
SINOPSE DO GÊNERO *COCCOCYPSELUM* P. BROWNE (RUBIACEAE) NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Cristina Bestetti Costa
Maria Candida Henrique Mamede

Biota Neotropica v2 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01402012002>

Recebido 19 de fevereiro de 2002
Modificado em 03 de maio de 2002
Aceito em 21 de maio de 2002

Cristina Bestetti Costa: Instituto de Botânica (<http://www.ibot.sp.gov.br/>), Caixa Postal 4005, 01061-970, São Paulo, SP. Bolsista da CAPES. Autor para correspondência: bestetti@usp.br, bestetti@directnet.com.br

Maria Candida Henrique Mamede: Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, 01061-970, São Paulo, SP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: mcmamede@uol.com.br

Abstract

(Synopsis of the genus *Coccocypselum* P. Browne (Rubiaceae) in the State of São Paulo, Brazil). The genus *Coccocypselum* comprises about 35 Neotropical species, distributed from Mexico to Argentina. It is characterized by contracted inflorescences, distylous lilac flowers, bilocular multiovulate ovary, and usually carnosely, blue or purplish berries, which sometimes mature into dry. Eight species were recognized in the state of São Paulo: *C. campanuliflorum* (Hook.) Cham. & Schldtl., *C. condalia* Pers., *C. cordifolium* Nees & Mart., *C. erythrocephalum* Cham. & Schldtl., *C. hasslerianum* Chodat, *C. krauseanum* Standl., *C. lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers. and *C. lymansmithii* Standl. All the species are widespread in the Atlantic forest, except for *C. lanceolatum*, which grows either on “cerradão” vegetation and *C. lymansmithii*, which grows only on open fields in Serra da Mantiqueira. Illustrations, comments and observations on the morphology, taxonomy, geographic distribution and phenology are presented, and a key to the species is provided.

Key Words: floristic, *Coccocypselum*, Rubiaceae, São Paulo

Resumo

(Sinopse do gênero *Coccocypselum* P. Browne (Rubiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil). *Coccocypselum* é um gênero herbáceo com cerca de 35 espécies distribuídas exclusivamente nos Neotrópicos, desde o México até a Argentina. Caracteriza-se pelas cimeiras contraídas, flores distílicas, lilases, ovário bilocular, multiovulado e, usualmente, frutos carnosos azuis ou vináceos, às vezes tornando-se secos. Foram reconhecidas oito espécies de *Coccocypselum* em São Paulo: *C. campanuliflorum* (Hook.) Cham. & Schldtl., *C. condalia* Pers., *C. cordifolium* Nees & Mart., *C. erythrocephalum* Cham. & Schldtl., *C. hasslerianum* Chodat, *C. krauseanum* Standl., *C. lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers. e *C. lymansmithii* Standl. A maioria das espécies ocorre na floresta ombrófila densa do litoral do Estado, à exceção de *C. lymansmithii*, encontrada apenas nos campos montanos da Serra da Mantiqueira, e de *C. lanceolatum*, que se estende até o interior do Estado. São apresentados comentários sobre morfologia e taxonomia, ilustrações, e dados sobre distribuição geográfica e fenologia, além de uma chave para as espécies estudadas.

Palavras-chave: florística, *Coccocypselum*, Rubiaceae, São Paulo

1. Introdução

O gênero *Coccocypselum* compreende cerca de 35 espécies de ampla distribuição nos Neotrópicos. Apresenta distribuição disjunta do México até a Colômbia, e nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil até a Argentina (Standley & Williams 1975, Andersson 1992). No Brasil encontra-se a maior diversidade do gênero, com cerca de 21 espécies, notadamente na Mata Atlântica (Andersson 1992).

Schumann (1889) apresenta uma chave para as espécies brasileiras de *Coccocypselum*, baseada principalmente na forma e tamanho dos lobos do cálice e na morfologia das inflorescências de sete espécies, com referência de duas espécies apenas para o Estado de São Paulo, *C. condalia* Pers. e *C. guianense* (Aubl.) K. Schum. Loefgren (1896) reportou a ocorrência de quatro espécies (*C. canescens* Willd. ex Roem. & Schult., *C. condalia*, *C. erythrocephalum* Cham. & Schltdl. e *C. guianense*) no município de Santo André (Estação Campo Grande). *C. condalia* e *C. canescens* foram também referidas para o município de São Paulo (Usteri 1911), e, além destas, *C. erythrocephalum*, *C. guianense* e *C. cordatum* (Krause & Hoehne 1922). Esta última foi sinonimizada posteriormente em *C. hasslerianum* Chodat por Smith & Downs (1956).

Em levantamentos florísticos mais recentes, Jung-Mendaçolli (1994, 1999) referiu *C. campanuliflorum* (Hook.) Cham. & Schltdl., *C. condalia*, *C. hasslerianum*, *C. lanceolatum* e *C. cf. nummulariifolium* Cham. & Schltdl. como nativas no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (Município de São Paulo), e além das quatro primeiras, *C. cordifolium* Nees & Mart. e *C. krauseanum*, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

O presente trabalho teve como objetivos o levantamento e estudo taxonômico das espécies de *Coccocypselum* como contribuição ao conhecimento da composição e diversidade florística do Estado de São Paulo, além de rever e atualizar as identificações dos materiais depositados nos herbários paulistas.

2. Material e métodos

O Estado de São Paulo, com aproximadamente 250.000 km², está situado entre os paralelos 20°-26°S e 44°-55°W, sendo atravessado pelo Trópico de Capricórnio. Situa-se numa região de transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os climas mesotérmicos, de tipo temperado, das latitudes médias, com regime de chuvas tipicamente de ritmo tropical (Nimer 1979). As principais formações existentes no Estado são constituídas pelos cerrados, pelas estepes (campos) e pelas florestas ombrófila densa, ombrófila mista e estacional semidecidual (Veloso et al. 1991).

Foram realizadas coletas em áreas do Estado que contemplassem todas as formações vegetais existentes no território paulista. Os procedimentos utilizados nas coletas foram os usuais para os estudos de taxonomia de

Fanerógamas (Mori et al. 1989). Todo o material coletado foi incorporado ao acervo do Herbário do Instituto de Botânica e duplicatas distribuídas aos principais herbários paulistas. A fim de complementar o levantamento das espécies ocorrentes no Estado de São Paulo e visando obter tanto material quanto possível de cada táxon para análise satisfatória da variabilidade morfológica, distribuição geográfica e fenologia, foi realizado levantamento do material botânico depositado em alguns herbários nacionais, através de visitas e solicitações de empréstimo. Foram examinadas todas as coleções disponíveis dos herbários BOTU, ESA, HB, HRCB, IAC, PMSP, R, RB, SP, SPF, SPFR e UEC (siglas e acrônimos segundo <http://www.nybg.org/bsci/ih/>), além do herbário da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

A terminologia morfológica de hábito, indumento, forma das folhas, estruturas das inflorescências, flores e frutos, segue o proposto por Radford et al. (1974). A análise da distribuição geográfica dos táxons foi feita com base nos dados obtidos a partir das etiquetas de herbário, bem como através dos dados da literatura, principalmente Standley (1930a), Smith & Downs (1956), Andersson (1992), Gomes (1996) e Dubs (1998). Os nomes populares citados foram obtidos das anotações contidas nas etiquetas das exsiccatas analisadas. Os dados sobre épocas de floração/frutificação e coloração de flores e frutos foram obtidos através das observações de campo e das informações contidas nos rótulos.

3. Resultados

Coccocypselum P. Browne, Civ. nat. hist. Jamaica: 144, pl. 6, f. 2. 1756, *nom. cons.*

O gênero caracteriza-se principalmente pelo hábito herbáceo, estípulas unilaciniadas, inflorescências congestas, flores tetrâmeras, distílicas, ovário bilocular, multiovulado, placenta horizontal e bagas azuis ou roxas, com muitas sementes. É um gênero de fácil reconhecimento, com vários problemas de taxonomia ao nível específico que, quando solucionados, devem resultar na sinonimização de muitas espécies (Costa, em prep.). Está representado no Estado por oito espécies.

Chave para as espécies de *Coccocypselum* no Estado de São Paulo

1. Ervas glabras, glabrescentes ou seríceas, tricomas apressos, esparsamente distribuídos, ou concentrados na margem das folhas.
2. Folhas com lâminas ovais ou lanceoladas, 2-4,5 cm compr., 1-2,5 cm larg.; cimeiras pedunculadas, pedúnculo 10-30 mm compr., 7-8(-11) flores; lobos do cálice lanceolados, 2-6 mm compr., totalmente glabros ou ciliados; bagas obovóides ou elipsóides 2. *C. condalia*
2. Folhas com lâminas ovais, cordiformes ou orbiculares, 0,7-7 cm compr., 0,8-6,5 cm larg.; cimeiras sésseis ou com pedúnculos 2-17 mm compr.,

- 1-6 flores; lobos do cálice subulados ou linear-lanceolados, 2-4,5 mm compr., seríceos em ambas as faces ou ciliados; bagas globosas ou depressoglobosas.
3. Folhas com lâminas ovais ou cordiformes, 2-7 cm compr., 2-6,5 cm larg.; cimeiras geralmente sésseis, raramente com pedúnculos 2-17 mm compr., 3-6 flores; lobos do cálice linear-lanceolados, 3,5-4,5 mm compr., glabros, margem ciliada..... 6. *C. krauseanum*
3. Folhas com lâminas cordiformes ou orbiculares, 0,7-1,2 cm compr., 0,8-1,2 cm larg.; cimeiras com pedúnculos 5-15 mm compr., unifloras, raramente bifloras; lobos do cálice subulados, 2-2,2 mm compr., seríceos em ambas as faces..... 8. *C. lymansmithii*
1. Ervas velutinas ou hirsutas, tricomas eretos, densamente distribuídos por toda a planta.
4. Folhas com lâminas ovais ou lanceoladas; bagas elipsóides ou obovóides.
5. Lâminas 4,5-9,5 cm compr., 3-4,5 cm larg., base cordada, raramente atenuada, truncada ou levemente oblíqua, nervuras secundárias 6-10 pares; cimeiras sésseis ou com pedúnculos até 5 mm compr., 7-10 flores; lobos do cálice lineares ou lanceolados, hirsutos em ambas as faces5. *C. hasslerianum*
5. Lâminas 1,2-8,5 cm compr., 0,6-3,9 cm larg., base truncada, arredondada ou levemente oblíqua, nervuras secundárias 6-12 pares; cimeiras com pedúnculos com mais de 1 cm compr., 7-20 flores; lobos do cálice lineares, ovais ou lanceolados, velutinos em ambas as faces ou hirsutos apenas na face adaxial.
6. Ervas velutinas; lâminas 2,9-8,5 cm compr., 1-3,5 cm larg., nervuras secundárias 7-12 pares; cimeiras globosas, 10-20 flores; lobos do cálice ovais ou lineares, geralmente reflexos, velutinos em ambas as faces..... 7. *C. lanceolatum*
6. Ervas hirsutas; lâminas 1,2-6,8 cm compr., 0,6-3,9 cm larg., nervuras secundárias 6-8 pares; cimeiras semi-globosas, 7-10 flores; lobos do cálice lineares ou lanceolados, eretos, hirsutos apenas na face adaxial.
7. Lobos do cálice lineares..... 4. *C. erythrocephalum*
7. Lobos do cálice lanceolados 2. *C. condalia*
4. Folhas com lâminas ovais, orbiculares, cordiformes ou reniformes; bagas globosas ou depressoglobosas.
8. Lâminas 1,4-3,4 cm compr., 1,6-3,1 cm larg., cordiformes ou reniformes, base cordada, nervuras secundárias 4 pares; cimeiras 6-7 flores; lobos do cálice lineares, face adaxial glabra, abaxial hirsuta; bagas livres entre si na base, pubescentes 3. *C. cordifolium*
8. Lâminas 1-2,7 cm compr., 1-2,1 cm larg., orbiculares, ovais ou cordiformes, raro reniformes, base arredondada, obtusa ou truncada, mais raramente cordada, nervuras secundárias 5-6(-7) pares; cimeiras 8-10 flores; lobos do cálice linear-espatalados ou lanceolados, ambas as faces hirsutas; bagas com base angulosa, unidas e glabras nesta região, hirsutas no ápice..... 1. *C. campanuliflorum*
1. *Coccocypselum campanuli florum* (Hook.) Cham. & Schltdl., *Linnaea* 4: 140. 189. *Hedyotis campanuliflora* Hook., *Bot. Mag.* 55: tab. 2840. 1828.
- Figuras - 1A-I
- Nomes populares - hortelãzinha (SP), jalapa, erva-de-rato (RJ).
- Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Bertioga, 23S 51', 46W 8', 11/1989, M.A. Assis et al. 22426, fl., fr. (ESA, UEC); Boracéia, 22S 11', 48W 46', 27/11/1989, W. Spironello et al. 22287, fl. (ESA, SP, UEC); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 8/9/1994, C.A. Monteiro et al. 22, fl. (ESA, SP); Cotia, 23S 36', 46W 55', 4/1941, L. Constantino 120, fl. (RB); Iguape, 24S 42', 47W 33', 27/9/1996, R.J. Oliveira & L.F.P. Gusmão s.n., fl. (SP 310949), 12/12/1992, E.A. Anunciação et al. 166, fl. (SP); Moji das Cruzes, 23S 31', 46W 11', 15/2/1997, C.Y. Kiyama 120, fl., fr. (SP); Peruibe, 24S 19', 46W 59', 13/10/1995, C.B. Costa et al. 62, fl. (SP); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 19/12/1996, R.J.F. Garcia et al. 961, fl. (PMSP, SP, UEC); Sete Barras, 24S 23', 47W 55', 16/2/1995, J.P. Souza et al. 136, fl., fr. (SP, UEC).
- Distribuição geográfica e ecologia - Sul da Bahia até Santa Catarina, nas florestas ombrófilas densas, em bordas de matas e nos solos arenosos das restingas.
- Caracteriza-se vegetativamente por possuir ramos vináceos, hirsutos, revestidos de tricomas multicelulares, eretos, finos, alvos ou vináceos, raro ferrugíneos. Apresenta ainda, lâmina foliar oval, orbicular ou cordiforme, mais raramente reniforme, e pecíolos curtos. As nervuras são proeminentes na face abaxial e mais tênues e esbranquiçadas na face adaxial. As suas características reprodutivas incluem inflorescências com pedúnculo longo, lobos do cálice lanceolados ou linear-espatalados, lobos e fauce da corola vináceos, tubo amarelado e frutos depressoglobosos, unidos na região basal. Os frutos de *C. campanuliflorum* distinguem-se dos demais espécies do gênero, o que gerou muitas dúvidas com relação a sua verdadeira identidade. No início de seu desenvolvimento, são carnosos, alvos ou esverdeados. A impressão que se tem, ao analisar as populações no campo, é a de que tais frutos não completam seu desenvolvimento, permanecendo unidos pelas bases angulosas. A análise de alguns espécimes em herbário mostrou que os frutos possuem uma espécie de opérculo apical que se destaca à medida que o fruto seca. Estudos anatômicos realizados mostraram que os frutos de *C. campanuliflorum* são indeiscentes e apresentam estrutura semelhante aos dos demais espécies de *Coccocypselum* (Costa & Luchi, inéd.). Alguns materiais apresentaram ramos ferrugíneos, com folhas maiores, ovais e um número maior de pares de nervuras secundárias (7). Assemelha-se a *C. cordifolium*,

diferindo por esta última apresentar lâmina foliar maior e cordiforme, pecíolos mais longos, lobos do cálice lineares, indumento hirsuto e bagas globosas e carnosas.

2. *Coccocypselum condalia* Pers., Syn. pl. 1: 132. 1805. *Condalia repens* Ruiz & Pav., Fl. peruv. 1: 54, t. 84, fig. a, 1798.

Figuras - 1J-P, 4E, 5A-B

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Areias, 22S 34', 44W 41', 4/5/1997, A. Rapini 275, fr. (SP); Bom Sucesso de Itararé, 24S 19', 49W 8', 13/11/1994, V.C. Souza et al. 7168, fl. (ESA, SP, UEC); Campos do Jordão, 22S 44', 45W 35', 20/12/1995, S.A. Nicolau & J.R. Manna de Deus 999, fl. (SP); 28/3/1994, I. Cordeiro et al. 1291, fr. (SP, UEC); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 9/1994, M.E. Basso et al. 4, fr. (ESA, SP); Cunha, 23S 4', 44W 57', 20/3/1996, C.B. Costa et al. 207, fl., fr. (SP), 209, fl., fr. (SP, UEC); Diadema, 23S 41', 46W 37', 3/1996, R.J.F. Garcia et al. 788, fl., fr. (PMSP, SP, SPF, UEC); Embu-Guaçu, 23S 49', 46W 48', 26/10/1995, R. Simão-Bianchini et al. 823, fl. (SP); Iguape, 24S 42', 47W 33', 20/2/1996, C.B. Costa et al. 133, fl. (SP); Pindamonhangaba, 22S 55', 45W 27', 29/3/1994, L. Rossi et al. 1428, fr. (ESA, HRCB, SP, SPF, UEC); Piquete, 22S 36', 45W 10', 25/5/1996, L. Macias et al. 96126, fr. (SP, UEC); Salesópolis, 23S 31', 45W 50', 16/11/1994, R. Simão-Bianchini 603, fl. (SP); Santos-Praia Grande, 23S 57', 46W 20', 11/1889, A. Loefgren in C.G.G. 4140, fl. (SP); Ubatuba, 23S 26', 45W 4', 10/1979, W. Mantovani 176, fl. (SP).

Distribuição geográfica e ecologia - Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Brasil, Paraguai e Argentina. No Brasil, ocorre nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e do sudeste ao sul do país, na floresta ombrófila densa, nas bordas de mata, campos, capoeiras, florestas da encosta e da crista da Serra do Mar, campos de altitude, em locais úmidos e, normalmente, sombreados.

Coccocypselum condalia caracteriza-se por possuir folhas ovais ou lanceoladas, glabras ou com tricomas apressos em ambas as faces ou, muitas vezes, abundantes apenas nas margens. Possui inflorescências pedunculadas com poucas flores, os lobos do cálice são lanceolados, glabros ou ciliados, mais raramente hirsutos na face abaxial. As bagas são elipsóides ou obovóides e azuis. Schumann (1889) mencionou a variação existente no indumento das folhas e flores, enfatizando ser o indumento na margem da folha, o mais freqüente. Nos diversos materiais analisados foi possível observar uma grande variação desse caráter, tendo sido encontrados espécimes completamente glabros até pubescentes, embora a maioria apresentasse tricomas no pecíolo, na margem e nas nervuras da face abaxial das folhas. O cálice apresenta lobos glabros ou ciliados e a corola é normalmente glabra na face abaxial. Alguns materiais, principalmente aqueles espécimes coletados no município de Cananéia, apresentam indumento hirsuto e lobos do cálice com tricomas na margem e na face abaxial.

3. *Coccocypselum cordifolium* Nees & Mart., Nova Acta

Phys.-Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur. 12: 14. 1824.

Figuras - 1Q-S, 5C-D

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Boracéia, 22S 11', 48W 46', 11/1989, W. Spironello et al. 22276, fl. (UEC); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 9/1996, M. Sugiyama s.n., fr. (SP 310946), s.d., M. Sugiyama 1411, fr. (SP); Cubatão, 23S 53', 46W 25', 27/5/1996, S. Martins s.n., fr. (SP 310948); Eldorado, 24S 31', 48W 6', 14/5/1994, R. Mello-Silva et al. 1001, fl. (SP, SPF); Iguape, 24S 42', 47W 33', 22/2/1996, C.B. Costa et al. 154, fr. (SP); Itararé, 24S 6', 49W 19', 25/1/1996, V.C. Souza et al. 10475, fl., fr. (ESA, SP); Pariqueira-Açu, 24S 42', 47W 52', 30/9/1995, N.M. Ivanauskas 451, fr. (ESA, SP); Peruíbe, 24S 19', 46W 59', 28/10/1995, C.B. Costa et al. 106, est. (SP); Rio Claro, 22S 24', 47W 33', 1/1984, M.R. Pereira-Noronha 271, fl., fr. (HRCB); Santo André, 23S 39', 46W 32', G. Edwall in C.G.G. 1888, fl. (SP); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 5/1945, W. Hoehne s.n., fr. (SP 193038), 3/5/1996, C.B. Costa et al. 219, fr. (SP), 4/4/1996, C.B. Costa et al. 216, fr. (SP); Sete Barras, 24S 23', 47W 55', 2/1995, J.P. Souza et al. 136, fr. (UEC); Ubatuba, 23S 26', 45W 4', 1/2/1996, H.F. Leitão Filho et al. 34591, fl. (ESA, SP, SPF, UEC).

