almas and the topographic position favors the forest in Serra das Almas. Most of the carrasco sites are on top of the flat plateau and their deep, very sandy soil retains little moisture after rain events. Some of the infiltrated water seeps to the slope position where the forest is located. In fact, there is a natural fountain in the forest area but far from the study site, which was chosen to avoid its influence. Many other fountains punctuate the hundreds-of-kilometers long eastern slope of the Ibiapaba plateau and a few of them are still surrounded by forests, but unfortunately most of these forests have small and decreasing areas and only two are in protected reserves.

Mean annual rainfall is not a differentiating factor among the compared montane forests. Rainfall ranges from lower to higher than that at Serra das Almas and the structure of these forests follows no systematic trend in relation to rainfall. Rainfall distribution over the year may be as important or even more important than total annual rainfall (Murphy & Lugo 1986). Rainfall tends to be more evenly distributed closer to the coast (Pesqueira and Jataíba) than further away (Serra Talhada and Serra das Almas). This may explain the higher similarity in structure of Serra Talhada and Serra das Almas forests which are close but still hundreds of kilometers away, although other factors may be involved. Both Serra Talhada forests are small remnants of only a few hectares and have been disturbed to a higher degree than the remaining forests. The absence of taller trees in both Serra Talhada forests may result from selective cutting. Local information refers to the previous presence of much larger trees in the region. The high density of small plants at the 1100 m site may reflect regrowth in the openings left after cutting of larger trees.

Thus, it is possible to conclude that Serra das Almas forest is physiognomically distinct from the other seasonal montane forests and also from all non-forest formations analyzed in Northeast Brazil. The vegetation structure at Serra das Almas is in an intermediate position between the forests and the non-forest formations. It has a great abundance of tall, thin trees and shrubs, compared to the relative openness of the also tall but larger stemmed trees in the forests and the higher abundance of smaller trees and shrubs in the non forest formations.

Acknowledgments

The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), for the scholarship, and the Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), for financing the project (Edital Universal, processo 476285/2003-8). We also thank the Associação Caatinga for infrastructure in the field work.

References

- Andrade, K.V.S.A & Rodal, M.J.N. 2004. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecídua de terras baixas no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 463-474.
- APG – Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Araújo, F.S.; Sampaio, E.V.S.B. & Rodal, M.J.N. 1998. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente/CE. *Revista Brasileira de Biologia* 58: 85-95.
- Araújo, F.S.; Martins, F.R. & Shepherd, G.J. 1999. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 663-678.
- Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N.; Barbosa, M.R.V. & Martins, F.R. 2005b. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. (orgs.). *Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 17-35.
- Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. 2005a. *Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 445p.
- Barbosa, M.R.V.; Lima, R.B.; Agra, M.F.; Cunha, J.P. & Pessoa, M.C.R. 2005. Vegetação e flora fanerogâmica do Curimataú, Paraíba. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. (orgs.). *Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 121-138.
- Box, E.O. & Fujiwara, K. 2005. Vegetation types and their broad-scale distribution. In: van der Maarel, E. (ed.). *Vegetation ecology*. Blackwell Publishing, Oxford. Pp. 106-128.
- Correia, M.S. 1996. Estrutura da vegetação da mata serrana de um brejo de altitude em Pesqueira – PE. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 89p.

- Ferraz, E.M.N.; Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. 2003. Physiognomy and structure of vegetation along an altitudinal gradient in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Phytocoenologia* 33: 71-92.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolution Biological* 15: 1-84.
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical forest. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press. Cambridge. Pp. 146-194.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Lemos, J.R. & Rodal, M.J.N. 2002. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16: 23-42.
- Lima, J.R.; Sampaio, E.V.S.B. Rodal, M.J.N. & Araújo, F.S. 2009. Composição florística da floresta estacional decídua montana da Serra das Almas, Ceará, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 23: 756-763.
- Lins, R.C. 1978. A bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife. 65p.
- Maarel, E.V.D. 2005. Vegetation ecology - an overview. In: *Vegetation ecology*. Blackwell Publishing, Malden. Pp. 1-51.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Cambridge University Press, Cambridge. 177p.
- Mooney, H.A.; Bullock, S.H. & Medina, E. 1995. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press Cambridge. Pp. 1-9.
- Moura, F.B.P. 1997. Fitossociologia de uma mata serrana semidecídua no brejo de Jataíba, Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 260p.
- Murphy, P.G. & Lugo, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- Oliveira, M.E.A.; Sampaio, E.V.S.B.; Castro, A.A.J.F. & Rodal, M.J.N. 1997. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. *Naturalia* 22: 131-150.
- Oliveira, P.T.B.; Trovão, D.M.B.M.; Carvalho, E.C.D.C.; Souza, B.C. & Ferreira, L.M.R. 2009. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no Cariri paraibano. *Revista Caatinga* 22: 169-178.
- Pennington, R.T.; Lavin, M. & Oliveira-Filho, A.T. 2009. Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 437-57.
- Quigley, M.F. & Platt, W.J. 2003. Composition and structure of seasonally deciduous forests in the Americas. *Ecological Monographs* 73: 87-106.
- Reis, A.M.S.; Araújo, E.L.; Ferraz, E.M.N. & Moura, A.N. 2006. Inter-annual variations in the population structure of an herbaceous of caatinga vegetation in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 497-508.
- Richards, P.W. 1996. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge. 575p.
- Rodal, M. J.N.; Barbosa, M.R.V. & Thomas, W.W. 2008. Do the seasonal forests in Northeastern Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian Journal of Biology* 68: 631-637.
- Rodal, M.J.N. & Nascimento, L.M. 2006. The arboreal component of a dry forest in Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66: 479-491.
- Rodal, M.J.N. & Nascimento, L.M. 2002. Levantamento florístico da floresta serrana da Reserva Biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco. Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16: 481-500.
- Rodal, M.J.N.; Sampaio, E.V.S. & Figueiredo, M.A. 1992. Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológico - ecossistema caatinga. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. 24p.
- Shepherd, G.J. 2006. *Fitopac V*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 78p.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and ecosystems*. Macmillan, New York. 162p.

Composição florística e fisionomia de floresta estacional semidecídua submontana na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil¹

Floristic composition and physiognomy of a submontane seasonal semi-deciduous forest on Chapada Diamantina, Bahia, Brazil

Ana Paula Lima do Couto², Lígia Silveira Funch³ & Abel Augusto Conceição³

Resumo

O estudo visou conhecer a composição florística e descrever a fisionomia de um trecho de floresta estacional semidecídua submontana e investigar as relações florísticas na Chapada Diamantina. A fisionomia foi caracterizada pelo perfil e hábitos das espécies. Foram identificadas 117 espécies de 85 gêneros em 49 famílias. Alguns táxons mais ricos em espécies são recorrentes em outras florestas estudadas no Brasil, destaque às famílias Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae e Apocynaceae, e aos gêneros *Ocotea*, *Myrcia*, *Casearia* e *Inga*. O dossel apresenta árvores de 10 a 16 m de altura, destacando-se *Micropholis gardneriana* e *Pogonophora schomburgkiana*, com emergentes até 26 m de altura. O subdossel é formado por indivíduos com 6 a 9 m de altura, representado pela grande maioria das espécies de árvores. O sub-bosque é formado, em sua maioria, por indivíduos jovens das espécies dos estratos superiores, espécies de Rubiaceae e Melastomataceae e *Parodiolyra micrantha* (Poaceae). Comparações com outras florestas revelaram táxons de maior constância relativa e maior riqueza do componente arbóreo na Chapada Diamantina: Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, *Calyptanthus*, *Pouteria*, *Simarouba*, *Tapirira*, *Clusia*, *Miconia*, *Myrcia* e *Protium*. O estudo revelou distinção entre a floresta estacional semidecídua submontana e as demais formações florestais da Chapada Diamantina, reforçando a necessidade de ampliação dos estudos florísticos e estruturais dessas florestas.

Palavras-chave: fitogeografia, similaridade, semi-árido.

Abstract

This study surveyed floristic composition and physiognomy of an area of submontane seasonal semi-deciduous forest and examine floristic relationships on the Chapada Diamantina. Angiosperm species were collected monthly in 2004 and from May 2006 to August 2007. Physiognomy was characterized by the profile and species' habit. A total of 117 species belonging to 85 genera and 49 families were identified. Some of the more species-rich taxa are recurrent in other forests in Brazil, especially the families Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae and Apocynaceae, and the genera *Ocotea*, *Myrcia*, *Casearia* and *Inga*. The canopy consists of trees 10-16m tall, such as *Micropholis gardneriana* (Sapotaceae) and *Pogonophora schomburgkiana* (Euphorbiaceae) with 26-meter-tall emergents. The sub-canopy is located approximately 6-9 m above the forest floor and contains most of the tree species. The understory is composed mostly of saplings of the species that form the upper strata, species of the families Rubiaceae and Melastomataceae and *Parodiolyra micrantha* (Poaceae). Comparing with other forests showed taxa previously found on the Chapada Diamantina, indicating greater consistency and greater richness of the tree component on the Chapada: Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, *Calyptanthus*, *Pouteria*, *Simarouba*, *Tapirira*, *Clusia*, *Miconia*, *Myrcia* and *Protium*. The study indicated a distinction between Submontane Seasonal Forest and other forest formations on the Chapada, showing the need for more floristic and structural studies there.

Key words: phytogeography, similarity, semiarid.

¹ Parte da dissertação de Mestrado em Botânica da primeira autora.

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Depto. Estudos Básicos e Instrumentais, Área de Ciências Biológicas, Praça da Primavera 40, 45700-000, Itapetinga, BA. Autor para correspondência: aplicouto@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual de Feira de Santana, Depto. Ciências Biológicas, Curso de Pós-graduação em Botânica, BR 116 N km 03, Campus Universitário, 44031-460, Feira de Santana, BA.

Introdução

O Brasil é um dos países com maior diversidade de ecossistemas florestais (Leitão-Filho 1987). Dentre estes ecossistemas, a floresta estacional insere-se no domínio da Mata Atlântica *sensu lato*, um dos ecossistemas brasileiros mais ameaçados (Morellato & Haddad 2000; Oliveira-Filho & Fontes 2000). Desta forma, a manutenção da diversidade biológica tornou-se importante alvo de várias iniciativas que buscam orientar a preservação de seus remanescentes (Diegues & Arruda 2001; Oliveira-Filho *et al.* 2005a).

O incremento de pesquisas realizadas nas últimas décadas, principalmente na região Sudeste, propiciou considerável aumento do conhecimento sobre a Floresta Atlântica *sensu lato*, caracterizada como uma extensa e importante formação florestal extra-amazônica (Meira Neto *et al.* 1989; Leitão-Filho 1992). As primeiras avaliações de inventários florísticos sobre a Floresta Atlântica ocorreram em São Paulo (Salis *et al.* 1995; Torres *et al.* 1997; Ivanauskas *et al.* 2000; Scudeller *et al.* 2001; Oliveira 2006) e posteriormente em Minas Gerais (Oliveira-Filho *et al.* 1994) e Rio de Janeiro (Peixoto *et al.* 2005); ou por regiões, como Sudeste (Oliveira-Filho & Fontes 2000; Oliveira-Filho *et al.* 2005b) e Nordeste (Ferraz *et al.* 2004). Em maior amplitude geográfica, ressalta-se o trabalho de Siqueira (1994), com a análise de 63 áreas de Floresta Atlântica *sensu stricto* das Regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Na região central da Bahia situa-se a Chapada Diamantina, local de diversidade florística elevada, associada à presença de variados tipos de vegetação que incluem cerrados, florestas, caatingas e campos rupestres (Harley 1995; Funch *et al.* 2009). As florestas estacionais encontradas na borda leste da Chapada Diamantina foram caracterizadas através de seu componente arbóreo e de aspectos da topografia e solos, sendo identificadas florestas ciliares, florestas de encosta, florestas de planalto e florestas de grão (Funch *et al.* 2005, 2008).

A formação florestal predominante nessa região é a Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS) (Funch *et al.* 2005, 2008), que ocorre desde a Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, sudoeste do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul, incluindo gêneros de plantas característicos, como *Copaifera*, *Hymenaea*, *Dipteryx*, *Macherium*, *Aspidosperma*, *Casearia* e *Tabebuia* (Velloso 1992; Rizzini 1997; Marangon *et al.* 2003; Couto 2008).

As florestas estacionais semidecíduais submontanas (florestas de planalto em latossolos, a 400–600 m de altitude), objetos deste estudo, ocupavam no passado quase toda a borda oriental da Chapada Diamantina. Porém, nos últimos 20 anos foi observado o desaparecimento de uma expressiva porcentagem dessas florestas (Funch *et al.* 2005, 2008). Na tentativa de minimizar o avanço desse desmatamento, foram implantadas algumas unidades de conservação, como o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e a Área de Proteção Ambiental Marimbú - Iraquara (Franca-Rocha *et al.* 2005; Funch *et al.* 2008; SEIA 2010).

No entanto, embora haja uma consciência crescente sobre a importância dos remanescentes florestais e da necessidade de conservá-los, é evidente que há uma relativa escassez de levantamentos na Chapada Diamantina. Os estudos ainda são pontuais na borda oriental da Chapada para florestas estacionais sub-montanas e montanas (Funch 1997; Stradmann 1997, 2000; Souza 2007; Funch *et al.* 2008; Ribeiro-Filho *et al.* 2009) e na borda ocidental para florestas estacionais montanas (Nascimento 2009).

Dessa forma, o presente trabalho visa conhecer a composição florística e descrever a fisionomia de um trecho de floresta estacional semidecidual submontana, bem como investigar as relações florísticas entre o componente arbóreo da área aqui estudada e de outras florestas estudadas na Chapada Diamantina.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O trecho de floresta estudado localiza-se no município de Lençóis, no Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. O acesso é realizado a partir da BR 242 (Salvador-Brasília) (Fig. 1).

A vegetação estudada é classificada como floresta estacional semidecidual submontana (FESS, segundo Velloso *et al.* 1991), ocorrendo em relevo suave ondulado, em altitudes entre cerca de 400 a 600 m, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa e com pouca matéria orgânica (Jesus *et al.* 1985). Em geral, toda a região da Chapada Diamantina é predominantemente constituída de rochas metassedimentares com baixo grau de metamorfismo, de idade Proterozóica, frequentemente dobradas e afetadas por importantes exposições ígneas na sua parte ocidental (Jesus *et al.* 1985).

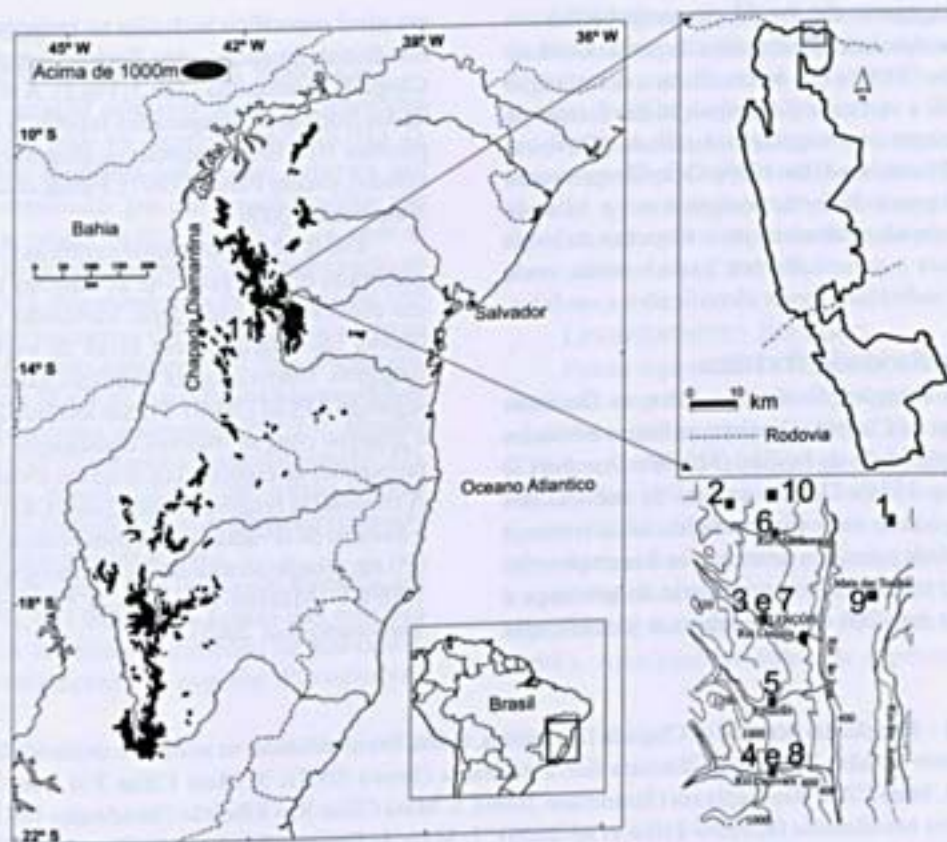


Figura 1 – Localização das florestas estudadas na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. As áreas estão numeradas conforme apresentado na Tabela 1.

Figure 1 – Localization of the studied forest in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. The indicated area comprehends the number as shown in Table 1.

Devido às condições especiais de altitude, o clima da região de Lençóis é mesotérmico do tipo Cwb, com máximo de chuvas no verão (novembro, dezembro e janeiro) e um máximo secundário em março-abril, com verão chuvoso e inverno seco (RADAMBRASIL 1981). A pluviosidade varia entre 35 mm (julho e agosto) a 184 mm (dezembro), com precipitação média excedendo 100 mm durante a estação chuvosa. As temperaturas médias mensais oscilam durante o ano, variando em torno de 18°C durante o inverno (abril-setembro) e excedendo 22°C nos meses mais quentes (outubro-fevereiro) (Funch *et al.* 2002).

Levantamento florístico

As coletas foram realizadas através de caminhadas aleatórias em 2004 e no período de maio/2006 a agosto/2007. Durante esse período foram feitas visitas mensais na busca de ramos

férteis de angiospermas. Espécies cujos indivíduos não foram observados em estágio reprodutivo foram registradas por meio de amostras estéreis de espécies amostradas no estudo fitossociológico realizado por Couto (2008). As espécies foram classificadas quanto ao hábito de acordo com os critérios adotados por Ribeiro *et al.* (1999).

O material coletado foi processado segundo a metodologia de Mori *et al.* (1989), herborizado e incluído no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). As exsiccatas estéreis foram armazenadas na coleção permanente do Laboratório de Flora e Vegetação/UEFS, como testemunhos. A identificação do material foi realizada utilizando-se bibliografia especializada, comparação com exemplares depositados no HUEFS, além de consulta direta a especialistas. A classificação taxonômica baseou-se no sistema APGII (2003).

Diagrama de perfil da vegetação

Foi elaborado um diagrama de perfil (Kershaw & Looney 1985), a fim de visualizar a distribuição horizontal e vertical e a distribuição das formas de vida presentes na vegetação estudada (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999). O perfil representou uma faixa com 30 m de comprimento e 10 m de largura, situada aleatoriamente a 40 metros da borda da floresta e delimitada por trena e corda, onde todos os indivíduos foram identificados e medidos.

Similaridade florística

As relações florísticas entre as florestas estudadas na Chapada Diamantina foram avaliadas pela similaridade de Jaccard (Müller-Dombois & Ellenberg 1974). Devido ao fato da maioria dos estudos terem sido direcionados às árvores, a similaridade calculada restringiu-se ao componente arbóreo, utilizando-se uma matriz de presença e ausência com 266 espécies arbóreas identificadas

em nível específico incluídas no presente estudo e nos demais levantamentos florísticos realizados na Chapada Diamantina (Tab.1; Fig.1). A maioria dos dados florísticos comparados foi obtida através de parcelas 10 x 10 m contínuas ou aleatórias (presente estudo), exceto Funch (1997), Funch *et al.* (2008) e Nascimento (2009).

Um quadro comparativo entre as florestas foi elaborado considerando-se as famílias mais ricas em espécies de cada área, incluindo apenas os táxons identificados em nível de espécie. Nas listagens florísticas, as famílias estão tratadas segundo APGII (2003). Foram analisadas famílias e gêneros com as maiores constâncias relativas e proporções de espécies nos diversos levantamentos. A constância relativa de um táxon (CRT) considera o número de levantamentos com presença do táxon (P) em relação ao total de levantamentos (T): $CRT = 100P/T$ (Müller-Dombois & Ellenberg 1974; Yamamoto *et al.* 2005).

Tabela 1 – Relação das florestas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil utilizadas na análise de similaridade florística. 1. Presente estudo; 2. Mata de Encosta Serra da Bacia (Souza 2007); 3. Mata Ciliar Rio Lençóis (Funch 1997); 4. Mata Ciliar Rio Capivara (Stradmann 2000); 5. Mata Ciliar Rio Ribeirão (Stradmann 1997); 6. Mata Ciliar Rio Mandassaia (Ribeiro-Filho *et al.* 2009); 7. Mata de Encosta Rio Lençóis (Funch 1997); 8. Mata de Encosta Rio Capivara (Stradmann 2000); 9. Mata de Planalto (Funch *et al.* 2008); 10. Mata de grão (Funch *et al.* 2008); 11. Mata Montana (Nascimento 2009). FEM = Floresta Estacional Montana; FES = Floresta Estacional Submontana; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo; RE = Riqueza específica; EA = Espécies arbóreas.

Table 1 – List of the forests of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil used in the analysis of floristic similarity. 1. Present study, 2. Montane forests in the Bacia mountain chain (Souza 2007); 3. Ciliary forests along the Lençóis River (Funch 1997); 4. Ciliary forests along the Capivara River (Stradmann 2000); 5. Ciliary forests Ribeirão River (Stradmann 1997); 6. Ciliary forests along the Mandassaia River (Ribeiro-Filho *et al.* 2009); 7. Montane forests besides of the Lençóis River Valley (Funch 1997); 8. Montane forests besides of the Capivara River Valley (Stradmann 2000); 9. Tableland forest (Funch *et al.* 2008); 10. Crevice forest (Funch *et al.* 2008); 11. Montane forest (Nascimento 2009). FEM = Montane Seasonal Forest; FES = Submontane Seasonal Forest; LVA = Latosols Red-Yellow; RE = Species Richness; EA = Arboreal Species.

Área	Fisionomia	Deciduidade	Coordenadas	Altitude (m)	Solo	Clima	RE/EA
1	FES	Semidecidual	12°28'S - 41°23'W	500-600	LVA	Cwb	117/88
2	FEM	Perenifólia	12°27'S - 41°28'W	1.100	Litólico	Cwb	94/71
3	FES	Perenifólia	12°33'S - 41°24'W	450-500	Litólico	Cwb	81
4	FES	Perenifólia	12°38'S - 41°23'W	600	Litólico	Aw	142/64
5	FES	Perenifólia	12°35'S - 41°23'W	800	Litólico	Cwb	38
6	FES	Perenifólia	12°33'S - 41°25'W	800	Litólico	Cwb	42
7	FEM	Perenifólia	12°33'S - 41°24'W	600-700	Litólico	Cwb	55
8	FEM	Semidecidual	12°38'S - 41°23'W	950-1.000	Litólico	Aw	116/69
9	FES	Semidecidual	12°30'S - 41°21'W	400-500	LVA	Cwb	45/45
10	FEM	Perenifólia	12°27'S - 41°25'W	1.000-1.200	Litólico	Cwb	39/39
11	FEM	Perenifólia	13°31'S - 41°58'W	1.350-1750	Litólico	Cwb	117/117

Resultados

Diagrama de perfil da vegetação

A vegetação analisada apresenta diferentes estratos, como pode ser observado no perfil (Fig. 2). Esta floresta apresenta um estrato superior não contínuo constituído por um dossel formado por árvores que variam de 10 a 16 m de altura, onde se destacam *Micropholis gardneriana* [numeração no perfil (NP) 1], *Pogonophora schomburgkiana* (NP 15), *Tapirira guianensis* (NP 30), *Diospyros sericea* (NP 33) e *Pouteria ramiflora* (NP 3); e emergentes que alcançam 18 a 26 m, como *Protium heptaphyllum* (NP 6), *Maprounea guianensis* (NP 23), *Hirtella glandulosa* (NP 10) e *Aspidosperma discolor* (NP 37). Abaixo deste dossel, situa-se um estrato arbóreo contínuo, com cerca de 6 a 9 m de altura, representado pela grande maioria das árvores.

O sub-bosque é bem iluminado formado, em sua maioria, por indivíduos jovens das espécies dos estratos superiores e espécies de Rubiaceae e Melastomataceae. A espécie *Parodiolyra*

micrantha (Poaceae) foi presente em grande parte da área amostrada. Trepadeiras são abundantes, destacando-se *Ruellia affinis*, *Coccoloba striata*, *Davilla rugosa*, *Smilax* sp. e *Paullinia* sp. Epífitas são raras, tendo-se registrado a presença de *Campylocentrum micranthum*, *Vanilla* sp. e *Notyla* sp. A lista completa das espécies coletadas e representadas no perfil pode ser visualizada na Tabela 2.

Levantamento florístico

Foram registradas 117 espécies e 85 gêneros, distribuídos em 49 famílias de angiospermas (Tab. 2), sendo 88 espécies arbóreas (75%), 15 trepadeiras (13%), seis arbustivas (5%), cinco herbáceas (4%) e três epífitas (3%), das quais 23 foram identificadas apenas em nível de gênero e duas em nível de família.

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae com 13 espécies (11,9%), Myrtaceae e Lauraceae com 10 espécies cada (8,6%), Apocynaceae com sete espécies (6%),

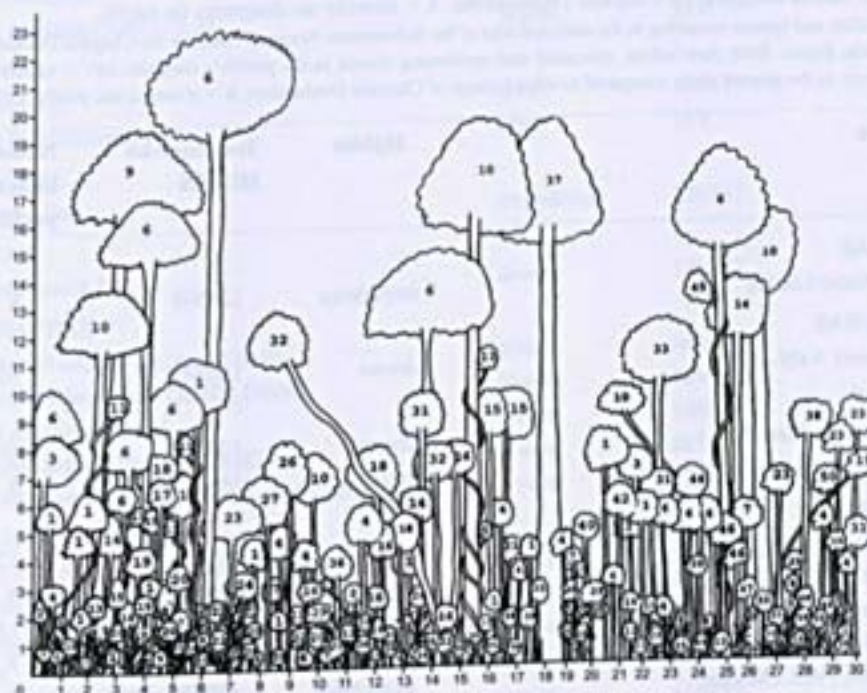


Figura 2 – Diagrama de Perfil de um trecho de 10 × 30 m de Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Parque Nacional da Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia, com indivíduos numerados conforme espécies listadas na Tabela 2.
Figure 2 – Profile diagram of an area of 10 × 30 m Submontane Semideciduous Seasonal Forest in the Chapada Diamantina National Park, Lençóis, Bahia, Brazil, with individuals numbered as listed species in Table 2.