Distribuição geográfica e ecologia - ocorre no México e América Central e no Brasil, no Distrito Federal e nas diversas formações da mata atlântica da Bahia até o sul do país. Comumente encontrada no estrato herbáceo das florestas ombrófilas densas, em locais úmidos e sombreados.

Caracteriza-se por possuir ramos hirsutos, folhas cordiformes ou reniformes, com pecíolos longos, tricomas retos, finos e macios por toda a planta, inflorescências pedunculadas e lobos do cálice lineares desiguais, com tricomas apenas na face abaxial, e frutos arredondados, azuis ou roxos.

Jung-Mendaçolli (1994) referiu *C. cf. nummulariifolium* no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Mun. de São Paulo), baseando-se no material W. Hoehne s.n. (SP 193038). Apesar de apresentar folhas menores e reniformes, com menor número de nervuras secundárias, a análise deste material e de novas coletas no Estado, acrescidas de observações de populações existentes no Parque, revelaram tratar-se na realidade de *C. cordifolium*. *C. reitzii* L.B. Sm. & Downs, com ampla distribuição no sul do Brasil, é uma espécie relacionada a *C. cordifolium*, diferenciando-se desta pelas inflorescências bifloras, lobos do cálice ciliados e pelo indumento com tricomas menores e mais esparsos (Smith & Downs 1956).

4. *Coccocypselum erythrocephalum* Cham. & Schltdl., Linnaea 4: 140. 1829.

Figuras - 2A-C

Material examinado BRASIL: SÃO PAULO: Cunha, 23S 4', 44W 57', 20/3/1996, C.B. Costa et al. 212, fl. (SP), 210, fr. (SP, UEC).

Distribuição geográfica e ecologia - Goiás, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Em São Paulo foi

coletada na borda de floresta ombrófila densa no norte do Estado.

Esta espécie caracteriza-se pelos ramos e folhas hirsutas, folhas ovais com base arredondada, 6-7 pares de nervuras secundárias e inflorescências pedunculadas com 7-10 flores. Muito semelhante a *C. hasslerianum*, diferencia-se desta pelas folhas com base arredondada e inflorescências pedunculadas. Foi descrita por Chamisso & Schlechtendal (1829) e referida sua ocorrência nos Estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina por Schumann (1889).

C. erythrocephalum foi referida para São Paulo por Krause & Hoehne (1922), com base no material F.C. Hoehne s.n. (SP 779), o qual se assemelhava a outros materiais coletados em Minas Gerais, porém, com folhas mais curtas e mais largas. A análise deste material mostrou tratar-se na verdade de *C. lanceolatum*. Na lista das espécies catalogadas pela "Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo", Loefgren (1896) mencionou *C. erythrocephalum*, citando uma coleta da Estação Campo Grande (Mun. de Santo André) (C.G.G. 1888), que após análise cuidadosa foi identificado neste trabalho como *C. cordifolium*. Portanto, podemos afirmar que esta é a primeira referência da espécie para o Estado.

Assemelha-se a *C. gardneri* Standl., descrita para Minas Gerais e caracterizada pelos ramos pilosos ou glabrescentes, lâminas lanceolado-oblongas ou raramente ovais com base obtusa, seis pares de nervuras secundárias, pedúnculo da inflorescência com 1,5 cm e lobos do cálice hirsuto-ciliados (Standley 1936).

5. *Coccocypselum hasslerianum* Chodat, Bull. Herb. Boissier., sér. 2, 4: 169. 1904.

Figuras - 2D-M, 4B-C

Nome popular - espuma-de-sapo (SP).

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Areias, 22S 34', 44W 41', 4/5/1997, A. Rapini 273, fr. (SP); Biritiba-Mirim, 23S 43', 46W 2', 10/5/1983, A. Custódio Filho 1353, fr. (SP); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 8/1982, S.L. Jung-Mendaçoilli & A.C. Maruffa 502, fr. (SP), 500, fl., fr. (SP); Caraguatatuba, 23S 37', 45W 24', 5/1966, J.R. Mattos 13778 (IAC); Eldorado, 24S 31', 48W 6', 18/5/1994, I. Cordeiro & M.A.B. Barros 1413, fl., fr. (SP, UEC); Ibiúna, 23S 39', 47W 13', 21/7/1995, J.B. Baitello & J.A. Pastore 770, fr. (SP); Iguape, 24S 42', 47W 33', 19/6/1981, M.B. Vasconcellos et al. 12586, fr. (UEC); Ilhabela, 23S 46', 45W 21', 5/1970, D. Sucre 6974, fr. (RB); Iporanga, 24S 35', 48W 35', 20/5/1996, C.B. Costa et al. 225 & 228, fl., fr. (SP, SPF, UEC), 234, fr. (SP, UEC); Manduri, 23S 0', 49W 19', 7/1991, S. Romaniuc Neto et al. 1232, fr. (SP); Peruíbe, 24S 19', 46W 59', 9/1982, R. Rodrigues et al. 15665, fr. (UEC); Pindamonhangaba, 22S 55', 45W 27', 2/1996, S. Nicolau 980, fl. (SP); Santa Isabel, 23S 18', 46W 13', 9/1936, M. Kuhlmann s.n. (SP 36285); Santo André, 23S 39', 46W 32', 11/1992, A. Custódio Filho & M. Carra 1067, fr. (SP); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 9/1994, S.A.P. Godoy et al. 232, fl., fr. (PMSP, SP); Ubatuba, 23S 26', 45W 4', 11/1990, A. Furlan et al. 1282, fl.

(HRCB, SP).

Distribuição geográfica e ecologia - ocorre no nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil até o Paraguai e a Argentina. Habita borda de floresta ombrófila densa, em locais úmidos e sombreados.

C. hasslerianum caracteriza-se por possuir folhas normalmente oval-lanceoladas, com base cordada e pecíolos longos. É uma erva hirsuta, cujos tricomas longos e eretos deixam cicatrizes na superfície das folhas. Além disso, possui inflorescências normalmente sésseis ou com pedúnculo muito curto (até 5 mm), lobos do cálice lineares, hirsutos apenas na face abaxial ou, mais raramente, também no ápice da face adaxial. A presença de inflorescências sésseis ou pedunculadas sempre foi considerada pelos autores que estudaram o gênero como um caráter importante na distinção das espécies. *C. hasslerianum* apresenta inflorescências sésseis na maioria dos materiais examinados, sendo um caráter realmente importante na sua identificação. São poucas as espécies do gênero que possuem inflorescências sésseis ou subsésseis. *C. aureum* (Spreng.) Cham. & Schldtl. possui inflorescência sésstil, porém apresenta ramos subferrugíneos, vilosos, folhas oval-lanceoladas ou lanceoladas, com base aguda ou arredondada, e bagas globosas (Schumann 1889).

Outras espécies que se assemelham a *C. hasslerianum* são *C. hirsutum* Bartl. ex DC., *C. hispidum* (Standl.) Standl. e *C. brevipetiolatum* Steyerl. Esta última ocorre no norte da América do Sul e região dos Andes (Andersson 1992). *C. hispidum* é uma erva hirsuta com inflorescências sésseis, com distribuição restrita à América Central (Standley 1930b), enquanto *C. hirsutum* é uma erva hirsuta, com folhas largamente ovais, de ápice agudo e base obtusa, pecíolos curtos, inflorescências pedunculadas e poucas flores. Segundo Andersson (1992), *C. hirsutum* apresenta ampla distribuição, sendo referida inclusive para a região sudeste, diferenciando-se de *C. hasslerianum* apenas pela presença de inflorescências pedunculadas. Apesar de ser possível observar variação de tamanho do pedúnculo para algumas espécies de *Coccocypselum*, em *C. hasslerianum* esta característica permaneceu constante, tendo sido adotada como característica diagnóstica. Uma análise mais ampla, incluindo materiais de espécies próximas, poderá auxiliar no entendimento destas variações e sugerir muitas sinonimizáveis.

6. *Coccocypselum krauseanum* Standl., Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 8(3): 164. 1930.

Figuras - 2N-R, 5E-F

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Biritiba-Mirim, 23S 34', 46W 2', 15/3/1985, I.C.C. Macedo & A. Custódio Filho 55, fr. (SP); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 7/1989, F. Barros s.n., fr. (SP 238603); Caraguatatuba, 23S 37', 45W 24', 25/5/1996, J.R. Mattos 13768, fr. (SP); Cunha, 23S 4', 44W 57', 21/3/1996, C.B. Costa et al. 211, fr. (SP, UEC); Eldorado, 24S 31', 48W 6', 3/9/1995, V.C. Souza et al. 9029, fl., fr. (ESA, HRCB, SP, SPF, UEC); Ilhabela, 23S 46', 45W 21', 6/1991, V.C. Souza & A.F.

Fierro 2555, fr. (ESA); Iporanga, 24S 35', 48W 35', 25/5/1996, C.B. Costa et al. 229, 23/5/1996, C.B. Costa et al. 242, 22/5/1996, C.B. Costa et al. 246 fr. (SP), 21/5/1996, C.B. Costa et al. 239, fr. (SP, SPF, UEC); Miracatu, 24S 16', 47W 27', 19/4/1994, J.R. Pirani & R.F. Garcia 3084, fr. (SP, SPF); Moji das Cruzes, 23S 31', 46W 11', 28/5/1980, C.F.S. Muniz et al. 151, fr. (SP); Nazaré Paulista, 23S 10', 46W 23', 6/1996, V.C. Souza et al. 11229, fr. (ESA); Pariquera-Açu, 24S 42', 47W 52', 19/4/1995, N.M. Ivanauskas 134, fr. (ESA, SP); Pindamonhangaba, 22S 55', 45W 27', 1/1997, S. Nicolau 1003, fl. (SP); Ribeirão Grande, 24S 5', 48W 21', 8/5/1997, M.G.L. Wanderley et al. 2245, fr. (SP); Santo André, 23S 39', 46W 32', 31/1/1996, M. Sugiyama et al. 1406, fl., fr. (SP); São José do Barreiro, 22S 38', 44W 34', 19/7/1994, E.L.M. Catharino & L. Rossi 1967, fr. (SP); São Miguel Arcanjo, 23S 52', 47W 59', 1/1995, P.L.R. Moraes & N.M. Ivanauskas 1107, fl. (ESA, IAC); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 3/5/1996, C.B. Costa et al. 217, fr. (SP); Sorocaba, 23S 30', 47W 27', 18/7/1902, E. Hemmendorff 483, fr. (R); Tapiraí, 23S 57', 47W 30', 11/5/1994, R. Mello-Silva et al. 907, fr. (HRCB, SP, SPF, UEC); Ubatuba, 23S 26', 45W 4', 31/1/1996, H.F. Leitão Filho et al. 34566, fl., fr. (SP, UEC).

Distribuição geográfica e ecologia - Sudeste e sul do Brasil, nas matas úmidas do litoral dos Estados do Espírito Santo até Santa Catarina. Em algumas regiões aparecem grandes populações, forrando o chão da mata; em outros locais, entretanto, é extremamente rara. Cresce sobre solos úmidos e sombreados das florestas ombrófilas densas, muitas vezes próximo a cursos d'água.

Coccocypselum krauseanum caracteriza-se por apresentar inflorescências geralmente sésseis, com poucas flores. Dentre as espécies brasileiras, apenas *C. aureum* e *C. sessiliflorum* Standl. compartilham este caráter (Standley 1930a, 1936). *C. aureum* diferencia-se de *C. krauseanum* por ser uma erva hirsuta, com folhas lanceoladas. A análise dos protólogos e dos materiais-tipo de *C. krauseanum* e de *C. sessiliflorum*, permitiu verificar que ambas diferenciam-se apenas pela dimensão das folhas. O estudo das populações no Estado de São Paulo demonstrou que há uma grande variação no tamanho dos entrenós, dos pecíolos e lâminas foliares, e das estruturas reprodutivas, em geral relacionada ao estágio de desenvolvimento. Uma abordagem mais ampla e minuciosa poderá demonstrar que *C. sessiliflorum* é, provavelmente, sinônimo de *C. krauseanum*.

Ao contrário das outras espécies de *Coccocypselum* que apresentam suas populações com flores e frutos simultaneamente, esta espécie apresenta, normalmente, épocas de floração e frutificação distintas. Os frutos são bastante característicos, normalmente em número de três por infrutescência, arredondados, roxos, vistosos, brilhantes e facilmente visualizados nas populações, mesmo quando encobertos pelas folhas, sendo esta uma condição frequente.

7. *Coccocypselum lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers., Syn. pl. 1: 132. 1805. *Condalia lanceolata* Ruiz & Pav., Fl.

Peruv. 1: 54.1798.

Figuras - 3A-O, 4D

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Amparo, 22S 42', 46W 45', 30/8/1943, M. Kuhlmann 1271, fr. (SP); Areias, 22S 34', 44W 41', 4/5/1997, A. Rapini 274 & 276, fr. (SP); Bananal, 22S 41', 44W 19', 9/5/1995, S.L. Proença et al. 42, fl., fr. (SP, SPF, UEC); Bauru, 22S 18', 49W 3', 6/1996, V.C. Souza & J.P. Souza 11290, fr. (ESA); Bocaina, 22S 8', 48W 31', 3/1952, E. Pereira s.n., fr. (RB 7421); Botucatu, 22S 53', 48W 26', 10/1973, J.O. Sartori 51, fr. (BOTU); Cajuru, 21S 16', 47W 18', 4/1990, A. Sciamarelli & J.V.C. Nunes 642, fl. (SPF, SPFR, UEC); Cananéia, 25S 0', 47W 55', 5/1983, S.L. Jung-Mendaçolli 566, fr. (SP); Capão Bonito, 24S 0', 48W 20', 12/1991, R. Romero et al. 421, fr. (HRCB); Corumbataí, 22S 13', 47W 37', 11/1993, K.D. Barreto et al. 1568, fl. (ESA); Cunha, 23S 4', 44W 57', 20/3/1996, C.B. Costa et al. 210 & 212, fr. (SP); Iguape, 24S 42', 47W 33', 19/2/1996, C.B. Costa et al. 120, fl., fr. (SP); Iporanga, 24S 35', 48W 35', 21/5/1996, C.B. Costa et al. 237, fr. (SP, UEC), 260, fl., fr. (SP); Itapeva, 23S 58', 48W 52', 11/2/1995, P.H. Miyagi et al. 282, fl., fr. (ESA, SP, UEC); Itararé, 24S 6', 49W 19', 25/1/1996, V.C. Souza et al. 10501, fl. (ESA, SP, UEC); Joanópolis, 22S 55', 46W 16', 11/4/1995, J.Y. Tamashiro et al. 789, fl., fr. (ESA, HRCB, SP, SPF, UEC); Luís Antônio, 21S 33', 47W 42', 12/1991, M.R. Mecbi & S. Mateus 83, fl. (SPFR); Pindamonhangaba, 22S 55', 45W 27', 31/3/1994, L. Rossi et al. 1468, fl., fr. (ESA, HRCB, SP, SPF, UEC); Salesópolis, 23S 31', 45W 50', 6/9/1994, R.T. Shirasuna et al. 40, fr. (SP); Santa Rita do Passa Quatro, 21S 42', 47W 28', 2/1997, M. Batalha 1587, fr. (SP); São Carlos, 22S 1', 47W 53', 13/5/1997, C.B. Costa et al. 265, fr. (SP); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 26/10/1917, F.C. Hoehne s.n., est. (SP 779); Teodoro Sampaio, 22S 31', 52W 10', 18/5/1995, M. Kirizawa & E.A. Lopes 3152, fr. (SP); Ubatuba, 23S 26', 45W 4', 2/2/1996, H.F. Leitão Filho et al. 34615, fl., fr. (ESA, SP, UEC).

Distribuição geográfica e ecologia - apresenta ampla distribuição nos Neotrópicos, ocorrendo desde o sul do México até a Argentina, exceto na região amazônica. No Brasil, é encontrada nos estados das regiões Sul e Sudeste, em Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Habita as florestas ombrófilas densas, cerradões e subosque de *Eucalyptus*.

Esta espécie caracteriza-se pelo indumento velutino, folhas com 7-12 pares de nervuras secundárias, inflorescências globosas, pedunculadas, com numerosas flores pequenas, lobos do cálice ovais ou lineares, geralmente reflexos e bagas elipsóides ou obovóides, de coloração azul-brilhantes. Schumann (1889) considerou *C. lanceolatum* sinônimo de *C. condalia* Pers. Segundo este autor, *C. condalia* possui ampla variação morfológica, sendo uma erva glabra ou pubescente, com folhas ovais a oval-lanceoladas, raramente lanceoladas, 5-6 pares de nervuras secundárias, base cordada ou truncada, lobos do cálice lanceolados ou oblongos, mais ou menos pubescentes, raramente glabros e inflorescências globosas com uma ou muitas flores. Já *C. lanceolatum* é uma erva

velutina, com folhas usualmente lanceoladas, 7-12 pares de nervuras secundárias, base arredondada ou assimétrica, lobos do cálice ovais ou lineares, velutinos e inflorescências globosas com muitas flores.

Utilizando-se a chave de espécies da *Flora Brasiliensis*, os materiais aqui considerados como *C. lanceolatum*, enquadram-se na descrição de *C. canescens* (Schumann 1889). Esta é caracterizada como uma erva tomentosa ou lanuginosa, vinácea ou alva, com folhas oval-lanceoladas ou oblongas, raramente lanceoladas, com 8-10 ou 12-13 pares de nervuras secundárias, inflorescências globosas com muitas flores, lobos do cálice oval-oblongos ou obovais e densamente pilosos de ocorrência nos Estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina. Standley (1930b), ao estudar as Rubiaceae da Colômbia, restabeleceu *C. lanceolatum* e sinonimizou *C. canescens*, com o comentário de que os materiais normalmente identificados como *C. canescens* Ruiz & Pav. enquadravam-se na descrição de *Condalia lanceolata*. Steyermark (1967) utilizou como características distintivas, não só o grande número de flores na inflorescência, mas também a forma oblanceolada, obovada ou largamente elíptica dos lobos do cálice, e o fato destes serem levemente reflexos. Este autor comentou ainda que esta característica permanecia constante para a espécie, a despeito da grande variabilidade encontrada na forma da lâmina, base e ápice das folhas e comprimentos do pecíolo e do pedúnculo da inflorescência. A presença de lobos do cálice reflexos nas flores é evidente na descrição e ilustração feitas por Steyermark (1974) num estudo para a Venezuela; o autor comentou ainda que estes poderiam, eventualmente, aparecer estendidos, ao invés de reflexos. Dwyer (1980), ao referir a espécie no Panamá, caracterizou os lobos do cálice como ovais ou oblongos, com 3(-6) mm de comprimento e estendidos.

No Estado de São Paulo, foram encontradas populações que apresentavam lobos do cálice reflexos ou estendidos, sendo a primeira a forma mais comum. A análise de todo o material disponível, mostrou ainda grande variação com relação ao indumento e coloração dos ramos e folhas, tamanho das folhas e número de flores nas inflorescências. Espécimes coletados principalmente em áreas de cerrado, apresentam normalmente ramos vináceos, lobos do cálice linear-lanceolados, estendidos e inflorescências laxas. Tal variação foi observada também em espécimes coletados neste mesmo ambiente, em outros Estados. Foi possível observar ainda que, nas populações que habitam locais ensolarados, os ramos e folhas apresentavam-se verdes e com indumento alvo, enquanto que naquelas de locais sombreados, os ramos, folhas e indumento eram vináceos. Como uma erva prostrada, o ápice dos ramos aparecem voltados para cima, expondo as flores; já os frutos permanecem sob as folhas, voltados para o solo; apesar disso, são facilmente visualizados devido à cor azul intensa.

C. lanceolatum assemelha-se a *C. crassifolium* Standl., de ocorrência no Rio de Janeiro. A análise da foto do holótipo desta última, evidenciou uma grande semelhança

entre ambas, podendo tratar-se de sinônimos.

8. *Coccocypselum lymansmithii* Standl., Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 8(3): 165.1930.

Figuras - 3P-U, 4A

Material selecionado BRASIL: SÃO PAULO: Campos do Jordão, 22S 44', 45W 35', 20/12/1995, S.A. Nicolau & J.R. Manna de Deus 991 & 1006, fl. (SP), 13/6/1992, A. Sciamarelli et al. 26559, fl., fr. (UEC), 6/1950, M. Kuhlmann 3377, fl. (SP); Moji-Guaçu, 22S 22', 46W 56', 9/1960, G. Eiten & L.T. Eiten 2338, fl., fr. (SP); Pindamonhangaba, 22S 55', 45W 27', 29/3/1994, L. Rossi et al. 1422, fl., fr. (ESA, HRCB, SP, SPF, UEC); São Paulo, 23S 32', 46W 38', 12/1932, A.C. Brade 12367, fr. (R, RB).

Distribuição geográfica e ecologia - ocorre do Rio de Janeiro ao sul do Brasil, e em São Paulo, preferencialmente nos campos montanos das Serras do Mar e da Mantiqueira.

C. lymansmithii foi descrita como uma erva de caule delgado, com tricomas patentes, estípulas diminutas, folhas com pecíolo curto, lâminas orbiculares ou oval-orbiculares, face adaxial enerva, abaxial vinácea, com tricomas esparsos e nervuras pouco proeminentes, flores solitárias, pedicelos iguais ou maiores que os pecíolos, brácteas lineares, obtusas, hipanto semigloboso e lobos do cálice lineares ou linear-oblongos, eretos (Standley 1930a). Com exceção de um material proveniente de Campos do Jordão, que apresenta inflorescências bifloras, todos os demais apresentaram flores solitárias. Uma análise mais ampla é necessária para confirmar se há realmente variação no número de flores nas populações. Assemelha-se a *C. reitzii* L.B. Sm. & Downs, espécie de Santa Catarina (Smith & Downs 1956), diferenciando-se por esta apresentar inflorescências com 3-4 flores. *C. pumilio* Standl., descrita para os campos arenosos do Paraná (Standley, 1931), assemelha-se também a esta espécie, por apresentar folhas pequenas e inflorescência uniflora, podendo tratar-se de um provável sinônimo de *C. lymansmithii*.

4. Discussão

As espécies de *Coccocypselum* estudadas compõem o estrato herbáceo principalmente das florestas ombrófilas densas, podendo ocorrer ainda nas bordas das matas. Existe grande variabilidade na forma e tamanho das folhas, e no número de nervuras secundárias, sendo que tais características foram importantes na delimitação das espécies estudadas.

As espécies são inteiramente herbáceas, sendo ervas repentens, prostradas e decumbentes. O hábito herbáceo e repente pode ser considerado para a totalidade das espécies do gênero, a despeito de algumas observações feitas nas etiquetas de alguns materiais, de que seriam ervas trepadeiras ou epífitas.

Na face adaxial da lâmina foliar, as nervuras primária e secundárias aparecem impressas na lâmina, deixando a superfície sulcada. Na face abaxial, elas são proeminentes. Estas características são particularmente evidentes em *C. hasslerianum*, que possui ainda a região de inserção dos

tricomas bastante evidente (fig. 4C). Nas demais espécies este é um caráter mais discreto. *C. cordifolium*, *C. campanuliflorum* e *C. lanceolatum* apresentam as nervuras primária e secundárias da face abaxial totalmente revestidas de tricomas, o que as torna bastante distintas. As nervuras secundárias são de 3-11 e sempre opostas. A forma e dimensão do pecíolo e da lâmina foliar, além do indumento, são características importantes na distinção das espécies, apesar de estarem sujeitas a grande variabilidade, influenciada pelas modificações do ambiente. O padrão de venação das folhas é eucamptódromo, para todas as espécies estudadas, com as nervuras secundárias curvas, ascendentes, terminando em arcos imperfeitos (fig. 3Q).

O indumento das espécies estudadas é constituído de tricomas pluricelulares, simples, unisseriados ou incompletamente septados, com paredes celulares externas espessas e os septos mais delgados que estas. Já o indumento da face adaxial da corola compõe-se de tricomas unicelulares, moniliformes, com paredes delgadas. Estes tricomas formam uma faixa na porção mediana do tubo da corola e estão associados às estruturas reprodutivas e à forma heterostílica da flor (fig. 1E, F). O indumento é sempre uniforme, ocorrendo tricomas do mesmo tipo em todas as estruturas da planta, com variação apenas no tamanho. As espécies podem variar de totalmente glabras (*C. condalia*, *C. krauseanum*), glabrescentes ou seríceas (*C. condalia*, *C. krauseanum*), velutinas (*C. lanceolatum*), ou hirsutas (*C. campanuliflorum*, *C. cordifolium*, *C. condalia*, *C. erythrocephalum*, *C. hasslerianum*).

Para muitas espécies de *Coccocypselum*, a densidade do indumento é um caráter distintivo. Porém, quando se analisa uma grande quantidade de material, de ampla distribuição e ocorrência em diferentes ambientes, é possível verificar que esta característica é bastante variável.

A presença de pedúnculo nas inflorescências tem sido uma das características mais empregadas na separação das espécies de *Coccocypselum*. Apesar de muitas vezes o comprimento do pedúnculo estar relacionado ao desenvolvimento da inflorescência, nas populações analisadas suas dimensões permaneciam mais ou menos constantes, sendo um importante caráter na separação das espécies estudadas.

As características florais são constantes nas espécies de *Coccocypselum*, ocorrendo poucas variações significativas, como no indumento e na forma e comprimento dos lobos do cálice. Nas populações observadas, estavam presentes normalmente as duas formas distílicas, sendo mais freqüente formas longistilas.

Todas as espécies estudadas possuem frutos carnosos com mesocarpo esponjoso e esbranquiçado, à exceção de *C. campanuliflorum*. A análise de populações com frutos mostrou ser este um importante caráter para auxiliar na identificação das espécies, caráter este pouco utilizado, provavelmente devido ao fato dos frutos carnosos serem danificados no processo de herborização. Destacam-se aqui as observações feitas para os frutos de *C.*

campanuliflorum, que, ao contrário das demais espécies, iniciam seu desenvolvimento como carnosos, tornando-se secos quando maduros, sendo necessário o acompanhamento de populações e estudos anatômicos a fim de elucidar sua verdadeira natureza.

As espécies de *Coccocypselum* de São Paulo florescem e frutificam durante todo o ano, com exceção de *C. erythrocephalum* e *C. hasslerianum*. Os períodos de floração e frutificação são contínuos e muitas vezes é possível encontrar flores e frutos numa mesma população. *C. erythrocephalum* e *C. hasslerianum* apresentam flores preferencialmente no outono.

Sete espécies de *Coccocypselum* ocorrem nas florestas ombrófilas densas do litoral do Estado de São Paulo. *C. campanuliflorum*, *C. condalia* e *C. lanceolatum* são espécies de ampla distribuição, sendo também as mais freqüentes nestas formações. *C. lanceolatum* e *C. condalia* possuem ampla distribuição no Estado e no Brasil, podendo ainda ser encontradas em áreas de vegetação secundária. Esta última aparece ainda em áreas de florestas ombrófilas mistas e campos montanos. *C. lymansmithii* apresenta distribuição restrita, ocorrendo em São Paulo apenas nos campos montanos do norte do Estado. Outra espécie de distribuição restrita é *C. erythrocephalum*, presente apenas nas florestas ombrófilas densas, também do norte do Estado. *C. cordifolium*, *C. krauseanum* e *C. erythrocephalum* ocorrem nas florestas ombrófilas densas, em locais bem úmidos, sendo suas populações menos freqüentes que as demais espécies. *C. lanceolatum* é a única espécie que ocorre nos cerradões do interior do Estado. Nenhuma das espécies de *Coccocypselum* estudadas foi registrada para as áreas de floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila densa aluvial do interior do Estado, como também nas formações de dunas e manguezais do litoral.

5. Agradecimentos

As autoras agradecem ao Instituto de Botânica e ao Depto de Botânica do Instituto de Biociências da USP, pela utilização das instalações e infra-estrutura cedidas durante a realização do presente trabalho; aos curadores dos herbários cujas siglas são citadas no texto, pelo empréstimo e permissão de consulta ao seu acervo; à CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas; à Coordenação do Projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, pelo apoio; e à artista Emyko Naruto, pela cobertura a nanquim das ilustrações.

6. Referências bibliográficas

1. ANDERSSON, L. 1992. A provisional checklist of Neotropical Rubiaceae. Scripta botanica belgica 1: 1-199.
2. CHAMISSO, A. & SCHLECHTENDAL, D. 1829. Rubiaceae. Linnaea 4: 12-202.
3. DUBS, B. 1998. Prodrumus florae matogrossensis - Rubiaceae. The Botany of Mato Grosso 3(1): 1-254.

4. DWYER, J.D. 1980. Flora of Panamá. 179. Rubiaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 67(1): 1-256.
5. GOMES, M. 1996. Rubiaceae. In Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, RJ. Aspectos Florísticos das Espécies Vasculares (M.P. Morim de Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.2, p.345-426.
6. JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 1994. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 155 - Rubiaceae. Hoehnea 21(1/2): 97-129.
7. JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 1999. Rubiaceae. In Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (M.M.R.F. Melo, F. Barros, S.A.C. Chiea, M. Kirizawa, S.L. Jung-Mendaçolli & M.G.L. Wanderley, eds.). São Paulo: Instituto de Botânica, v.6, p.45-136.
8. KRAUSE, K. & HOEHNE, F.C. 1922. Contribuições ao conhecimento das Rubiáceas do Brasil Meridional. Mem. Inst. Butantan (São Paulo) 1(3): 1-32.
9. LAWRENCE, T.J. & GREEN, P.S. 1993. The anatomy of dehiscent berry. Kew Bull. 48(1): 53-57.
10. LOEFGREN, A. 1896. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no Estado de São Paulo: Índice das plantas do herbário da Comissão, cultivadas no jardim da Comissão. Boletim da Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo, n. 11.
11. MORI, S.A.; SILVA, L.A.M.; LISBOA, G. & CORADIN, L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Ilhéus: CEPLAC.
12. NIMER, E. 1979. Climatologia do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
13. RADFORD, A.E.; DICKISON, W.C.; MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular Plant Systematics. Harper & Row Publ., New York.
14. SCHUMANN, K. 1889. Rubiaceae (Tribo Mussaendae). In Flora Brasiliensis (C.P.F. Martius, A.G. Eichler & I. Urban, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.6, pars 6, p.279-318.
15. SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1956. Resumo preliminar das Rubiaceae de Santa Catarina. Sellowia 7: 13-92.
16. STANDLEY, P.C. 1930a. Rubiaceae. In Studies of American Plants VI (B.E. Dahlgren, ed.). Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 8(3): 151-236.
17. STANDLEY, P.C. 1930b. The Rubiaceae of Colombia. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 7(1): 3-175.
18. STANDLEY, P.C. 1931. The Rubiaceae of Bolivia. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 7(3): 255-339.
19. STANDLEY, P.C. 1936. Rubiaceae. In Studies of American Plants VI (B.E. Dahlgren, ed.). Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 11(5): 176-274.
20. STANDLEY, P.C. & WILLIAMS, L.O. 1975. Flora of Guatemala. 11- Rubiaceae. Fieldiana: botany 24(1/3): 1-274.
21. STEYERMARK, J.A. 1967. Rubiaceae. In Botany of the Guayana Highlands, Part VII (B. Maguire & J.J. Wurdack, eds.). Mem. New York Bot. Gard. 17(1): 230-436.
22. STEYERMARK, J.A. 1974. Rubiaceae. In Flora da Venezuela (T. Lasser, ed.), v.9, pars 1, p.478-494.
23. USTERI, A. 1911. Flora der Umgebung der Stat São Paulo. Jena: Verlag.
24. VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Título: Sinopse do Gênero *Coccocypselum* P. Browne (Rubiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil

Autor: Cristina Bestetti Costa e Maria Candida Henrique Mamede

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01502012002>

Recebido 19 de fevereiro de 2002
Modificado em 03 de maio de 2002
Aceito em 21 de maio de 2002

ISSN 1676-0603

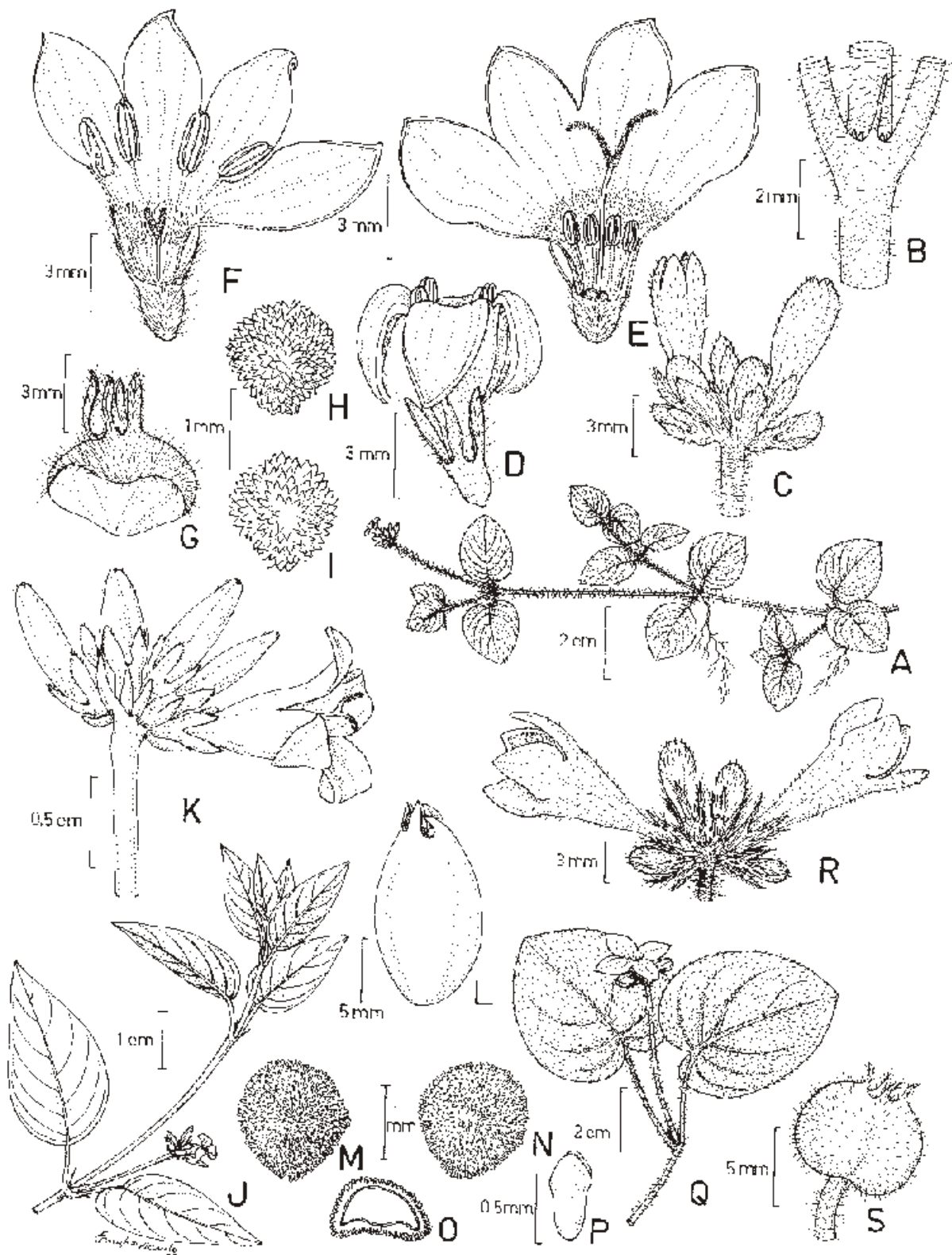


Figura 1. A-I. *Coccocypselum campanuliflorum*: A. Hábito. B. Estípula. C. Inflorescência. D, F. Flor brevistila. E. Flor longistila. G. Fruto. H-I: Semente, vista dorsal (H) e ventral (I). J-P. *C. condalia*: J. Ramo florido. K. Inflorescência. L. Fruto. M-O: Semente, vista dorsal (M), ventral (N) e em corte transversal (O). P. Embrião. Q-S. *C. cordifolium*: Q. Ramo florido. R. Inflorescência. S. Fruto. (A, D-F, Oliveira s.n., SP 310949; B, Costa 62; C, Anunciação 166; G-I, Kiyama 120; J, Costa 205; K, Garcia 788; L, Costa 209; M-P, Macias 96126; Q, Leitão Filho 34591; R, Mello-Silva 1001; S, Costa 216).

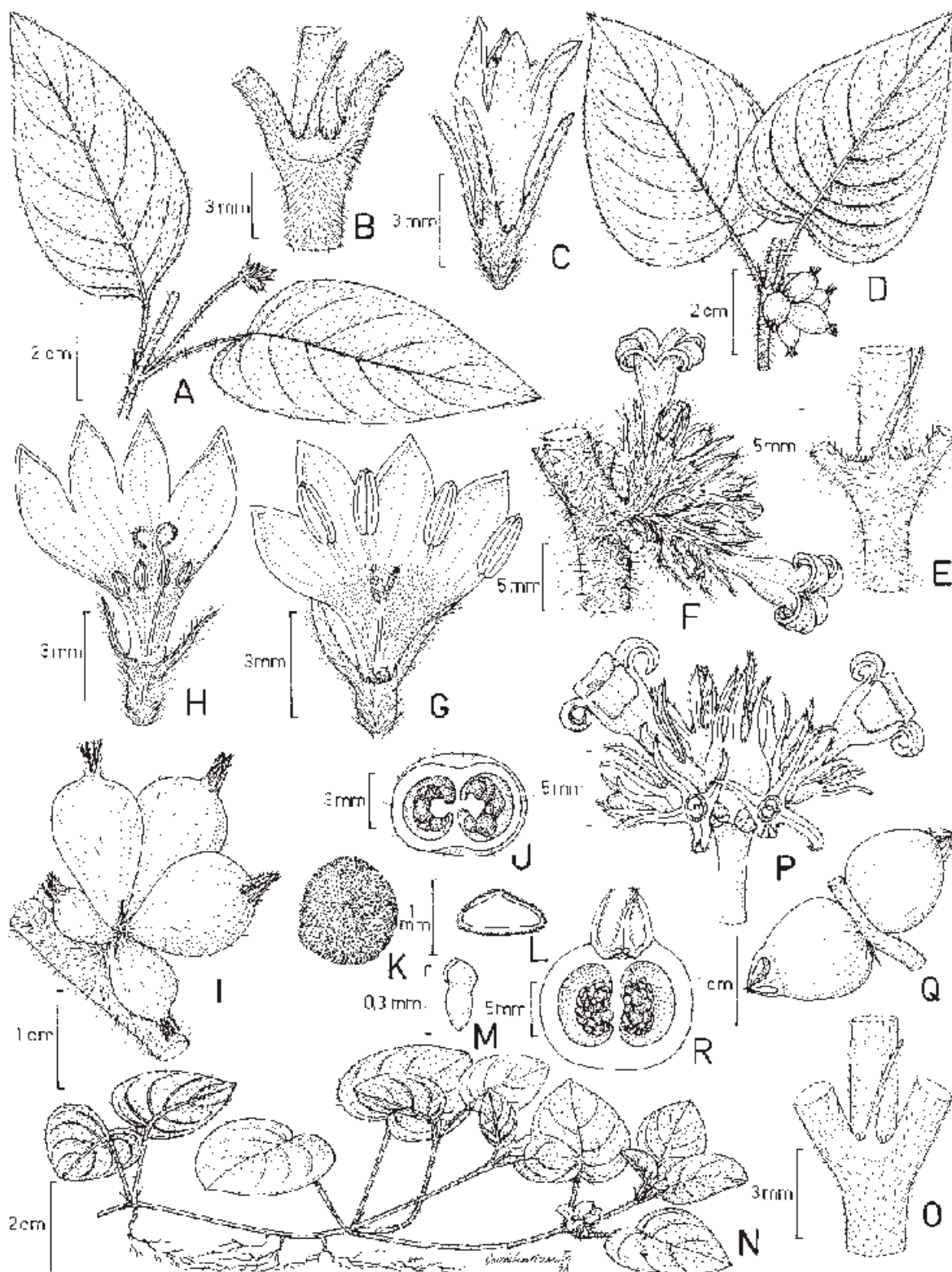


Figura 2. A-C. *Coccocypselum erythrocephalum*: A. Ramo florido. B. Estípula. C. Flor longistila. D-M. *C. hasslerianum*: D. Ramo frutífero. E. Estípula. F. Inflorescência. G. Flor brevistila. H. Flor longistila. I. Frutos. J. Fruto, corte transversal. K-L. Semente, vista dorsal (K) e em corte transversal (L). M. Embrião. N-R. *C. krauseanum*: N. Hábito. O. Estípula. P. Inflorescência. Q. Infrutescência. R. Fruto, corte longitudinal. (A-C, Costa 210; D, I-M, Costa 234; E-F, Costa 225; G, Furlan 1282; H, Jung-Mendaçolli 500; N, Mello-Silva 907; O, Sugiyama 1406; P, Nicolau 1003; Q, Costa 239; R, Costa 211).