Chrysobalanaceae e Rubiaceae com seis cada (5,1%) e Euphorbiaceae com cinco espécies (4,3%) (Tab. 3). O somatório da riqueza destas sete famílias representa 48,7% do total das espécies levantadas neste estudo. As 60 espécies restantes distribuíram-se em 42 famílias.

Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Ocotea* com sete espécies; *Myrcia* com quatro espécies; *Casearia*, *Inga*, *Byrsonima*, *Miconia* e *Eugenia* com três espécies cada. Onze gêneros foram representados por duas espécies e 68 gêneros por apenas uma.

Similaridade florística

Ao analisar os levantamentos florísticos na região da Chapada Diamantina, foram registradas 266 espécies arbóreas e 153 gêneros, distribuídos em 69 famílias de angiospermas. As famílias com

maior riqueza específica apresentaram valores de constância relativa acima de 80%, sendo máximo para as famílias Anacardiaceae, Apocynaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Sapotaceae e Simaroubaceae, nas 11 áreas comparadas (Tab. 4).

Por meio do dendrograma de similaridade, com correlação cofenética de 0,89, é possível distinguir dois grupos com similaridade de Jaccard a partir de 25% (Fig. 3). Um grupo (B) incluindo as áreas 5, 6, 10 e 11 respectivamente a Mata Ciliar do Rio Ribeirão (FES); a Mata Ciliar do Rio Mandassaia (FES), a Mata de Grotão (FEM) e a Mata de Rio de Contas/Rio do Pires (FEM); e o grupo (A) com sete, este último incluindo o par mais similar (60%) formado pela Mata de Encosta do Rio Lençóis (FEM) e a Mata de Planalto (FES). O presente estudo apresenta 37% de similaridade com o grupo C formado por cinco áreas (4, 8, 7, 9, 3), que juntos formam um grupo 45% similar.

Tabela 2 – Famílias e espécies ocorrentes em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Parque Nacional da Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia, Brasil, com respectivos hábitos, materiais testemunhos e numeração indicada no diagrama de perfil. MV = material vegetativo; * = espécies referidas apenas no presente estudo em comparação com outras listagens da Chapada Diamantina; X = ausente no diagrama de perfil.

Table 2 – Plant families and species occurring in the analyzed area of the Submontane Seasonal Forest in the Chapada Diamantina National Park, Lençóis, Bahia, Brazil. With their habits, specimen and numbering shown in the profile's diagram. MV = vegetative material, * = species listed only in the present study compared to other listings of Chapada Diamantina, X = absent in the profile's diagram.

Família/Espécie	Hábito	Testemunho HUEFS	Numeração indicada no perfil
ACANTHACEAE			
<i>Ruellia affinis</i> (Nees) Lindau	trepadeira	120568	X
ANACARDIACEAE			
<i>Tupirira guianensis</i> Aubl.	árvore	120582	30
ANNONACEAE			
<i>Guatteria oligocarpa</i> Mart.*	árvore	120563	48
<i>Xylopia</i> sp.	árvore	MV	X
APOCYNACEAE			
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	árvore	MV	37
<i>Blepharodon nitidum</i> (Vell.) J. F. Macbr	trepadeira	120591	X
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	árvore	120542	14
<i>Mandevilla scabra</i> (Roem. & Schutt.) K. Schum.	trepadeira	120589	X
<i>Odontadenia lutea</i> (Vell.) Markgr.	trepadeira	120534	X
<i>Odontadenia</i> sp.	trepadeira	MV	25
<i>Temnadenia violacea</i> (Vell.) Miers	trepadeira	120590	X
ARALIACEAE			
<i>Schefflera</i> sp.	árvore	MV	X

Família/Espécie	Hábito	Testemunho HUEFS	Numeração indicada no perfil
ASTERACEAE			
<i>Mikania lindbergii</i> Baker in Mart.	trepadeira	120535	X
BIGNONIACEAE			
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawler) Miers	trepadeira	124622	X
BORAGINACEAE			
<i>Condia bicolor</i> A. DC.*	árvore	MV	X
BURSERACEAE			
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	árvore	120540	6
CELASTRACEAE			
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	árvore	MV	27
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Couepia</i> cf. <i>impressa</i> Prance	árvore	MV	8
<i>Couepia</i> sp.	árvore	MV	X
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	árvore	120549	10
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	árvore	120574	17
<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	árvore	MV	X
<i>Licania</i> sp.	árvore	MV	42
CLUSIACEAE			
<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey	árvore	120576	36
COMBRETACEAE			
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.) Eichl	árvore	MV	X
CYPERACEAE			
<i>Rhynchospora</i> sp.	erva	120532	43
Cyperaceae Indeterminada	erva	MV	32
DILLENIACEAE			
<i>Davilla rugosa</i> Poit.	trepadeira	120537	35
EBENACEAE			
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	árvore	120552	33
EUPHORBIACEAE			
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill	árvore	MV	X
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	árvore	MV	X
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	árvore	120551	23
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	árvore	MV	24
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	árvore	120556	15
FABACEAE			
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>colubrina</i> (Griseb.) Alsch.	árvore	MV	X
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	árvore	MV	49
<i>Bauhinia funchiana</i> A. Vaz	arbusto	MV	X
<i>Bauhinia</i> sp.	trepadeira	MV	45
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	árvore	120575	X
<i>Hymenolobium jancirensense</i> var. <i>stipulatum</i> (N. Mattos) Lima	árvore	MV	7
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	árvore	MV	X
<i>Inga thibaudiana</i> D.C	árvore	MV	38
<i>Inga</i> sp.1	árvore	MV	34

Família/Espécie	Hábito	Testemunho HUEFS	Numeração indicada no perfil
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin & Barneby	árvore	110075	X
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	árvore	MV	X
<i>Swartzia bahiensis</i> Cowan	árvore	120547	X
Fabaceae indeterminada 1	arbusto	MV	20
HYPERICACEAE			
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	árvore	120583	X
ICACINACEAE			
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	árvore	120538	X
LACISTEMACEAE			
<i>Lacistema robustum</i> Schinzi.	árvore	120555	X
LAURACEAE			
<i>Alouea guianensis</i> Aubl.	árvore	MV	19
<i>Cinnamomum</i> sp.	árvore	MV	X
<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	árvore	MV	31
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez *	árvore	MV	X
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez *	árvore	MV	50
<i>Ocotea glomerata</i> (Ness) Mez *	árvore	120580	X
<i>Ocotea nitida</i> (Meisn.) Rohwer *	árvore	96130	18
<i>Ocotea</i> sp.1	árvore	MV	29
<i>Ocotea</i> sp.2	árvore	MV	X
<i>Ocotea</i> sp.3	árvore	MV	47
LECYTHIDACEAE			
<i>Eschweilera tetrapetala</i> Mori	árvore	96124/110082	X
LOGANIACEAE			
<i>Antonia ovata</i> Pohl	árvore	120541	X
MALPIGHIACEAE			
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth *	árvore	MV	X
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	árvore	120554	X
<i>Byrsonima</i> sp.	árvore	MV	X
MALVACEAE			
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns *	árvore	MV	X
MARANTHACEAE			
<i>Monotagma plurispicatum</i> (Koern.) Schum	erva	120546	X
MELASTOMATAACEAE			
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC	árvore	120559	4
<i>Miconia rimalis</i> Naudin. *	árvore	120539/120581	26
<i>Miconia</i> sp.	árvore	MV	44
MELIACEAE			
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. *	árvore	MC	X
MYRSINACEAE			
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	árvore	110076	X
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	árvore	96127	X

Família/Espécie	Hábito	Testemunho HUEFS	Numeração indicada no perfil
MYRTACEAE			
<i>Calyptranthes lucida</i> DC.	árvore	MV	X
<i>Eugenia laxa</i> DC. *	árvore	MV	X
<i>Eugenia platyclada</i> O.Berg	árvore	120592	X
<i>Eugenia</i> sp.	árvore	MV	X
<i>Myrcia detergens</i> Miq.	árvore	96121	46
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC. *	árvore	MV	X
<i>Myrcia obovata</i> (Berg) Niedenzu *	árvore	120577	X
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	árvore	120553	22
<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) Mc Vaugh *	árvore	96112	X
<i>Psidium brownianum</i> DC.	árvore	MV	X
OLACACEAE			
<i>Heisteria perianthomega</i> (Vell.) Sleumer	árvore	MV	2
<i>Schoepfia obliquifolia</i> Turcz.	árvore	MV	X
ORCHIDACEAE			
<i>Campylocentrum micranthum</i> Rolfe	epífita	MV	X
<i>Noryla</i> sp.	epífita	MV	X
<i>Vanilla</i> sp.	epífita	MV	X
POACEAE			
<i>Parodiolyra micrantha</i> (Kunth) Davidse & Zuloaga	erva	120569	9
POLYGALACEAE			
<i>Polygala oxyphylla</i> DC	erva	96114	X
<i>Coccoloba striata</i> Benth.	trepadeira	120562	X
PROTEACEAE			
<i>Euplassa</i> sp.	árvore	MV	13
RUBIACEAE			
<i>Amaïoua guianensis</i> Aubl.	árvore	120531	X
<i>Malanea</i> sp.	trepadeira	120579	11
<i>Malopanthera paniculata</i> Turcz. *	árvore	110081	X
<i>Palicourea marcgravii</i> A. St.-Hil.	arbusto	120561	28
<i>Psychotria hoffmansegianna</i> (Roem. & Schult.) Muell. Arg.	arbusto	96115	X
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	arbusto	120530	12
RUTACEAE			
<i>Hortia arborea</i> Engl.	árvore	MV	X
SALICACEAE			
<i>Casearia arborea</i> (Rich) Urb.	árvore	MV	16
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	árvore	120573	X
<i>Casearia decandra</i> Jacq. (Rich.) Urb. *	árvore	120571	X
SAPINDACEAE			
<i>Cupania cf. oblongifolia</i> Mart.	árvore	MV	X
<i>Paullinia</i> sp.	trepadeira	120588	5
SAPOTACEAE			
<i>Micropholis gardneriana</i> (DC.) Pierre	árvore	120578	1
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	árvore	MV	3
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	árvore	MV	40

Família/Espécie	Hábito	Testemunho HUEFS	Numeração indicada no perfil
SIMAROUBACEAE			
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	árvore	MV	X
SMILACACEAE			
<i>Smilax</i> sp.1	trepadeira	120566	X
<i>Smilax</i> sp.2	trepadeira	MV	41
SIPARUNACEAE			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	árvore	MV	X
SYMPLOCACEAE			
<i>Symplocos nitens</i> (Pohl.) Benth. *	árvore	120572	X
TRIGONIACEAE			
<i>Trigonía eriosperma</i> (Lam.) Fromm & E. Santos	árvore	120584	X
TURNERACEAE			
<i>Turnera cearensis</i> Urb.	árvore	120587	X
VOCHYSIACEAE			
<i>Qualea</i> sp.	árvore	MV	21
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart. *	árvore	120585	X
<i>Vochysia</i> sp.	arbusto	MV	39

Tabela 3 – Número de espécies por família, dentre as famílias mais ricas, nas florestas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. O número entre parênteses refere-se à ordem de predominância da família nos respectivos estudos. 1. Presente estudo; 2. Mata de Encosta Serra da Bacia; 3. Mata Ciliar Rio Lençóis; 4. Mata Ciliar Rio Capivara; 5. Mata Ciliar Rio Ribeirão; 6. Mata Ciliar Rio Mandassaia; 7. Mata de Encosta Rio Lençóis; 8. Mata de Encosta Rio Capivara; 9. Mata de Planalto; 10. Mata de grão; 11. Mata Montana. Myrt = Myrtaceae; Lau = Lauraceae; Fab = Fabaceae; Chrys = Chrysobalanaceae; Euph = Euphorbiaceae; Salic = Salicaceae; Sapot = Sapotaceae; Rub = Rubiaceae; Melas = Melastomataceae; Apoc = Apocynaceae; Voch = Vochysiaceae; Olac = Olacaceae; Clus = Clusiaceae; Anac = Anacardiaceae. * = Famílias que dentro de uma área estudada não fizeram parte das mais ricas.

Table 3 – Number of species per family among the richest family in the forests of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. The number in parentheses refers to the order of family's predominance studies. 1. Present study, 2. Montane forests in the Bacia mountain chain, 3. Ciliary forests along the Lençóis River; 4. Ciliary forests along the Capivara River; 5. Ciliary forests Ribeirão River; 6. Ciliary forests along the Mandassaia River; 7. Montane forests besides of the Lençóis River Valley; 8. Montane forests besides of the Capivara River Valley; 9. Plateau forest; 10. Crevice forest; 11. Montane forest. * = Families within of study area were not part of the richest.

Área	Fonte	Myrt	Lau	Fab	Chrys	Euph	Sapot	Rub	Melas	Apoc	Voch	Clus	Anac
1	Presente estudo	9(1)	6(2)	6(2)	4(3)	4(3)	3(4)	*	2(5)	*	*	*	*
2	Souza (2007)	6(1)	2(5)	4(3)	2(4)	6(1)	*	5(2)	*	*	*	*	*
3	Funch (1997)	14(1)	*	10(2)	4(4)	5(3)	3(5)	*	5(3)	3(5)	3(5)	*	*
4	Stradmann (2000)	5(2)	*	8(1)	2(5)	4(3)	4(3)	*	2(5)	*	3(4)	*	*
5	Stradmann (1997)	6(1)	2(3)	2(3)	2(3)	*	2(3)	*	3(2)	*	*	3(2)	2(3)
6	Ribeiro-Filho et al. (2009)	4(1)	*	*	*	2(3)	*	2(3)	*	3(2)	*	4(1)	2(3)
7	Funch (1997)	5(2)	*	8(1)	3(4)	4(3)	2(5)	2(5)	3(4)	3(4)	*	*	*
8	Stradmann (2000)	*	2(3)	6(1)	3(2)	3(2)	3(2)	*	*	2(3)	2(3)	*	*
9	Funch 2008	6(1)	*	6(1)	3(3)	4(2)	3(3)	*	2(4)	2(4)	*	*	*
10	Funch 2008	6(1)	*	2(2)	*	*	*	2(2)	*	*	*	*	2(2)
11	Nascimento 2009	20(1)	10(2)	4(5)	*	4(5)	3(8)	4(5)	5(3)	3(8)	3(8)	3(8)	*

Tabela 4 – Constância relativa (CR) das famílias e gêneros de maior riqueza específica nas diferentes formações florestais da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Table 4 – Relative Constancy (CR) of the families and genera of the richest families in different forest formations of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil.

Família	CR ^(%)	Gênero	CR ^(%)
Anacardiaceae	100	<i>Calypttranthes</i>	100
Apocynaceae	100	<i>Pouteria</i>	100
Leguminosae	100	<i>Simarouba</i>	100
Myrtaceae	100	<i>Tapirira</i>	100
Sapotaceae	100	<i>Clusia</i>	91
Simaroubaceae	100	<i>Miconia</i>	91
Clusiaceae	91	<i>Myrcia</i>	91
Euphorbiaceae	91	<i>Byrsonima</i>	82
Melastomataceae	91	<i>Guapira</i>	82
Burseraceae	82	<i>Protium</i>	82
Chrysobalanaceae	82	<i>Aspidosperma</i>	73
Malpighiaceae	82	<i>Heisteria</i>	73
Nyctaginaceae	82	<i>Himatanthus</i>	73
Rutaceae	82	<i>Inga</i>	73

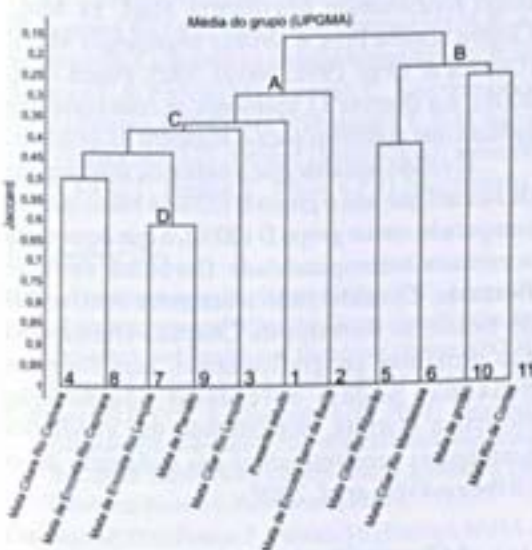


Figura 3 – Dendrograma de similaridade de Jaccard e UPGMA, incluindo a área de estudo e mais dez áreas de florestas na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. As áreas estão numeradas conforme apresentada na Tabela 1.

Figure 3 – Dendrogram of Jaccard similarity and UPGMA, including the study area and ten forest areas in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil are number as shown in Table 1.

Discussão

Em geral, as florestas da borda oriental da Chapada Diamantina apresentam uma estratificação horizontal semelhante: o dossel é contínuo com árvores que variam de 8 a 12m representadas por *Tapirira guianensis*, *Clusia nemorosa*, *Alchornea triplinervia*, *Balizia pedicellaris*, *Diospyros sericea*, *Bowdichia virgilioides*, *Maprounea guianensis*, *Emmotum nitens* e *Vochysia pyramidalis*; e emergentes que atingem 20 m como *Aspidosperma discolor* e *Hymenolobium janeirense* var. *stipulatum* (Funch *et al.* 2002, 2008).

Nas florestas da borda ocidental as árvores do dossel apresentam altura entre 6 a 9 m, com emergentes atingindo até 35 m, como *Pouteria torta* (Nascimento 2009). No presente estudo, verificou-se a presença de dossel mais elevado, atingindo 16 m de altura e com representantes recorrentes em outras florestas além de *Micropholis gardneriana*, *Pogonophora schomburgkiana* e *Pouteria ramiflora*, e emergentes com cerca de 26m, assim como observado por Funch *et al.* (2002, 2008) para as FES (florestas de planalto). Verifica-se que as florestas estacionais submontanas (florestas de planalto) sobre latossolo na borda leste da Chapada Diamantina apresentam o estrato vegetacional mais alto que as demais florestas.

O sub-bosque da floresta analisada apresenta elevado número de jovens das espécies dos estratos superiores, sugerindo que esta comunidade se encontra em crescimento, por ser constituída em sua maioria de jovens, com eficiente regeneração (Marangon 1999). Outro elemento abundante na floresta são as trepadeiras que, segundo Udulutsch *et al.* (2004), são importantes no funcionamento das florestas estacionais por fornecem recursos à fauna, aspecto também observado nas outras áreas florestais da Chapada (Souza 2007, Funch *et al.* 2008).

Considerando o estrato arbóreo, encontrou-se poucas famílias, totalizando mais da metade das espécies observadas. A concentração de riqueza específica em poucas famílias está de acordo com a maioria dos estudos em florestas estacionais semidecíduais realizados na Chapada Diamantina (Funch 1997; Stradmann 2000), bem como em outras áreas do Nordeste (Rodal *et al.* 2005; Neves 2005) e Sudeste (Leitão-Filho 1987; Ivanauskas *et al.* 1999; Santos & Kinoshita 2003; Yamamoto *et al.* 2005; Marangon *et al.* 2003; Souza *et al.* 2003).

Fabaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Lauraceae se destacaram no presente estudo e nas outras dez áreas estudadas na Chapada Diamantina (Tab. 3), estando entre as famílias com alta constância e alta riqueza nas florestas estacionais semidecíduais do Brasil (Oliveira-Filho & Fontes 2000; Santos & Kinoshita 2003) e entre as famílias mais ricas em espécies lenhosas do mundo (Yamamoto *et al.* 2005). Myrtaceae é a família com o maior número de espécies na Chapada Diamantina, tanto na borda oriental quanto na borda ocidental, seguida por Fabaceae, Chrysobalanaceae, Sapotaceae, Melastomataceae e Apocynaceae.

Juntamente com as famílias anteriormente citadas, Anacardiaceae e Simaroubaceae apresentam maior constância relativa (Tab. 4). Essas famílias são de grande importância ecológica, com elevada riqueza florística em diversos ecossistemas (Funch 1997; Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999). Estes dados corroboram com a hipótese de Yamamoto *et al.* (2005) de que se uma família é muito rica em espécies e tem uma distribuição muito ampla, ela constará dentre as famílias de maior constância e maior riqueza em qualquer lugar de sua área de distribuição.

Embora a composição de famílias encontrada seja a esperada para as florestas estacionais, o presente estudo acrescentou muito à riqueza de espécies (88) das FESS da borda leste da Chapada Diamantina: estudos prévios registraram apenas 45 espécies, distribuídas em 21 gêneros e 25 famílias (Funch *et al.* 2005, 2008). Portanto, há necessidade de mais estudos nos fragmentos de florestas estacionais do estado da Bahia, em especial na Chapada Diamantina, como já evidenciado por Cardoso & Queiroz (2008) e Cardoso *et al.* (2009), os quais registraram novas ocorrências para a Bahia, além de coletas raras, em fragmentos de florestas estacionais.

Neste sentido, este levantamento amostrou 18 espécies arbóreas ainda não registradas para quaisquer tipos florestais para a Chapada Diamantina, como *Guatteria oligocarpa* (Annonaceae), *Cordia bicolor* (Boraginaceae), *Swartzia bahiensis* (Fabaceae) e *Nectandra membranaceae* (Lauraceae). Além disso, este estudo reforçou os resultados de Funch *et al.* (2008), que ao considerar o conjunto florístico de espécies arbóreas presentes nas formações florestais da Chapada Diamantina, verificou que apenas *Eschweilera tetrapetala* (Lecythidaceae) se apresenta como espécie restrita às FESS (florestas

de planalto), estando fortemente associada à presença de latossolo.

Os resultados da análise de similaridade florística entre as florestas da Chapada Diamantina revelou maior similaridade florística do componente arbóreo entre as áreas 7 e 9 (38 espécies em comum), entre as áreas 4 e 8 (31 espécies em comum) e entre o presente estudo e os grupos C e A (41 espécies em comum). O conjunto de espécies das áreas 4, 7, 8 e 9 compõe formações florestais que se situam em cotas altitudinais semelhantes, entre 500 e 700 m, em geral apresentando episódios notáveis de queda foliar na estação seca.

A dissimilaridade do grupo A com o grupo B deve-se provavelmente às particularidades ambientais apresentadas por este último, o que reflete em algumas espécies exclusivas como *Clusia melchiorii* e *Guapira obtusata*. São florestas perenifólias acima de 800m de altitude com fornecimento hídrico, seja fluvial ou por chuvas orográficas. As florestas 5 e 6 estão localizadas a margem de rios. A floresta 10 (mata de grotão) situa-se em fendas (falhas geológicas) relativamente estreitas na encosta das serras, proporcionando ambientes sombreados e protegidos do fogo e ocupada por espécies restritas a ambientes úmidos como *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq., *Clethra scabra* Pers. e *Drimys brasiliensis* Miers. (Guedes & Orge 1998; Neves 2005; Funch *et al.* 2008); e a floresta 11 apresenta-se com constante neblina que contribui para o aumento da umidade.

É válido ressaltar que o índice de similaridade de Jaccard que une o grupo B (25%) é baixo quando comparado com o grupo D (60%), o que demonstra acentuada heterogeneidade florística entre as florestas. Considerando o tamanho continental do Brasil, as florestas da Chapada Diamantina são próximas geograficamente, mas florestas próximas podem apresentar composição florística distinta, dependendo das condições ambientais predominantes em cada uma delas (Ribeiro-Filho *et al.* 2009).

A Chapada Diamantina ocupa aproximadamente 15% do território baiano. No entanto estudos florísticos sobre seus ecossistemas florestais, principalmente estacionais, ainda são escassos, especialmente a região situada entre o norte de Minas Gerais e o centro-sul da Bahia da Cadeia do Espinhaço. Tal fato limita um melhor entendimento das relações florísticas sobre as florestas dessas regiões.

O presente estudo contribuiu com o registro de 57 espécies não catalogadas para as FESS do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Tab. 2). Das 88 espécies arbóreas inventariadas, 70 são recorrentes em florestas estacionais da Chapada, sendo 18 ainda não registradas para quaisquer tipos de florestas, o que reforça a necessidade de ampliação dos estudos florísticos e estruturais para melhor revelar a sua riqueza e heterogeneidade. Ressalta-se a ocorrência da espécie *Eschweilera tetrapetala*, a única espécie apontada como restrita para as FESS da Chapada Diamantina, corroborando estudos prévios de Funch *et al.* (2005, 2008).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq a concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor, à FAPESB o apoio financeiro para realização do projeto, ao IBAMA a concessão da licença de pesquisa, ao apoio do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UEFS, a R. Funch, M.A. Santos e N.F.B. Cruz a ajuda no trabalho de campo, a Fundação Chapada Diamantina a hospedagem durante toda pesquisa, às identificações dos taxonomistas: A. Rapini (Apocynaceae), S.C. Ferreira (Asteraceae), M.M.S. Castro (Bignoniaceae), M.N.S. Staf (Boraginaceae), D.S.C. Torres (Euphorbiaceae), L.P. Queiroz (Fabaceae), P.D. Carvalho (Malpighiaceae), A.K.A. Santos e R. Goldenberg (Melastomataceae), R.B. Santos e L.S. Funch (Myrtaceae), C. Van den Berg (Orchidaceae), R.P. Oliveira (Poaceae), E.B.M. Silva (Polygalaceae), J.G. Jardim (Rubiaceae), além de J.R.S. Silva, F. França, E. Melo, e F.H. Nascimento.