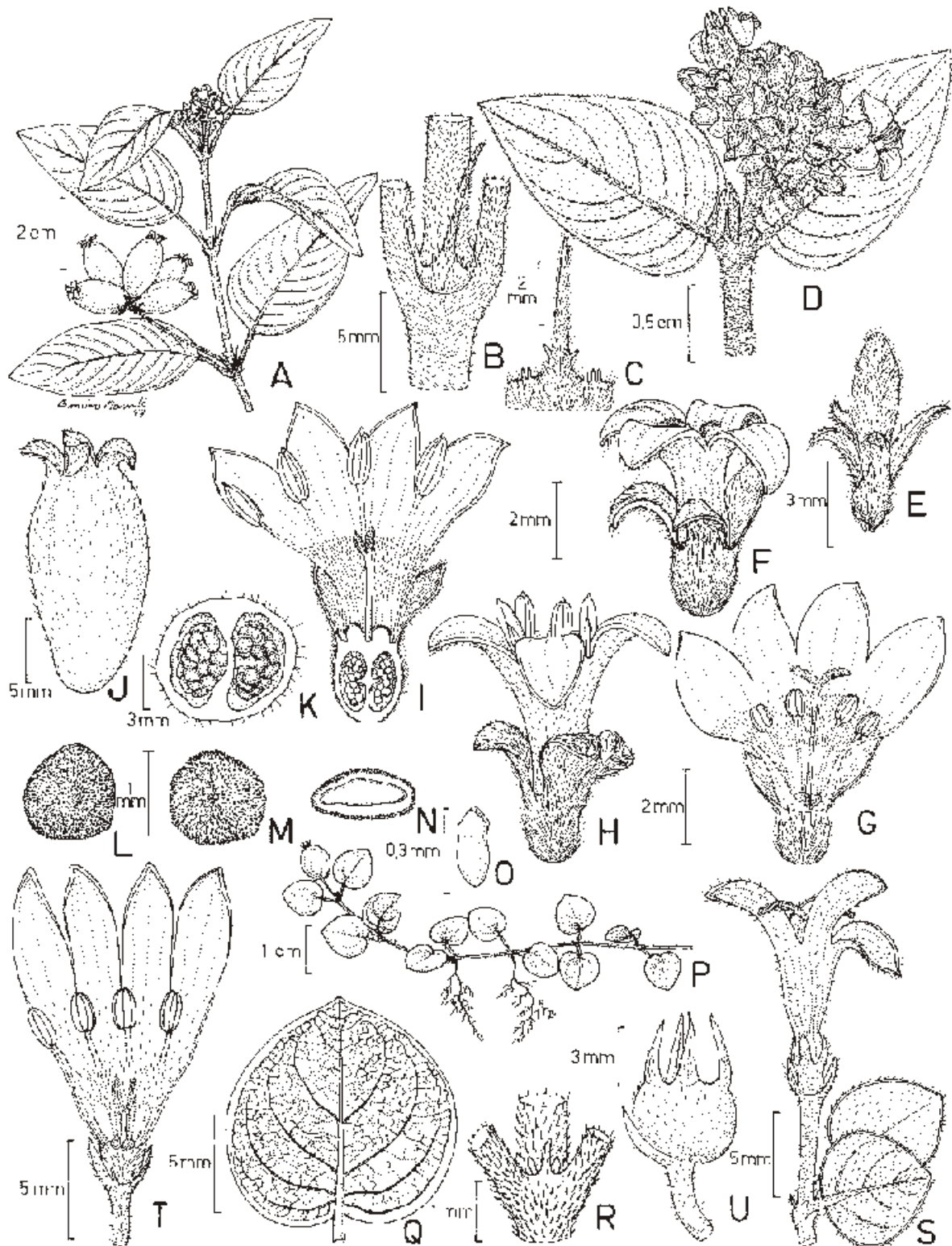


Figura 3. A-O. *Coccocypselum lanceolatum*: A. Ramo com flores e frutos. B. Estípula. C. Estípula, face interna. D. Inflorescência. E. Botão. F-G. Flor longistila. H-I. Flor brevistila. J. Fruto. K. Fruto, corte trasversal. L-N. Semente, vista dorsal (L), ventral (M) e em corte trasversal (N). O. Embrião. P-U. *C. lymansmithii*: P. Hábito. Q. Folha diafanizada. R. Estípula. S. Inflorescência. T. Flor brevistila. U. Fruto. (A, Shirasuna 40; B-C, Rossi 1468; D, Costa 260; E, Souza 10501; F-G, Costa 120; H-I, Miyagi 282; J-O, Costa 237; P-Q, T-U, Rossi 1422; R-S, Nicolau 991).



Figura 4. A-E. Aspecto das inflorescências de algumas espécies de *Coccocypselum*. A. *C. lymansmithii*: hábito. B-C. *C. hasslerianum*: ramo com inflorescência. D. *C. lanceolatum*: ramo com inflorescência. E. *C. condalia*: inflorescências. A, Nicolau 1006.; B-C, Costa 225; D, Costa 120; E, Nicolau 999.



Figura 5. Variação dos frutos de *Coccocypselum*. A-B. *C. condalia*: A. Frutos maduros. B. Frutos imaturos. C-D. *C. cordifolium*: C. Frutos imaturos. D. Frutos maduros. E-F. *C. krauseanum*: E. Frutos maduros e imaturos. F. Frutos imaturos. A-B, Costa 207; C, Sugiyama 1411; D, Costa 219; E-F, Wanderley 2245.

Carbon Sequestration in the Rain Forest: Alternatives Using Environmentally Friendly Biotechnology

*Marcos S. Buckeridge
Marcos P.M. Aidar*

Biota Neotropica v2 (n1) <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?point-of-view+BN00902012002>

*Date Received: March, 26, 2002
Accepted: April, 04, 2002*

Marcos S. Buckeridge (msbuck@usp.br) e Marcos P.M. Aidar (maidar@uol.com.br)
Instituto de Botânica, Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas
CP. 4005 CEP 01061-970 São Paulo, SP, Brazil

Abstract

As carbon dioxide increases on Earth atmosphere, the rise in average temperatures may provoke changes in the environment that could damage civilisation as we know it. As a result, the need to sequester carbon becomes urgent, and one of the options we have is to use the potential of the forests to do it by enhancing assimilation of CO₂ through photosynthesis. However, if we consider the use of plants to increase carbon sequestration, a problem that looms is that species often acclimate and actually reduce CO₂ assimilation through feedback mechanisms of the sugars that are the product. In the present article, we propose that some biochemical pathways, such as those in control of photosynthesis, carbohydrate metabolism and assimilation, and cellulose and polysaccharide synthesis, that might be targeted so that C sequestration, could be increased. Genetic control of metabolic pathways is now among the technologies available. Although genetic modification of native plants is controversial, according to the forecasts the concentration of atmospheric CO₂ will double in just 50 years, and, therefore, we may have few options short of greatly reducing output. Fortunately, we already know a few candidate genes to be targets for genetic manipulation, and in this short article we discuss some environmentally friendly approaches to the problem.

Keywords *Global change, Carbon Sequestration, Photosynthesis, Rain Forest, Sugar Sensing, Cellulose synthesis, Gene therapy*

Resumo

Com o recente aumento na concentração atmosférica de CO₂ e o conseqüente aumento nas médias de temperatura, as alterações ambientais previstas poderiam causar danos à civilização na forma em que conhecemos. Como conseqüência desses previsões, a necessidade de seqüestrar carbono está se tornando urgente e uma das opções que temos é o uso do potencial que as florestas tropicais têm de assimilar CO₂ através da fotossíntese. No entanto, se considerarmos o uso de plantas para aumentar o seqüestro de carbono, haverá um problema que é o fato de muitas espécies vegetais aclimatarem, o que significa uma inibição na assimilação de CO₂ pela produção de açúcares. No presente artigo, propomos que algumas rotas bioquímicas poderiam ser alteradas em plantas de forma a controlar a fotossíntese, metabolismo de carboidratos e também a síntese de celulose. Com isso talvez se pudesse aumentar o seqüestro de carbono. Dentre as tecnologias disponíveis, aquela que apresenta um rápido desenvolvimento recente é o controle do metabolismo através de alterações no controle genético de vias metabólicas. Ainda que isto seja controverso, o tempo está correndo e de acordo com as previsões, nós podemos ter um pouco mais de 50 anos antes que a concentração de CO₂ atmosférico dobre. Considerando que já conhecemos alguns genes que poderiam ser alvo de transformações de plantas e que estas técnicas estão melhorando com grande velocidade, neste trabalho nós discutimos algumas das formas ambientalmente saudáveis para abordar o problema.

Palavras-chave *Mudanças Climáticas Globais, Seqüestro de Carbono, Fotossíntese, Floresta Tropical, Síntese de Celulose, Metabolismo de Açúcares, Terapia Gênica*

During the last years, the issue of the rise in atmospheric CO₂ concentration due to fuel burning and its deleterious effects on Earth's life became a fact and, as a consequence, a new science named Global Change Biology has emerged. An even bigger problem for humans may be that the consequences of the CO₂ increase might be such that many people are starting to accept that this situation may seriously threaten the existence of civilisation as we know.

There has been controversy among scientists, some reanalysing data available and concluding that human activities are responsible for atmospheric changes since industrial revolution and others use the same set of data to propose that Earth has gone through this situation several times already and this change in CO₂ concentration is natural.

An immediate "solution" to the problem, in case we admit that the first hypothesis is likely to be correct, would be to search for sources of energy that do not emit or emit less CO₂. However, this is not as trivial as it seems. Our entire economic system is based on technologies that use oil and although our technology develops quite quickly, any change in the course of the system can not be abrupt. The system is analogous to an enormous transatlantic cruise ship: changing direction too quickly may not sink it, but will certainly break many things inside it and also hurt a lot of people. We then came to a situation where a group of Nations is pleading for collective actions that would decrease CO₂ emission even if the cost is to decrease economic activity for a while. But this strategy was not accepted by the United States, which is the biggest economy and therefore the most important country regarding CO₂ emission.

As a result of this situation, the emissions have decreased and probably will not fall for a certain time in the future. In fact, if it just continues with the same pace now in course, the concentration of CO₂ will rise to approximately 720 ppm by 2050, which is double that we have today.

This poses what is probably one of the most phenomenal problems of our time. We were placed in a very sophisticated spaceship, but don't know how many of the controls work. Even worse, the handbook is incomplete so that we have still to discover how many parts of the ship work!

Lets look at the problem from another perspective now. If the problem is the rise in the concentration of the principal greenhouse gas that contain carbon (CO₂), our goal has to be to find ways to sequester it with higher efficiency. In order to find such a mechanism, we have to understand what laws govern carbon cycle on Earth so that we would find out what buttons to press in order to increase sequestration or keep carbon arrested for a longer time.

Here, plant life on the planet becomes an issue of great importance. The reason for all that importance is that plants are simply the most efficient and the most widespread CO₂ sequestration living mechanism available in our planet. They do that by a complex mechanism in which the photosynthetic system is coupled with

biosynthesis of cellulose. The complete mechanism can be divided into three parts: 1) carbon dioxide absorption; 2) synthesis of simple sugars (such as glucose) and 3) synthesis of cellulose, which is the most abundant, widespread and compact carbon compound in Nature. This division gives at least three points that can be explored for control points.

The three integrated mechanisms are represented in Figure 1. It can be clearly seen in these diagrams that the carbon assimilated by plant leaves may be respired or accumulated as cellulose (Figure 1A). The direct result of the work of these integrated mechanisms is plant growth, which ultimately determine the patterns of development of entire forests.

Currently, carbon dioxide assimilation is by far the most studied aspect regarding the response of plants to the global changes in atmospheric CO₂. Several experiments have been and are being now performed to evaluate the response of plant species to elevated CO₂ concentrations. This is because such differences in response are likely to affect the composition of naturally regenerating biomes.

Some patterns of response are starting to emerge from the results produced. It has been forecasted, for example, that under certain circumstances, C4 plants would lose advantages over C3 photosynthetic systems acquired during millions of years of evolution. One of the main advantages of C4 plants over C3 is that the former are more efficient in using CO₂ and water. This is certainly an advantage in regions of the planet where temperature is high and water availability is low, such as the edges of deserts. As a consequence of an increase in CO₂ concentration, such advantages may be lost in several places on Earth and this may, so to speak, revert the course of evolution by changing competition patterns between C4 and C3 plants, because the C3 plants will become more efficient at using CO₂ and water. Although this aspect of C3 versus C4 plants highlights important ecological aspects of the effect of the rise in CO₂ concentration on biodiversity, it is of relatively minor importance for the issue of carbon sequestration. This because the potential of C sequestration is much higher in the forests, where the amount of biomass is comparatively much higher.

Furthermore, C3 plants make up more than 95% of all plants and some work has also been performed regarding CO₂ assimilation by photosynthesis. One interesting analysis has been performed by Kerstiens (2001). He used recent literature data on responses to high CO₂ by several temperate species and found that the shade-tolerant ones respond with a bigger increase in biomass in relation to shade-intolerant species. Our results seem to corroborate Kerstiens hypothesis. We found that leaves of growing seedlings of *Hymenaea courbaril* (jatobá), a shade tolerant climax tropical tree from the rain forest, respond to high CO₂ (720ppm) by doubling CO₂ assimilation, with higher leaf area and dry mass. The explanation for this behaviour is that their leaves present saturation of assimilation rate only to CO₂ at concentrations as high as

1000ppm.

Although results like these are likely to help understanding how different species will respond to the expected CO₂ rise in atmospheric concentration, they do not explain why species respond in one way or the other. This is of great value if one needs to know how to control assimilation. One step in this direction was given by Prof Carlos Labate, at ESALQ-USP (Department of Genetics). He managed to transfer one of the genes of the system of light absorption (Light Harvesting Complex II or LHC II) of pea leaves to tobacco and as a result, he obtained transgenic plants that increased mass accumulation in ca. 30%. Labate appears to have found one of the buttons that might be pressed in case we need efficient, fast and renewable increase in carbon sequestration. He is now trying the same strategy with *Eucalyptus* to check whether it could be done with tree species. It has to be highlighted that in this case, a transformation technique of a nuclear gene was performed. Alternatively, there would be some advantage from the environmental point of view when chloroplasts are genetically engineered because usually the paternal plastids are disintegrated during ovule fecundation, lowering the potential environmental danger of these plants to near zero (Daniell et al 2002).

Supposing that we have to use this type of biotechnology to increase C sequestration, we still would not be dealing with the great potential that we really have, i.e. the forests. In the tropical forests, plant biodiversity is very high and we do not know yet whether photosynthetic and carbohydrate metabolism systems are as diverse as the species that hold them. However, we can certainly estimate that these systems are pretty conserved in most C3 plants.

This brings us to another issue that could present some further control buttons: *photosynthesis acclimation through carbohydrate metabolism*.

It is becoming clear that most plants are capable of sensing their internal carbohydrates (sucrose) concentration and also its direction of flow, so that photosynthesis itself might be adjusted to “avoid” excess of CO₂ assimilation (Figure 1C). As a result, a decrease in CO₂ assimilation can be observed after a longer period in high CO₂ concentration. This issue has been referred to as “sugar sensing mechanism” (Smeeckens, 2000) and a few genes that encode for key enzymes in the process may be considered candidates as control buttons (e.g. RUBISCO, hexokinase and sucrose synthase). Controlling sugar sensing could probably switch off acclimation (in cases where it occurs) and allow the flow of sugars to the synthesis of cellulose and non cellulosic polysaccharides (Figure 1D).

Yet a third “metabolic region” where we could find buttons to press is the pathway to cellulose synthesis. We know that the precursors come from sucrose, via UDP-glucose and this part of the pathway is under the control of the “sugar sensing mechanisms”. However, it is also important to be able to control synthesis at the membrane level. The fact that the synthases related to cellulose are buried into membranes (plasma or Golgi membranes) has

been the major constraint for the advancement of this field. This is simply because the techniques developed for protein purification during the last century could hardly be applied to membrane proteins.

In 1996, Pear *et al.* (1996) found that a cotton gene appeared to encode the cellulose synthase catalytic subunit (*CesA*). After random sequencing of a cotton cDNA library at the beginning of secondary wall synthesis, two *CesA* genes were isolated. The deduced amino acid sequence of these genes were found to share regions of similarity with the bacterial *CesA* proteins that had previously been characterised. By usage of conserved domains that appear to be present in most plants, we now know that *CesA* is a large gene family (Carpita and Vergara, 1998) and some members might be future targets to increase C sequestration in plants. Our research group found many members of the *CesA* family in sugar-cane (SUCEST-FAPESP; Lima et al. 2001) and some are good candidates to study the effects on C sequestration in the near future, by studying the responses to high CO₂ of transgenic plants produced either by overexpression or suppression of specific *CesA* genes.

Using or not biotechnological techniques of the genomic era to cope with the issue of C sequestration will depend on many aspects. Among them, we could mention the fact that we do not know what are the environmental effects of using genetically modified plants. Even worse, according to the forecasts, we shall probably have no time to test them anyway. There are also ethical problems involved and most people would not accept the usage of molecular techniques for political or religious reasons.

We can now restate the problem of global change, C sequestration, forests and the genomic biotechnology in the following way.

We have approximately 50 years to find a way to improve carbon sequestration in plants using whatever technology is available, because if the forecasts are fulfilled, civilisation as we know may not remain organised. We have developed techniques of genetic transformation of plants and we know a little about which metabolic pathways to change. However, even if we start a program of plant transformation now in order to produce high carbon assimilation by genetically modified organisms (GMOs), there will not be enough time for these forest trees to develop in only 50 years. This would raise questions such as: where to grow these GMOs? What are the future ecological consequences of the existence of GMO forests?

Supposing that we will really need molecular techniques to solve the C sequestration problem, we would have to find a way to do it, so that we could minimise future problems. This strategy would include the use of techniques that could be applied to existing forest species and the transformations would have to have minimal ecological impact in the future.

Although such a solution seem to be unreachable or a theme of a science fiction book, some authors are already proposing the use of Plant Gene Therapy (PGT)

for improvement of crops. PGT consists of using chimaeric RNA/DNA oligonucleotide-directed gene targeting. These molecules have been shown to direct site-specific base changes in plant cells, without introducing foreign DNA into the genome (May and Kmiec, 2001). Some advantages of PGT techniques are that 1) plants obtained in this way can not be considered as GMOs, since there is no insertion of a foreign gene and 2) the progeny from modified plants by this technique have been shown to inherit gene conversions in a Mendelian fashion. One disadvantage regarding C sequestration in the forest is that with this technique, it is not yet possible to perform genetic changes in adult plants. However, this may become feasible in the near future, since some authors are already finding evidence for the existence of an RNA based signalling network that potentiates the control of gene expression at the whole-plant level (Lucas et al. 2001).

The decision to use or not such techniques may become less a matter of willing and more of a necessity in the near future. Although it may be premature and dangerous, we have to be ready to use the best of our technology in case this turns to be our last option. If our patient is really ill, nearly terminal: shall we use gene therapy to save it?

Acknowledgements

The authors thank the colleagues Marilia Gaspar, Marco Tiné and Miguel Minhoto for the critical reading of this article and also Nick Carpita and Carlos Labate for the useful discussions about the basic ideas involved in the argument.

References

- CARPITA, N.C. and Vergara, C.E. 1998. A recipe for cellulose. *Science* 279: 672673.
- DANIELL, H., Khan, M.S. and Allison, L. (2002) Milestones in chloroplast genetic engineering: an environmentally friendly era in biotechnology, *Trends in Plant Science* 7: 84-91.
- KERSTIENS, G. (2001) Meta-analysis of the interaction between shade-tolerance, light environment and growth response of woody species to elevated CO₂. *Acta Oecologica* 22: 61-69.
- LIMA, D.U., Santos, H.P., Tiné, M.A., Molle, F.D. & Buckeridge, M.S. (2001) Patterns of expression of cell wall related genes in sugar cane. *Genetics and Molecular Biology* (in press)
- LUCAS, W.J. Yoo, B.C., Kragler F. (2001) RNA as a long-distance information macromolecule in plants. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* 2: 849-857
- MAY, G.D. and Kmiec, E.B. (2000) Plant gene therapy: crop varietal improvement through the use of CHIMAERIC RNA/DNA oligonucleotide-directed gene targeting. *AgBioTechNet* 2: ABN053
- PEAR, J.R., Kawagoe, Y., Schreckengost, W.E., Delmer, D.P. and Stalker, D.M. (1996) Higher plants contain homologs of the bacterial *celA* genes encoding the catalytic subunit of cellulose synthase. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93: 1263712642.
- SMEEKENS, S. 2000. Sugar-induced signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Phys. Plant Mol. Biol.* 51:49-81.