Referências

- APG – The Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Cardoso, D.B.O.S. & Queiroz, L.P. 2008. Floristic composition of seasonally dry tropical forest fragments in Central Bahia, Northeastern Brazil. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 2: 551-573.
- Cardoso, D.B.O.S.; França, F.; Novais, J.S.; Ferreira, M.H.S.; Santos, R.M.; Carneiro, V.M.S. & Gonçalves, J.M. 2009. Composição florística e análise fitogeográfica de uma floresta semidecídua na Bahia, Brasil. *Rodriguésia* 60: 1055-1076.
- Couto, A.P.L. 2008. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional submontana, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 51p.
- Diegues, A.C. & Arruda, R.S.V. 2001. Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. *Biodiversidade Vol. 4*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília; USP, São Paulo. 176p.
- Franca Rocha, W.J.S.; Juncá, F.A.; Chaves, J.M. Funch, L.S. 2005. Considerações finais e recomendações para conservação. In: Juncá, F.A.; Funch, L. & Franca Rocha, W.J.S. (ed.). *Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 409-435.
- Ferraz, E.M.N.; Araújo, E.L. & Silva, S.I. 2004. Floristic similarities between lowland and montane areas of Atlantic Coastal Forest in Northeastern Brazil. *Plant Ecology* 174: 59-70.
- Funch, L.S. 1997. Composição florística e fenologia de mata ciliar e mata de encosta adjacentes ao rio Lençóis, Lençóis, Bahia. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas. 298p.
- Funch, L.S. 2008. Florestas da região norte do Parque Nacional da Chapada Diamantina e seu entorno. In: Funch L.S.; Funch, R.R. & Queiroz L.P. Serra do Sincorá – Parque Nacional da Chapada Diamantina. Ed. Radam, Feira de Santana. Pp. 63-77.
- Funch, L.S.; Funch, R.R. & Barroso, G.M. 2002. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica* 34: 40-50.
- Funch, L.S.; Funch, R.R.; Harley, R.; Giulietti, A.M.; Queiroz, L.P.; França, F.; Melo, E.; Gonçalves, C.N. & Santos, T. 2005. Florestas estacionais semidecíduas. In: Juncá, F.A.; Funch, L. & Rocha, W. (ed.). *Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 181-193.
- Funch, L.S.; Rodal, M.J.N. & Funch, R.R. 2008. Floristic aspects of the forests of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. In: Thomas, W. & Briton, E.G. (org.). *The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil*. Mem. of the New York Botanical Garden Press 100: 193-220.
- Funch, R.R.; Harley, R.M. & Funch, L.S. 2009. Mapping and evaluation of the state of conservation of the vegetation in and surrounding the Chapada Diamantina National Park, ne Brazil. *Biota Neotropica* 9: 11-12.
- Guedes, M.L.S & Orge, M.D.R. 1998. Checklist das espécies vasculares do morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadilha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. EDUFBA, Salvador. 68p.
- Harley, R.M. 1995. Introdução. In: Stannard, B.L. (ed.). *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 43-78.
- Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 1999. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Scientia Forestalis* 56: 83-99.
- Ivanauskas, N.M.; Monteiro, R.; Rodrigues, R.R. 2000. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica

- no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Ecology* 1-2: 71-81.
- Jesus, E.F.; Falk, F.H. & Marques, T.M. 1985. Caracterização geográfica e aspectos geológicos da Chapada Diamantina, Bahia. Centro Editorial e Didático da Bahia, Salvador. 50p.
- Kamino, L.H.Y.; Oliveira-Filho, A.T. & Stehmann, J.R. 2008. Relações florísticas entre as fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *In: Megadiversidade Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridade de conservação*. Vol. 4, no 1-2. *Conservação Internacional*. Pp. 39-77.
- Kershaw, K.A. & Looney, J.H.H. 1985. *Quantitative and dynamic plant ecology*. Edward Arnold, London. 282p.
- Leitão-Filho, H.F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.
- Leitão Filho, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. *In: Morellato, L.P.C. (org.) História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, Pp. 40-62.
- Marangon, L.C. 1999. Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 135p.
- Marangon, L.C.; Soares, J.J. & Feliciano, A.L.P. 2003. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 27: 207-215.
- Meira-Neto, J.A.A.; Bernacci, L.C.; Grombone, M.T.; Tamashiro, J.Y. & Leitão-Filho, H.F. 1989. Composição florística da floresta semidecidual de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia, estado de São Paulo). *Acta Botanica Brasilica* 3: 51-74.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian atlantic forest. *Biotropica* 32: 786-792.
- Mori, S.A.; Silva, L.A.M.; Lisboa, G. & Coradin, L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. CEPEC/CEPLAC, Ilhéus. 104p.
- Müller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, Wiley.
- Nascimento, F.H.F. 2009. As florestas alto montanas nordestinas, sul da Chapada Diamantina, Bahia: florística, estrutura e relações biogeográficas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 250p.
- Neves, M.L.C. 2005. Caracterização da vegetação de um trecho de mata atlântica de encosta na Serra da Jibóia, Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 101p.
- Oliveira, R.J. 2006. Variação da composição florística e da diversidade alfa das florestas atlânticas no estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 144p.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semi-deciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 51: 355-389.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fluminhan-Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. *Cerne* 5: 52-64.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M. A. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Jarenkow, J.A. & Rodal, M.J.N. 2005a. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. *In: Pennington, R.T.; Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (orgs.) Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. CRC Press, Boca Raton. Pp. 151-184.
- Oliveira-Filho, A.T.; Tameirão-Neto, E.; Carvalho, W.A.C.; Werneck, M.; Brina, A.E.; Vidal, C.V.; Rezende, S.C. & Pereira, J.A.A. 2005b. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de floresta atlântica *sensu lato* na região das bacias do leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). *Rodriguésia* 56: 185-235.
- Peixoto, G.L.; Martins, S.V.; Silva, A.F.; & Silva, E. 2005. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de floresta atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 19: 539-547.
- RADAMBRASIL. 1981. Levantamento de recursos naturais. Folha SD.24 - Salvador. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro. 624p.
- Ribeiro-Filho, A.A.; Funch, L.S. & Rodal, M.J.N. 2009. Composição florística da Floresta Ciliar do Rio Mandassaia, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Rodriguésia* 60: 265-276
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothères, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta da terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus. 800p.
- Rizzini, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia de Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro. 747p.
- Rodal, M.J.N.; Lucena, M.F.A.; Andrade, K.V.S.A. & Melo, A.L. 2005. Mata do Toró: uma floresta estacional semidecidual de terras baixas no nordeste do Brasil. *Hoehnea* 32: 283-294.

- Santos, K. & Kinoshita, L.S. 2003. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, município de Campinas, SP. *Acta Botanica Brasilica* 17: 325-341.
- Salis, S.M.; Shepherd, G.J. & Joly, C.A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semi-deciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeast Brazil. *Vegetatio* 119: 155-164.
- Scudeller, V.V.; Martins, F.R. & Shepherd G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152: 185-199.
- SEIA. Sistema Estadual de Informações Ambientais da Bahia. 2010. Unidades de Conservação - APA Marimbus/Iraquara. Disponível em <<http://www.seia.ba.gov.br/seuc/unidades>>. Acesso em 17 out 2010.
- Siqueira, M.F. 1994. Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 143p.
- Sousa, A.E.A. 2007. Composição florística e estrutura de uma mata de encosta, Serra da Bacia, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Palmeiras, Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Souza, J.S.; Espírito-Santo, F.D.B.; Fontes, M.A.L.; Oliveira-Filho, A.T. & Botezelli, L. 2003. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras - MG *Revista Árvore* 27: 185-206.
- Stradmann, M.T.S. 1997. Composição florística de um trecho de mata ciliar da Trilha do Brotão e estudo quantitativo do estrato arbóreo-arbustivo. Rio Ribeirão Parque Nacional a Chapada Diamantina, Bahia - Brasil. Monografia de conclusão de curso, UFBA, Salvador.
- Stradmann, M.T.S. 2000. Composição florística da mata ciliar da foz do Rio Capivara e análise quantitativo do estrato arbustivo-arbóreo. Rio Ribeirão Parque Nacional a Chapada Diamantina. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador. 130p.
- Torres, R.B.; Martins, F.R. & Gouvêa, L.S.K. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 41-49.
- Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, São Paulo.
- Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. 92p.
- Udulutsch, R.G.; Assis, M.A. & Picchi, D.G. 2004. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro - Araras, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 125-134.
- Yamamoto, L.F.; Kinoshita, L.S. & Martins, F.R. 2005. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo de um trecho da Floresta Estacional Semidecídua Montana, município de Pedreira, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 191-202.

Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará¹

Floristic composition and phytosociological structure of an urban savannic vegetation fragment in the pre-litoranean plains of Fortaleza, Ceará

Marcelo Freire Moro^{1,3,4}, Antônio Sérgio Farias Castro & Francisca Soares de Araújo²

Resumo

O crescimento urbano promove redução na cobertura vegetal, introdução de espécies exóticas e tem sérias implicações na conservação biológica. Um fragmento com vegetação savânica (24 ha - 3°47'55"S e 38°29'10"W) localizado na zona urbana de Fortaleza, Ceará, teve sua flora amostrada por coletas assistemáticas e teve um hectare inventariado em um estudo fitossociológico. Para a listagem florística foram coletadas espécies de todas as formas de crescimento presentes no fragmento. Para a descrição da estrutura da vegetação foram alocadas de forma aleatória oito transeções de 5 × 250 m totalizando 1ha, nas quais foram medidos os perímetros e altura dos indivíduos lenhosos com perímetro no nível do solo (PNS) maior ou igual a 9 cm. Foram coletadas 151 espécies (138 indígenas e 13 exóticas) no levantamento florístico e 37 (35 indígenas) no levantamento fitossociológico. A densidade e a área basal total da comunidade foram, respectivamente, 1218 ind/ha e 7,34 m²/ha e a altura e diâmetro médios foram, respectivamente, 2,53 ± 1,29 m e 6,68 ± 5,67 cm, o que enquadra a área estudada dentro da amplitude de variações encontradas em áreas de cerrado *sensu stricto* e campo cerrado. Os resultados alcançados incrementam as poucas informações sobre as savanas costeiras do nordeste.

Palavras-chave: Cerrado, fitossociologia, florística, savanas pré-litorâneas, zona costeira.

Abstract

Urban growth promotes reduction in the vegetation cover, introduction of exotic species and has serious implications for biological conservation. In the urban area of Fortaleza, Ceará state, a vegetation fragment with savannic physiognomy (24 ha - 3°47'55"S and 38°29'10"W) was sampled for a floristic survey and had 1 ha subjected to a phytosociological inventory. The floristic list of the fragment, considered a priority area for municipal conservation, is showed here. Phytosociological data have also been sampled, providing more information about the savannas from the Brazilian's Northeast coast. For the floristic list, species from all growth forms present in the fragment were collected. For the description of the structure of the vegetation, we assigned randomly eight transects with 5 × 250 m (1ha in total) in which the perimeters at ground level (PNS) and the total height of individual plants were measured for all woody plants with PNS greater than or equal to 9 cm. In the floristic survey we collected 151 species (138 indigenous and 13 exotic) and in the phytosociological study, 37 species (35 native). The density and basal coverage of the community were 1218 ind/ha and 7.34 m²/ha, respectively. The average height and average diameter were respectively 2.53 ± 1.29 m and 6.68 ± 5.67 cm. Although our study site is geographically out of the Cerrado domain, it has structural variables compatible with the ones observed within the range of variations found in other Cerrado areas.

Key words: Cerrado, phytosociology, floristic, coastal savannas, coastal region.

¹Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPA).

²Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Centro de Ciências, Depto. Biologia, 60455-760, bl. 906, Fortaleza, Ceará, Brasil

³Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária "Zelmaro Vaz", Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, CP 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil.

⁴Autor para correspondência: bio_moro@yahoo.com.br

Introdução

A conversão de áreas naturais para agricultura e crescimento urbano estão entre as principais causas de destruição e fragmentação de ecossistemas (UNDP, UNEP, WB, WRI 2000). Áreas urbanas já ocupam 471 milhões de hectares (em torno de 4% da superfície terrestre do planeta), o que torna necessário pensar a conservação biológica também em áreas dentro das cidades (UNDP, UNEP, WB, WRI 2000; McKinney 2002, 2006).

Dentre os principais riscos à conservação biológica nas cidades estão a eliminação da cobertura vegetal para expansão urbana e a introdução de espécies exóticas (McKinney 2002; Breuste 2004). Grandes cidades como Fortaleza detêm pouco da cobertura vegetal original (Fortaleza 2003) e mesmo fragmentos de vegetação remanescentes sofrem antropização em algum grau. O desmatamento de uma área para urbanização é a alteração ambiental mais drástica, mas a introdução de plantas exóticas também é um fator de preocupação, uma vez que plantas exóticas podem causar impactos negativos sobre a biodiversidade local (Richardson *et al.* 2000; McKinney 2002, 2006).

Conhecer a biodiversidade remanescente em fragmentos de vegetação de uma cidade é um passo importante para embasar políticas de conservação e justificar a criação de novas Unidades de Conservação. Dentre as fitofisionomias presentes na região costeira nordestina existem áreas que apresentam fisionomia savânica e uma flora onde a participação de espécies de Cerrado é notória. Essas áreas foram denominadas por Castro (1994) e Castro & Martins (1999) de cerrados litorâneos e possuem uma flora composta por espécies do domínio do Cerrado, associadas a espécies de outros domínios (e.g. Oliveira-Filho & Carvalho 1993). Um desses fragmentos costeiros de vegetação savânica foi mapeado no Inventário Ambiental de Fortaleza (Fortaleza 2003) e a área foi designada como prioritária para conservação pelo Plano Diretor da cidade (Município de Fortaleza 2009). A composição florística desses "cerrados costeiros", entretanto, é pouco conhecida e poucos levantamentos foram feitos nessas áreas (e.g. Oliveira-Filho & Carvalho 1993).

O Cerrado, em seu sentido amplo, é composto por um conjunto de fisionomias xeromorfas submetidas a uma estação seca bem definida que ocupam, em sua área núcleo, o planalto central do Brasil (Eiten 1972; 1978). O cerrado *sensu lato* não se constitui em uma única vegetação, mas em um

conjunto de diferentes fitofisionomias que variam desde vegetações campestres (campo limpo e campo sujo) até fisionomias florestais (cerradão). Em seu sentido restrito, o cerrado é uma savana, composta por um estrato contínuo e perene de espécies herbáceas que recobrem o solo, entremeadas por árvores e arbustos relativamente esparsos, que não constituem um dossel contínuo (Eiten 1972; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006; Ribeiro & Walter 2008).

Embora a área núcleo (*core area*) do Cerrado esteja no Brasil central, ele se estende geograficamente até as Regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte do Brasil, em áreas contíguas à área núcleo ou disjuntas dela (Eiten 1972; Ratter *et al.* 2003; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Manchas de vegetação savânica, denominadas por alguns autores de cerrados litorâneos, ocorrem de forma disjunta do domínio do cerrado sobre os tabuleiros pré-litorâneos da região costeira nordestina (Fernandes 1990; Oliveira-Filho & Carvalho 1993; Figueiredo 1997; Castro 1994; Castro & Martins 1999), mas a escassez de estudos florísticos e fitossociológicos dificulta a compreensão das suas relações florísticas com os grandes domínios fitogeográficos do Brasil.

Assim, o objetivo deste trabalho foi registrar a flora e descrever a estrutura de um fragmento de vegetação savânica localizado sobre os tabuleiros pré-litorâneos do Ceará, na zona urbana de Fortaleza, bem como avaliar o seu potencial para a conservação biológica no Município, propondo medidas para a conservação da área.

Material e Métodos

Localização e caracterização geoambiental da área

A cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, situada na região costeira, localiza-se nas coordenadas 3°43'02"S e 38°32'35"W. O município tem uma área de 313,14 km² e sua população é de 2.141.402 habitantes (IBGE 2000). Sua altitude média é de 16 m, clima tropical quente subúmido, pluviosidade média anual de 1338 mm e temperatura média de 26 a 28°C (IPECE 2008). O município abrange terrenos da planície litorânea (dunas e paleodunas), dos tabuleiros pré-litorâneos (formação barreiras) e das planícies fluviais, sobre os quais ocorrem diferentes fitofisionomias (Fortaleza 2003; IPECE 2008; Figueiredo 1997). Fortaleza passou por um forte processo de urbanização ao longo do século XX e a cobertura vegetal da cidade atualmente é estimada em menos

de 10% da original (Fortaleza 2003), de modo que as áreas ainda providas de vegetação estão restritas a fragmentos.

Para este estudo foi selecionado um fragmento de vegetação savânica de 24 hectares localizado na zona urbana de Fortaleza, Ceará. O fragmento em questão (3°47'55"S e 38°29'10"W) situa-se em um terreno de 28 hectares de propriedade da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos e do Exército brasileiro, no bairro Cambéba, e se encontra cercado de áreas já urbanizadas. Neste terreno há locais ocupados por residências, pomares de mangueiras (*Mangifera indica*) e até recentemente, parte do terreno era usado como área de treino de soldados do Exército (Fig. 1). No entorno das residências e em parte da área do exército há capinas para evitar o crescimento da vegetação. Estes trechos onde a vegetação é suprimida periodicamente pelas capinas foram chamadas de "áreas antropizadas" e, juntamente com áreas de pomar, somam cerca de 4 hectares, os quais foram excluídos da amostragem florística e fitossociológica (Fig. 1).

O fragmento, por estar localizado em uma matriz urbana, sofre diversas pressões e impactos. Os mais conspícuos são incêndios frequentes de origem antrópica; capinas no entorno das residências; depósito de lixo nas margens do fragmento, inclusive restos de plantas exóticas (e.g. *Sansevieria* spp e *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw.) oriundas da manutenção de jardins, as quais poderiam se tornar naturalizadas ou invasoras no fragmento, a partir de reprodução vegetativa.

Composição florística

Para o levantamento florístico, coletas assistemáticas foram realizadas na vegetação ao longo do ano de 2008 e início de 2009. Todas as espécies encontradas foram coletadas segundo as técnicas usuais em botânica (Mori *et al.* 1985; Bridson & Forman 1998) e depositadas no Herbário EAC, da Universidade Federal do Ceará.

A classificação das espécies em famílias seguiu aquela proposta pelo *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II 2003). Cada espécie foi classificada quanto à forma de crescimento baseada nas categorias propostas por Whittaker (1975), acrescidas das categorias subarbusto, hemi-parasita e parasita.

Espécies cultivadas como plantas ornamentais ou frutíferas no interior do terreno (e.g. *Cocos nucifera* L.; *Hibiscus rosa-sinensis* L.), mas que não haviam estabelecido populações reprodutivas na vegetação, foram excluídas da lista florística por

não estarem integradas à flora do local. Espécies exóticas, para serem consideradas integradas à flora do fragmento e inseridas na lista florística, deveriam se enquadrar na definição de espécie invasora ou espécie naturalizada. Em relação à terminologia referente ao tema da bioinvasão, utilizaram-se as definições propostas por Richardson *et al.* (2000), em que: a) espécies exóticas: são espécies levadas pelo ser humano para uma área além do alcance natural da espécie; b) espécies naturalizadas: são espécies exóticas que se reproduzem e mantêm uma população auto-perpetuante sem a intervenção humana direta na nova área onde foram introduzidas; c) espécies invasoras: são exóticas que, além de manter populações auto-perpetuantes, conseguem se dispersar para locais afastados do ponto onde foram introduzidas pelo homem e, assim, invadir uma nova região.

Estrutura fitossociológica

Para o estudo fitossociológico, foi utilizada a metodologia de parcelas em transeções (*belt transect*) (Brower *et al.* 1997). Foram aleatoriamente alocadas oito transeções de 5 × 250 m que totalizaram 1 ha, posicionadas na direção borda-interior do fragmento. Tomou-se o cuidado para que, no sorteio da posição de cada transeção, elas não caíssem sobre as áreas antropizadas ou os pomares de mangueiras e para que o eixo longitudinal de cada transeção estivesse a pelo menos 100 m de distância da matriz urbana (Fig. 1), evitando que a transeção se posicionasse inteiramente na margem do fragmento. Cada transeção foi dividida sequencialmente em subparcelas de 5 × 10 m (total de 200 subparcelas amostradas nas oito transeções). Em cada subparcela foram medidos o perímetro no nível do solo (PNS) e a altura de todos os indivíduos lenhosos, exceto trepadeiras, com PNS mínimo de 9 cm. Uma excisata de cada espécie foi depositada no herbário EAC.

A partir da altura e perímetro de cada indivíduo, associados à identificação taxonômica, foram calculados os parâmetros tradicionais de estrutura da vegetação (Durigan 2003): densidade (absoluta e relativa); área basal (absoluta e relativa) e frequência (absoluta e relativa). Também foram calculados a altura e o diâmetro médios da comunidade, bem como o índice de diversidade de Shannon. Para determinar o peso de cada espécie na comunidade usou-se o Índice de Valor de Importância (IVI) que corresponde à soma da Densidade Relativa, Frequência Relativa e Área Basal Relativa de todos os indivíduos da mesma espécie (Brower *et al.* 1997; McCune & Grace 2002; Durigan 2003).

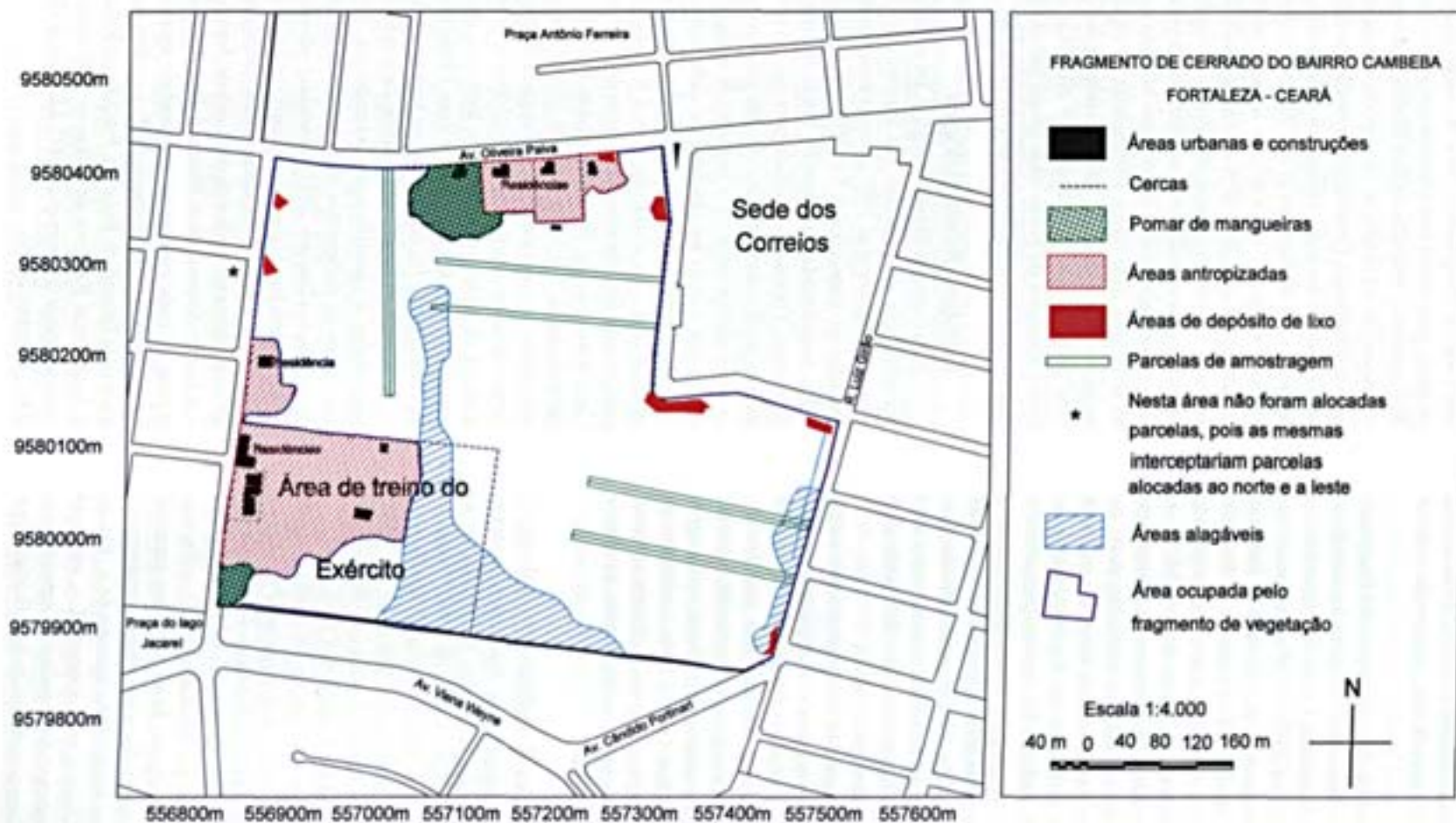


Figura 1 – Mapa do terreno onde se localiza o fragmento de vegetação savânica estudado, sobre os tabuleiros pré-litorâneos de Fortaleza, Ceará, 2008. Coordenadas UTM: zona 24M. (Elaboração: M. F. Moro)

Figure 1 – Map of the savanna vegetation fragment studied on the pre-litoranean plains of Fortaleza, Ceará state, 2008. UTM coordinates: Zone 24M.

Resultados

Composição florística

Foram registradas 151 espécies vegetais pertencentes a 61 famílias (Tab. 1). Fabaceae foi a família com maior riqueza (28 espécies – uma exótica), seguida de Poaceae (nove espécies – três exóticas), Rubiaceae (oito espécies), Convolvulaceae (sete espécies), Malvaceae (sete espécies) e Myrtaceae (seis espécies – uma exótica), as quais

juntas representam 43% da riqueza de espécies registrada na área. As espécies exóticas representam treze espécies (8,6% da flora local) e Poaceae foi a família com a maior riqueza de exóticas, com três espécies.

Quanto à forma de crescimento, as ervas foram representadas por 57 espécies (38%), os arbustos totalizaram 35 espécies (23%), as árvores 33 (22%), as trepadeiras 20 (13%), além de três espécies subarborescentes, duas hemiparasitas e uma parasita.

Tabela 1 – Lista das espécies, hábitos e números do coletor (M.F. Moro) das plantas coletadas no fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos de Fortaleza, Ceará, 2008. * Espécie exótica invasora *sensu* Richardson *et al.* (2000); ** Espécie exótica naturalizada *sensu* Richardson *et al.* (2000)

Table 1 – Species list, habits, and collector numbers (M.F. Moro) of the plants collected in the the savannic vegetation fragment studied on the pre-litoranean plain. Fortaleza, Ceará state, 2008. *Invasive plant *sensu* Richardson *et al.* (2000); **Naturalized plant *sensu* Richardson *et al.* (2000).

Família/Espécies	Nome popular	Hábito	Nº col
ACANTHACEAE			
<i>Ruellia</i> sp.		erva	632
AMARANTHACEAE			
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	quebra-panela	erva	554
ANACARDIACEAE			
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuero	árvore	607
<i>Mangifera indica</i> L. **	mangueira	árvore	647
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	árvore	649
ANNONACEAE			
<i>Annona coriacea</i> Mart.	araticum	árvore	624
APOCYNACEAE			
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton *	hortência; ciúme	arbusto	617
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	janaguba	árvore	512
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	grão-de-galo	arbusto	579
ARECACEAE			
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	macaúba	árvore	662
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E. Moore	carnaúba	árvore	654
ASTERACEAE			
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist		erva	521
<i>Elephantopus hirtiflorus</i> DC.	língua-de-vaca	erva	527
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.		erva	678
<i>Wedelia</i> sp.	camará	erva	667
BIGNONIACEAE			
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	caraúba	árvore	630
BIXACEAE			
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	pacotê	árvore	605
BORAGINACEAE			
<i>Heliotropium polyphyllum</i> Lehm.		erva	659
<i>Tournefortia candidula</i> (Miers) LM. Johnst.		trepadeira	608
CANNABACEAE			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	periquiteira	árvore	571

Família/Espécies	Nome popular	Hábito	Nº col
CELASTRACEAE			
<i>Maytenus erythroxyla</i> Reissek	casca-grossa	arbusto	587
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	çoita-cavalo	arbusto	655
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.		arbusto	556
<i>Licania rigida</i> Benth.	oitica	árvore	616
COMMELINACEAE			
<i>Commelina benghalensis</i> L. *		erva	524
CONVOLVULACEAE			
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	salsa	erva	592
<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.		trepadeira	673
<i>Ipomoea quamoclit</i> L.		trepadeira	520
<i>Ipomoea</i> sp.		trepadeira	650, 562
<i>Jacquemontia serrata</i> Meisn.		trepadeira	513
<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.		trepadeira	677
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	jitéirana	trepadeira	591
CUCURBITACEAE			
<i>Momordica charantia</i> L. *	melão-de-são-caetano	trepadeira	666
CYPERACEAE			
<i>Bulbostylis</i> cf. <i>junciformis</i> (Kunth) C.B. Clarke		erva	640
<i>Cyperus ligularis</i> L.	capim-açu	erva	657
Cyperaceae sp1		erva	519
DILLENIACEAE			
<i>Curatella americana</i> L.	cajueiro-bravo	árvore	542
<i>Davilla cearensis</i> Huber	cipó-de-fogo	trepadeira	574
EBENACEAE			
<i>Diospyros</i> cf. <i>inconstans</i> Jacq.	fruta-de-cabra	arbusto	661
ERIOCAULACEAE			
<i>Paepalanthus</i> sp.		erva	685
ERYTHROXYLACEAE			
<i>Erythroxylum suberosum</i> var. <i>denudatum</i> O.E. Schulz		arbusto	614
EUPHORBIACEAE			
<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	cansansão	arbusto	611
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	marmelcero	arbusto	643
<i>Dalechampia pernambucensis</i> Baill.	cipó-urtiga	trepadeira	590
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	erva-de-leite	erva	583
<i>Ricinus communis</i> L. *	mamona, carrapateira	arbusto	558
FABACEAE – CAESALPINIOIDEAE			
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	erva-de-coração	erva	593
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby		erva	601
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	árvore	674
<i>Senna rizzinii</i> H.S. Irwin & Barneby		arbusto	573
FABACEAE – FABOIDEAE			
<i>Abrus precatorius</i> L. *	jiriquiti	trepadeira	668
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	pau-paratudo	árvore	563
<i>Aeschynomene marginata</i> Benth.		erva	561
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Palle	angelim	árvore	588
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.		trepadeira	597
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene		erva	511
<i>Clitoria laurifolia</i> Poiz.		erva	570
<i>Crotalaria stipularia</i> Desv.		erva	596
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.		erva	682

Família/Espécies	Nome popular	Hábito	Nº col
<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) J.F. Macbr.	rapadura-de-cavalo	Subarbusto	559
<i>Dioclea lasiophylla</i> Mart. ex Benth.		trepadeira	530
<i>Indigofera hirsuta</i> L. *	anileira	erva	582
<i>Macroptilium gracile</i> (Poepp. ex Benth.) Urb.	feijão-de-rola	trepadeira	595
<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	feijão-de-rola	erva	651
<i>Rhynchosia phaseoloides</i> (Sw.) DC.		trepadeira	628
<i>Stylosanthes angustifolia</i> Vogel		erva	604
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>gracilis</i> (Kunth) Vogel		erva	560
<i>Zornia tenuifolia</i> Moric.		erva	599
FABACEAE – MIMOSOIDEAE			
<i>Albizia lebbekii</i> (L.) Benth. *	esponjinha, albúzia	árvore	645
<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	timbaúba	árvore	613
<i>Mimosa camporum</i> Benth.	malícia	arbusto	546
<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	malícia	arbusto	529
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	bordão-de-velho	árvore	664
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	barbartimão	árvore	549
GENTIANACEAE			
<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme		erva	598
HYDROLEACEAE			
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	espinho-de-judeu	Subarbusto	534
HYPERICACEAE			
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.		arbusto	606
IRIDACEAE			
<i>Cipura xanthomelas</i> Mart. ex Klatt		erva	548, 555
LAMIACEAE			
<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.		árvore	639
<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	erva	545	
<i>Hypenia salzmannii</i> (Benth.) Harley	canela-de-ema	erva	610
<i>Vitex polygama</i> Cham.		árvore	689
LAURACEAE			
<i>Cassytha filiformis</i> L.	cipó-chumbo	Parasita	633
LENTIBULARIACEAE			
<i>Utricularia</i> sp.		erva	688
LORANTHACEAE			
<i>Struthanthus</i> sp.	erva-de-garapeiro	hemiparasita	642
MALPIGHIACEAE			
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	marici	arbusto	626, 516
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	marici	árvore	557, 658
MALVACEAE			
<i>Guzmania ulmifolia</i> Lam.	mutamba	árvore	638
<i>Melochia</i> sp.	malva	erva	568
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.		trepadeira	553
<i>Peltaea trinervis</i> (C. Presl) Krapov. & Cristóbal		arbusto	531
<i>Sida linifolia</i> Cav.		arbusto	680
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	xixá	árvore	644, 631
<i>Waltheria indica</i> L.	malva	arbusto	538
MELASTOMATACEAE			
<i>Mouriri cearensis</i> Huber	manipuçá	arbusto	623
<i>Pterolepis glomerata</i> (Rottb.) Miq.		erva	566
MORACEAE			
<i>Ficus elliotiana</i> S. Moore	gameleira	árvore	636

Família/Espécies	Nome popular	Hábito	Nº col
MYRTACEAE			
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	guabiraba	arbusto	663
<i>Eugenia panicifolia</i> (Kunth) DC.	murta	arbusto	515, 537, 540
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	goipuna	árvore	618
<i>Myrciaria tomentosa</i> (Aubl.) DC.		arbusto	634
<i>Myrciaria cuspidata</i> O. Berg		arbusto	641
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels *	azeitona-roxa	árvore	646
OCHNACEAE			
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	batiputá	arbusto	514
<i>Sauvagesia erecta</i> L.		erva	565
OLACACEAE			
<i>Ximenia americana</i> L.	ameixa	arbusto	669
OPILIACEAE			
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	pau-marfim	árvore	625
ORCHIDACEAE			
<i>Cyrtopodium holstii</i> L.C. Menezes	rabo-de-tata	erva	671
<i>Habenaria allemanii</i> Barb. Rodr.		erva	535, 602
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl. *		erva	629
OROBANCHACEAE			
<i>Agalinis hispidula</i> (Mart.) D'Arcy		erva	686
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	maracujá-do-mato	trepadeira	635
<i>Passiflora foetida</i> L.	maracujá-do-mato	trepadeira	541
PHYTOLACCACEAE			
<i>Rivina humilis</i> L.		erva	536
PLANTAGINACEAE			
<i>Achetaria</i> sp.		arbusto	683
<i>Tetraulacium veroniciforme</i> Turcz.		erva	567
PLUMBAGINACEAE			
<i>Plumbago scandens</i> L.	pega-pinto	trepadeira	586
POACEAE			
<i>Andropogon bicornis</i> L.		erva	533
<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.		erva	532
<i>Gymnopogon foliosus</i> (Willd.) Nees		erva	676
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf *	capim-jaraguá	erva	580
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs *	capim-colonião	erva	517
<i>Panicum trichoides</i> Sw.		erva	585
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	capim-gengibre	erva	518
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin. *		erva	584
<i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) Kuntze		erva	522
POLYGALACEAE			
<i>Polygala</i> sp.		erva	528
<i>Polygala martiana</i> A.W. Benn.		erva	603
POLYGONACEAE			
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	coaçu	arbusto	572
RUBIACEAE			
<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete		erva	564
<i>Diodella gardneri</i> (K.Schum.) Bacigalupo & E.L. Cabral		erva	575
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	árvore	652
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	angélica	arbusto	609
<i>Ixora</i> sp.		arbusto	612, 615

Família/Espécies	Nome popular	Hábito	Nº col
<i>Mitracarpus salzmannianus</i> DC.		Subarbusto	576
<i>Spermacoce verticillata</i> L.		erva	569
<i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	jenipapo-bravo	arbusto	665
RUTACEAE			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	limãozinho	árvore	675
SALICACEAE			
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		arbusto	656
SANTALACEAE			
<i>Phoradendron affine</i> (Pohl ex DC.) Engl. & K. Krause	erva-de-passarinho	hemiparasita	627
SAPINDACEAE			
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	pitombeira	árvore	670
SAPOTACEAE			
<i>Chrysophyllum arenarium</i> Allemão	mamão-de-bode	arbusto	577
SIMAROUACEAE			
<i>Simaba trichilioides</i> A. St.-Hil.	pra-tudo	arbusto	578
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	pau-paraíba	árvore	551
SMILACACEAE			
<i>Smilax cissoides</i> Mart. ex Griseb.	japicanga	trepadeira	589
SOLANACEAE			
<i>Solanum paludosum</i> Moric.		arbusto	550
<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba	arbusto	594
TURNERACEAE			
<i>Turnera subulata</i> Sm.	chanana	erva	552
URTICACEAE			
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	torém	árvore	637
VERBENACEAE			
<i>Stachytarpheta sessilis</i> Moldenke	pescoço-de-ganso	erva	523
VIOLACEAE			
<i>Hybanthus calceolaria</i> (L.) Oken	ipepaconha	erva	653

Estrutura fitossociológica

Foram amostrados 1218 indivíduos lenhosos vivos e 379 indivíduos mortos em pé. Dentre os vivos, foram registradas 37 espécies lenhosas pertencentes a 24 famílias na amostragem fitossociológica (Tab. 2). Das 37 espécies amostradas, duas, *Syzygium cumini* e *Albizia lebbek*, são exóticas, mas têm pequena importância sociológica na área estudada. A densidade e a área basal total da comunidade foram, respectivamente, 1218 ind/ha e 7,34 m²/ha.

Quanto à altura, 64% dos indivíduos vivos amostrados possuíam altura inferior a 3 m (Fig. 2), enquanto a altura média foi de 2,53 ± 1,29 m. O porte da vegetação foi baixo, embora haja trechos com árvores que atingem 6–7 m (árvores de até 9 m foram registradas), os quais contrastam com trechos do fragmento praticamente sem árvores, onde a comunidade herbácea predomina (Fig. 3 a-d, 4 a).

Em relação à estrutura horizontal da comunidade 64% dos indivíduos tiveram diâmetro menor do que 6 cm (Fig. 5). O diâmetro médio foi de 6,68 ± 5,67 cm. O valor do índice de diversidade de Shannon (H') foi de 2,64 nat/indivíduos.

Discussão

Composição florística

A flora lenhosa nativa do fragmento estudado é constituída por uma mistura de espécies típicas da área núcleo do Cerrado com outras espécies da zona costeira do Nordeste, mas que não ocorrem no Planalto Central. Espécies como *Anacardium occidentale*, *Acosmium dasycarpum*, *Tapirira guianensis*, *Simarouba versicolor*, *Annona coriacea* e *Erythroxylum suberosum*, registradas neste estudo, são espécies frequentes em outras áreas de Cerrado do Brasil e foram registradas em

Tabela 2 – Parâmetros fitossociológicos registrados em 1 ha do fragmento de vegetação savânica estudado, em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies lenhosas. Fortaleza, Ceará, 2008. Ocorrência: Cas – Espécie presente em outras áreas de cerrado do Brasil, segundo Castro *et al.* (1999); Rat – Espécie presente em outras áreas de cerrado do Brasil, segundo Ratter *et al.* (2003); CE – Espécie presente em outras áreas de cerrado do Ceará, segundo Costa *et al.* (2004); Costa & Araújo (2007) e Figueiredo & Fernandes (1987).

Table 2 – Phytosociological parameters in 1 ha of the savannic vegetation fragment studied, in decreasing order of Importance Value Index (IVI) of the woody species, Fortaleza, Ceará state, 2008. Geographical distribution: Cas – Species recorded in other Cerrado areas of Brazil according to Castro *et al.* (1999); Rat – Species recorded in other Cerrado areas of Brazil according to Ratter *et al.* (2003); CE – Species recorded in other Cerrado areas in Ceará state according to Costa *et al.* (2004); Costa & Araújo (2007) and Figueiredo & Fernandes (1987).

Espécie	Densidade		Área Basal		Frequência			Nº coletor (M.F. Moro)	Ocorrência
	Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta (cm ² /ha)	Relativa (%)	Absoluta (%)	Relativa (%)	IVI		
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	329	27,01	11628,98	15,83	48,50	21,75	64,59	512	CE
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	166	13,63	17759,31	24,18	32,00	14,35	52,16	549	Cas, Rat, CE
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	150	12,32	8648,35	11,77	21,50	9,64	33,73	514	Cas, Rat
<i>Annona coriacea</i> Mart.	73	5,99	2541,25	3,46	19,50	8,74	18,20	624	Rat, CE
<i>Anacardium occidentale</i> L.	17	1,40	10394,48	14,15	5,00	2,24	17,79	607	Cas, Rat, CE
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	62	5,09	3020,61	4,11	11,50	5,16	14,36	551	Cas, Rat, CE
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	39	3,20	2935,44	4,00	15,00	6,73	13,93	626	Rat, CE
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	32	2,63	2124,88	2,89	8,00	3,59	9,11	630	Cas, Rat, CE
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miens ex Benth. & Hook. f.	52	4,27	1809,63	2,46	4,00	1,79	8,53	625	Cas, Rat, CE
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	38	3,12	1360,54	1,85	7,50	3,36	8,34	649	Cas, Rat
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	27	2,22	1352,23	1,84	5,00	2,24	6,30	563	Rat
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	40	3,28	518,29	0,71	4,50	2,02	6,01	579	Cas
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	32	2,63	377,24	0,51	5,50	2,47	5,61	572	
<i>Guetarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	29	2,38	481,70	0,66	4,50	2,02	5,05	609	Cas
<i>Curatella americana</i> L.	6	0,49	2232,01	3,04	2,00	0,90	4,43	542	Cas, Rat, CE
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	10	0,82	1125,89	1,53	3,50	1,57	3,92	557	Cas, Rat, CE

Espécie	Densidade		Área Basal		Frequência			N° coletor (M.F. Moro)	Ocorrência
	Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta (cm ² /ha)	Relativa (%)	Absoluta (%)	Relativa (%)	LVI		
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	15	1,23	1119,68	1,52	2,50	1,12	3,88	644	Cas, Rat
<i>Mouriri cearensis</i> Huber	10	0,82	958,67	1,31	2,50	1,12	3,25	623	
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	19	1,56	322,89	0,44	2,00	0,90	2,90	663	
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	8	0,66	199,14	0,27	3,50	1,57	2,50	605	Cas, Rat
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	17	1,40	207,16	0,28	0,50	0,22	1,90	643	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2	0,16	1021,22	1,39	0,50	0,22	1,78	638	Cas, Rat
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	5	0,41	210,96	0,29	2,00	0,90	1,59	618	Rat
<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.	6	0,49	112,20	0,15	1,50	0,67	1,32	639	Cas, Rat
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	3	0,25	287,14	0,39	1,50	0,67	1,31	655	Cas, Rat, CE
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	6	0,49	86,90	0,12	1,50	0,67	1,28	656	Cas, Rat
<i>Luora</i> sp.	5	0,41	54,93	0,07	1,00	0,45	0,93	615	
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	3	0,25	204,85	0,28	0,50	0,22	0,75	645	
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	3	0,25	25,54	0,03	1,00	0,45	0,73	537	Cas, Rat, CE
<i>Chrysophyllum arenarium</i> Allemão	3	0,25	22,52	0,03	1,00	0,45	0,73	577	Rat, CE
<i>Simaba trichilioides</i> A.St.-Hil.	2	0,16	14,40	0,02	1,00	0,45	0,63	578	
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	3	0,25	71,06	0,10	0,50	0,22	0,57	634	Cas, Rat
<i>Myrciaria cuspidata</i> O. Berg	2	0,16	51,73	0,07	0,50	0,22	0,46	641	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	0,08	76,47	0,10	0,50	0,22	0,41	637	Cas, Rat
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1	0,08	74,03	0,10	0,50	0,22	0,41	646	
<i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	1	0,08	7,96	0,01	0,50	0,22	0,32	665	
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	1	0,08	6,45	0,01	0,50	0,22	0,32	550	
TOTAIS	1.218	100,00	73.446,72	100,00	223,00	100,00	300,00	-	

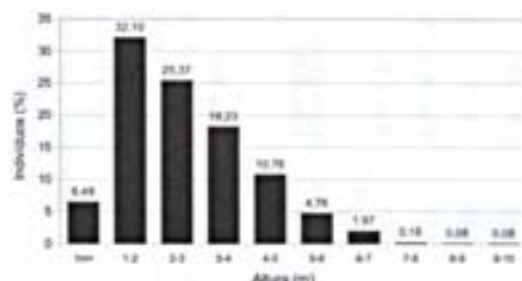


Figura 2 – Classes de altura dos indivíduos lenhosos em 1 ha no fragmento de vegetação savânica estudado. Fortaleza, Ceará, 2008.

Figure 2 – Height classes of the woody plants sampled in 1 ha of the savannic vegetation fragment studied. Fortaleza, Ceará state, 2008.

mais de 100 locais de coleta por Ratter *et al.* (2003). Várias outras espécies, também presentes no Cerrado (*e.g. Genipa americana, Sterculia striata, Eugenia punicifolia, Cochlospermum vitifolium* e *Stryphnodendron coriaceum*) foram registradas na flora da área estudada.

Espécies lenhosas comuns na região costeira do Nordeste, mas que não ocorrem em cerrados da área núcleo (segundo as compilações feitas por Castro *et al.* 1999 e Ratter *et al.* 2003), como *Coccoloba latifolia, Mouriri cearensis, Maytenus erythroxylo, Campomanesia aromatica* e *Tocoyena sellowiana*, se misturam nesta mancha de cerrado sobre os tabuleiros pré-litorâneos com as espécies típicas dos cerrados centrais para compor a flora da área estudada. Isso justifica o fato de os cerrados costeiros terem formado um subgrupo com identidade florística distinta nas análises realizadas por Castro (1994) e Castro & Martins (1999). Segundo Castro (1994), a diferenciação florística dos cerrados pré-litorâneos se manteve não apenas quando comparados aos cerrados do planalto central, mas também quando comparados aos cerrados marginais nordestinos. *Coccoloba latifolia* e *Maytenus erythroxylo*, por exemplo, foram registradas tanto neste trabalho quanto em manchas de vegetação savânica na região costeira do estado da Paraíba (Oliveira-Filho & Carvalho 1993), embora não em outras áreas de Cerrado do Brasil (Ratter *et al.* 2003).

Dentre as herbáceas, se destaca a espécie *Trachypogon spicatus*, gramínea cespitosa muito abundante no fragmento estudado e que está presente em outras áreas de Cerrado do Ceará (Costa *et al.* 2004) e do Brasil (Renvoize 1984; Tannus &

Assis 2004). Além de *T. spicatus, Andropogon bicornis* e *Andropogon selleanus* (Poaceae), *Chamaecrista flexuosa, Stylosanthes guianensis* var. *gracilis* (= *Stylosanthes gracilis* Kunth) e *Aeschynomene marginata* (Fabaceae) também ocorrem tanto na área estudada quanto em outras áreas de Cerrado (Renvoize 1984; Lewis 1987; Tannus & Assis 2004).

Entretanto, várias leguminosas herbáceas presentes na área estudada (*e.g. Chamaecrista hispidula, Centrosema brasilianum, Stylosanthes angustifolia, Stylosanthes guianensis* var. *gracilis, Clitoria laurifolia*) são típicas de terrenos arenosos e são encontradas em áreas costeiras do Nordeste e não propriamente apenas no Cerrado (Lewis 1987). Assim como ocorre para a flora lenhosa, a flora herbácea se constitui em uma mistura de espécies de Cerrado com espécies da região costeira do Nordeste, o que reforça a ideia de Castro & Martins (Castro 1994; Castro & Martins 1999) de que os cerrados pré-litorâneos se constituem em um subgrupo florístico particular de Cerrado.

A riqueza de espécies na comunidade lenhosa (35 espécies nativas) ficou entre as mais baixas, em relação a outras áreas de cerrado *sensu stricto* compiladas por Costa & Araújo (2007). Enquanto levantamentos fitossociológicos realizados na área núcleo do Cerrado, no estado de Goiás, mostraram que a riqueza de espécies variou de 81 a 92 espécies (Felfili *et al.* 2007), cerrados disjuntos da Amazônia, no extremo norte de distribuição do bioma, raramente excedem uma dúzia de espécies lenhosas na comunidade (Ratter *et al.* 2003). As áreas savânicas dos tabuleiros pré-litorâneos nordestinos parecem ficar em uma posição intermediária de riqueza de espécies por hectare, entre os cerrados amazônicos, geralmente pobres, e os centrais, geralmente muito ricos em espécies, o que poderá ser confirmado quando mais áreas desses cerrados pré-litorâneos forem inventariadas e comparadas.

Quanto às espécies exóticas na área estudada, é notável que *Megathyrsus maximus* (= *Panicum maximum* Jacq.) e *Hyparrhenia rufa*, duas das espécies de gramíneas invasoras mais comuns em Cerrados do Brasil (Pivello *et al.* 1999a,b; Tannus & Assis 2004; Pivello 2005; Durigan *et al.* 2007) também estejam presentes no fragmento. Essas duas exóticas dominaram o estrato herbáceo em alguns trechos da vegetação, especialmente mais próximo às bordas. Já as exóticas lenhosas *Ricinus communis* e *Calotropis procera*, invasoras

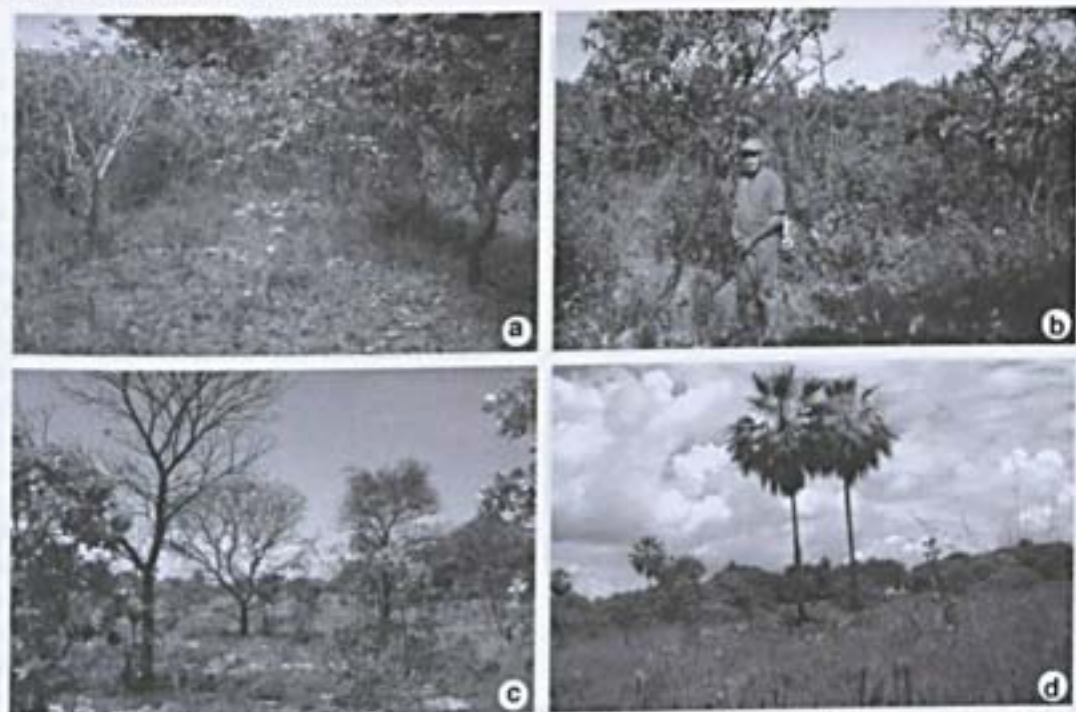


Figura 3 – a-d. Fisionomia do fragmento de vegetação estudado – a-c, áreas com fisionomia savânica; d, área alagável/paludosa ao sul do terreno (ver Fig. 1), com presença de *Copernicia prunifera* (palmeiras ao centro) e *Andropogon bicornis* (no estrato herbáceo). (Fotos: M. F. Moro)

Figure 3 – a-d. Physiognomy of the vegetation fragment studied – a-c, areas showing the savannic physiognomy; d, swampy site located in the south of the fragment (see Fig. 1). Note the presence of *Copernicia prunifera* (palms on center) and *Andropogon bicornis* (grass in the herbaceous layer). (Photos: M. F. Moro)

bastante comuns no Nordeste brasileiro, só foram observadas em associação com áreas degradadas do fragmento, como locais de depósito de lixo. Estas espécies, embora se enquadrem na definição de invasora de Richardson *et al.* (2000), não parecem ser competidoras agressivas em relação às espécies nativas e só foram registradas nos locais mais descaracterizados da área estudada.

Poucos exemplares de *Albizia lebbek* foram registrados e isso deve ser indicativo que a espécie não é uma invasora agressiva no fragmento estudado (embora seja mais abundante em outros fragmentos de vegetação de Fortaleza). Quanto a *Mangifera indica*, indivíduos jovens foram observados apenas próximos de plantas adultas e assim, na área estudada, esta espécie não se comporta como invasora, mas apenas como exótica naturalizada ou mesmo exótica casual (*sensu* Richardson *et al.* 2000). *Syzygium cumini* é, dentre as espécies lenhosas, a invasora mais disseminada, já que adultos e plântulas foram encontrados em vários pontos da vegetação, embora com baixa abundância.