Title: Carbon Sequestration in the Rain Forest: Alternatives Using Environmentally Friendly Biotechnology

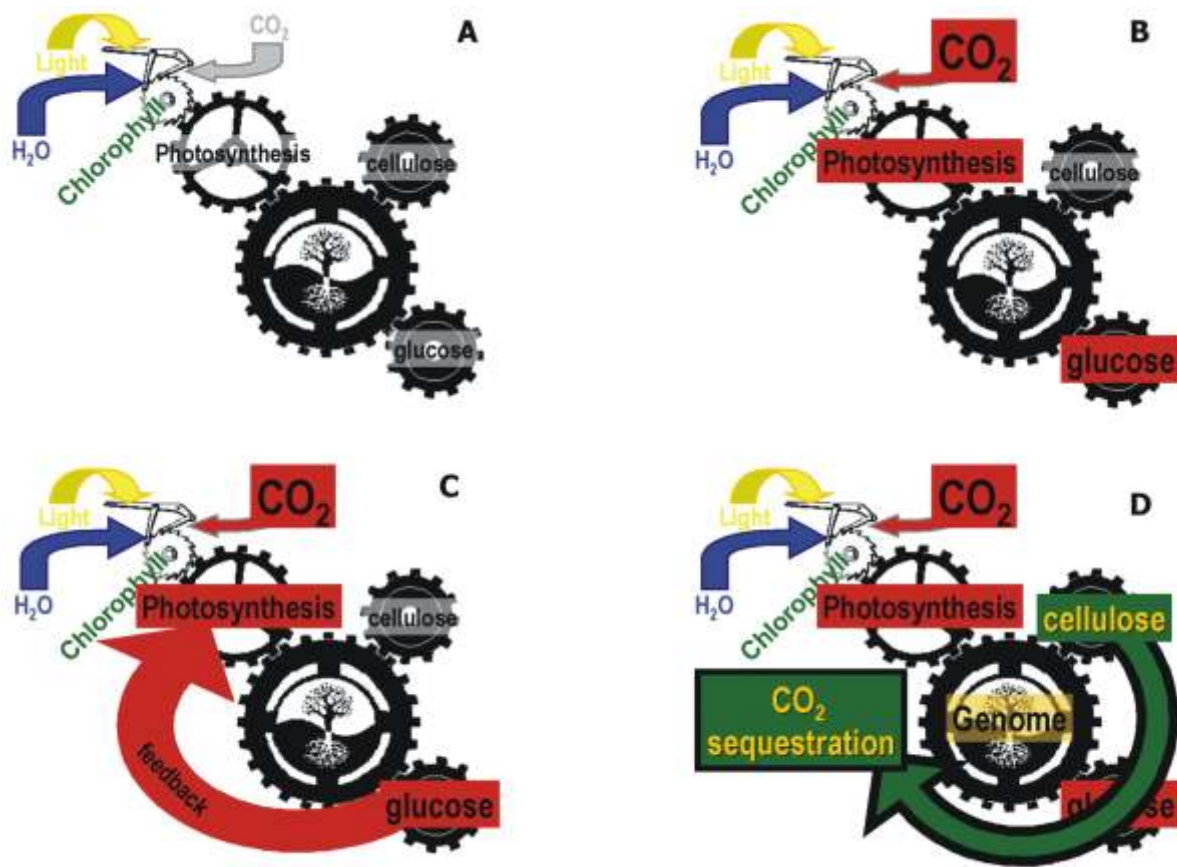
Authors: Marcos S. Buckeridge e Marcos P.M. Aida

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?point-of-view+BN00902012002>

Date Received: March, 26, 2002

Accepted: April, 04, 2002

ISSN 1676-0611



EFFECT OF ATMOSPHERIC CO₂ ENRICHMENT ON THE ESTABLISHMENT OF SEEDLINGS OF JATOBÁ, *HYMENAEA COURBARIL* L. (LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE)

Aidar, M.P.M.¹; Martinez, C.A.²; Costa, A.C.³; Costa, P.M.F.¹; Dietrich, S.M.C.¹ & Buckeridge, M.S.^{1,4}

Biota Neotropica v2 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01602012002>

Date received: June, 08, 2002 - Accepted: June, 30, 2002

¹Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Instituto de Botânica, CP4005 CEP 01061-970, São Paulo

²Departamento de Biologia, FFCLRP, USP, 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo.

³Departamento de Biologia Vegetal, UFV, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais. ⁴Corresponding author: msbuck@usp.br

Abstract

Plants grown in elevated CO₂ environments may exhibit photosynthetic acclimation or down regulation, which is characterised by reduced rates of photosynthesis. In most cases of CO₂-induced photosynthetic acclimation, the reduced rates of photosynthesis were still higher than those detected in plants growing at ambient CO₂ concentrations. In this work we present a study on the behaviour of seedlings of *Hymenaea courbaril*, a late secondary/climax species that is one of the most important trees in mature tropical forests of the Americas. After germination, the seedling of *H. courbaril* increases its rate of growth due to the mobilisation of massive amounts of a storage cell wall polysaccharide (xyloglucan) from its cotyledons. In our experiments, germinated seeds were incubated in open top chambers with increased concentration of atmospheric CO₂ (720 ppm) (control at 360 ppm). To test the effects of the presence of the storage compound on the responses of growing seedlings, cotyledons were detached before the start of polysaccharide mobilisation and parameters such as dry mass, leaf area, CO₂ assimilation rates and chlorophyll *a* fluorescence were measured during 98 days. A comparison between 360 and 720ppm growing seedlings showed a significant increase in leaf area only in metaphylls of seedlings growing under higher CO₂. However, a marked and persistent increase (2 fold) in photosynthesis (CO₂ assimilation) was observed in all cases (with or without cotyledons). Changes in the levels of sucrose have been suggested to act as a signalling mechanism that switches on/off the storage or development mode in plant tissues. Thus, the explanation for our general observation that the differential response in terms of growth of seedlings ceases to exist when storage mobilisation is functioning, might be related to the fact that higher levels of sucrose are produced as a result of carbon storage compounds degradation. By the results obtained, it appears that plants grown under enriched CO₂ did not acclimate and therefore under the climatic conditions forecasted on the basis of the present carbon dioxide emissions, *Hymenaea courbaril* should establish faster in its natural environment and might also serve as an efficient mechanism of carbon sequestration within the forest.

Key Words: Photosynthesis; CO₂ enrichment; *Hymenaea courbaril*; storage mobilisation; root:shoot ratio; seedling growth; cotyledons; open top chamber; xyloglucan; biodiversity

Resumo

Plântulas de jatobá crescidas em ambiente com concentrações elevadas de CO₂ podem exibir aclimação fotossintética ou retro-inibição, a qual é caracterizada pela redução das taxas fotossintéticas. Em muitos casos de aclimação induzida por alto CO₂, taxas reduzidas de fotossíntese são observadas, mas ainda são mais altas que aquelas detectadas em plantas crescendo em concentrações atuais de CO₂ atmosférico (360ppm). No presente trabalho, realizamos um estudo do comportamento de plântulas de *Hymenaea courbaril*, uma espécie secundária tardia/clímax de grande importância em florestas tropicais maduras nas Américas. Em nossos experimentos, sementes recém germinadas foram cultivadas em câmaras de topo aberto com concentrações alteradas de CO₂ (720 ppm e controle a 340 ppm). Para testar os efeitos da presença de compostos de reserva sobre as respostas de plântulas em crescimento, cotilédones foram destacados antes do início da mobilização do polissacarídeo de reserva (xiloglucano) e parâmetros tais como massa seca, área foliar, assimilação de CO₂ e fluorescência da clorofila *a*, foram medidos durante 98 dias. A comparação entre plântulas crescendo em atmosfera de CO₂ a 360 e 720 ppm, mostraram aumento significativo em área foliar apenas nos metáfilos de plântulas crescendo nas concentrações mais altas. No entanto, um efeito marcado e consistente de aumento na fotossíntese (assimilação de CO₂) foi observado em todos os casos (com e sem cotilédones). Acredita-se que as variações nos níveis de sacarose podem funcionar como um mecanismo sinalizador de alterações nos estados de armazenamento ou desenvolvimento de tecidos vegetais. Portanto, uma possível explicação para nossas observações gerais de que uma resposta diferencial em termos de crescimento de plântulas deixa de existir quando a mobilização de reservas está em curso, pode estar relacionada com o fato de que altos níveis de sacarose são produzidos quando há degradação de compostos de reservas. De acordo com nossos resultados, parece que as plantas crescidas sob concentrações enriquecidas de CO₂ não aclimataram e portanto, sob as condições climáticas previstas com base nos níveis atmosféricos atuais, plântulas de *Hymenaea courbaril* deverão estabelecer mais rapidamente em seu ambiente natural e podem também servir como um mecanismo eficiente de seqüestro de carbono pela floresta. *schottiana* Mart.. Phytoseiidae foi a segunda família mais numerosa (11,2% dos ácaros coletados), sendo a mais abundante em folíolos.

Palavras-chave: Fotossíntese; enriquecimento CO₂ atmosférico; *Hymenaea courbaril*; mobilização de reservas; razão raiz:parte aérea; crescimento e estabelecimento de plântula; cotilédones; câmara de topo aberto; xiloglucano; biodiversidade

INTRODUCTION

When plants conquered the terrestrial environment, about 400 million years ago, atmospheric CO₂ concentration was up to 16 times higher than today (Berner, 1991). Since then, it has varied considerably and the Vostok ice cores indicate that in the last four hundred thousand years it has oscillated between 300 and 180 mmol mol⁻¹ (ppm) (Figure 1). Since the last glacial maximum (ca. 18,000 years ago), atmospheric CO₂ concentration has raised to 360 ppm, but it is still relatively low, and it is not sufficient to saturate C₃ photosynthesis, the CO₂ assimilation mechanism of some 95% of terrestrial species.

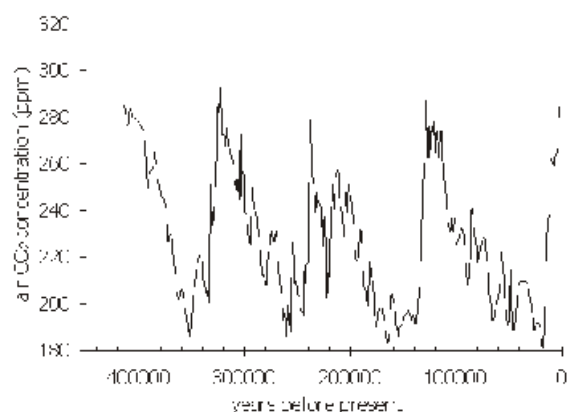


Figure 1 Vostok ice core air CO₂ concentration for the last four hundred thousand years. Data from Petit et al. (1999).

Photosynthesis is a physiological process by which plants sense directly the rising atmospheric CO₂. As photosynthesis is a process that involves responses of the whole plant, any prediction on how a given plant will respond to increasing CO₂ concentration will have to take photosynthetic responses into consideration (Long, 1999; Martinez, 2002).

The rise in atmospheric CO₂ due to the burning of fossil fuels is expected to reach ca. 700 ppm by the year 2075 (Houghton et al., 1996). The higher CO₂ concentration has the potential to increase photosynthesis and to decrease photorespiration by reduction of the oxygenase activity of RUBISCO (Ribulose 1,5 bisphosphate carboxylase/oxygenase). Other expected effects of the rise in atmospheric CO₂ will be the reduction of stomatal conductance and enhance of water use efficiency, increase in C/N ratios and lowering of dark respiration. Altogether, these effects should result in an increase in growth, but on the other hand, such an "efficiency effect" may not be reached in all cases because of acclimation of photosynthesis (Bowes 1996).

Plants grown in elevated CO₂ environments may exhibit photosynthetic acclimation or down regulation, which is characterised by reduced rates of photosynthesis resulting from decreased activity and/or amount of RUBISCO (Fernandez et al., 1998; Garcia et al., 1998; Ludewig et al., 1998). CO₂-induced photosynthetic

acclimation often results from insufficient plant sink strength, which can lead to carbohydrate accumulation in source leaves and the triggering of photosynthetic end product feedback inhibition (Gesch et al., 1998; Reekie et al., 1998). This phenomenon results in the redistribution of limiting resources within a plant and appears to be closely related to the source:sink unbalance. In most of the reported cases of CO₂-induced photosynthetic acclimation, the reduced rates of photosynthesis were still significantly higher than those detected in plants growing at ambient CO₂ concentrations (Centritto and Jarvis, 1999; Egli et al., 1998; Pan et al., 1998; Rey and Jarvis, 1998; Tjoelker et al., 1998; Turnbull et al., 1998).

Forests exchange large amounts of CO₂ with the atmosphere and can influence and be influenced by the concentration of this gas. Recently, there has been a proliferation of literature on the effects of atmospheric CO₂ on forest trees that indicates a potential for a persistent enhancement of tree growth for several years. However, the only relevant long-term data sets currently available are for juvenile trees (Saxe et al., 2001)

Tropical forest dynamics include tree species specialised to occupy different microenvironmental conditions defined mainly by the gradient of light that occurs between a gap and mature forest. In the latter, one of the tree species of widest geographical and physiognomic distribution in neotropical forests is *Hymenaea courbaril* L. (common name jatobá).

H. courbaril is considered a late secondary species (Gandolfi et al. 1995, Aidar et al., 2001) and is one of the most important trees in mature forests in southeastern Brazil, occurring in more than 30% of 43 inventories made in the extra-Amazonian riparian forests (Rodrigues & Nave 2000). Oliveira Filho & Fontes (1999) suggest that the jatobá is a "super tramp" species regarding its distribution among the major groups of Atlantic Forest formations. The genus *Hymenaea* has originated from Africa (Langenheim, 1981), but the oldest register for Tropical America is around at least 15 million years ago, as described by the fossil amber found in the Caribbean region (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1996). *H. courbaril* is a 20-30 m high tree with a diameter up to 200 cm, with compound leaves with 2 sessile leaflets that are shiny green. The indehiscent woody pods are 10 to 15 cm long and contain 3 to 4 hard reddish-brown seeds, embedded in a sweet and odorous pulp. The species shows wide distribution in neotropics, from the Caribbean isles, Mexico and Peru to Southeastern Brazil (Allen & Allen, 1981). In this latter country it occurs in Seasonal and Ombrophylous Dense Forests (IBGE 1992) in areas with precipitation between 600 and 4200mm year⁻¹, average temperature between 22 and 28°C, soils with pH between 4 and 7.5. Bats pollinate the flowers. Fruits are composed by 5.9% of protein, 74.3% total carbohydrate (including high starch content) and 13.4% fiber (Langenheim 1981). Seeds are composed of ca. 40% of a cellulose like polysaccharide (xyloglucan), 20% protein and 2-4% raffinose/sucrose (Buckeridge & Dietrich, 1990, Tiné et al. 2000).

The germination of seeds from *H. courbaril* occurs inside the shaded forest and seedlings whose cotyledons have large amounts of carbohydrate reserves, form a seedling bank characteristic of late secondary and/or climax species (Kitajima 1996). The mobilisation of the storage polysaccharide during seedling development of *H. courbaril* has been studied by Tiné et al. 2000. At the beginning of imbibition, the seed starts to mobilise soluble sugars (sucrose and raffinose) and proteins, which are reserves thought to be related mainly to germination. Around 30 days after imbibition, the embryo starts to grow and at the same time as the storage polysaccharide (xyloglucan) begin to be mobilised from the cotyledons to the developing seedling. This reserve has been demonstrated to contribute to leaf development (eophyll and first metaphyll) and establishment of photosynthesis in the new autotrophic organism (Tiné et al. 2000; Santos, 2002).

In this study, we investigated the effects of the rise in atmospheric CO₂ on photosynthesis performance and growth of developing seedlings of *Hymenaea courbaril*, with and without cotyledons. To characterise the potential effect of CO₂ enriched atmosphere over the seedling establishment, our experiment was designed to evaluate the response of seedlings to two atmospheric CO₂ concentrations, 360 and 720 ppm and to understand whether the presence of storage compounds would interfere with the responses of growth parameters and photosynthesis. In summary, we found that photosynthetic CO₂ assimilation doubled when seedlings were grown under doubled CO₂ concentration.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

Seeds of *Hymenaea courbaril* were incubated at 25°C for 28 days in plastic trays covered with wet filter paper. After this period, seedlings were transferred to pots (3.8 litres; diameter 16 cm x height 15 cm) with substrate composed of fine sand:vermiculite (2:1 w/w) and watered weekly with Hoagland nutritive solution.

Open-top chambers

Open-top chambers (OTCs) were constructed with aluminium and plastic as illustrated in Figure 2. Air sampling and automated measurement were performed at 5-min. intervals in continuous fashion throughout experimental period. Air samples were dried out and filtered before injection through a selective pump (ADC model WA-161-Mk2/3 Analytical Development Company Ltd, Hoddesdon, UK) in an ADC infra-red gas analyser model 225 MK3 (Analytical Development Company Ltd, Hoddesdon, UK). Data registration was performed with OMEGA 2020/2030 recorder (Intralab S.A., Brasil). Microenvironment was monitored with an automated station (LI-1200-Data Set Recorder; Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) with sensors of temperature (LI-1000-15, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) and solar irradiation (LI-

200AS, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA).

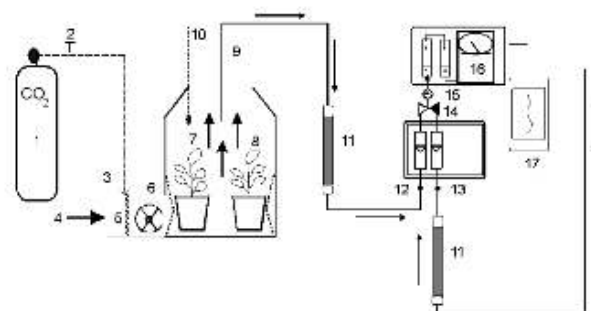


Figure 2 Enriched CO₂ atmosphere system: 1 CO₂ cylinder; 2/3 CO₂ valve and injection; 4 atmospheric air entrance; 5 homogenisation chamber; 6 fan; 7/8 open-top chamber (360 and 720 ppm); 9 air sampling inside chambers; 10 temperature sensor; 11 humidity filter; 12 air flux meter from chambers; 13 air flux meter from atmosphere; 14 sampling selector valve; 15 pump; 16 Infra Red Gas Analyser (IRGA); 17 plotter.

Two OTCs were kept with 720 ppm of atmospheric CO₂ and other two in normal ambient CO₂ atmospheric concentration (360ppm) in the glasshouse of the Plant Ecophysiology and Crop Productivity Lab, Federal University of Viçosa, MG. CO₂ source was pressurised cylinders containing 99.8% CO₂, 58.3 KgF cm⁻² (White Martins Ltda). Following recommendations of Langhans and Tibbitts (1997) air homogenisation and injection were done through forced ventilation in the chamber base, which renovated all volume in ca. 40 seconds.

Experimental design

The pots were held in OTCs for 70 days in two different atmospheric CO₂ concentrations: 360 and 720 ppm. Each CO₂ treatment was performed in duplicate chambers. Ten pots with 4 seedlings each were held in each OTC. Half of the seedlings in each OTC had their cotyledons removed just after transplanting. Chambers were held inside the glasshouse and covered with shade cloth to allow maximum irradiation of 300 mmol m⁻² s⁻¹. Temperature inside the glasshouse was monitored as described above.

Parameters were evaluated as described in Table 1. Photosynthesis was measured with a portable photosynthesis system (LI-6400, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA). Photosynthetic evaluations were performed as curves of CO₂ assimilation (A) x Photosynthetic Active Radiation (PAR) and actual gas exchange (light intensity 400 mmol m⁻² s⁻¹ PAR). For plants growing in atmospheric CO₂ the concentration of 360 ppm was used as a reference concentration. For plants growing in doubled CO₂, 720 ppm was used as reference concentration. Chlorophyll *a* fluorescence was measured with Modulated Chlorophyll Fluorometer (Opti-sciences, model OS5-FL). Dry mass was obtained after oven drying

DATA	days after initiation	days of treatment	parameters		
			A	F	DW/LA
18/05/01	0	0			
15/06/01	28	0			
29/06/01	42	14	X	X	X
06/07/01	49	21	X	X	
16/07/01	59	28	X	X	
20/07/01	63	35	X	X	
27/07/01	70	42	X	X	X
06/08/01	80	49	X	X	
24/08/01	98	70	X	X	X

Table 1 Schedule of parameters evaluation: A (net photosynthetic rate); F (chlorophyll a fluorescence); DW/LA (dry weight/leaf area ratio). Days of initiation refer to initiation of imbibition. Days of treatment refers days of CO₂ treatments.

plant material at 80°C. Leaf Area was measured through Portable Area meter (LI-3000A, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA). The measurements were performed in the morning (between 9 - 11am) in the one of the eophylls and in the first metaphyll of each plant under treatment.