Em relação às exóticas lenhosas, *Syzygium cumini* parece ter se tornado invasora no fragmento a partir de seu uso pretérito como árvore frutífera no local. *Albizia lebbek* deve ter se estabelecido na área a partir de seu uso na arborização das ruas do entorno, com dispersão de sementes para dentro do fragmento de vegetação. Ambas as exóticas, contudo, possuem baixa densidade no local estudado. Já *Ricinus communis* e *Calotropis procera* são invasoras de ampla dispersão no Nordeste brasileiro, ocupando conspicuamente locais degradados como beiras de estradas, terrenos baldios e outras áreas antropizadas.

Estrutura fitossociológica

Comparando-se o fragmento de vegetação estudado com 23 áreas de Cerrado citadas por Costa & Araújo (2007), verificou-se que o número de espécies, a densidade e a área basal da comunidade lenhosa são baixas, mas estão dentro das amplitudes registradas para o Cerrado. A densidade e a área basal em diferentes comunidades de Cerrado é bastante variada,

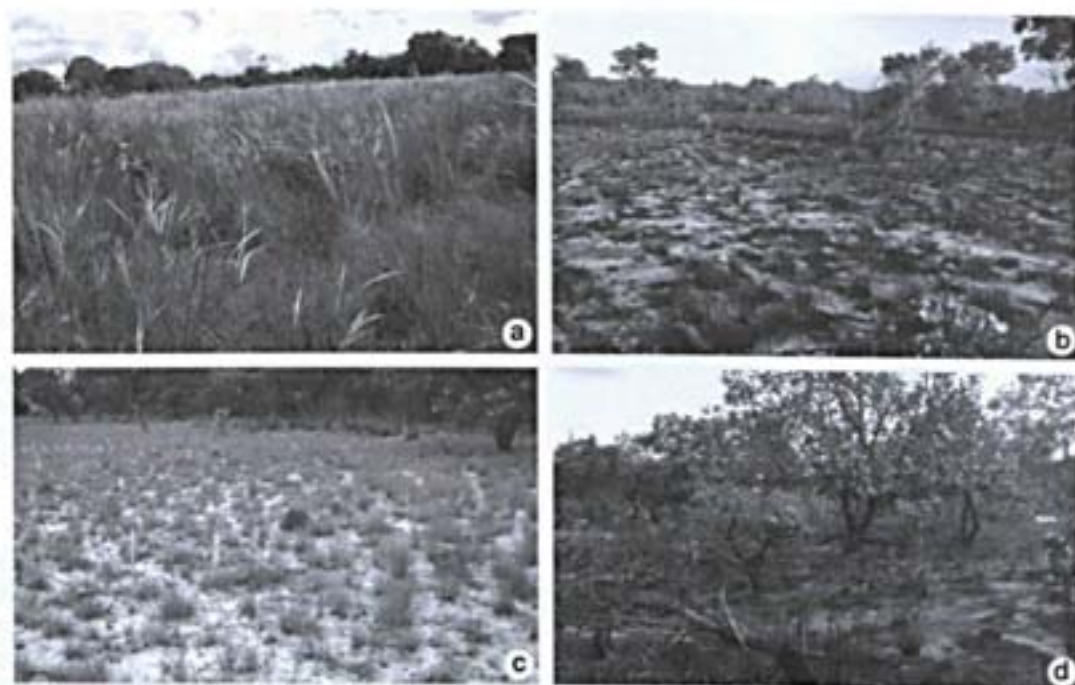


Figura 4 – a-d. Fisionomia do fragmento de vegetação estudado – a. trecho com fisionomia aberta ao norte do fragmento, com predomínio da gramínea *Trachypogon spicatus* no estrato herbáceo. Neste local, indivíduos juvenis de lenhosas como *Himatanthus drasticus* e *Tabebuia aurea* crescem entre as moitas da gramínea, mas são periodicamente mortos pelos incêndios; b-d – efeito do fogo sobre a vegetação; b. aproximadamente a mesma área da foto “c” após um incêndio em 4/8/2008; c. recuperação das moitas de *T. spicatus* três meses após o fogo; d. outro trecho da vegetação logo após o mesmo incêndio. (Fotos: M. F. Moro)

Figure 4 – a-d. Physiognomy of the vegetation fragment studied – a. site with open physiognomy in the north side of the fragment. The conspicuous species in the herbaceous layer is *Trachypogon spicatus*. Juveniles of woody species (e.g. *Himatanthus drasticus* and *Tabebuia aurea*) grow in this area, but are regularly killed by the frequent fires; b-d. effect of fire on the vegetation – b. approximately the same area of photo “c” after a fire in 4/8/2008; c. Recovery of *T. spicatus* three months after the fire; d. another site of the fragment after the same fire. (Photos: M. F. Moro)

desde 664 até 8.135 indivíduos por hectare e áreas basais desde 4,73 m²/ha até 42,19 m²/ha (Costa & Araújo 2007). Isso se deve à grande variação fisionômica do cerrado *sensu lato*, desde ambientes florestais (cerradão) até campestres (campo limpo) (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006; Ribeiro & Walter 2008). As fisionomias intermediárias (savânicas) são aquelas designadas como cerrado *sensu stricto* (Ribeiro & Walter 2008) e a densidade e área basal da comunidade estudada se enquadram naquela registrada para outras áreas de cerrado *sensu stricto* (e.g. Felfili *et al.* 2002; Fidelis & Godoy 2003) ou campo cerrado do Brasil.

Além da fisionomia savânica, a comunidade lenhosa estudada também é dominada por espécies da área núcleo do Cerrado, o que reforça a semelhança dos cerrados pré-litorâneos com outros cerrados do Brasil. Na área estudada, as espécies com maior IVI (e.g. *Himatanthus drasticus*, *Stryphnodendron coriaceum*, *Annona coriacea*,

Anacardium occidentale, *Byrsonima crassifolia*, *Tabebuia aurea*, *Agonandra brasiliensis*, *Tapirira guianensis* – ver tabela 2) são espécies frequentes em cerrados do Brasil central (Castro *et al.* 1999; Ratter *et al.* 2003; Mendonça *et al.* 2007), embora haja na comunidade a adição de espécies comumente encontradas na zona costeira nordestina (e.g. *Mouriri cearensis*, *Tocoyena sellowiana*, *Coccoloba latifolia*), mas que não se estendem às áreas núcleo do cerrado.

O fragmento de vegetação estudado possui fisionomia aberta e porte baixo, com 64% dos indivíduos lenhosos abaixo de 3 m e 64% deles com diâmetros menores do que 6 cm (Figs. 2-5). No cerrado da Chapada do Araripe, onde a vegetação é mais densa, a densidade de indivíduos e a área basal ocupada pela comunidade vegetal foi de 2.224 ind/ha e 19,2 m²/ha, respectivamente (Costa & Araújo 2007), o que corresponde a uma densidade 1,8 vezes maior e área basal 2,6 vezes maior do que neste estudo.

Essa situação é esperada, uma vez que, segundo moradores do entorno do terreno onde o fragmento de vegetação se localiza, incêndios têm atingido a área a cada um ou dois anos. Em áreas de Cerrado, as queimadas têm a capacidade de matar as partes aéreas de alguns indivíduos lenhosos, o que reduz a densidade da comunidade (Libano & Felfili 2006; Medeiros & Miranda 2008). Esse efeito pôde ser observado na área estudada após alguns incêndios ocorridos durante 2008, quando as partes aéreas de várias plantas foram eliminadas pela passagem do fogo (Fig. 4 b-d). Nesta situação, as plantas estão continuamente recuperando biomassa depois de cada queimada e podem reduzir sua eficiência de reprodução, além de que plântulas que potencialmente virariam árvores adultas são mortas (Miranda & Sato 2005; Medeiros & Miranda 2008). Os incêndios recorrentes aparentemente justificam a dominância de *Himatanthus drasticus* na comunidade, uma vez que na área estudada foi possível observar que esta espécie possui eficiente capacidade de rebrotar a partir das raízes, após a morte das suas partes aéreas pelo fogo.

Potencial da área para conservação biológica

A área estudada, por ser um fragmento de vegetação nativa que abriga diversas espécies vegetais, além de espécies da fauna (não tratadas nesse trabalho), é uma interessante oportunidade para a conservação no município de Fortaleza. Apesar do tamanho pequeno, o local abriga diversas espécies botânicas, além de alguns mamíferos (e.g. *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758), *Cavia* sp.), aves (e.g. a área é sítio de nidificação/alimentação de *Vanellus chilensis* (Molina, 1782), *Crotophaga ani* Linnaeus 1758, *Guira guira* (Gmelin, 1788), entre outras espécies) e répteis (e.g. *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758), *Cnemidophorus ocellifer* (Spix, 1825), *Philodryas nattereri* Steindachner, 1870).

Por abrigar uma mancha de vegetação savânica, também oferece oportunidade de conservar uma amostra dessa vegetação na paisagem já quase completamente urbanizada do Município. Criar uma Unidade de Conservação (UC) no local é, portanto, uma forma de buscar a manutenção das espécies nativas ainda presentes e, eventualmente, utilizar o local para projetos de educação ambiental e pesquisas acadêmicas. A lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, estabelece 12 categorias de UCs oficialmente reconhecidas no Brasil, as quais são divididas em UCs de Proteção Integral e UCs de Uso Sustentável.

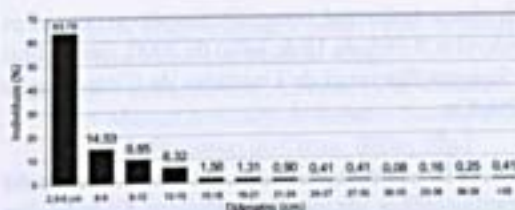


Figura 5 – Classes de diâmetro dos indivíduos lenhosos em 1 ha no fragmento de vegetação savânica estudado. Fortaleza, Ceará, 2008.

Figure 5 – Diameter classes of the woody plants sampled in 1 ha of the savannic vegetation fragment studied. Fortaleza, Ceará state, 2008.

Ambas as categorias podem ser estabelecidas por iniciativa do Poder Público Federal, Estadual ou Municipal. Dentre as categorias de UC disponíveis, a criação de uma Área de Relevante Interesse Ecológico municipal (ARIE), que é uma UC de uso sustentável, parece ser a mais apropriada para a proteção do fragmento de vegetação estudado. Segundo o Artigo 16 da lei 9.985/2000: "A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza."

Considerando que o fragmento de vegetação estudado se constitui em uma mancha de pequena extensão de vegetação savânica costeira, e que diversas espécies da flora e fauna (incluindo pequenos mamíferos terrestres, répteis e anfíbios, os quais dependem da manutenção da área para sua sobrevivência) subsistem no local, em um município praticamente destituído da cobertura vegetal original, o enquadramento do fragmento como ARIE municipal se justifica. Isso estaria de acordo com o Plano Diretor de Fortaleza (Município de Fortaleza 2009), o qual estabelece em seu Artigo 142 a área estudada como "Zona Especial Ambiental" e que, em seu Artigo 14 (grifo nosso), ressalta a importância de se criar uma UC segundo o SNUC no local para garantir proteção duradoura à vegetação:

"Art. 14. São ações estratégicas para o uso, preservação e conservação da biodiversidade:

I – criar unidades de proteção integral e de uso sustentável nas áreas de abrangência dos sistemas ambientais frágeis, mediante frágeis e de significativa

relevância ambiental, compatibilizando-as com a Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC);

[...]

VII – criar unidades de conservação *no remanescente de cerrado* (bairro Cidade dos Funcionários¹), na mata da Praia Mansa (Cais do Porto) e nas dunas móveis da Praia do Futuro;”

O fragmento estudado se constitui em uma mancha savânica costeira sobre os tabuleiros pré-litorâneos da região Nordeste do Brasil, ainda pouco estudada e conhecida. Sua flora é composta por uma mistura de espécies que ocorrem em cerrados do Brasil central com espécies que não ocorrem nas áreas núcleo do domínio do Cerrado, mas que são comuns na região costeira nordestina. As espécies típicas de Cerrado, contudo, foram as que apresentaram os maiores IVI no fragmento analisado, ressaltando os vínculos estruturais e florísticos das savanas costeiras com outros Cerrados do Brasil.

A presença de espécies invasoras chama a atenção para a necessidade de controle de espécies não nativas no local. Entretanto, o maior perigo para a vegetação da área estudada é sua eliminação para expansão urbana. Neste sentido, o estabelecimento de uma UC municipal, seguida pela implementação de um plano de manejo e um programa de controle de exóticas, seria a maneira mais eficiente para garantir a conservação desta fitofisionomia peculiar e sua respectiva diversidade biológica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor durante a realização desta pesquisa; à Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (Correios), por possibilitar o acesso à área de sua propriedade e pelo apoio logístico na realização dos trabalhos de campo; aos pesquisadores L.W. Lima Verde (Orchidaceae), A. Fernandes (Leguminosae), E.P. Nunes (Leguminosae), E.B. Souza (Rubiaceae), R.C. Oliveira (Poaceae), I.R. Costa (Myrtaceae) e M.I.B. Loiola (Erythroxylaceae) o auxílio nas identificações. Agradecemos a M.O. Teles de Menezes e a F.W. Amorim as valiosas sugestões para a melhoria do texto e auxílio para a montagem da prancha de fotos.

¹O remanescente referido pela lei se localiza, na verdade, no bairro Caribéa, adjacente ao bairro Cidade dos Funcionários.

Referências

- APG II – Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Breuste J.H. 2004. Decision making, planning and design for the conservation of indigenous vegetation within urban development. *Landscape and Urban Planning* 68: 439-452.
- Bridson, D. & Forman, L. 1998. *The herbarium handbook*. Royal Botanical Gardens, Kew, Londres. 334p.
- Brower, J.; Zar, J. & Von Ende, C.N. 1997. *Field and laboratory methods for general ecology*. McGraw-Hill Science. 288p.
- Castro, A.A.J.F. 1994. Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí - São Paulo) de amostras de cerrado. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 520p.
- Castro, A.A.J.F. & Martins, F.R. 1999. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação, considerações sobre sua fitodiversidade. *Pesquisa em Foco* 7: 147-178.
- Castro, A.A.J.F.; Martins, F.R.; Tamashiro, J.Y. & Shepherd, G.J. 1999. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 192-224.
- Costa, I.R.; Araújo, F.S. & Lima-Verde, L.W. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 759-770.
- Costa, I.R. & Araújo, F.S. 2007. Organização comunitária de um enclave de cerrado *sensu stricto* no bioma caatinga, chapada do Araripe, Brabalha, Ceará. *Acta Botanica Brasilica* 21: 281-291.
- Durigan, G. 2003. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: Cullen Júnior, L.; Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (eds.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Universidade Federal do Paraná/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba. 667p.
- Durigan, G.; Siqueira, M.F. & Franco, G.A.D.C. 2007. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola* 64: 355-363.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- Eiten, G. 1978. Delimitation of the cerrado concept. *Vegetatio* 36: 169-178.
- Felfili, J.M.; Nogueira, P.E.; Silva Júnior, M.C.; Marimon, B.S. & Delitti, W.B.C. 2002. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT. *Acta Botanica Brasilica* 16: 103-112.
- Felfili, J.M.; Rezende, A.V. & Silva Júnior, M.C. 2007. Biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos da

- Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília, Brasília. 256p.
- Fernandes, A. 1990. Temas fitogeográficos. Stylus Comunicações, Fortaleza. 116p.
- Fidelis, A.T. & Godoy, S.A.P. 2003. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na gleba cerrado pé-de-gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasilica* 17: 531-539.
- Figueiredo, M.A. & Fernandes, A. 1987. Encraves de cerrado no interior do Ceará. *Ciência Agrônoma* 18: 103-106.
- Figueiredo, M.A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitocoológicas). In: Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará/IPLANCE, Fortaleza. Fortaleza. 2003. Inventário ambiental de Fortaleza. Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza.
- Gottberger, G. & Silberbauer-Gottberger, I. 2006. Life in the cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation. Vol I. Reta Verlag, Ulm. 277p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Censo Demográfico Brasileiro – ano de 2000.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2008 [online]. Perfil básico municipal: Fortaleza. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2008>. Acesso em 17 set 2009.
- Lewis, G.P. 1987. Legumes of Bahia. *Royal Botanic Gardens, Kew*. 369p.
- Libano, A.M. & Felfili, J.M. 2006. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). *Acta Botanica Brasilica* 20: 927-936.
- McCune, B. & Grace, J.B. 2002. Analysis of ecological communities. MJM, Glendon Beach. 300p.
- McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52: 883-890.
- McKinney, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.
- Medeiros, M.B. & Miranda, H.S. 2008. Post-fire resprouting and mortality in cerrado woody plant species over a three-year period. *Edinburgh Journal of Botany* 65: 53-68.
- Mendonça, R.C.; Filgueiras, T.S. & Fagg, C.W. 2007. Análise florística da Chapada dos Veadeiros. In: Felfili, J.M.; Rezende, A.V. & Silva Júnior, M.C. (eds.). Biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília, Brasília. 256p.
- Miranda, H.S. & Sato, M.N. 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (eds.). 2005. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 439p.
- Mori, S.A.; Silva, L.A.M.; Lisboa, G. & Coradin, L. 1985. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus. 97p.
- Município de Fortaleza. Lei Complementar n.º 062, de 02 de fevereiro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Fortaleza, CE, Ano LVI, n.º 14.020. 13 de março de 2009.
- Oliveira-Filho, A.T. & Carvalho, D.A. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 115-130.
- Pivello, V.R.; Shida, C.N. & Meirelles, S.T. 1999a. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 8: 1281-1294.
- Pivello, V.R.; Carvalho, V.M.C.; Lopes, P.F.; Peccinini, A.A. & Rosso, S. 1999b. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) Biological Reserve. *Biotropica* 31: 71-82.
- Pivello, V.R. 2005. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: A. Scariot; J.C. Sousa-Silva; J.M. Felfili (eds.). 2005. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 439p.
- Ratter, J.A.; Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60: 57-109.
- Renvoize, S.A. 1984. The grasses of Bahia. *Royal Botanic Gardens, Kew*. 301p.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado: ecologia e flora. Vol. I. Embrapa, Brasília. 406p.
- Richardson, D.M.; Pysek, P.; Rejmanek, M.; Barbour, M.G.; Panetta, F.D. & West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Tannus, J.L.S. & Assis, M.A. 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 489-506.
- UNDP, UNEP, WB, WRI – United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, World Bank, World Resources Institute. 2000. World resources 2000-2001: people and ecosystems: the fraying web of life. Elsevier, Amsterdam. 389p.
- Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosystems. MacMillan, Nova York. 385p.

Changes in the structure of a savanna forest over a six-year period in the Amazon-Cerrado transition, Mato Grosso state, Brazil

Mudanças na estrutura de um cerrado em um período de seis anos, na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil

Daniel David Franczak¹, Beatriz Schwantes Marimon^{2,4}, Ben Hur Marimon-Junior², Henrique Augusto Mews³, Leandro Maracahipes² & Edmar Almeida de Oliveira²

Abstract

Vegetation changes in transition zones are still poorly studied. Changes in the vegetation structure of a savanna forest (cerradão) were assessed in the Amazon-Cerrado transition (14°42'2.3"S; 52°21'2.6"W), eastern Mato Grosso, within a period of six years (2002, 2005 and 2008). In 2002, fifty plots of 10 × 10 m were set up, where all trees with $DSH_{30} \geq 5$ cm were measured; in 2005 and 2008 the plots were re-inventoried. In 2008, 84 species from 70 genera and 37 families were sampled; absolute density was 1,998 individuals/ha and basal area was 25.95 m².ha⁻¹. On the one hand, the absolute density of live individuals decreased from 2005 to 2008 (2,066 individuals/ha); on the other hand, the basal area increased in 2008 compared to 2005 (23.56 m².ha⁻¹) and 2002 (1,884 individuals/ha and 21.38 m².ha⁻¹). The species with the highest importance value in the period were *Hirtella glandulosa*, *Tachigali vulgaris* and *Xylopia aromatica*. Except for these three species, all other species underwent hierarchic changes in the importance value, indicating that most species frequently alternate. Community structure exhibited changes throughout the period; hence, we suggest investigations on the role of *T. vulgaris* in these changes, since environmental conditions caused by gap opening from the fall of senile individuals of this pioneer species with a short life cycle may contribute to community dynamics.

Key words: structural changes, permanent plots, *Tachigali vulgaris*.

Resumo

Mudanças na vegetação em zonas de transição são ainda pouco estudadas. Foram avaliadas as mudanças na estrutura da vegetação de um cerrado na transição Cerrado-Floresta Amazônica (14°42'2,3"S e 52°21'2,6"W), no leste de Mato Grosso, em um período de seis anos (2002, 2005 e 2008). Em 2002 foram estabelecidas 50 parcelas de 10 × 10 m, medidas todas as árvores com $DAS_{30} \geq 5$ cm e em 2005 e 2008 as parcelas foram reinventariadas. Em 2008 foram amostradas 84 espécies, 70 gêneros e 37 famílias, a densidade absoluta foi de 1.998 indivíduos/ha e a área basal de 25,95 m².ha⁻¹. A densidade absoluta dos indivíduos vivos diminuiu em relação a 2005 (2.066 ind/ha); em contrapartida, a área basal aumentou em relação a 2005 (23,56 m².ha⁻¹) e 2002 (1.884 ind/ha e 21,38 m².ha⁻¹). As espécies com maior valor de importância nos períodos analisados foram *Hirtella glandulosa*, *Tachigali vulgaris* e *Xylopia aromatica*. Com exceção destas três espécies, todas as demais sofreram alterações hierárquicas no valor de importância, indicando que a maioria das espécies está se alternando frequentemente. Como a estrutura da comunidade apresentou mudanças entre os períodos estudados, sugerimos investigações sobre o papel de *T. vulgaris* nessas mudanças, uma vez que as condições ambientais ocasionadas pela abertura de clareiras em função da queda de indivíduos senis desta espécie pioneira e de ciclo de vida curto podem estar contribuindo na dinâmica da comunidade.

Palavras-chave: alterações estruturais, parcelas permanentes, *Tachigali vulgaris*.

¹Universidade de Brasília - UnB, Programa de Pós-graduação em Botânica, C.P. 4457, 70.904-970, Brasília, DF, Brasil.

²Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, C. P. 08, 78.690-000, Nova Xavantina, MT, Brasil.

³Universidade de Brasília, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, C. P. 4357, 70.910-900, Brasília, DF, Brasil.

⁴Autor para correspondência: biomarimon@hotmail.com.

Introduction

The Cerrado is seen as one of the 34 biodiversity hotspots of the world (Mittermeier *et al.* 2005); it is the largest Neotropical savanna in the world and has the second largest area of all biomes in South America (Oliveira & Marquis 2002). Among several threatened physiognomies of this biome, the savanna forest ("cerradão") stands out. It is denominated 'mesophyllous sclerophyllous forest' (Rizzini 1979) and is characterized by the presence of species from savanna and forest environments. In general, this physiognomy is not tolerant of anthropic disturbance and occupies small areas; exactly the areas that are most frequently used for agriculture and livestock, since these areas are usually on soils with higher availability of exchangeable cations (Ratter 1971; Eiten 1979; Oliveira-Filho *et al.* 1994), *i.e.* more humid and with clayey texture (Marimon-Junior & Haridasan 2005).

In the eastern portion of Mato Grosso state there are patches of savanna forest in the transition zone between Cerrado and the Amazon biomes (Marimon-Junior & Haridasan 2005; Marimon *et al.* 2006). Two types of vegetation were recorded in the area: the savanna forest of *Magonia pubescens* A. St.-Hil. and *Callisthene fasciculata* Mart., which occurs on mesotrophic soils; and the savanna forest of *Hirtella glandulosa*, which occurs on dystrophic soils (Ratter 1971; Ratter *et al.* 1973). These two savanna forest types are threatened, mainly because they are located in a region known as the 'deforestation arch', where the advance of cultivated areas represents an important threat to native vegetation (Nogueira *et al.* 2008).

Most studies carried out in savanna forests are based on information collected at a point in time (Costa & Araújo 2001; Marimon & Lima 2001; Gomes *et al.* 2004; Marimon-Junior & Haridasan 2005; Guilberme & Nakajima 2007; Kunz *et al.* 2009). There is still a huge need for studies on the dynamics of this vegetation. Therefore, studies on long-term vegetation changes are essential to understand the mechanisms and processes that maintain the community in a steady state (Aquino *et al.* 2007). A lot of information obtained from native-forest functioning can be used for its management.

Hence, important subsidies to practices of conservation, management and restoration of degraded areas, for example, may come from studies on the remnants of native vegetation in Mato Grosso state. Therefore, the objective of this study was to assess changes in the structure of the woody

vegetation of a savanna forest in eastern Mato Grosso, in the transition region between Cerrado and the Amazon, within a period of six years (2002 and 2008). The transition between Cerrado and the Amazon extends for over 4,500 km (Ackerly *et al.* 1989) and it is dynamic: studies show that forests are advancing over savannas (Marimon *et al.* 2006). In this context, the present study will also look at whether floristic and structural changes in the savanna forest led this physiognomy to become a denser forest.

Material and Methods

The study was carried out in a savanna forest (14°42'2.3"S; 52°21'2.6"W), Bacaba Municipal Park, Nova Xavantina, state of Mato Grosso, central-western Brazil. According to Marimon-Junior & Haridasan (2005), the park is located in a transition region between the Cerrado and Amazon biomes, where the predominant 'cerrado *sensu stricto*' vegetation (open savanna) is in contact with forests and savanna forests, in acid and dystrophic soils, with high levels of exchangeable aluminum and clayey texture. According to Köppen's classification, the regional climate is type Aw (Silva *et al.* 2008), characterized by two well-defined seasons: one dry and cold (April to September) and the other hot and rainy (October to March).

The transition between Cerrado and the Amazon is a zone of ecological tension that exhibits a mosaic of savannas and forests (Ratter *et al.* 1973; Ackerly *et al.* 1989; Ivanauskas *et al.* 2004; Marimon *et al.* 2006). Based on IBGE (2004), our study area is about 150 km from this zone of ecological tension. However, this zone is not regular; there are larger or smaller intrusions or fringes (Ratter *et al.* 1973; Marimon *et al.* 2006), which are currently fragmented due to the conversion of native vegetation into agricultural lands (Nogueira *et al.* 2008). Although our study area is located in a vegetation matrix dominated by savanna (Marimon-Junior & Haridasan 2005), in nearby areas (less than 10 km) there are fragments and intrusions of contact between savanna and seasonal forest (IBGE 2004; Marimon 2005). Records taken out in 1943 by members of the Roncador-Xingu Expedition confirmed that up to 40 km to the south of our study area there would have existed 'a dense vegetation, where to open the way they needed to cut down colossal trees' (Carpentieri 2008); this report characterizes the study region as a zone of ecological tension or a zone of transition between Cerrado and the Amazon.