The experimental period in which seedlings of *Hymenaea courbaril* were grown under atmospheric (360ppm) and elevated (720ppm) CO₂ concentrations was between June and the end of August of the year 2001. Air temperature during this period varied between 15 °C and 23 °C with average of 17.9 °C.

RESULTS & DISCUSSION

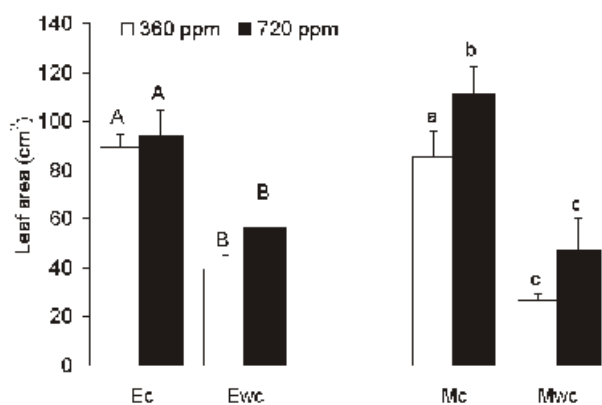


Figure 3 Average leaf area of 98 days old seedlings of *Hymenaea courbaril* submitted to CO₂ atmospheric concentrations of 360 and 720 ppm. Ec eophyll, seedling with cotyledons; Ewc eophyll, seedling without cotyledons; Mc first metaphyll, seedling with cotyledons; Mwc first metaphyll, seedling without cotyledons. Statistically significant differences ($P < 0.05$) between groups are indicated by different letters (ANOVA, LSD post-hoc test or *t* test); capitals = eophylls; small caps = metaphylls; $n = 5$.

Effect of the presence of seed storage compounds and atmospheric enriched CO₂ on the leaf area

Figure 3 shows both effects on the area of the eophyll (the first pair of leaves that develop at the expenses of the carbon stored in the cotyledons), and the first metaphyll (the second leaf produced, initially with the use of some of the cotyledon storage carbon reserve and also on the basis of the photosynthesis) (Santos, 2002). As a consequence of the partial dependence of leaf development on the mobilisation of xyloglucan (the storage polysaccharide in *Hymenaea courbaril* cotyledons), an average of 50% less of leaf area was observed in both eophylls and metaphyll when cotyledons were removed. On the other hand, no effect of the rise in CO₂ concentration was observed on the eophylls of seedlings with cotyledons, but in this case the metaphyll presented a significant increase ($p < 0.05$) in leaf area under 720ppm of CO₂.

Effect of the presence of seed storage compounds and atmospheric enriched CO₂ on photosynthesis

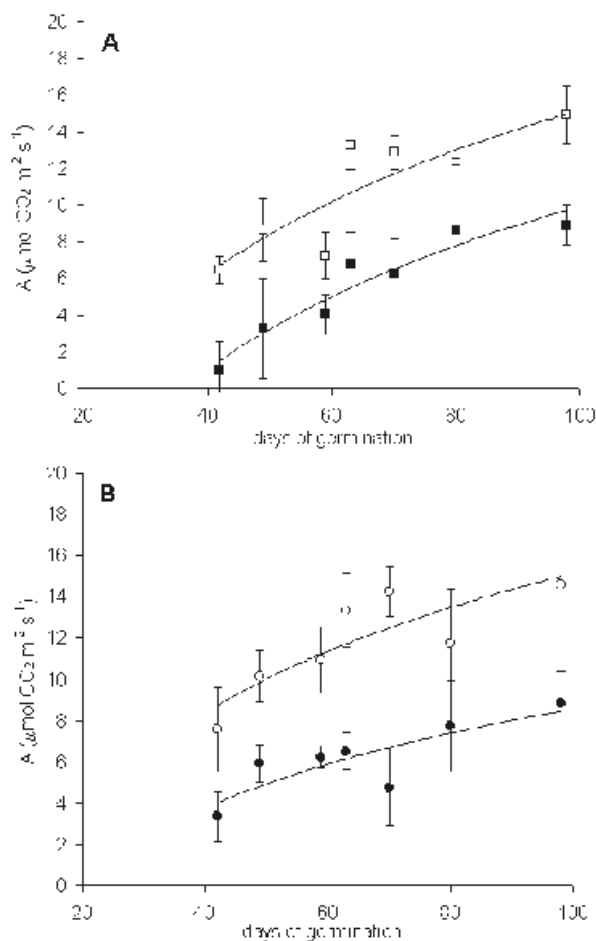


Figure 4 Net photosynthetic rate (A) of Eophyll of *Hymenaea courbaril* seedlings by effect of two atmospheric CO₂ concentration: 360 ppm (filled symbols) and 720 ppm (open symbols) without (A) and with (B) cotyledons.

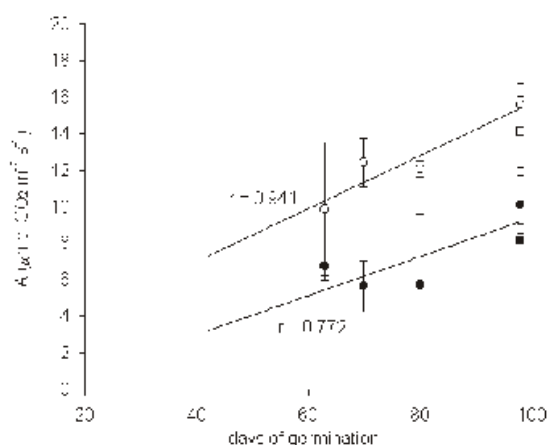


Figure 5 Net photosynthetic rate (A) of metaphylls of *Hymenaea courbaril* seedlings by effect of two Atmospheric CO_2 concentration: 360 ppm (filled symbols) and 720 ppm (open symbols) without (squares) and with (circles) cotyledons. Each value is the mean of five individual replicates (SD). For seedlings with cotyledons: 720 ppm, $r = 0.941$; 360 ppm, $r = 0.772$

Figures 4 and 5 show the effects of the presence or absence as well as the two CO_2 concentrations on the levels of photosynthesis of eophylls during initial plant development. The presence of the storage compounds showed no effect on the maximum level reached at the end of the period. However, the slopes of the curves are higher for eophylls of seedlings growing without cotyledons (minimum level at ca. 6 and 1 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ for 720 and 360 ppm respectively; Figure 4) whereas for seedlings growing with cotyledons the minimum was higher (ca. 8 and 4 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ for 720 and 360 ppm respectively; Figure 5). This can be explained by the fact that leaves of seedlings growing with cotyledons have their photosynthetic system established earlier in relation to seedlings growing without cotyledons. Figure 5 shows the photosynthetic assimilation of the metaphyll, where the maximum rates were similar for seedlings with and without cotyledons when growing in the same CO_2 concentration, but with consistent higher values (ca. 2 fold) for seedlings growing in the 720ppm treatment.

The $A \times C_i$ curves indicate that photosynthetic saturation ($A_{\text{sat}} = 0.9A_{\text{max}}$) and maximum photosynthesis rate (A_{max}) occurred in similar levels under both CO_2 concentrations in eophylls of seedlings growing with and without cotyledons and in metaphylls of seedlings with cotyledons ($A_{\text{sat}} = 15\text{--}16 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; $A_{\text{max}} = 17\text{--}18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). However, in metaphylls of seedlings without cotyledons these parameters showed relatively different values: metaphylls of seedlings under 360 ppm showed lower values ($A_{\text{sat}} = 14 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; $A_{\text{max}} = 16 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and under 720 ppm of CO_2 , the values were higher ($A_{\text{sat}} = 17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; $A_{\text{max}} = 19 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Figure 6). These results support the hypothesis that the process of storage mobilisation interferes with photosynthetic maturation of metaphylls under higher CO_2 concentrations.

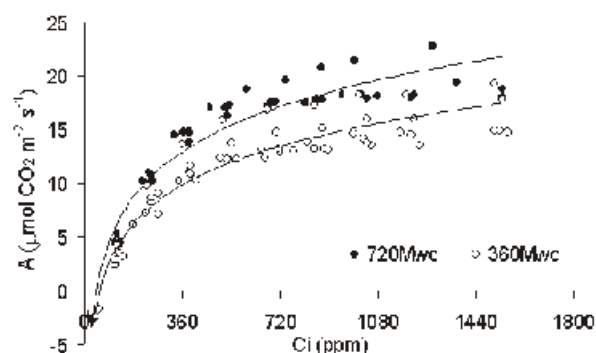


Figure 6 Net Photosynthetic saturation ($A_{\text{sat}} = 0.9A_{\text{max}}$) and maximum net photosynthesis rate (A_{max}) for metaphylls of seedlings of *Hymenaea courbaril* without (Mwc) cotyledons submitted to 360 ($n = 5$) and 720 ppm CO_2 ($n = 4$). Measurements were performed in 98 days old seedlings.

The observations regarding slopes of photosynthetic assimilation are corroborated by the data on chlorophyll *a* fluorescence. The F_v/F_m ratios account for an estimate of the photochemical efficiency of PSII. Santos (2002) has previously determined that metaphylls of seedlings of *H. courbaril* reach maturity when the ratio F_v/F_m attain 0.77 (Figure 7A). Taking this parameter into consideration, the observations presented here showed that seedlings growing without cotyledons under 360ppm (Figure 7D), both the eophyll and metaphyll took about 80 days to reach maturity, whereas seedlings growing without cotyledons, but in atmosphere enriched with CO_2 (720ppm, Figure 7E) reached maturity at ca. 59 days. However, when plantlets were grown with their cotyledons these differences were not observed and the ones growing under 360ppm of CO_2 reached maturity at 59 days.

These results suggest that the rising in CO_2 concentration partially compensates the effect of the lack of the reserves on the maturation of photosynthetic apparatus.

Effect of the presence of seed storage compounds and atmospheric enriched CO_2 on the shoot:root ratio

The seedlings of *H. courbaril* showed a marked difference in respect to shoot:root ratios when submitted to the different treatments (Figure 8). Independently of the concentration of atmospheric CO_2 , seedlings growing without cotyledons maintained a constant shoot:root ratio during all the experimental period (approximately 0.2). On the other hand, the presence of the cotyledons (and reserves) strongly affected the carbon partitioning in the growing seedlings. In seedlings growing under 360ppm of CO_2 , the investment of carbon was relatively higher in the shoot while storage mobilisation occurred (46days) and the "average" ratio (0.2) was attained at 63 days. When seedlings were growing under 720ppm of CO_2 , the average ratio was reached only after 90 days, indicating that investment in the shoot continued for a longer period as a consequence of the change in the carbon dioxide atmosphere.

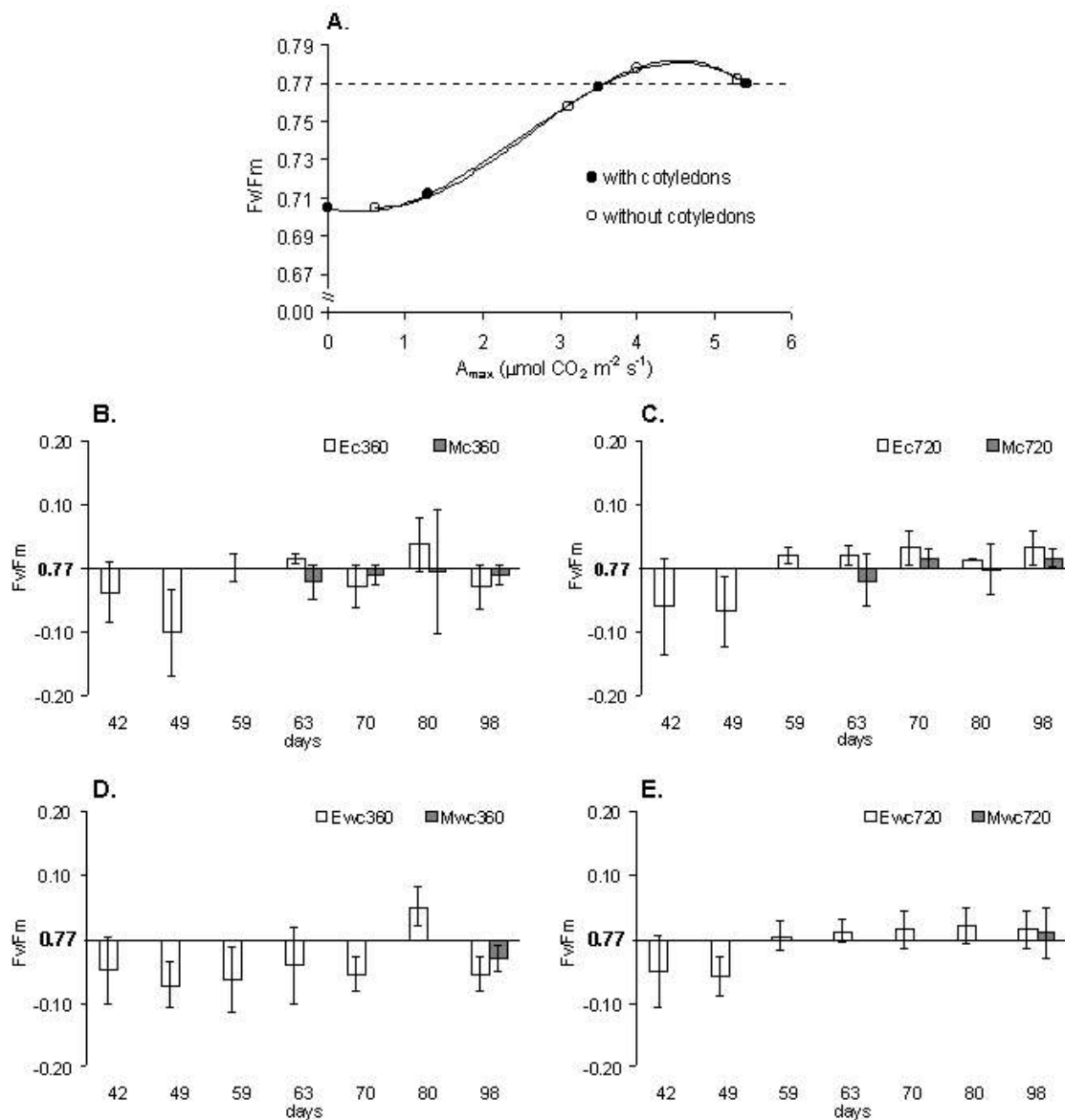


Figure 7 A.) relationship between F_v/F_m ratio and maximum photosynthetic assimilation (A_{max}) during the period of leaf expansion (32-54 days of growth) in seedlings growing with and without cotyledons, indicating the leaf photosynthetic mature state $F_v/F_m = 0.77$ (adapted from Santos, 2002). B - E) Photochemical efficiency of PSII (F_v/F_m) in seedlings of *Hymenaea courbaril* subjected to the different treatments: B.) eophyll (E) and metaphyll (M) from seedling with cotyledons (c) subjected to 360 ppm of CO_2 ; C.) eophyll and metaphyll from seedling with cotyledons subjected to 720 ppm of CO_2 ; D.) eophyll and metaphyll from seedling without cotyledons (wc) subjected to 360 ppm of CO_2 ; E.) eophyll and metaphyll from seedling without cotyledons subjected to 720 ppm of CO_2 ; v

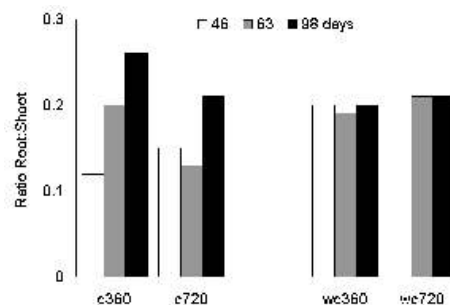


Figure 8 Ratio root:shoot in seedlings of *Hymenaea courbaril* subjected to two atmospheric concentration: 360 and 720 ppm. c seedling with cotyledons; wc seedling without cotyledons.

Water use efficiency

Using the parameters net photosynthetic rate (A) and transpiration rate (E) we calculated the instantaneous water use efficiency ($WUE = \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) of eophylls and metaphylls of *H. courbaril* under increasing CO_2 concentrations. A curve with a parabolic shape was obtained, indicating an increase in the WUE with increase of C_i (internal CO_2 concentration) (Figure 9). The curve indicates an average increase of 34.9% in the WUE from 360 to 720 ppm. This suggests that as atmospheric CO_2 concentration rise, seedlings of *H. courbaril* will have lower transpiration rates as consequence of lower stomatal conductance, therefore improving their water use efficiency. As a result, this species might be able to tolerate dryer and more open environments, which should allow them to better cope with drought stress or a more seasonal climate.

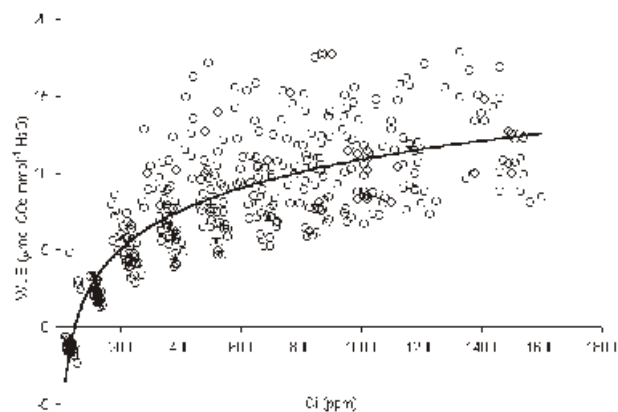


Figure 9 Relationship between instantaneous water use efficiency (WUE , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) and internal CO_2 concentration (C_i , ppm) for eophylls and metaphylls of *Hymenaea courbaril* seedlings submitted to two CO_2 concentrations; $r^2 = 0.715$. Figure 9 Relationship between instantaneous water use efficiency (WUE , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) and internal CO_2 concentration (C_i , ppm) for eophylls and metaphylls of *Hymenaea courbaril* seedlings submitted to two CO_2 concentrations; $r^2 = 0.715$.

Photosynthesis under different atmospheric CO_2 concentrations

A calibration of the photosynthetic responses based on the results obtained from eophylls of seedlings that had actually grown under 360 and 720 ppm with the responses of A_{max} obtained using the Infra Red Gas Analyser at 120 and 1200 ppm CO_2 concentration showed an steady increase in the maximal assimilation rates compatible with a proportional correlation between atmospheric CO_2 concentration, assimilation and growth (Figure 10).

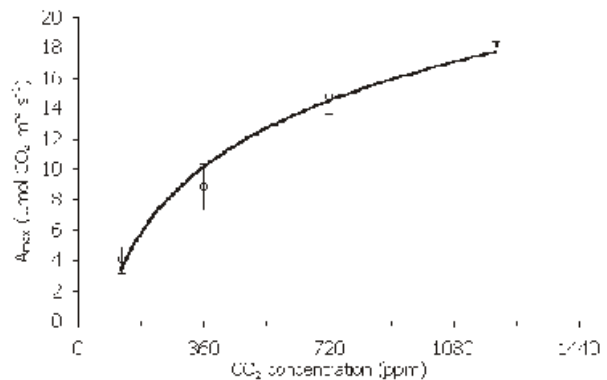


Figure 10 Responses of the light saturated net photosynthesis (A_{max}) for eophylls from *Hymenaea courbaril* seedlings with cotyledons to CO_2 concentrations ($R^2 = 0.979$). Values for 360 and 720 ppm CO_2 concentrations were measured in the open top chambers; values for CO_2 concentration of 120 and 1200 ppm were obtained through the $A \times C_i$ curves simulated by IRGA (Li-Cor 6400).

A raise in CO_2 concentration increases photosynthesis and growth that probably increases carbon sequestration capacity of seedlings of *H. courbaril*

According to Chambers et al. (1998), increased rates of photosynthesis and biomass will probably allow long-living perennial species from forest ecosystems to sequester large amounts of carbon within their wood. This is likely to help in mitigation of the CO_2 emissions, since on the basis of several different types of empirical data, it has been concluded that current rates of carbon sequestration are robust and that future rates will increase with increasing atmospheric CO_2 concentrations. Fan et al. (1998) calculated that the broad-leaved forested region of North America possess a current carbon sink that can annually remove all the CO_2 emitted from fossil fuel combustion in both Canada and the United States. On another study, it has been shown that average forest biomass in the tropics has increased substantially over the last 40 years and that growth in the Neotropics alone can account for 40% of the missing carbon in the planet (Phillips et al. 1998).

In a review, Idso (1999) reported that the average growth enhancement of three tree species exposed to twice-ambient level of atmospheric CO_2 was 90% after five years, which is consistent with data reported for mature trees growing near CO_2 -emitting springs and vents. Lovelock et al. (1998) working with ten tropical tree species grown in open-top chambers in a tropical forest in Panama showed that leaf area ratio was much lower in trees grown in double CO_2 concentration than that of trees grown in ambient CO_2 , indicating that even with less resources invested in their leaves, trees grown in elevated CO_2 still synthesised enough carbohydrate to support biomass production equivalent to that of ambiently-grown trees, suggesting an increase in photosynthetic efficiency in the doubled CO_2 environment.

Our results confirm the general view that the doubling in ambient CO₂ concentration will provide a proportional increase in the capacity of *Hymenaea courbaril* to sequester carbon during the establishment of seedlings. The fact that our investigation took into consideration the presence of an important source of carbon in the form of reserves of carbohydrate, allowed us to probe the importance of the status of the carbohydrate reserves in a situation where the CO₂ concentration is higher. The presence of storage compounds had a significant effect on *H. courbaril* metaphyll development, since its eophylls, which are relatively more dependent on the reserves of the cotyledons, had their development apparently buffered by the storage compounds. This was reflected in the status of the photosynthetic apparatus of eophylls and metaphylls, denoting a close correlation between the two phenomena.

One has also to take into consideration the fact that the observed raise in growth and photosynthesis might not persist if *H. courbaril* has the capacity to acclimate. Although it did not happen during our experiments, the fact that the presence of high concentrations of sugars (as a consequence of storage polysaccharide mobilisation - Tiné et. al. 2000, Santos, 2002) buffered the effect of the higher CO₂ concentration might mean that *H.courbaril* could reach acclimation in older stages of its life cycle. Thus, although our experiments point out that *H. courbaril* might be an important species in carbon sequestration in tropical forests in the future, more experiments must be done with the tree in order to confirm this hypothesis.

Relevance for effects on biodiversity

Seeds and seedlings are implicated in various ecological phenomena, extending beyond population process to influence the distribution, dynamics and diversity. With increasing evidence of the impact of climate change upon vegetation, there is a need to model and predict regenerative processes at these scales, which is a critical feature of plant community dynamics. Regarding the relationship between the regenerative strategies and vegetation dynamics, the most important contribution of seedling regeneration is likely to be the establishment of founder populations during the initial open stages of succession (pioneer).

In a meta-analysis of the growth response of wood shade and light tolerant species to elevated CO₂, Kerstiens (2001) found that the shade-tolerant ones respond with a bigger increase in biomass (ca. 51%) in relation to shade-intolerant species (ca.18%). Our results seem to corroborate Kerstiens hypothesis, since we found that leaves of growing seedlings of *H. courbaril*, respond to high CO₂ (720ppm) by doubling CO₂ assimilation, with higher leaf area and dry mass. The increment in biomass is probably correlated with the decrease of photorespiration, which occurs in high CO₂ concentrations as a result of lower oxygenation activity of the RUBISCO. Ammonia recycling is lowered concomitantly with the decrease in

photorespiration, lowering amino acid biosynthesis, slowing down the development and increasing biomass. Another explanation for this behaviour is that their leaves present saturation of assimilation rate only to atmospheric CO₂ at concentrations as high as 1000ppm, independently of the presence or absence cotyledons (data not shown).

It is becoming increasingly clear that the future behaviour of plants to face the raise in atmospheric CO₂ can be evaluated through the performance of their photosynthetic apparatus. The results presented in Figure 10 suggest that the performance of leaves of *H. courbaril* to increasing concentrations of CO₂ may be an interesting approach to evaluate the capacity of plants to grow differentially according to the atmospheric concentration of CO₂. We have measured the saturation level of some other tropical trees from the rain forest (*Caesalpinia echinata*, *Piptadenia gonoacantha*, *Tibouchina granulosa*, *T. pulchra*) and all of them saturate at relatively high CO₂ concentrations (ca. 800ppm). On the other hand, the bromeliad *Alcantaria imperialis* for example, saturated at about 500ppm. It is not yet known whether species like these will have a growth rate proportional to their response to CO₂, as measured in the atmospheric CO₂ facilities using the IRGA, but in case this pattern is confirmed for other species besides *H.courbaril* this will be a valuable tool to predict the impact on plant communities and therefore possible changes in plant biodiversity patterns.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by BIOTA-FAPESP (grant number 98/05124-8). MSB and SMCD acknowledge a research productivity fellowship by CNPq. PFC acknowledges a MSc fellowship by CNPq. Authors acknowledge the Federal University of Viçosa for the use of the CO₂ research facilities.

BIBLIOGRAPHY

- Aidar, M.P.M., Godoy, J.R.L., Bergmann, J. & Joly, C.A. 2001. Atlantic forest succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira PETAR, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 24:455-469.
- Allen, O.N. and E. K. Allen, 1981. *The Leguminosae*. The University of Wisconsin Press. pp. 337-338.
- Berner, R.A. 1991. Atmospheric CO₂ levels over phanerozoic time. *Science* 249:1382-1386.
- Bowes, G. 1996. Photosynthetic responses to changing atmospheric carbon dioxide concentration. In: Baker, N.R. (ed.) *Photosynthesis and the environment*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. Pp.387-407
- Buckeridge, M.S. & Dietrich, S.M.C. (1990) Galactomannan from Brazilian legume seeds. *Revta.brasil.Bot.* 13: 109-112

- Centritto, M. and Jarvis, P.G. 1999. Long-term effects of elevated carbon dioxide concentration and provenance on four clones of Sitka spruce (*Picea sitchensis*). II. Photosynthetic capacity and nitrogen use efficiency. *Tree Physiology* 19: 807-814.
- Chambers, J.Q., Higuchi, N. and Schimel, J.P. 1998. Ancient trees in Amazonia. *Nature* 391: 135-136.
- Egli, P., Maurer, S., Gunthardt-Goerg, M.S. and Korner, C. 1998. Effects of elevated CO₂ and soil quality on leaf gas exchange and aboveground growth in beech-spruce model ecosystems. *New Phytologist* 140: 185-196.
- Fan, S., Gloor, M., Mahlman, J., Pacala, S., Sarmiento, J., Takahashi, T. and Tans, P. 1998. A large terrestrial carbon sink in North America implied by atmospheric and oceanic carbon dioxide data and models. *Science* 282: 442-446.
- Fernandez, M.D., Pieters, A., Donoso, C., Tezara, W., Azuke, M., Herrera, C., Rengifo, E. and Herrera, A. 1998. Effects of a natural source of very high CO₂ concentration on the leaf gas exchange, xylem water potential and stomatal characteristics of plants of *Spatiphyllum cannifolium* and *Bauhinia multinervia*. *New Phytologist* 138: 689-697.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H. F. & Bezerra, C. L. F. 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos. *Revista Brasileira de Biologia* 55:753-767
- Garcia, R.L., Long, S.P., Wall, G.W., Osborne, C.P., Kimball, B.A., Nie, G.Y., Pinter Jr., P.J., LaMorte, R.L. and Wechsung, F. 1998. Photosynthesis and conductance of spring-wheat leaves: field response to continuous free-air atmospheric CO₂ enrichment. *Plant, Cell and Environment* 21: 659-669.
- Gesch, R.W., Boote, K.J., Vu, J.C.V., Allen, L.H., Jr. and Bowes, G. 1998. Changes in growth CO₂ result in rapid adjustments of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase small subunit gene expression in expanding and mature leaves of rice. *Plant Physiology* 118: 521-529.
- Houghton, J.T., Miera Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. and Maskell, K (Eds.). 1996. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IBGE. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências v1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Brasil. 92p.
- Idso, S.B. 1999. The long-term response of trees to atmospheric CO₂ enrichment. *Global Change Biology* 5: 493-495.
- Iturralde-Vinent, M., and MacPhee, R. 1996. Age and paleogeographic origin of Dominican Amber. *Science* No. 273 p. 2750-2752
- Kerstiens, G. 2001. Meta-analysis of the interaction between shade-tolerance, light environment and growth response of woody species to elevated CO₂. *Acta Oecologica* 22, 61-69.
- Kitajima, K. 1996. Cotyledon functional morphology and patterns of seed reserve utilization by neotropical tree seedlings. In: M. D. Swaine (ed.) *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. Parthenon Press, NY. pp.
- Langenheim, J.H. 1981. Amber. In *Encyclopedia of Science and Technology*. pp. 403-405. McGraw Hill Book Co., N.Y.
- Langhans, R.W. and Tibbitts, T.W. (eds.). 1997. *Plant growth chamber handbook*. North Central Regional Res. Publ. No. 340, Iowa State Agr. & Home Econ. Expt. Stat. Rpt. No. 99, Ames.
- Long, S.P. 1999. Understanding the impacts of rising CO₂: the contribution of environmental physiology. In: Press, M.C., Scholes, J.D. & Barker, M.G. (Eds.) *Physiological Plant Ecology*. British Ecological Society, Blackwell Science. Pp. 263-282.
- Lovelock, C.E., Winter, K., Mersits, R. and Popp, M. 1998. Responses of communities of tropical tree species to elevated CO₂ in a forest clearing. *Oecologia* 116: 207-218.
- Ludewig, F., Sonnewald, U., Kauder, F., Heineke, D., Geiger, M., Stitt, M., Muller-Rober, B.T., Gillissen, B., Kuhn, C. and Frommer, W.B. 1998. The role of transient starch in acclimation to elevated atmospheric CO₂. *FEBS Letters* 429: 147-151.
- Martinez, C.A. (2002) Efeitos do aumento do CO₂ atmosférico no crescimento das plantas. *Ação Ambiental* 21: 16-19.
- Oliveira Filho, A. & Fontes, M.A. 1999. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in South-Eastern Brazil, and the Influence of Climate. *Biotropica* 32:793-810.
- Pan, Q., Wang, Z. and Quebedeaux, B. 1998. Responses of the apple plant to CO₂ enrichment: changes in photosynthesis, sorbitol, other soluble sugars, and starch. *Australian Journal of Plant Physiology* 25: 293-297.
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E. & Stievenard, M. 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399, 429-436.
- Phillips, O.L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W.F., Nunez, P.V., Vasquez, R.M., Laurance, S.G., Ferreira, L.V., Stern, M., Brown, S. and Grace, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plots. *Science* 282: 439-442.

- Reekie, E.G., MacDougall, G., Wong, I. and Hicklenton, P.R. 1998. Effect of sink size on growth response to elevated atmospheric CO₂ within the genus *Brassica*. *Canadian Journal of Botany* **76**: 829-835.
- Rey, A. and Jarvis, P.G. 1998. Long-Term photosynthetic acclimation to increased atmospheric CO₂ concentration in young birch (*Betula pendula*) trees. *Tree Physiology* **18**: 441-450.
- Rodrigues R. R. & Nave. A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo, Editora da USP/FAPESP, 2000. p.45-71.
- Santos, H.P. 2002. Importância ecofisiológica da reserva de xiloglucano e o controle de sua mobilização em cotilédones de *Hymenaea courbaril* L. Tese de doutorado UNICAMP 151p.
- Saxe, H., Melvin G. R. Cannell, M.G.R. Johnsen, O., Ryan, M.G. & Vourlitis, G. 2001. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist* **149**: 369-400
- Tiné, M.A.S., Cortelazzo, A.L. & Buckeridge, M.S. (2000) Xyloglucan mobilisation in cotyledons of developing plantlets of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Plant Science* **154**:117-126
- Tjoelker, M.G., Oleksyn, J. and Reich, P.B. 1998. Seedlings of five boreal tree species differ in acclimation of net photosynthesis to elevated CO₂ and temperature. *Tree Physiology* **18**: 715-726.
- Turnbull, M.H., Tissue, D.T., Griffin, K.L., Rogers, G.N.D. and Whitehead, D. 1998. Photosynthetic acclimation to long-term exposure to elevated CO₂ concentration in *Pinus radiata* D. Don. is related to age of needles. *Plant, Cell and Environment* **21**: 1019-1028.

Title: Effect of atmospheric CO₂ enrichment on the establishment of seedlings of jatobá

Authors: Aidar, M.P.M.; Martinez, C.A.; Costa, A.C.; Costa, P.M.F.; Dietrich, S.M.C.¹ & Buckeridge, M.S.

Biota Neotropica, Vol. 2, number 1, 2002

[Http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01602012002](http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01602012002)

Date received: June,08, 2002

Accepted: June, 30, 2002

ISSN 1676-0611

Editorial

BIOTA - FAPESP: as diversas dimensões de um sucesso

O programa BIOTA é uma das iniciativas mais importantes do sistema de pesquisa do Estado de São Paulo em todos os tempos, que se destaca por múltiplos aspectos. Inicialmente pela relevância e amplitude de seus objetivos científicos - inventariar e estudar uma das mais ricas e complexas biodiversidades do planeta. Não há precedentes de ambição comparável, como reconhecido pela assessoria internacional especializada que acompanha a execução do Programa desde sua concepção.

O BIOTA é inovador por sua natureza cooperativa, mobilizando mais de 400 pesquisadores doutores do Estado, que aderem ao mesmo protocolo de registro de informações e compartilham seus resultados continuamente. E inovou também na forma como foi proposto e lançado, a partir da iniciativa de lideranças capazes de motivar a comunidade científica e de convencer a FAPESP de sua necessidade e oportunidade. Em resumo, o Programa é fruto de uma comunidade amadurecida, consciente de seu potencial e das necessidades do País no que tange à sistemática apropriação intelectual de nossa bio-diversidade.

O BIOTA serve também de modelo de como superar a tradicional dicotomia entre programas de pesquisa induzidos e de demanda espontânea. Trata-se de um programa em que a FAPESP desempenhou o papel de articuladora de demandas espontaneamente geradas pela comunidade que, assim, ajuda a propor novas formas de atuação de uma agência que pretende estar atenta a desafios e oportunidades para estimular o desenvolvimento científico e tecnológico. A FAPESP tem buscado utilizar essa mesma estratégia de ação sinérgica com a comunidade no lançamento de programas como o Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - TIDIA.

Ao firmar acordo com a National Science Foundation (NSF) para permitir o acesso de todo o sistema de pesquisa do Estado à rede Internet2 dos Estados Unidos e de todo o mundo, a FAPESP apresentou a cooperação do BIOTA com o projeto *Species Analyst*, da Universidade de Kansas, como exemplo de interação que demandaria essas facilidades de comunicação. Esse é mais um produto do Programa com benefícios imediatos para toda a comunidade científica paulista.

Nessa trajetória pontilhada de sucessos, celebramos aqui mais um marco do BIOTA, o lançamento da revista eletrônica *BIOTA NEOTROPICA*. Ao criar um espaço editorial para a apresentação de seus resultados, o Programa se mantém atual e ousado: propõe uma articulação com outra importante iniciativa da FAPESP, o projeto *Scielo*, que publica em versão eletrônica os principais periódicos científicos do País.

Cada vez mais governos e organismos supranacionais, bem como organizações não governamentais, têm de tomar decisões que envolvem questões ambientais com sérias implicações sociais, econômicas e para o próprio meio ambiente. Em muitos casos, essas decisões têm efeitos de longo prazo e são de difícil reversão. Por essa razão, elas têm de se apoiar, tanto quanto possível, em sólidas informações técnicas e científicas obtidas com a utilização de metodologias sofisticadas e dos últimos recursos e avanços do conhecimento científico e tecnológico.

Mas não só os que projetam e executam essas políticas que precisam estar bem informados. Na sociedade atual, para um pleno exercício da cidadania, é necessário dispor-se de informações tecnicamente embasadas. O cidadão é chamado a se manifestar sobre práticas e políticas ambientais e, para o bem comum, esses posicionamentos não podem se valer apenas da intuição, da emoção e muito menos de preconceitos. Os progressos da ciência são essenciais nesses processos de decisão e, nesse contexto, o BIOTA deverá assumir o papel central de gerador de subsídios para a ação de governos e para a informação da sociedade.

A recente polêmica suscitada pela publicação do livro, "The Skeptical Environmentalist", de Bjorn Lomborg (ref. 1), com réplicas e trélicas (ref.2) que prometem se suceder infundavelmente (veja também as referências 3 e 4), nos leva a refletir ainda mais sobre essas questões e a tirar a única conclusão consensual: nada como mais e melhor ciência, como a produzida pelos cientistas do BIOTA e divulgada pela *Biota Neotropica*, para enfrentar o desafio da busca da verdade sobre o meio ambiente.

Referências:

1. Lomborg, Bjorn The Skeptical Environmentalist - Measuring The Real State of The World, Cambridge University Press (2001)
2. S. Schneider, J. Holdren, J. Bongaarts, T. Lovejoy "Misleading Math about the Earth", Scientific American, Janeiro 2002 (<http://www.sciam.com/>)
3. Todo material publicado sobre o livro, críticas e resenhas, está disponível no site <http://www.lomborg.org>
4. Pesquisa FAPESP, nº 74, pág. 90 (<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>)

José Fernando Perez
Diretor Científico da FAPESP

O DESMATAMENTO ESTÁ SE ACELERANDO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA?

William F. Laurance^{1,2}

Ana K. M. Albernaz²

Carlos da Costa²

Biota Neotropica v2 (n1) <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN00102012002>

*Recebido em 27 de agosto de 2001
Revisado em 22 de novembro de 2001
Publicado em 04 de março de 2002*

¹Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 2072, Balboa, Republic of Panamá
²Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), C.P. 478, Manaus, AM 69011-970, Brazil. Email: wfl@inpa.gov.br
Autor para correspondência: William F. Laurance - wfl@inpa.gov.br

Resumo

Estudos recentes sugerem que as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira poderiam aumentar rapidamente como resultado dos mais de 40 bilhões de dólares planejados em investimentos no asfaltamento de estradas e na implantação novos projetos de infraestrutura na região. Estes estudos têm sido questionados por ministros e importantes autoridades brasileiras, que asseguram que os melhoramentos recentes na legislação ambiental e no seu cumprimento, e nas políticas e atitudes públicas, têm reduzido fundamentalmente a ameaça sobre as florestas que poderiam ser causadas por estes projetos. Nós testamos a idéia de que os riscos para as florestas da Amazônia vêm diminuindo durante a última década, utilizando dos dados disponíveis sobre as taxas de desmatamento de 1978 a 2000. Embora as altas taxas de perda de floresta de 1978 a 1989 (1.98 milhões de hectares ano⁻¹) tenham tido um declínio em 1990-1994 (1.38 milhões de ha ano⁻¹), as taxas retomaram um nível alto em 1995-2000 (1.90 milhões ha ano⁻¹). Análises de correlação e de regressão revelaram que tanto as taxas absoluta como per-capita de perda de floresta se aceleraram significativamente durante a última década. Estas tendências não sustentam a afirmativa de que a pressão de desmatamento nas florestas da Amazônia tem sido mantida sob controle. Nós sugerimos que o pobre cumprimento das leis ambientais existentes, a rápida expansão de atividades madeireiras e de mineração, o aumento da pressão populacional e outros desafios estão dificultando os esforços para tentar limitar os impactos ambientais das atividades de desenvolvimento na Amazônia Brasileira.

Palavras-chave: *Amazônia; Brasil; desmatamento; política de desenvolvimento; crescimento populacional; floresta tropical.*

Abstract

Recent studies suggest that deforestation rates in the Brazilian Amazon could increase sharply in the future as a result of over \$40 billion in planned investments in highway paving and major new infrastructure projects in the region. These studies have been challenged by several Brazilian ministries, which assert that recent improvements in environmental laws, enforcement, and public attitudes have fundamentally reduced the threat posed to forests by such projects. We tested the notion that hazards to Amazonian forests have declined over the last decade by assessing available data on deforestation rates from 1978 to 2000. Although the alarmingly high rate of forest loss from 1978-1989 (1.98 million ha yr⁻¹) declined somewhat from 1990-1994 (1.38 million ha yr⁻¹), it rebounded to a high level from 1995-2000 (1.90 million ha yr⁻¹). Moreover, correlation and regression analyses reveal that both absolute and per-capita rates of forest loss accelerated significantly over the last decade. These trends fail to support the assertion that deforestation pressure in Amazonian forests has been brought under control. We suggest that poor enforcement of existing environmental laws, rapidly expanding logging and mining industries, increasing population pressure, and other challenges are greatly hindering efforts to limit the environmental impacts of development activities in Brazilian Amazonia.

Key Words: *Amazon; Brazil; deforestation; development policy; population growth; tropical rainforest.*

Introdução

A ecologia de paisagens é considerada uma área de conhecimento emergente, em busca de arcabouços teóricos. A Amazônia Brasileira mantém cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes no mundo e desempenha um papel vital na manutenção da biodiversidade, do ciclo hidrológico e clima regionais, e na estocagem de carbono (Salati & Vose 1984; Phillips et al. 1998; Fearnside 1999). Dois estudos recentes levantaram sérias preocupações sobre o futuro destas florestas e, principalmente, dos efeitos que poderiam ser causados pelos investimentos planejados de mais de 40 bilhões de dólares para o asfaltamento de rodovias, construção de estradas de ferro, gasodutos, linhas de transmissão, reservatórios de hidrelétricas e outras grandes obras de infraestrutura na região (Carvalho et al. 2001; Laurance et al. 2001a). Estes projetos fazem parte do “Avança Brasil”, uma iniciativa do Governo Federal destinada a acelerar o desenvolvimento econômico em escala industrial para atividades de agricultura, exploração de madeira e mineração.