In 2002, fifty 10 × 10 m permanent plots were set up (Marimon-Junior & Haridasan 2005), where woody species (except lianas) that had DSH_{30} (diameter at soil height, measured at 30 cm) ≥ 5 cm were sampled. At the occasion, all individuals were tagged with numbered aluminum plates, and were recorded and identified. Species were identified by comparison with herbaria vouchers (NX and UB) and by consulting specialists. The collected material was deposited in the NX Herbarium, UNEMAT – Nova Xavantina Campus, Mato Grosso state. In 2005 and in 2008, all surviving individuals were measured again and recruits (individuals that reached the minimal inclusion criterion) were tagged, measured, recorded and identified. Sampling and species identification followed the same procedures used in the first inventory. The classification system used for families was APG III (2009) and the revision of taxa names followed Forzza *et al.* (2010) in the list of Angiosperm species of the Brazilian flora.

Parameters of relative density, frequency, dominance and importance value (IV) were used to describe vegetation structure, following Müeller-Dombois & Ellenberg (1974). The program FITOPAC 1.0 (Shepherd 1994) was used for the analysis. We compared the phytosociology of the three inventories: 2002 (Marimon-Junior & Haridasan 2005), 2005 and 2008 (present study).

Based on the number of individuals sampled, mortality and recruitment rates were calculated for each plot (Sheil *et al.* 1995, 2000) and comparisons were made (2002–2005 and 2005–2008) using paired *t*-tests. The average number of individuals and the basal area in each year sampled were compared by analysis of variance and Tukey's test at 5% probability (Zar 1999).

Results and Discussion

In 2008, the savanna forest studied had 84 plant species from 70 genera and 37 families (Tab. 1), with an absolute density of 1,998 individuals/ha and a basal area of 25.95 m².ha⁻¹. On the one hand, the absolute density of live individuals decreased compared to 2005 (2,066 ind.ha⁻¹); on the other hand, the basal area increased compared to 2002 and 2005 (Tab. 2). In 2002, 77 species from 65 genera and 36 families were recorded (Marimon-Junior & Haridasan 2005) and in 2005, 87 species from 71 genera and 38 families. The increase in the basal area in two consecutive periods (2005 and 2008) in the savanna forest is consistent with Phillips *et al.*

(2002), Baker *et al.* (2004) and Lewis *et al.* (2009), who observed that in the last century nearly all terrestrial ecosystems have been under the influence of atmospheric and climatic changes. An increase in dynamics, biomass and carbon stock in tropical forests was recorded, probably due to an increase of CO₂ levels in the atmosphere. Further detailed long-term studies in the savanna forest studied here are essential to verify if the increase in biomass of this community is related to the increase in atmospheric CO₂ levels. However, the increase in biomass could also be explained by climatic changes that have been occurring since the early Holocene, when a drier climate was replaced by a warmer and more humid climate (Ledru *et al.* 1996). In a study carried out by Marimon *et al.* (2006) in a nearby area, 30-year records showed that the Amazon advanced 7 km into the Cerrado, reinforcing the expansion of forests over savannas in the region.

Recruitment and mortality rates were higher in the first inventory period, between 2002 and 2005 (Tab. 2). If we consider intervals as well as the whole period (2002 to 2008), the values of the savanna forest of Bacaba Park were higher than the values observed in other studies carried out in forests of South and Central America, which varied from 0.5 to 2.8%.year⁻¹ for mortality (Lieberman *et al.* 1985; Swaine *et al.* 1987; Condit *et al.* 1995; Felfili 1995) and from 2 to 4%.year⁻¹ for recruitment (Oliveira-Filho *et al.* 1997; Higuchi *et al.* 2008; Silva & Araújo 2009; Miguel *et al.* 2011). According to Felfili (1995), mortality rates around 3.5%.year⁻¹ are typical of areas that underwent disturbances. Oliveira & Felfili (2008) observed that high mortality and recruitment rates lead to a high turnover, confirming the dynamic aspect of the community, which even without undertaking direct disturbances (fire and cutting) exhibited high mortality and recruitment. Considering the whole period (2002–2008), recruitment compensated mortality ($t = -2.95$, $P = 0.0024$). This compensation can be related to a 'construction' phase of the sylvigenetic cycle of the community, as proposed by Hallé *et al.* (1978), which is usually recorded in forests recovering from a disturbance (Oliveira-Filho *et al.* 1997; Chagas *et al.* 2001), suggesting that periods of higher mortality might have previously occurred (Felfili 1995), of which there is no record from the memory of local residents.

The reduction in density and the increase in basal area recorded in the present study (Tab. 2) are consistent with a self-thinning pattern, as observed by Felfili (1995) and Werneck *et al.* (2000).

Table 1 – Phytosociological parameters of species sampled in a cerrado in the Cerrado-Amazon Forest transition, in 2005 and 2008, Nova Xavantina-MT. N° Herb.= registration number in Herbarium NX, N= number of individuals, DR= relative density (%), FR= relative frequency (%), DoR= relative dominance (%), and VI= importance value. Species listed in order of decreasing VI.

Species	Families	N° Herb.	N		DR		FR		DoR		VI	
			2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Chrysobalanaceae	728	120	125	11,62	12,52	6,12	6,48	25,17	27,37	42,90	46,37
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Fabaceae	674	85	93	8,23	9,31	5,12	4,86	10,95	11,21	24,30	25,38
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Annonaceae	137	74	63	7,16	6,31	5,55	5,15	7,55	7,00	20,26	18,46
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	59	39	42	3,78	4,20	3,70	3,98	2,95	3,86	10,42	12,04
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Icacinaceae	1371	22	22	2,13	2,20	2,42	2,50	6,09	6,48	10,64	11,18
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	Myrtaceae	2258	41	41	3,97	4,10	3,70	3,83	2,64	2,73	10,31	10,66
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	Peraceae	1046	41	42	3,97	4,20	3,84	3,98	1,96	2,21	9,77	10,39
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	9518	33	35	3,19	3,50	3,41	3,83	2,04	2,15	8,65	9,48
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	Oleaceae	2403	44	41	4,26	4,10	3,70	3,68	1,67	1,62	9,63	9,40
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	Apocynaceae	164	33	32	3,19	3,20	3,41	3,39	2,35	2,20	8,96	8,79
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	1275	27	26	2,61	2,60	2,99	3,39	2,27	2,35	7,87	8,34
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A.Robyns	Malvaceae	477	25	21	2,42	2,10	2,28	2,21	4,50	3,08	9,19	7,39
<i>Sorocea klotzschiana</i> Baill.	Moraceae	2117	28	31	2,71	3,10	2,56	2,80	0,96	1,27	6,23	7,17
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	2322	33	26	3,19	2,60	3,27	2,80	1,37	1,17	7,84	6,57
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	2493	32	22	3,10	2,20	3,41	2,50	2,66	1,51	9,17	6,22
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	Euphorbiaceae	1032	15	17	1,45	1,70	1,99	2,36	0,85	0,93	4,29	4,99
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	2075	18	20	1,74	2,00	1,99	2,21	0,61	0,77	4,34	4,98
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	1103	14	15	1,36	1,50	1,71	1,91	0,81	1,08	3,87	4,50
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	2526	16	16	1,55	1,60	2,13	2,21	0,54	0,52	4,22	4,33
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.& Zucc.)A.Robyns	Malvaceae	484	14	14	1,36	1,40	1,56	1,62	0,95	0,93	3,87	3,95
<i>Agomandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	Opiliaceae	2422	9	12	0,87	1,20	1,00	1,33	0,81	0,87	2,68	3,39
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	6980	17	13	1,65	1,30	1,85	1,62	0,49	0,30	3,99	3,22
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae	846	10	9	0,97	0,90	1,28	1,33	1,02	0,84	3,27	3,07
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	519	8	8	0,77	0,80	1,00	1,03	0,83	0,98	2,60	2,81
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Combretaceae	833	6	6	0,58	0,60	0,85	0,88	1,02	1,29	2,46	2,78
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Rubiaceae	2513	9	10	0,87	1,00	1,28	1,47	0,23	0,30	2,39	2,77
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Lacistemataceae	1382	9	11	0,87	1,10	1,14	1,33	0,19	0,24	2,19	2,67
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	6975	6	6	0,58	0,60	0,71	0,74	1,25	1,24	2,55	2,57

Species	Families	N° Herb.	N		DR		FR		DoR		VI	
			2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	Vochysiaceae	3066	6	7	0,58	0,70	0,85	0,88	0,68	0,92	2,11	2,51
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	158	8	8	0,77	0,80	1,14	1,18	0,46	0,43	2,37	2,41
<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Lauraceae	1463	4	4	0,39	0,40	0,57	0,59	1,54	1,38	2,49	2,37
<i>Antonia ovata</i> Pohl	Loganiaceae	1523	14	9	1,36	0,90	1,71	1,18	0,42	0,28	3,49	2,36
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Polygonaceae	9522	9	9	0,87	0,90	0,85	0,88	0,48	0,65	2,21	2,35
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	Vochysiaceae	3057	8	9	0,77	0,90	0,85	1,03	0,27	0,25	1,89	2,18
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3044	8	8	0,77	0,80	1,00	1,03	0,37	0,34	2,14	2,17
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	927	5	5	0,48	0,51	0,71	0,74	0,95	0,91	2,15	2,14
<i>Luetzelburgia praecox</i> (Harms) Harms	Fabaceae	1235	6	6	0,58	0,60	0,85	0,88	0,60	0,58	2,04	2,06
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	1219	4	4	0,39	0,40	0,57	0,59	0,86	1,01	1,81	2,00
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Arecaceae	3112	8	7	0,77	0,70	0,85	0,88	0,45	0,33	2,08	1,92
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	2324	10	6	0,97	0,60	1,00	0,74	0,76	0,56	2,73	1,90
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3001	7	6	0,68	0,60	1,00	0,88	0,44	0,36	2,11	1,84
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	49	6	6	0,58	0,60	0,71	0,74	0,47	0,44	1,76	1,78
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	Arecaceae	3111	12	6	1,16	0,60	1,14	0,88	0,33	0,18	2,63	1,66
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth & Hook f. ex S. Moore	Bignoniaceae	458	5	5	0,48	0,50	0,71	0,74	0,20	0,19	1,39	1,42
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	580	3	4	0,29	0,40	0,43	0,59	0,26	0,36	0,98	1,35
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Loganiaceae	1526	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,94	0,70	1,42	1,19
<i>Mimosa laticifera</i> Rizzini & A.Mattos	Fabaceae	2032	5	4	0,48	0,40	0,57	0,59	0,16	0,12	1,21	1,11
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Ochnaceae	2372	5	4	0,48	0,40	0,71	0,59	0,14	0,10	1,34	1,09
<i>Euplassa inaequalis</i> (Pohl) Engl.	Proteaceae	2478	4	3	0,39	0,30	0,57	0,44	0,58	0,33	1,53	1,07
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae	2083	4	4	0,39	0,40	0,43	0,44	0,16	0,14	0,97	0,98
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	76	6	3	0,58	0,30	0,71	0,44	0,35	0,17	1,65	0,91
<i>Machaerium acutifolium</i> (Vogel)	Fabaceae	1238	3	3	0,29	0,30	0,43	0,44	0,13	0,13	0,85	0,88
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	Rubiaceae	2623	3	3	0,29	0,30	0,43	0,44	0,07	0,08	0,79	0,82
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil	Sapindaceae	2676	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,30	0,31	0,78	0,81
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae	3083	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,27	0,26	0,75	0,75
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	1618	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,28	0,25	0,75	0,75
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	614	3	3	0,29	0,30	0,28	0,29	0,10	0,10	0,68	0,70
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	4034	1	2	0,10	0,20	0,14	0,29	0,03	0,12	0,27	0,61

Species	Families	N° Herb.	N		DR		FR		DoR		VI	
			2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae	1250	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,32	0,33	0,56	0,58
<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.	Dichapetalaceae	900	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,07	0,08	0,55	0,57
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Chrysobalanaceae	718	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,08	0,07	0,56	0,57
<i>Styrax camporum</i> Pohl	Styracaceae	2891	3	2	0,29	0,20	0,43	0,29	0,31	0,07	1,03	0,57
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3040	3	2	0,29	0,20	0,43	0,29	0,08	0,06	0,80	0,56
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	2059	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,07	0,06	0,54	0,55
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Ochnaceae	2361	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,04	0,04	0,52	0,53
<i>Eugenia gemmiflora</i> O.Berg	Myrtaceae	2270	2	2	0,19	0,20	0,28	0,29	0,05	0,03	0,53	0,53
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl.	Chrysobalanaceae	3563	1	2	0,10	0,20	0,14	0,29	0,02	0,03	0,26	0,53
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Apocynaceae	174	1	1	0,10	0,15	0,14	0,16	0,24	0,25	0,48	0,49
<i>Coccoloba</i> sp.	Polygonaceae	9830	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,06	0,09	0,30	0,34
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	Fabaceae	634	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,06	0,06	0,30	0,31
<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth	Fabaceae	1166	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,06	0,05	0,30	0,30
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae	420	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,08	0,05	0,32	0,30
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Fabaceae	1159	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,05	0,05	0,29	0,30
Polygalaceae - N.L.	Polygalaceae	1533	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,04	0,05	0,28	0,30
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Fabaceae	1260	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,04	0,04	0,27	0,29
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	Moraceae	2090	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,03	0,02	0,27	0,28
<i>Pouteria</i> aff. <i>gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	Sapotaceae	2719	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,02	0,02	0,26	0,27
<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	Malpighiaceae	1615	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,03	0,01	0,27	0,27
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltdl.	Annonaceae	95	2	1	0,19	0,10	0,28	0,15	0,06	0,01	0,53	0,27
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	1196	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,03	0,01	0,27	0,27
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	Ebenaceae	953	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,02	0,01	0,26	0,27
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	6913	2	1	0,19	0,10	0,28	0,15	0,07	0,01	0,55	0,27
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Fabaceae	1156	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,02	0,01	0,26	0,26
<i>Aspidosperma nobile</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	173	1	1	0,10	0,10	0,14	0,15	0,02	0,01	0,26	0,26
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	Simaroubaceae	6646	1	-	0,10	-	0,17	-	0,21	-	0,43	-
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	598	1	-	0,10	-	0,17	-	0,02	-	0,26	-
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	6825	1	-	0,10	-	0,16	-	0,02	-	0,26	-
Total		1033	999	100	100	100	100	100	100	100	300	300

Table 2 – Parameters of dynamics in a woody community of a cerrado in Bacaba Park, Nova Xavantina, Mato Grosso, between 2002 and 2005, 2005 and 2008, and 2002 and 2008. Where: *t* = paired *t*-test, *F* = result of analysis of variance. Values in parentheses correspond to standard deviation. Different letters indicate differences at 5% significance level.

Parameters	2002	2005	2008	
Mortality rate (%.year ⁻¹)	5,52	2,70	4,51	<i>t</i> = 3,62 <i>P</i> = 0,0003
Recruitment rate (%.year ⁻¹)	8,47	2,00	5,87	<i>t</i> = 9,67 <i>P</i> < 0,0001
Average number of individuals (plot)	18,8 (5,6)	20,7 (5,7)	19,9 (5,4)	<i>F</i> = 1,33 <i>P</i> = 0,2658
Basal área (m ² .ha ⁻¹)	21,38 ^a (5,9)	23,56 ^b (7,5)	25,95 ^b (8,4)	<i>F</i> = 4,78 <i>P</i> = 0,0098

In a riparian forest in Distrito Federal, Oliveira & Felfili (2005) recorded intense reduction in total density and increase in basal area; they suggested that greater shading of the area would hinder the growth of heliophilous species. This could also be happening in our study area, since all species that entered the community between 2002 and 2008, such as *Diospyros sericea*, *Ficus enormis* and *Pouteria gardneri*, are typical of forests and the ones that left the community, such as *Dimorphandra mollis*, *Cordia elliptica* and *Simarouba versicolor*, are typical of savanna formations and open environments (Tab. 1, Marimon-Junior & Haridasan 2005). Besides, of the eight species that exhibited higher recruitment (> 10 individuals) in the period from 2002 to 2008 (Tab. 3), at least six are typical of forests; and all species that exhibited higher mortality (> 10 individuals, Tab. 3) are typical of savanna and field vegetation (Ratter *et al.* 1973; Pott & Pott 1994; Oliveira-Filho & Ratter 1995; IBGE 2002; Durigan *et al.* 2004; Mendonça *et al.* 2008).

The ten most important species in 2008 represented c. 54% of the total importance value (IV) and of the total number of individuals sampled. In 2002 they represented 53% of IV and 51.7% of the total number of individuals sampled, and in 2005, 52% of IV and 51.5% of the total number of individuals (Table 1; Marimon-Junior & Haridasan 2005). In a riparian forest in Distrito Federal, Felfili (1993) observed that the ten most important species might be considered to be the ones that exhibit higher success exploiting resources of the habitat. Inventories carried

out in forests and savannas of the Cerrado biome (Costa & Araújo 2001; Marimon *et al.* 2006; Kunz *et al.* 2009) reported that the species that have higher importance value also have higher number of individuals, as recorded in the present study.

The most important species (IV) in all three sampling periods was *Hirtella glandulosa*, which contributed with approximately 12% of the total number of individuals in 2002, 2005 and 2008, confirming the area as a savanna forest of *Hirtella glandulosa*, as described by Ratter (1971) and Ratter *et al.* (1973). *Tachigali vulgaris* (= *Sclerolobium paniculatum*) was the second most important species in all inventories, with 6.5% of the total number of individuals in 2002 (Marimon-Junior & Haridasan 2005), 8.2% in 2005 and 9.3% in 2008. *Xylopia aromatica* was the third most important species in all three inventories, with 7.5% of the total number of individuals in 2002 (Marimon-Junior & Haridasan 2005), 7.2% in 2005 and 6.3% in 2008. The species mentioned were also among the ten most important species in other savanna forest areas (Gomes *et al.* 2004; Pereira-Silva *et al.* 2004; Marimon *et al.* 2006; Guilherme & Nakajima 2007; Kunz *et al.* 2009) and in a dense savanna (Andrade *et al.* 2002), evidencing their broad distribution and high importance in different forests of the Cerrado biome.

Tachigali vulgaris has a short life cycle (< 20 years) and rapid growth (Felfili *et al.* 1999). In this case, it is suggested that the mortality of this species and the resulting fall of large-sized senile individuals, such as recorded by Franczak (2009) in

Table 3 – Number of dead and recruited individuals in the intervals between the years 2002 and 2005 (02-05), 2005 and 2008 (05-08), and 2002 and 2008 (02-08). Cerradão of the Bacaba Park, Nova Xavantina, MT. Species listed in descending order of number of individuals recruited between 2002 and 2008. Were considered only those species that presented at least five dead or recruited individuals at least in one interval.

Species	Dead			Recruited		
	(02-05)	(02-05)	(02-08)	(02-05)	(05-08)	(02-08)
<i>Tachigali vulgaris</i>	12	8	20	36	17	53
<i>Hirtella glandulosa</i>	5	0	5	14	5	19
<i>Heisteria ovata</i>	1	2	3	18	-	18
<i>Sorocea klotzschiana</i>	-	-	-	15	3	18
<i>Tapirira guianensis</i>	1	-	1	15	3	18
<i>Siparuna guianensis</i>	2	-	2	14	2	16
<i>Xylopia aromatica</i>	10	12	22	14	2	16
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i>	-	-	-	11	1	12
<i>Maprounea guianensis</i>	-	-	-	8	1	9
<i>Matayba guianensis</i>	5	0	5	7	2	9
<i>Cordia sessilis</i>	2	-	2	6	-	6
<i>Myrcia splendens</i>	6	1	7	5	1	6
<i>Erythroxylum daphnites</i>	4	3	7	5	-	5
<i>Aspidosperma multiflorum</i>	4	1	5	3	-	3
<i>Guapira graciliflora</i>	19	7	26	3	-	3
<i>Antonia ovata</i>	1	5	6	1	-	1
<i>Eriotheca gracilipes</i>	5	1	9	1	-	1
<i>Guapira noxia</i>	8	4	12	-	1	1
<i>Roupala montana</i>	8	10	18	1	-	1
<i>Syagrus flexuosa</i>	3	6	9	1	-	1
<i>Annona coriacea</i>	3	3	6	-	-	-

the studied savanna forest, cause gap openings, accelerating community dynamics and contributing to the maintenance of *T. vulgaris* and other species that demand similar light levels to establish and grow. In the present study, the increase in density of *T. vulgaris* between 2002 and 2008 is characterized by the ingression of juvenile individuals; and the increase in basal area, in addition to the juveniles that entered the community, was due to the fast growth of adults that still remained in the community; Miguel *et al.* (2011) recorded the highest absolute value of periodic annual increment (2.05 cm/year) for this species. Therefore, differently from what was observed in tropical forests subjected to abiotic environmental changes, such as the case of riparian forests submitted to the seasonal flood of rivers and to an intense edge effect (Felfili 1993; Miguel

& Marimon 2008), the temporal changes recorded in the savanna forest studied may have a biotic origin, led by *Tachigali vulgaris*, which might be a keystone species in the dynamics of this savanna forest. Besides, considering that this species maintained itself in the same hierarchical position during the study period, possibly its adult and senile individuals, after falling, opened new gaps, maintaining the possibility of regeneration and growth of the species in a type of positive feedback or virtual circle (Miguel *et al.* 2011).

Based on this assumption, the contribution of *Tachigali vulgaris* may be important to several ecosystem processes that affect community structure, as for instance the microclimate, since microclimatic factors such as light, humidity and soil and air temperature depend on canopy characteristics, especially regarding the dynamics

of gap formation (Guilherme 2000). In this case, forests with a highly dynamic canopy, as in the present study, undergo high levels of intermediate disturbance during a short period of time, revealing a selection of tree species that are best adapted to such environmental conditions, which could be considered, hence, best competitors (Lopes & Schiavini 2007). Therefore, changes in environmental conditions, on which *Tachigali vulgaris* seems to have an effective participation, are causing changes in the floristic composition and in the structure of the savanna forest under study.

Considering the ten most important species, only the first three in decreasing order (*Hirtella glandulosa*, *Tachigali vulgaris* and *Xylopia aromatica*) kept their IV position unchanged in 2002, 2005 and 2008 (Tab. 1; Marimon-Junior & Haridasan 2005). It is important to highlight that those species also exhibited the highest basal area values, occurred in higher frequency compared to others and were the only ones that exhibited relative density over 5%. Between 2002 and 2005, based on the study of Marimon-Junior & Haridasan (2005), nearly all species changed their hierarchical IV positions. This pattern of structural change in most species gives this savanna forest a very dynamic character compared to other Cerrado vegetation types (Felfili *et al.* 2000; Marimon 2005; Miguel & Marimon 2008). In this context, Baker *et al.* (2004) and Wright (2005) observed that changes in structure and species composition of tropical forests may have important implications in the carbon cycle and in the biodiversity of these forests.

Considering the ten most important species during the three periods of sampling, it was observed that *Eriotheca gracilipes* occupied the 4th IV position in the first inventory (2002), moved to the 9th position in 2005 and to the 12th position in 2008. Another remarkable change was recorded in the hierarchical position of *Roupala montana*, which moved from the 7th position in 2002 for the 10th position in 2005 and the 15th position in 2008. In this case, the species mentioned above, which are heliophilous (*E. gracilipes*) and pioneer (*R. montana*) (Franczak 2009), may have been affected by a possible partial closure of the canopy in the last period of the study (2005 to 2008). Whereas *Chaetocarpus echinocarpus*, which is a typical understory species (shady environments) from seasonal semideciduous and riparian forests of eastern Mato Grosso (Marimon *et al.* 2001; 2002), climbed from the 11th position in 2005 to the 7th position in 2008.

Ronquim *et al.* (2003) observed that *Eriotheca gracilipes* needs high solar radiation levels for growth (100% transmittance), under which it exhibits higher photosynthetic capacity and higher biomass accumulation. According to these authors, under shaded conditions (30% transmittance) *E. gracilipes* does not produce enough resources to sustain the demand required for the formation of reproductive structures. In this case, under natural conditions it would tolerate shading, but would remain in a vegetative state with reduced growth. According to Mendonça *et al.* (2008), *Roupala montana* is a species that occurs mainly in cerrado *sensu stricto*, "campo sujo", "campo de murundus" and rocky savanna (*cerrado rupestre*). Felfili & Abreu (1999) recorded higher growth of *R. montana* under higher light conditions. Therefore, considering the ecological characteristics mentioned for these species and taking into account the changes in their hierarchical positions in the present study, it is suggested that the savanna forest studied here is closing.

The changes in IV in the community indicate that most species alternate frequently, as recorded by Carvalho (1992) and Felfili (1993) in Amazonian and riparian forests in central Brazil, indicating that these communities are in a dynamic state, varying in density and basal area of species over time.

Tree species such as *Tachigali vulgaris* may contribute not only to the understanding of complex ecological interactions of tropical forests, but also to studies on restoration of degraded areas. The restoration processes, which are usually difficult and long under the climatic conditions of central-western Brazil, require the indication of species that have the same success of establishment and growth in restoration areas that they have under natural conditions.

Acknowledgements

Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais of the Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Campus de Nova Xavantina provided us with logistic support. CNPq (Project PELD-Transição Cerrado-Floresta Amazônica: bases ecológicas e sócio-ambientais para a conservação, Proc. N° 558069/2009-6) provided us with financial support and CAPES granted the first author a scholarship.

References

- Ackerly, D.D.; Thomas, W.W.; Ferreira, C.A.C. & Pirani, J.R. 1989. The forest-cerrado transition zone in southern Amazonia: results of the 1985 Projeto Flora Amazônica expedition to Mato Grosso. *Brittonia* 41: 113-128.
- Andrade, L.A.Z.; Felfili, J.M. & Violatti, L. 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botanica Brasílica* 16: 225-240.
- APG III – Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the angiosperm Phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Aquino, F.G.; Walter, B.M.T. & Ribeiro, J.F. 2007. Woody community dynamics in two fragments of "cerrado" *stricto sensu* over a seven-year period (1995-2002), MA, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 113-121.
- Baker, T.R.; Phillips, O.L.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Arroyo, L.; DiFiore, A.; Erwin, T.; Higuchi, N.; Killeen, T.J.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Lewis, S.L.; Monteagudo, A.; Neill, D.A.; Vargas, P.N.; Pitman, N.C.A.; Silva, N.M. & Martínez, R.V. 2004. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359: 353-365.
- Carpentieri, A. 2008. O Portal do Roncador – História de região do Roncador e de Nova Xavantina-MT. SEC-MT.
- Carvalho, J.O.P. 1992. Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest. PhD Thesis. University of Oxford, Oxford. 215p.
- Chagas, R.K.; Oliveira-Filho, A.T.; Van Den Berg, E. & Sclorffo, J.R.S. 2001. Dinâmica de populações arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais. *Revista Árvore* 25: 39-57.
- Condit, R.; Hubbell, S.P. & Foster, R.B. 1995. Mortality rates of 205 Neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. *Ecological Monographs* 65: 419-439.
- Costa, A.A. & Araújo, G.M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasílica* 15: 63-72.
- Durigan, G.; Baitello, J.B.; Franco, G.A.D.C. & Siqueira, M.F. 2004. Plantas do cerrado paulista. Páginas & Letras, São Paulo. 475 p.
- Eiten, G. 1979. Formas fisionômicas do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 2: 139-148.
- Felfili, J. M. 1993. Structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. PhD. Thesis. Oxford Forestry Institute, Oxford. 180p.
- Felfili, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117: 1-15.
- Felfili, J.M. & Abreu, H.A.M. 1999. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocapha macropoda* Back. e *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais em mata de galeria na mata de galeria do Gama-DF. *Cerne* 6: 125-132.
- Felfili, J.M.; Hilgert, L.F.; Franco, A.C.; Sousa-Silva, J.C.; Rezende, A.V. & Nogueira, M.V.P. 1999. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 297-301.
- Felfili, J.M.; Rezende, A.V.; Silva-Júnior, M.C. & Silva, M.A. 2000. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- Forzza, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B. & Souza, V.C. 2010. Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Acesso em 19 set 2010.
- Franzák, D.D. 2009. Dinâmica da comunidade arbustiva-árboorea de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* no Parque do Bacaba, Nova Xavantina-MT. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 72p.
- Gomes, B.Z.; Martins, F.R. & Tamashiro, J.Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 249-262.
- Guilherme, F.A.G. 2000. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria. Brasília-DF. *Cerne* 6: 60-66.
- Guilherme, F.A.G. & Nakajima, J.N. 2007. Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. *Revista Árvore* 31: 329-338.
- Hallé, F.; Oldeman, R.A.A. & Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests. Springer-Verlag, Berlin. 483p.
- Higuchi, P.; Oliveira-Filho, A.T.; Silva, A.C.; Machado, E.L.M.; Santos, R.M. & Pifano, D.S. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. *Revista Árvore* 32: 417-426.
- IBGE. 2002. Árvores do Brasil Central. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 417p.

- IBGE. 2004. Mapa da vegetação do Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MAPA - Diretoria de Geociências, Brasília.
- Ivanauskas, N.M.; Monteiro, R. & Rodrigues, R.R. 2004. Composição florística de trechos florestais na borda Sul-Amazônica. *Acta Amazonica* 34: 399-413.
- Kunz, S.H.; Ivanauskas, N.M. & Martins, S.V. 2009. Estrutura fitossociológica de uma área de cerrado em Canarana, estado do Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum* 31: 255-261.
- Ledru, M.P.; Soares-Braga, P.; Soubiès, F.; Fournier, M.; Martin, L.; Suguio, K. & Turcq, B. 1996. The last 50000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 123: 239-257.
- Lewis, S.L.; Lopez-Gonzalez, S.; Sonké, G.B.; Affum-Baffoe, K.; Baker, T.R.; Ojo, L.O.; Phillips, O.L.; Reitsma, J.M.; White, L.; Comiskey, J.A.; Djuikouo, M.; Ewango, C.E.N.; Feldpausch, T.R.; Hamilton, A.C.; Gloor, M.; Hart, T.; Hladik, A.; Lloyd, J.; Lovett, J.C.; Makana, J.R.; Malhi, Y.; Mbago, F.M.; Ndangalasi, H.J.; Peacock, J.; Peh, K.S.H.; Sheil, D.; Sunderland, T.; Swaine, M.D.; Taplin, J.; Taylor, D.; Thomas, S.C.; Votere, R. & Wöll, H. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457: 1003-1007.
- Lieberman, D.; Lieberman, M.; Peralta, R. & Hartshorn, S. 1985. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Ecology* 73: 915-924.
- Lopes, S.F. & Schiavini, I. 2007. Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 249-261.
- Marimon, B.S. 2005. Dinâmica de uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e comparação com uma floresta mista em Nova Xavantina-MT. Tese Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília. 232p.
- Marimon, B.S.; Felfili, J.M.; Lima, E.S. & Rodrigues, A.J. 2001. Distribuição de circunferências e alturas em três porções da mata de galeria do Córrego Bacaba, Nova Xavantina-MT. *Revista Árvore* 25: 335-343.
- Marimon, B.S.; Felfili, J.M. & Lima, E.S. 2002. Floristic and phytosociology of the gallery forest of the Bacaba Stream, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Edinburgh Journal of Botany* 59: 303-318.
- Marimon, B.S. & Lima, E.S. 2001. Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal dos Rios Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15: 213-229.
- Marimon, B.S.; Lima, E.S.; Duarte, T.G.; Chierregatto, L.C. & Ratter, J.A. 2006. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. An analysis of the Cerrado-Amazonian Forest ecotone. *Edinburgh Journal of Botany* 63: 323-341.
- Marimon-Junior, B.H. & Haridasan, M. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 913-926.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.; Silva-Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E. & Fagg, C.W. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Pp. 421-1181.
- Miguel, A. & Marimon, B.S. 2008. Mudanças na composição florística e na diversidade de espécies em três áreas da mata de galeria do Córrego Bacaba (Nova Xavantina, MT). In: Santos, J.E. & Galbiati, C. (orgs.). *Gestão e educação ambiental - água, biodiversidade e cultura*. Ed. Rima, São Carlos. Pp. 93-116.
- Miguel, A.; Marimon, B.S.; Oliveira, E.A.; Maracahipes, L. & Marimon-Junior, B.H. 2011. Dinâmica da comunidade lenhosa de uma floresta de galeria na transição Cerrado-Floresta Amazônica no leste de Mato Grosso, em um período de sete anos (1999 a 2006). *Biota Neotropica* 11. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn01111012011>>. Acesso em jan 2011.
- Mittermeier, R.A.; Gil, P.R.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreaux, J. & Fonseca, G.A.B. 2005. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Conservation International, New York. 291p.
- Müller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons, New York. 574p.
- Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W.; Barbosa, R.I. & Keizer, E.W.H. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: new allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management* 256: 1853-1857.
- Oliveira, A.P. & Felfili, J.M. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea de uma mata de galeria do Brasil Central em um período de 19 anos (1985-2004). *Revista Brasileira de Botânica* 31: 597-610.
- Oliveira, E.C.L. & Felfili, J.M. 2005. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 801-811.
- Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. 2002. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York. 398p.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52: 141-194.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Carvalho, D.D. & Gavilanes, M.L. 1994. Effects of soils and

- topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 483-508.
- Oliveira-Filho, A.T.; Mello, J.M. & Scolforo, J.R. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). *Plant Ecology* 131: 45-66.
- Pereira-Silva, E.F.L.; Santos, J.E.; Kageyama, P.Y. & Hardt, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerrado em uma Unidade de Conservação do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 533-544.
- Phillips, O.L.; Malhi, Y.; Vincenti, B.; Baker, T.; Lewis, S.L.; Higuchi, N.; Laurance, W.F.; Vargas, P.N.; Martinez, R.V.; Laurance, S.; Ferreira, L.V.; Stern, M.; Brown, S. & Grace, J. 2002. Changes in growth of tropical forests: evaluating potential biases. *Ecological Applications* 12: 576-587.
- Pott, A. & Pott, V.J. 1994. *Plantas do Pantanal*. EMBRAPA-CPAP/SPI, Brasília. 320p.
- Ratter, J.A. 1971. Some notes on two types of cerrado occurring in northeastern Mato Grosso. In: Ferri, M.G. (ed.), III Simpósio Sobre o Cerrado. EDUSP/Edgard Blücher, São Paulo. Pp. 110-112.
- Ratter, J.A.; Richards, P.W.; Argent, G. & Gifford, D.R. 1973. Observations on the vegetation of the northeastern Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 266: 449-492.
- Rizzini, C.T. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos*. EDUSP/HUCITEC, São Paulo. 374p.
- Ronquim, C.S.; Prado, C.H.A. & Paula, N.F. 2003. Growth and photosynthetic capacity in two woody species of Cerrado vegetation under different radiation availability. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46: 243-252.
- Sheil, D.; Burslem, D.F.R.P. & Alder, D. 1995. The interpretation of mortality rates measures. *Journal of Tropical Ecology* 83: 331-333.
- Sheil, D.; Jennings, S. & Savill, P. 2000. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 16: 765-800.
- Shepherd, G.J. 1994. FITOPAC 1 - Manual do Usuário. UNICAMP, Campinas. 88p.
- Silva, M.R. & Araújo, G.M. 2009. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 23: 49-56.
- Silva, F.A.M.; Assad, E.D. & Evangelista, B.A. 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.) *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Pp. 69-88.
- Swaine, M.D.; Lieberman, D. & Putz, F.E. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forests: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3: 359-366.
- Werneck, M.S.; Franceschinelli, E.V. & Tameirão-Neto, E. 2000. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 401-413.
- Wright, S.J. 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 553-560.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 663p.

Nota Científica / Short Communication: Ontogênese do pericarpo de *Temnadenia violacea* (Apocynaceae s.l.)

Ontogenesis of the pericarp of Temnadenia violacea (Apocynaceae s.l.)

Fabiano Machado Martins^{1,2} & Jamile Fernandes Lima¹

Resumo

Este trabalho teve como objetivo descrever a ontogenia do pericarpo de *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers. O ovário é glabro, súpero, bicarpelar e de placentação sutural. Cada carpelo apresenta um único lóculo onde se dispõem vários óvulos inseridos em um tecido placentário bem desenvolvido. A parede do ovário é composta de epiderme externa, mesofilo ovariano e epiderme interna. O fruto é um folicário constituído de dois frutículos geminados, cilíndricos, alongados e lenhosos. Nesse estudo foram consideradas duas fases distintas de desenvolvimento: fruto jovem e fruto maduro. No fruto jovem, o epicarpo é unisseriado e o mesocarpo pode ser dividido em duas regiões distintas. O endocarpo é formado por células alongadas em seção transversal. No fruto maduro o epicarpo é recoberto por uma cutícula espessa e papilosa, no mesocarpo a última camada de células próximas ao endocarpo torna-se esclerificada e juntamente com as células do endocarpo formam o endocarpo funcional. No mesocarpo do fruto maduro foram observados laticíferos não articulados e ramificados, fibras lignificadas e fibras não lignificadas.

Palavras-chave: folicário, fruto, desenvolvimento, epicarpo, laticíferos.

Abstract

This work describes the ontogeny of the pericarp of *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers. The ovary is glabrous, superior, with bicarpelar sutural placentation. Each carpel has a single locule with several eggs attached to a well-developed placenta. The ovary wall is composed of outer epidermis, mesophyll and inner epidermis. The fruit is a follicarium composed of two geminate aggregate fruits that are cylindrical, elongated, and woody. In this study two distinct phases of development were considered: young fruit and ripe fruit. The epicarp of the young fruit is uniseriate and the mesocarp can be divided into two distinct regions. The endocarp is formed by cells that are elongated in transverse section. The epicarp of the mature fruit is covered by a thick cuticle having papillae, while the layer of mesocarp cells nearest the endocarp become sclerotized – and together with the cells of the endocarp form the functional endocarp. Non-articulated and ramified laticifers, and lignified and non-lignified fibers were observed in the mesocarp of the mature fruit.

Key words: follicarium, fruit, development, epicarp, laticifers.

Apocynaceae *sensu lato* é uma das maiores famílias de Angiospermas, com cerca de 355 gêneros e 3700 espécies (Judd *et al.* 2008), que possuem os mais diversos hábitos, como árvores, arbustos, lianas e poucas ervas. Essa família é caracterizada por apresentar frutos múltiplos ou simples. Os frutos simples são cápsulas loculicidas, drupóides ou bacóides, que em geral apresentam

muitas sementes. Os bacóides são latescentes, carnosos, globosos, elipsóides ou alongados, com epicarpo esverdeado ou amarelo-esverdeado, de espessura fina, ou atroviláceo, com cavidade cheia de polpa sucoso-gelatinosa, de origem placentar, de sabor adocicado, sendo que imersas nessa polpa estão de uma a numerosas sementes (Barroso *et al.* 1999).

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, R. Rui Barbosa 710, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

² Autor para correspondência: fmartins@ufb.br

Apesar da grande importância na taxonomia da família Apocynaceae, poucos trabalhos sobre anatomia do fruto são encontrados na literatura. Para Apocynaceae podem-se citar os trabalhos de Thomas & Dave (1991) com frutos foliulares de *Nerium indicum* Mill, Thomas & Dave (1994) com frutos foliulares de diferentes espécies de Apocynaceae e Aguiar *et al.* (2009) que descreveram a ontogenia do pericarpo de *Prestonia riedelii* (Müll.Arg.) Markg. Além destes destaca-se um trabalho com enfoque ecológico e evolutivo realizado por Gomes (2008) a partir de quatro gêneros de Apocynaceae.

Estudos morfológicos, anatômicos e ontogenéticos dos frutos e sementes de Apocynaceae são de grande relevância para o conhecimento da família no Brasil. Além do valor sistemático, a identificação botânica das sementes e frutos é necessária para trabalhos que envolvem manejo e conservação da fauna e flora silvestre, em estudos ecológicos, arqueológicos, paleobotânicos e investigações sobre sucessão e regeneração (Bravato 1974).

Esse trabalho teve como objetivo estudar a ontogenia do fruto de *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers (Apocynaceae *s.l.*) visando caracterizar o pericarpo, no intuito de auxiliar os estudos taxonômicos na família.

O material de estudo foi coletado em três áreas de cerrado do estado de São Paulo: Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estação Ecológica e Experimental de Itirapina e Horto Botânico de Bauru. Material testemunho proveniente de cinco indivíduos foi incorporado ao Herbário UEC: UEC 147871, 147872, 147873, 147874, 147875.

Botões florais e frutos de *Temnadenia violacea* em diferentes estádios de desenvolvimento foram coletados e fixados em FAA 50 (Johansen 1940). Os botões florais foram desidratados em série butílica e incluídos em parafina histológica (Histosec/Merck). Secções seriadas transversais e longitudinais com espessura de aproximadamente 10 µm foram obtidas com uso micrótomo rotativo, coradas com safranina alcoólica a 1,5% e azul de astra aquoso a 1% (Gerlach 1969) e montadas em resina sintética (Permount/Fisher). Amostras dos frutos foram desidratadas em série etílica e incluídas em glicol-metacrilato (Meira & Martins 2003). As secções transversais e longitudinais foram realizadas em micrótomo rotativo com espessura entre 12 e 20 µm e coradas com azul de toluidina a 0,05% pH 4.7 (O'Brien *et al.* 1964). Todas as lâminas

foram montadas em resina sintética. A presença de lignina na parede celular das fibras foi evidenciada com floroglucinol acidificado (Johansen 1940).

As imagens digitais foram obtidas em microscópio Olympus BX51 com sistema fotográfico digital Olympus E330. A nomenclatura utilizada para descrever as formas dos frutos e sementes está de acordo com Spjut (1994).

O ovário de *Temnadenia violacea* é glabro, súpero, bicarpelar e de placentação sutural. Cada carpelo apresenta um único lóculo onde se dispõem vários óvulos inseridos em um tecido placentário (Fig. 1a). A parede do ovário é composta de epiderme externa, mesofilo ovariano e epiderme interna (Fig. 1b). A epiderme externa é formada por uma camada de células isodiamétricas, revestida por fina cutícula. O mesofilo ovariano é formado por até 28 camadas de células parenquimáticas poliédricas, laticíferos e cordões de procâmbio.

O fruto é um foliário constituído de dois frutículos geminados, cilíndricos, alongados e lenhosos. Os frutículos são glabros, de cor verde escuro quando jovem e castanho-escuro na maturidade, que se abrem por uma fenda longitudinal ventral quando maduros.

No estágio jovem, o fruto é constituído por um epicarpo unisseriado com estômatos e recoberto por cutícula fina (Fig. 2a-b). O mesocarpo pode ser dividido em duas regiões distintas, uma voltada para o exterior composta por células pequenas e outra para o interior formada por células grandes. Entre as duas regiões são observados feixes vasculares de maior calibre; entretanto, feixes vasculares menores são observados dispersos por todo o mesocarpo (Fig. 2a). A última camada do mesocarpo, próxima à epiderme interna, é composta por células alongadas (Fig. 2a). Os laticíferos ocorrem por todo o mesocarpo. O endocarpo (*sensu stricto*) (Fig. 2c-d) é formado por células alongadas em secção longitudinal (Fig. 2d), com citoplasma denso e núcleo evidente.

O fruto maduro é formado por um epicarpo recoberto por uma cutícula espessa quando comparado ao estágio jovem (Fig. 3a). No mesocarpo, alterações marcantes podem ser percebidas. Ocorre a formação de fibras lignificadas e não lignificadas e a esclerificação da última camada do mesocarpo (Fig. 3b-d, 4c-d). As fibras estão distribuídas por todo mesocarpo podendo inclusive estar associadas aos feixes vasculares. Os laticíferos estão distribuídos por

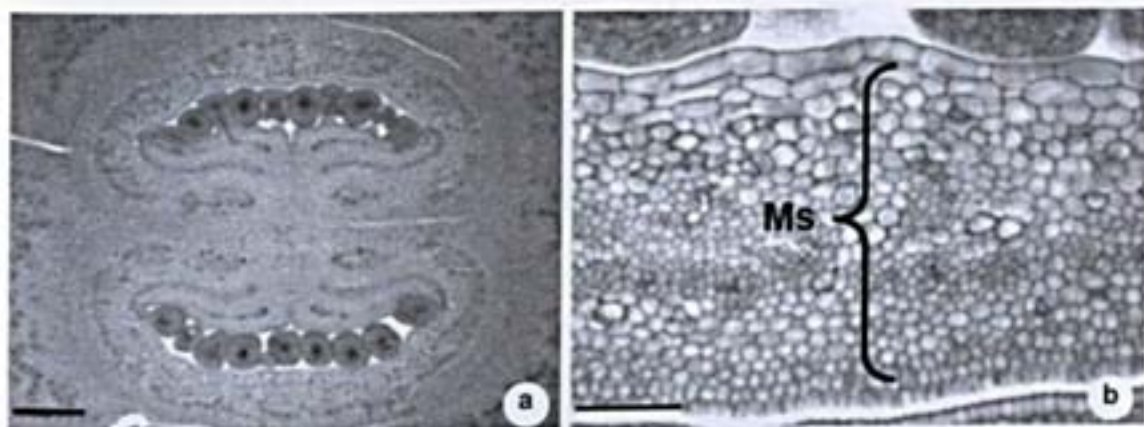


Figura 1 – Ovário de *Temnadenia violacea* em seção transversal – a, vista geral dos carpelos e óvulos; b, detalhe da parede do ovário. Ms – mesofilo. Escalas: (a) 50 μ m; (b) 20 μ m.

Figure 1 – Ovary of *Temnadenia violacea* in cross section – a, overview of carpels and ovules; b, detail of ovary wall. Ms - mesophyll. Bar: (a) 50 μ m; (b) 20 μ m.

todo o mesocarpo; são alongados dispostos paralelamente ao eixo longitudinal do fruto; são do tipo não articulados e ramificados, com parede celular espessa (Fig. 4a-b). A camada mais interna do mesocarpo esclerificado juntamente com o endocarpo formam, no fruto adulto o endocarpo funcional (*sensu lato*). As duas camadas de células esclerificadas que formam o endocarpo funcional possuem orientação distinta das demais células do pericarpo; são alongadas em seção transversal (Fig. 3c-d).

As divergências encontradas entre as diversas classificações dos frutos é um problema gerado pelas inúmeras descrições morfológicas de diferentes autores, que consideram em seus trabalhos os mais variados caracteres, inclusive aspectos ecológicos.

O fruto de *Temnadenia violacea* foi classificado, neste estudo, de acordo com a proposta de Spjut (1994). Segundo esse autor, o termo *follicarium* refere-se ao fruto derivado de gineceu esquizocárpico, no qual os carpelos são distintamente separados um do outro, onde cada um possui deiscência ao longo de uma única sutura ventral. Esse fruto foi descrito pela primeira vez por Dumortier 1829 (*apud* Spjut 1994) e possui vários sinônimos, como *conceptaculum* (Lindley 1832), *folliculi* (Gaertner 1778), *bifolliculus* (Desvaux 1813) e *follicula* (Machado & Rodrigues 2004).

Em Apocynaceae, o fruto esquizocárpico possui ovários unidos pela região dos estiletos e estigmas (Spjut 1994). Em *Temnadenia violacea*, a ligação entre os frutículos ocorre pela região do

estilete e estigma. Barroso *et al.* (1999) consideram os frutos dessa família como múltiplos quando originado por apocarpia secundária e simples quando de gineceu sincárpico.

Muitas da falta de clareza quando se descreve a morfologia de um fruto ocorre pela falta de estudos anatômicos. Segundo Strohschen (1986) para uma classificação ser bem sucedida é necessário a realização de estudos anatômicos ontogenéticos que consideram a constituição do pericarpo (epicarpo, mesocarpo e endocarpo).

Uma variação muito grande ocorre na definição de epicarpo, mesocarpo e endocarpo. Segundo Roth (1977), a maioria dos autores refere-se ao epicarpo e mesocarpo em um sentido amplo, o qual inclui na sua formação, além da epiderme, também as células do tecido subepidérmico do mesocarpo. Em Apocynaceae o epicarpo pode ser unisseriado, como aqui descrito para *Temnadenia violacea* é unisseriado, assim como em *Catharanthus pusillus* (Murray) G. Don, *Catharanthus roseus* (L) G. Don, *Alstonia scholaris* (L) R.Br., *Ichnocarpus frutescens* (L) W.Taiton e *Parsonia spiralis* Wall. ex G. Don (Thomas & Dave, 1994); ou multisseriado, como em *Aganosma caryphyllata* G. Don, *Holarrhena antidysenteria* (L.) Wall. ex A. DC., *Vallis solanacea* (Roth) Kuntze, *Wrightia tomentosa* (Roxb.) Roem. & Schult. *Wrightia tinctoria* R.Br. e *Strophantus wallichii* A. DC. (Thomas & Dave 1994).

As fibras não lignificadas presentes no mesocarpo do fruto foram evidenciadas em *Aganosma*

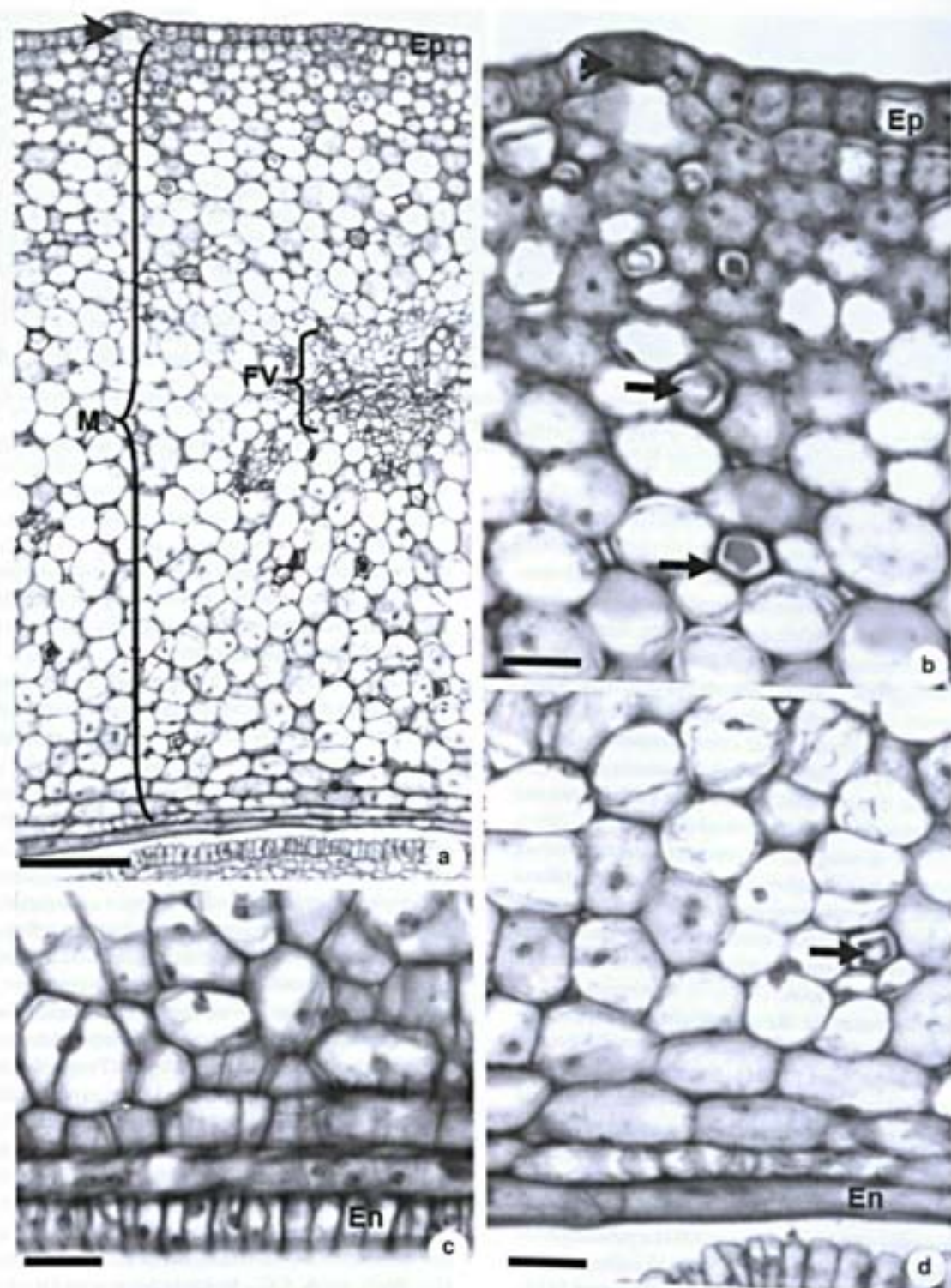


Figura 2 – Fruto jovem de *Temnadenia violacea* em secção transversal (a, b, c) e longitudinal (d) – a, vista geral do pericarpo; b, epicarpo com cutícula fina e laticíferos distribuídos pelo mesocarpo; c, endocarpo e porção interna do mesocarpo; d, detalhe do endocarpo. Ep – epicarpo; M – mesocarpo, FV – feixe vascular; En – endocarpo; seta – laticífero; cabeça de seta – estômato. Escalas: (a) 100 μ m; (b, d) 50 μ m.

Figure 2 – Young fruit of *Temnadenia violacea* in transverse (a, b, c) and longitudinal (d) section – a, overview of the pericarp; b, epicarp with thin cuticle and laticifers distributed over the mesocarp; c, endocarp and inner portion of the mesocarp; d, detail of the endocarp. Ep – epicarp; M – mesocarp, FV – vascular bundle; En – core; arrow – laticifer; arrowhead – stomata. Bar: (a) 100 μ m; (b, c, d) 50 μ m.

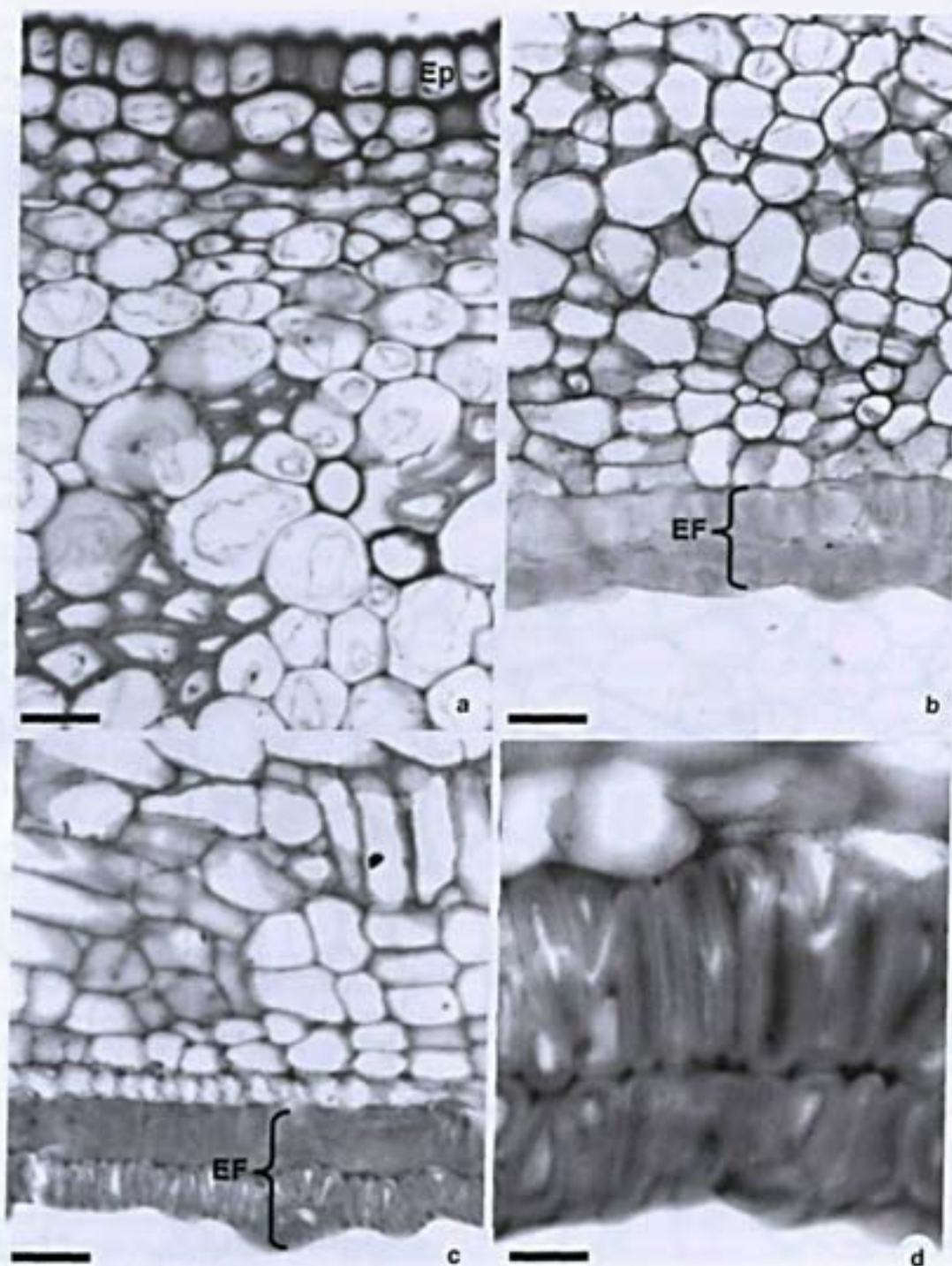


Figura 3 – Fruto maduro de *Ternstroemia violacea* em seção transversal (a, b, d) e longitudinal (c) – a. epicarpo com cutícula espessa, mesocarpo e laticíferos; b. endocarpo funcional e porção interna do mesocarpo; c. detalhe do endocarpo funcional e porção interna do mesocarpo; d. endocarpo funcional evidenciando as duas camadas de células esclerificadas. Ep – epicarpo; EF – endocarpo funcional. Escalas: (a, b, c) 50 μm ; (d) 20 μm .

Figure 3 – Mature fruit of *Ternstroemia violacea* in transverse (a, b, d) and longitudinal (c) section – a. epicarp with thick cuticle, mesocarp and laticifers; b. functional endocarp and inner portion of the mesocarp; c. detail of functional endocarp and inner portion of the mesocarp; d. endocarp showing the two functional layers of sclerified cells. Ep – epicarp; arrow – laticifer. Bar: (a, b, c) 50 μm ; (d) 20 μm .

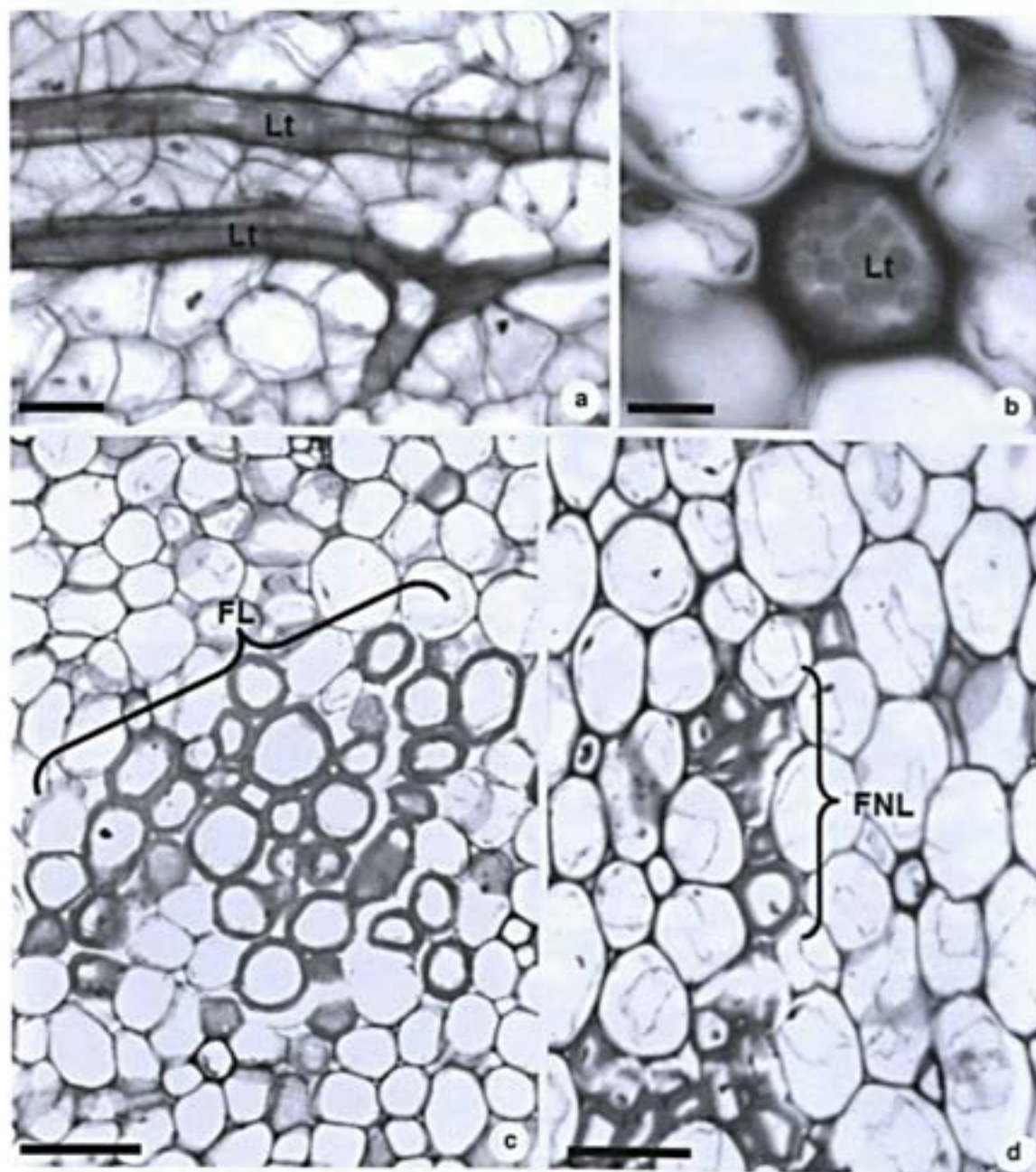


Figura 4 – Fruto maduro de *Temnodenia violacea* em secção transversal (b, c, d) e longitudinal (a) – a. laticífero ramificado; b. laticífero evidenciando secreção com aspecto granuloso; c. fibras lignificadas no fruto maduro; d. fibras não lignificadas no fruto maduro. Lt – laticífero; FL – fibras lignificadas; FNL – fibras não lignificadas. Escalas: (a) 30 μ m; (b) 15 μ m; (c, d) 50 μ m.

Figure 4 – Mature fruit of *Temnodenia violacea* in transverse (b, c, d) and longitudinal (a) section – a. branched laticifer; b. laticifer showing secretion with a granular aspect; c. lignified fibers in the ripe fruit; d. non lignified fibers in mature fruits. Lt – laticifer; FL – lignified fibers; FNL – non lignified fibers. Bar: (a) 30 μ m; (b) 15 μ m; (c, d) 50 μ m.

caryphyllata, *Holarrhena antidysenteria*, *Ichnocarpus frutescens*, *Parsonia spiralis*, *Strophantus wallichii*, *Vallisneria spiralis*, *W. tomentosa* e *W. tinctoria* (Thomas & Dave 1994), *Mesochites mansoana* (A.D.C.) Woodson e *Pretomia coalita* (Vell.) Woodson (Gomes 2008). A ausência de lignina nessas fibras pode estar relacionada com a grande flexibilidade que o fruto possui e para facilitar a sua deiscência (Aguiar *et al.* 2009). A presença de fibras não lignificadas foi apontada por Gomes (2008) como tendo função de reserva, comparando com a função de reserva descrita por Machado & Rodrigues (2004) para fibras septadas não lignificadas. Fibras esclerenquimáticas no mesocarpo e associadas aos feixes vasculares estão relacionadas com a função de sustentação e proteção. Segundo Roth (1977), a função do esclerênquima é servir como tecido de sustentação e para proteger as sementes de injúrias.

Os laticíferos ocorrem em 22 famílias de angiospermas entre elas Apocynaceae (Metcalfe & Chalk 1983), sendo uma estrutura constante na família e presente em órgãos vegetativos e reprodutivos (Wilson & Mahlberg 1978, Thomas & Davi 1994, Rio *et al.* 2005, Valente & Costa 2005). Muitas dessas famílias não apresentam relações taxonômicas, o que sugere que a capacidade de produzir látex surgiu mais de uma vez ao longo da evolução desses grupos (Fahn 1979).

Existe grande divergência quanto ao tipo e desenvolvimento dos laticíferos. Demarco *et al.* (2006), após análise cuidadosa, afirmaram que os laticíferos de *Aspidosperma australe* Müll.Arg. e *Blepharodon bicuspidatum* E. Fourn. são articulados. Segundo eles, esse tipo de laticífero tem rápida dissolução da parede terminal, o que pode levar a conclusões equivocadas. Um exemplo desse problema ocorre na divergência entre Mahlberg (1961) e Milanez (1977) em relação ao laticíferos de *Nerium oleander* L. O primeiro autor afirma que eles são do tipo articulados, o segundo afirma ser do tipo não-articulado. Há casos onde laticíferos articulados e não-articulados podem ocorrer na mesma espécie, tal como em *Stapelia bella* L. (Wilson & Maxam 1987). O estudo dos laticíferos em órgãos adultos não possibilita determinar sua origem e por isso é necessário que esse tipo de investigação seja realizado em regiões meristemáticas.

A anatomia do fruto de *Temnadenia violacea* demonstrou possuir características comuns a outras espécies de Apocynaceae. A ontogenia do endocarpo funcional evidenciou a ocorrência de

duas camadas de células, assim como ocorre em outros frutos do tipo folicário nessa família. A presença de fibras lignificadas e não lignificadas pode indicar a forma de abertura do fruto, principalmente se for levado em consideração sua orientação no mesocarpo.

Apesar de um número relativamente grande de espécies de Apocynaceae já ter sido estudado anatomicamente, os trabalhos que descrevem a anatomia do fruto ainda são reduzidos. É necessário que novos trabalhos sejam realizados, principalmente para verificar se as novas proposições taxonômicas podem ser sustentadas por caracteres. Além disso, o estudo anômico poderá contribuir para o esclarecimento de espécie com posicionamento incerto.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. André Olmos Simões da Universidade de São Paulo, a determinação do material botânico.

Referências

- Aguiar, S.; Carmello-Guerreiro S.M. & Kinoshita L.S. 2009. Ontogenia e estrutura do pericarpo de *Prestonia riedelii* (Müll.Arg.) Markgr. (Apocynaceae). *Acta Botanica Brasílica* 23: 729-737.
- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Imprensa Universitária, Viçosa. 443p.
- Bravato, M. 1974. Estudio morfológico de frutos e semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botanica Venezuelana* 9: 317-361.
- Desvaux N.A. 1813. Essai sur less differens genres de fruts des plants phanerogames. *Journal Botanic Agriculture* 2: 161-183.
- Demarco, D.; Kinoshita, L.S. & Castro, M.M. 2006. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 133-144.
- Fahn A. 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press Inc., London. 302p.
- Gaertner J. 1778. De fructibus et seminibus plantarum. Typis Academiae Carolinae, Stuttgart. 380p.
- Gerlach D. 1969. Botanische mikrotechnik: eine einföhrung. Georg Thieme, Stuttgart. 311p.
- Gomes, S.M. 2008. Morfo-anatomia de frutos em espécies de Apocynaceae: significado ecológico e evolutivo. *Acta Botanica Brasílica* 22: 521-534.
- Johansen D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book, New York. 523p.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A. & Stevens, P.F. 2008. Plant systematics: a phylogenetic

- approach. Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland. 465p.
- Lindley, J. 1832. An introduction to botany. Longman, Brown, Green & Longman, London. 467p.
- Machado, S.R. & Rodrigues, T.M. 2004. Anatomy and ultrastructure the primary pulvinus of *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae-Faboideae). *Revista Brasileira de Botânica* 27: 135-147.
- Mahlberg, P. G. 1961. Embryology and histogenesis in *Nerium oleander* L. II – Origin and development of the non-articulated laticifers. *American Journal of Botany* 48: 90-99.
- Meira, R.M.S.A. & Martins, F.M. 2003. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. *Revista Árvore* 27: 109-112.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1983. Anatomy of dicotyledons: wood structure a conclusion of the general introduction. 2 ed. Vol. 2. Oxford University Press, London. 297p.
- Milanez, F.R. 1977. Ontogênese dos laticíferos contínuos de *Nerium oleander*. Sociedade Botânica do Brasil, XXVI Congresso Nacional de Botânica, Anais. Rio de Janeiro, Pp. 343-379.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Rio, M.C.S.; Kinoshita, L.S. & Castro, M.M. 2005. Anatomia foliar como subsídio para taxonomia das espécies de *Forsteronia* G.Mey. (Apocynaceae) dos cerrados paulistas. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 713-726.
- Roth, I. 1977. Fruits of angiosperms: encyclopedia of plant anatomy. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 675p.
- Spjut, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. *Memorial New York Botanical Garden* 70: 1-82.
- Strohschein, B. 1986. Contributions to the biology of useful plants. 4. Anatomical studies of fruit development and fruit classification of the macadamia nut (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche). *Angew Botanical* 60: 239-247.
- Thomas, V. & Dave, Y. 1991. Structure and development of follicles of *Nerium indicum* Mill. (Apocynaceae). *Feedes Repertorium* 102: 399-407.
- Thomas, V. & Dave, Y. 1994. Significance of follicle anatomy of Apocynaceae. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 63: 9-20.
- Valente, M.C. & Costa, C.G. 2005. Estudo anatômico da flor de *Marsdenia loniceroidees* E. Fournier (Asclepiadoideae – Apocynaceae). *Rodriguésia* 56: 51-66.
- Wilson, K.J. & Mahlberg, G. 1978. Ultrastructure of non-articulated laticifers in mature embryos and seedlings of *Asclepias syriaca* L. (Asclepiadaceae). *American Journal of Botany* 65: 98-109.
- Wilson, K.J. & Maxam, T.E. 1987. Ultrastructure of articulated laticifers in *Stapelia bella* (Asclepiadaceae). *American Journal of Botany* 74: 628-638.

Instruções aos Autores

Os manuscritos submetidos a *Rodriguesia* devem exceder o enfoque essencialmente descritivo, evidenciando sua relevância interpretativa relacionada à morfologia, ecologia, evolução ou conservação. Estimula-se que isso seja feito através de uma seção de *Discussão* ou *Conclusão*.

Artigos de revisão ou de opinião poderão ser aceitos mediante demanda voluntária ou a pedido do corpo editorial. Os manuscritos deverão ser preparados em Português, Inglês ou Espanhol. Ressalta-se que os manuscritos enviados em Língua Inglesa terão prioridade de publicação.

A *Rodriguesia* aceita o recebimento de manuscritos desde que: todos os autores do manuscrito tenham aprovado sua submissão; os resultados ou idéias apresentados no manuscrito sejam originais; o manuscrito enviado não tenha sido submetido também para outra revista, a menos que sua publicação tenha sido recusada pela *Rodriguesia* ou que esta receba comunicado por escrito dos autores solicitando sua retirada do processo de submissão; o manuscrito tenha sido preparado de acordo com a última versão das Normas para Publicação da *Rodriguesia*; se aceito para publicação e publicado, o artigo (ou partes do mesmo) não seja publicado em outro lugar, a não ser com consentimento do Editor-chefe; sua reprodução e o uso apropriado de artigos publicados na *Rodriguesia* não apresentem fins lucrativos e tenham propósito educacional, qualquer outro caso deverá ser analisado pelo Editor-chefe; o conteúdo científico, gramatical e ortográfico de um artigo seja de total responsabilidade de seus autores.

Envio de Manuscritos

O endereço para o site de submissão eletrônica é: <http://rodriguesia-seer.fbrj.gov.br/index.php/rodriguesia>

Para consulta à íntegra de nossas normas de publicação os autores interessados devem acessar o endereço: <http://rodriguesia.fbrj.gov.br>

Instructions to Authors

Manuscripts submitted to *Rodriguesia* must go beyond the pure descriptive approach, revealing interpretation related to morphology, ecology or conservation. Such interpretation is expected to appear under a separate section (*Discussion* or *Conclusion*). Articles that contain only nomenclatural approach will not be accepted.

Opinion or review articles may be accepted through voluntary demand or at the request of the editorial board. Manuscripts should be prepared in Portuguese, English or Spanish. Manuscripts submitted in English will be given priority for publication.

The *Rodriguesia* accepts manuscripts provided that all authors have approved the manuscript submitted; the results or ideas presented in the manuscript are original; the manuscript has not been submitted to another journal, unless the manuscript has been refused by that other journal or the author asks that other journal to withdraw the manuscript from the submission process; the manuscript has been prepared in agreement with the latest version of the Guidelines for Publication in *Rodriguesia*. If accepted and published, the article (or its parts) cannot be published elsewhere, except with the consent of the Editor-in-chief. The reproduction and proper use of articles published in *Rodriguesia* can not receive any profit and must have educational purpose. Any other cases must be examined by the Editor-in-chief. The scientific content, grammar and spelling within an article are the sole responsibility of its author.

Submission of Manuscripts

The address for the submission site is: <http://rodriguesia-seer.fbrj.gov.br/index.php/rodriguesia>

To access the full text of our Guidelines, please access the following: <http://rodriguesia.fbrj.gov.br>

Instrucciones a los Autores

Los manuscritos enviados a *Rodriguesia* deben superar el enfoque descriptivo, destacando su importancia interpretativa en relación con la morfología, ecología y conservación. Se alienta que esto se hace a través de una sección de *Discusión* o *Conclusión*.

Artículos de revisión o de opinión serán aceptados solo por pedido del Cuerpo Editorial. Los manuscritos deberán ser preparados en portugués, inglés o español. Resaltándose que los manuscritos enviados en Lengua Inglesa tendrán prioridad para su publicación.

Rodriguesia, acepta los manuscritos enviados desde que: todos los autores del manuscrito hayan aprobado su envío; los resultados o ideas presentadas en el manuscrito sean originales; el manuscrito enviado no haya sido sometido también a otra revista, a menos que su publicación haya sido rechazada por la revista *Rodriguesia* o que esta reciba un comunicado por escrito de los autores solicitando su retirada del proceso de evaluación; el manuscrito haya sido preparado de acuerdo con la última versión de las Normas para Publicación de *Rodriguesia*; si es aceptado para publicación y publicado, el artículo (o partes de este) no hayan sido publicados en otro lugar, a no ser con el consentimiento del Jefe Editorial; su reproducción y el uso apropiado de los artículos publicados en *Rodriguesia* no presentan fines económicos y tienen un propósito educacional, cualquier otro caso deberá ser analizado por el Jefe Editorial; el contenido científico, gramatical y ortográfico de un artículo es en su totalidad responsabilidad de los autores.

Preparación del Manuscrito

La dirección para el sitio de envío electrónico es: <http://rodriguesia-seer.fbrj.gov.br/index.php/rodriguesia>

Para la consulta de nuestras directrices de publicación, los autores interesados deben visitar la dirección: <http://rodriguesia.fbrj.gov.br>

Artigos Originais / Original Papers

- Fungos conidiais do bioma Caatinga II. Novos registros para o continente americano, Neotrópico, América do Sul e Brasil /
Conidial fungi of Caatinga biome II. New records for American continent, Neotropics, South America and Brazil 229
Tarciane dos Santos Santa Isabel, Dália Sousa Santos, Davi Augusto Carneiro de Almeida & Luis Fernando Pascholati Gomide
- Madeiras históricas do barroco mineiro: interfaces entre o patrimônio cultural material e a anatomia da madeira / Historical timbers
from Baroque period of the state of Minas Gerais, Brazil: interfaces between material and cultural heritage and wood anatomy 241
Fernando Andreucci & João Carlos Ferreira de Melo Junior
- Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção / Secretory structures
in *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), an endangered species of extinction 253
Rafael Ribeiro Pinheiro, Sílvia Rodrigues Machado & Joséildo Francisco Rocha
- Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia / Seed morphology and early
seedling stages in Bromeliaceae from the Amazon 263
Isone Vieira Silva & Vera Lucia Scatena
- Ecophysiological aspects of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* (Rutaceae), a species endemic to the riparian forests
of Itajaí valley, SC, Brazil / Aspectos ecofisiológicos da semente e da plântula de *Raulinoa echinata* (Rutaceae),
espécie endêmica da vegetação ciliar do vale do Itajaí, SC, Brasil 273
Adriano Antonio Darozzi & Maria Teresinha Silveira Paulão
- O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil / The genus *Inga*
(Leguminosae-Mimosoideae) in the Urucu Petroleum Province, Coari, Amazonas, Brazil 283
Julio dos Santos de Sousa, Maria de Nazare do Carmo Bastos & Elly Simone Capriles Gergel
- Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae das restingas do estado do Rio de Janeiro / Ulmaceae, Cannabaceae and Urticaceae
of restingas of the state of Rio de Janeiro 299
Leandro Cardoso Pedromonetes, Andressa Ferreira da Costa, Dorothy Sue Dunn de Araújo & Jorge Pedro Pereira Canasta
- Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* (Araceae) for Brazil / Duas novas espécies de *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl.
(Araceae) para o Brasil 313
Luiz Godinho Tenenoff & Marcos A. Nudner Cordeiro
- Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto – MG / Composition, structure
and floristic similarity of Atlantic Forest, Serra Negra, Rio Preto – MG 321
Arthur Sérgio Mouço Valente, Paulo Onocábulo Garcia, Fátima Regina Gonçalves Salmeida & Ary Teixeira de Oliveira-Filho
- Florística and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil / Florística e formas de vida ao longo
de um gradiente topográfico no centro-oeste do estado do Ceará, Brasil 331
Francisca Soares de Araújo, Rafael Carvalho da Costa, Jacira Rabelo Lima, Sônia Freitas de Vasconcelos, Luciana Cor Glória, Melissa Sousa Sobrinho,
Morgana Maria Araújo Bruns, Sarah Saad Gomes de Sousa, Ethon, Paulo Nunes, Maria Angélica Figueiredo, Luíza Wilson Lima-Vende & Marco Inacema Bionetta Leite
- Estrutura do estrato herbáceo de uma restinga arbustiva aberta na APA de Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil / Herb layer
structure of an open scrub restinga in the Massambaba Environmental Protection Area, Rio de Janeiro, Brazil 367
Danielle Andrade de Carvalho & Cyl Farney Catachiro de Sá
- Physiognomy and structure of a seasonal deciduous forest on the Ibiapaba plateau, Ceará, Brazil / Fisionomia e estrutura
de uma floresta estacional decídua no planalto da Ibiapaba, Ceará, Brasil 379
Jacira Rabelo Lima, Evandro Valdeares de Sá Barreto Saqqato, Maria Jesus Nogueira Rodal & Francisca Soares Araújo
- Composição florística e fisionomia de floresta estacional semidecídua submontana na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil /
Floristic composition and physiognomy of a submontane seasonal semi-deciduous forest on Chapada Diamantina, Bahia, Brazil 391
Ana Paula Lima do Couto, Lígia Silveira Funch & Abel Augusto Conceição
- Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana
de Fortaleza, Ceará / Floristic composition and phytosociological structure of an urban savannic vegetation fragment
in the pre-litoranean plains of Fortaleza, Ceará 407
Marcelo Freire Moss, Antônio Sérgio Farias Castro & Francisca Soares de Araújo
- Changes in the structure of a savanna forest over a six-year period in the Amazon-Cerrado transition, Mato Grosso state, Brazil /
Mudanças na estrutura de um cerrado em um período de seis anos, na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil 423
Daniel David Franczak, Beatriz Schwanter Martins, Breno Har Martins-Junior, Henrique Augusto Mendes, Leandro Maracabipes & Edmar Almeida de Oliveira
- Nota Científica / Short Communication
- Ontogênese do pericarpo de *Ternstroemia violacea* (Apocynaceae s.l.) / Ontogenesis of the pericarp of *Ternstroemia violacea*
(Apocynaceae s.l.) 437
Fabiano Machado Martins & Jamile Fernandes Lima