Como as maiores taxas de desmatamento, de exploração de madeira e de incêndios florestais ocorrem nas proximidades de estradas e rodovias (Fearnside 1986; Laurance 1998; Alves et al. 1999; Steininger et al. 2001a, 2001b), estes estudos recentes usaram dados obtidos por sensoriamento remoto para quantificar a destruição das florestas próximo às estradas existentes (Carvalho et al. 2001) ou ao redor de rodovias e estradas de terra (Laurance et al. 2001a). As condições esperadas foram então projetadas para aproximadamente 20-25 anos no futuro, baseado no desmatamento a partir das novas rodovias apenas (Carvalho et al. 2001) ou a partir das estradas, rodovias, e outros projetos de infraestrutura (Laurance et al. 2001a). Ambos os estudos concluíram que o programa Avança Brasil iria aumentar drasticamente a taxa de desmatamento e a extensão espacial da destruição florestal, especialmente em áreas remotas nas fronteiras da bacia.

Estes estudos foram questionados por ministros e outras autoridades brasileiras (Amaral 2001; Goidanich 2001; Silveira 2001; Weber 2001), que argumentaram que uma premissa chave de ambos de que o passado poderia ser usado para prever o futuro da Amazônia seria criticamente insustentável. Isto é, eles sustentam que ocorreram mudanças fundamentais na legislação ambiental brasileira e na capacidade de implementação das mesmas, nas políticas de desenvolvimento, e nas atitudes públicas durante a última década. Os ministros argumentam que estas mudanças reduziram muito os impactos de novas estradas e projetos de infraestrutura em relação aos efeitos notoriamente prejudiciais dos projetos desenvolvidos nos anos 70 e 80 (Fearnside 1987, 1990; Brown & Pearce 1994; Nepstad et al. 1997).

Se estas afirmativas são corretas, duas previsões lógicas poderiam ser feitas. A primeira é de que as taxas de desmatamento na Amazônia Brasileira deveriam ter sido menores nos anos 90 que nos anos precedentes,

especialmente se calculadas em uma base per-capita para ajustar para a população crescente da região. A segunda é de que tanto as taxas de desmatamento absoluta como per-capita deveriam ter declinado progressivamente através dos anos 90. Estas tendências seriam esperadas se o melhoramento nas políticas e atitudes públicas, assim como na legislação ambiental e na sua implementação, estiver realmente alterando o “status quo” na Amazônia. Aqui nós testamos estas previsões usando estimativas de desmatamento confiáveis para a Amazônia Brasileira, e discutimos as implicações de nossa análise para a conservação das florestas da região.

Métodos

Estimativa de desmatamento

Entre as nações tropicais do mundo, o Brasil é provavelmente a que tem o melhor monitoramento da atividade de desmatamento. Estas estimativas são produzidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) para toda a Amazônia Legal brasileira, através da interpretação visual de imagens de satélite Landsat Thematic Mapper (INPE 1998, 2000). Estas estimativas têm sido produzidas anualmente desde 1988, embora uma única estimativa tenha sido feita para 1992-1993. A estimativa anual mais recente, para o ano 2000, é ainda preliminar, baseada na amostragem de partes mais intensamente desmatadas na região. No ano anterior, estes valores preliminares estiveram muito próximos à estimativa final de desmatamento (<5% de diferença).

Os dados de desmatamento do INPE são considerados cientificamente sólidos, mas subestimam o impacto antropogênico total sobre as florestas da Amazônia, em parte porque não incluem clareiras menores que 6,25 ha e também porque o método não é capaz de detectar mudanças ambientais que não causam perda da cobertura da copa da floresta, como o corte seletivo de madeira, o fogo superficial, os efeitos de borda, a mineração em pequena escala e a sobre-caça (cf. Skole & Tucker 1993; Laurance 1998; Cochrane et al. 1999; Nepstad et al. 1999a). A repetição das estimativas, no entanto, facilita a discriminação entre áreas de regeneração e de floresta primária, que pode ser problemática em estudos de curto prazo usando dados de sensoriamento remoto. Em alguns anos, a cobertura por nuvens pode ter obscurecido algumas das cenas de Landsat usadas pelo INPE, causando uma sub-estimativa do desmatamento (Fearnside 1997).

Além dos dados do INPE de desmatamento anual, foram utilizadas estimativas médias de desmatamento para o intervalo de 1978-1988 obtidas por Fearnside et al. (1990), e por Skole & Tucker (1993). Ambos os estudos compararam imagens de diferentes sensores, o Landsat Multispectral Scanner em 1978 e o Landsat Thematic Mapper em 1988. Fearnside (1993a, 1997) combinou ambas as estimativas, incorporando dados melhorados sobre a cobertura florestal original,

corrigindo para a classificação indevida de florestas secundárias antigas, e incluindo dados sobre florestas inundadas por hidrelétricas.

As taxas de desmatamento algumas vezes variaram consideravelmente entre anos e freqüentemente não tiveram distribuição normal e por isso nós usamos tanto estatística paramétrica como não-paramétrica. Para os testes paramétricos, os dados de desmatamento foram log-transformados antes da análise, para amenizar o problema da normalidade e minimizar a heteroscedasticidade.

Crescimento populacional na Amazônia

Devido às taxas de desmatamento poderem ser influenciadas pelo tamanho da população, os dados de censo para a Amazônia Legal brasileira foram incluídos na análise. Estes dados foram coletados em intervalos de aproximadamente uma década (1970, 1980, 1991, 2000) pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2000). Para obter a população da Amazônia Legal, foram somados os dados dos nove estados amazônicos individuais de cada censo, excluindo aqueles municípios do Mato Grosso e do Maranhão que estão fora dos limites da Amazônia Legal. Os dados foram tomados separadamente para as populações urbana e rural. Nos censos nacionais do Brasil, áreas “urbanas” são definidas como aquelas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) ou às áreas urbanas isoladas, e as áreas rurais abrangem todas aquelas fora desses limites (IBGE, 2002). Em alguns casos, os dados não foram acessíveis para todos os estados e censos (e.g. o volume contendo dados sobre a população rural e urbana do Acre em 1970 não foi localizado), e foi necessário extrapolar a partir de censos subsequentes, mas isto teve pouco efeito nas tendências gerais da população.

Como as populações tendem a crescer geometricamente e não linearmente, a taxa de crescimento médio anual para cada intervalo de década foi calculada por meio de um modelo logarítmico (Sheil et al. 1995):

$$\text{Crescimento anual (\%)} = \{1 [(N_t/N_0)\exp(1/t)]\} * 100$$

onde N_t =tamanho da população ao final do intervalo, N_0 =tamanho da população no início do intervalo, e t =número de anos. A taxa de crescimento anual foi então usada para estimar o tamanho da população para a Amazônia Legal por interpolação nos anos entre os censos.

Finalmente, os dados de população foram usados para estimar as taxas de desmatamento per capita para cada ano, através da divisão da taxa anual de desmatamento pelo tamanho estimado da população rural. Embora a população urbana também influencie o desmatamento regional (Browder & Godfrey 1997), as populações rurais são diretamente responsáveis pela maior parte do desmatamento e são consideradas um

indicador mais eficiente da pressão sobre as florestas (Wood & Skole 1998; Imbernon 2000; Laurance et al., submetido ; P. M. Fearnside, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, comunicação pessoal, 2001). Aproximadamente 70% do desmatamento na Amazônia brasileira é atribuído aos criadores de gado em propriedades de médio e grande porte (Fearnside 1993b; Nepstad et al. 1999b). Além disso, há pelo menos 500,000 pequenos proprietários na região, cada um dos quais desmata em média de 1 ha de floresta por ano (Homma et al. 1992). O papel relativamente importante das populações rurais sobre o desmatamento é sugerido em um estudo recente que demonstra que, em duas diferentes escalas de análise, a densidade da população rural foi um fator mais fortemente relacionado ao desmatamento local que a da população urbana (Laurance et al., submetido). As tendências temporais na taxa de desmatamento per-capita foram investigadas através de análises de regressão e de correlação.

Resultados

As taxas de desmatamento nos anos 1990 diminuíram em relação aos anos prévios?

Incluindo a floresta inundada por usinas hidroelétricas, o desmatamento total na Amazônia Legal Brasileira foi estimado em 169.9 milhões de ha em janeiro de 1978, e em 401.4 milhões de ha em agosto de 1989 (Fearnside & Ferraz 1995). Durante este intervalo de 11.67 anos, a taxa de desmatamento médio anual foi muito alta, com média de 1.984 milhões de ha por ano. Durante o intervalo de 1990 a 2000, as taxas de desmatamento declinaram um pouco, tendo sido em média 1.654 ± 0.464 milhões de ha por ano. Houve, no entanto, uma substancial diferença nas taxas de desmatamento entre a primeira e a segunda metades da década. De 1990 a 1994, o desmatamento foi em média de 1.348 ± 0.125 milhões de ha por ano, mas esta taxa subiu substancialmente, de 1995 a 2000, para 1.901 ± 0.488 milhões de ha por ano. É impossível comparar estatisticamente as taxas de desmatamento de 1978 a 1989 com aquelas de 1990 a 1994 e de 1995 a 2000, porque o valor de 1978 a 1989 é apenas um número, e carece de estimativa de variância. Parece, no entanto, que as taxas médias de desmatamento foram bastante similares nos períodos de 1978 a 1989 (1.984 milhões de ha por ano) e de 1995 a 2000 (1.901 milhões de ha por ano), com um declínio temporário de 1990 a 1994 (1.384 milhões de ha por ano).

As taxas de desmatamento diminuíram ao longo da última década ?

As taxas de desmatamento não diminuíram, mas aumentaram significativamente ao longo da última década (Fig. 1). Quando foram comparados os períodos de 1990-1994 e de 1995-2000, por exemplo, o último teve uma taxa de desmatamento significativamente mais alta, tanto por meio do teste paramétrico ($P=0.024$, $t=-2.34$, d.f.=8; teste t de uma cauda) como do teste não-

paramétrico ($P=0.017$; teste U de Mann-Whitney de uma cauda).

Análises de regressão e de correlação também foram usadas para investigar as tendências no desmatamento durante o período de 1990 a 2000 (foi repetido o mesmo valor para as estimativas de desmatamento de 1992 e 1993, pois este intervalo possui apenas uma estimativa). Um teste não-paramétrico conservativo sugere que as taxas de desmatamento aumentaram ao longo do tempo, embora o teste tenha sido marginalmente não-significativo ($P=0.067$, $r_s=0.571$, $n=11$; Spearman rank correlation). Quando foram usadas regressões lineares, a análise não foi significativa ($P=0.116$, $F_{1,9}=3.03$, $R^2=25.2\%$) apenas porque o desmatamento aumentou dramaticamente em 1995. Quando este ponto discrepante ("outlier") foi removido, houve uma relação positiva altamente significativa entre tempo e taxa de desmatamento ($P=0.008$, $F_{1,8}=12.35$, $R^2=60.7\%$). Estas análises indicam que as taxas de desmatamento aumentaram progressivamente durante a última década, com um acentuado pico em 1995.

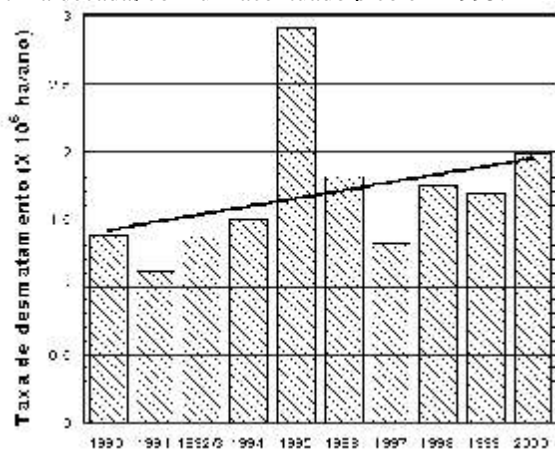


Fig. 1. Estimativas anuais de desmatamento na Amazônia brasileira de 1990 a 2000. O ajuste da regressão mostra a tendência geral.

As taxas de desmatamento per-capita têm diminuído?

Ano ou Intervalo	Amazônia Rural	Amazônia Urbana	Amazônia Geral	Brasil excluindo Amazônia	Brasil Geral
Tamanho da população					
1970	4.450	3.046	7.496	85.643	93.139
1980	5.813	5.002	10.815	110.336	121.151
1991	7.168	9.014	16.182	130.643	146.825
2000	6.291	13.848	20.139	149.452	169.591
Taxa de Crescimento Anual da População (%)					
1970-1980	2.71	5.09	3.73	2.57	2.66
1980-1991	1.92	5.50	3.73	1.55	1.76
1991-2000	-1.44	4.89	2.46	1.51	1.61
Mean	1.18	5.18	3.35	1.88	2.02

Tabela 1. Acima: tamanho das populações rural e urbana na Amazônia Legal brasileira de 1970 a 2000, comparada ao restante do Brasil e ao País como um todo. Abaixo: taxa anual de crescimento populacional para cada categoria.

A população da Amazônia Brasileira cresceu rapidamente durante as últimas três décadas, aumentando de cerca de 7.5 milhões em 1970 para mais de 20 milhões em 2000 (Tabela 1, Fig. 2). Isto representa uma taxa média de crescimento anual de 3.35%, comparada à de 1.88% para o restante do Brasil durante o mesmo intervalo. Populações urbanas cresceram particularmente rápido, em média 5.18% por ano, tanto via expansão das cidades existentes como pela criação de novos municípios (Browder & Godfrey 1997). A população rural da Amazônia cresceu mais lentamente, a uma taxa de 2.71% por ano na década de 1970 e de 1.92% ao ano na década de 1980, e então diminuiu nos anos 1990 (1.44% por ano). Isto resultou em uma média líquida de 1.18% por ano para a população rural durante as últimas três décadas (Tabela 1).

Quando as taxas de desmatamento per-capita (Fig. 3) foram comparadas entre os períodos de 1978 a 1989 e de 1990 a 2000, o padrão foi similar àquele observado para o desmatamento absoluto: a taxa média foi muito alta de 1978 a 1989 (0.324 ha/pessoa/ano), foi em média mais baixa (0.192 ha/pessoa/ano), mas aumentou de 1990 a 1994, e continuou a aumentar no período de 1995 a 2000 (0.292 ha/pessoa/ano). A falta de independência estatística para as observações de 1978 a 1989 (parcialmente baseadas em uma única estimativa média para a taxa absoluta de desmatamento) impede comparações estatísticas, pois não há estimativa de variância para este intervalo. Apesar disso, o fato de que não houve diferença significativa entre os intervalos de 1978 a 1989 e de 1995 a 2000 ($P>0.27$, testes t tanto para os dados originais como para os dados log-transformados) indica que as taxas de desmatamento per-capita durante estes períodos não foram diferentes, uma vez que a probabilidade de se obter uma diferença significativa deveria ter aumentado com as reduzidas variâncias no período anterior.

Durante os anos 1990, as taxas de desmatamento per-capita subiram significativamente (Fig. 3). Houve uma diferença altamente significativa entre os períodos de 1990 a 1994 e de 1995 a 2000, tanto usando análise paramétrica ($P=0.0054$, $t=-3.21$, d.f.=9; teste t de uma cauda) como não-paramétrica ($P=0.022$; teste U de Mann-Whitney). A significância dos testes foi mantida quando o ano de 1995, que teve uma taxa de desmatamento muito mais alta que todos os outros anos, foi removido e a análise foi refeita para os períodos de 1990 a 1994 e 1996 a 2000 ($P=0.005$, $t=-3.41$, d.f.=8, teste t de uma cauda; $P=0.008$; teste U de Mann-Whitney). Também houve uma correlação altamente significativa entre ano e taxa de desmatamento per-capita usando um teste não-paramétrico ($P=0.0085$, $r_s=0.746$, $n=11$; Spearman rank correlation). A análise de regressão linear não foi significativa quando todos os anos foram incluídos ($P=0.103$, $F_{1,9}=3.30$), mas foi altamente significativa quando o ponto discrepante de 1995 foi removido ($P=0.0018$, $F_{1,8}=20.90$). Assim, mesmo quando ajustadas para a mudança de tamanho da população rural, as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira aumentaram significativamente durante a última década.

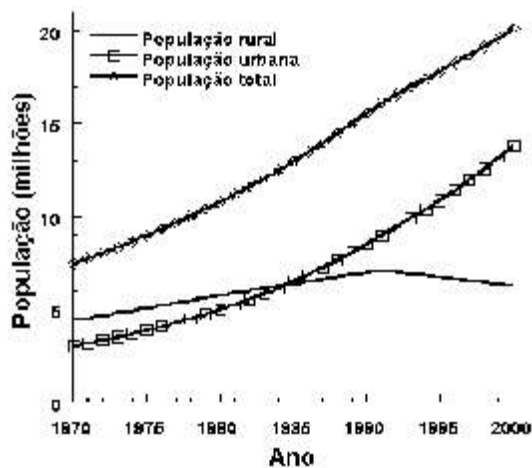


Fig. 2. Crescimento estimado da população na Amazônia de 1978 a 2000, usando um modelo logarítmico para interpolar os censos por décadas.

Discussão

As análises feitas não sustentam a afirmação de que as pressões de desmatamento têm sido substancialmente reduzidas na Amazônia Brasileira. Ao contrário, o ritmo acelerado de perda de floresta de 1978 a 1989 diminuiu um pouco no início dos anos 1990, mas foi retomado a níveis similarmente altos de 1995 a 2000. Tanto a taxa de desmatamento absoluto como per-capita se aceleraram significativamente durante a última década, com a taxa média de perda de floresta de 1995 a 2000 sendo equivalente a mais de sete campos de futebol (3.6 ha) por

minuto. Estas tendências obviamente não coincidem com as recentes afirmativas de alguns ministros brasileiros (Amaral 2001; Goidanich 2001; Silveira 2001; Weber 2001), que mantêm que as ameaças às florestas Amazônicas têm diminuído acentuadamente nos últimos anos, devido a mudanças fundamentais na legislação ambiental e na sua implementação e nas políticas e atitudes públicas.

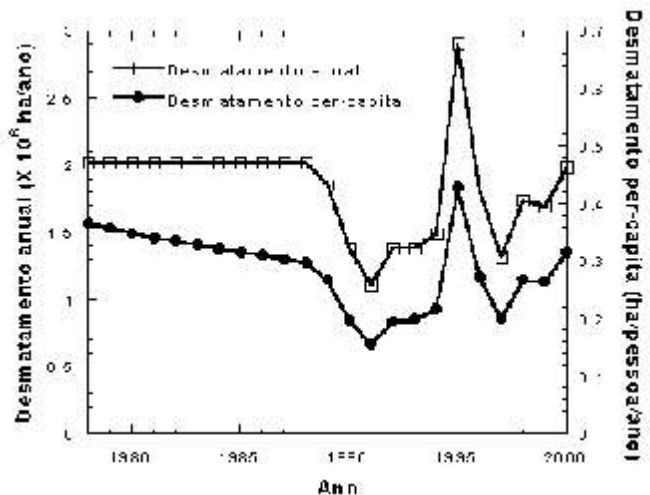


Fig. 3. Comparação das taxas de desmatamento absoluto e per-capita na Amazônia Brasileira de 1978 a 2000. As taxas per-capita foram baseadas no tamanho estimado da população rural.

As tendências gerais do desmatamento que nós identificamos estão superpostas por consideráveis variações entre anos, parcialmente em resposta a fatores econômicos. Por exemplo, o desmatamento foi excepcionalmente baixo em 1991 porque as contas bancárias foram congeladas no ano anterior, estrangulando os investimentos e atividades econômicas. O dramático salto no desmatamento em 1995 ocorreu porque fundos de investimentos disponíveis aumentaram agudamente seguindo as reformas econômicas feitas pelo governo que estabilizaram a moeda brasileira (Fearnside 1999). O aumento na atividade econômica também tem sido citado como uma das razões para o aumento do desmatamento no ano 2000 (Bugge 2001). Fatores climáticos, como as secas periódicas provocadas pelo El Niño, também influenciam as atividades ligadas ao desmatamento, aumentando o tamanho e a frequência de incêndios florestais intencionais e acidentais (Cochrane & Schulze 1998; Nepstad et al. 1998; Barbosa & Fearnside 1999).

De fato, tem havido no Brasil melhoramentos louváveis na legislação ambiental e na conscientização pública. Um exemplo é a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605, de 13 de fevereiro de 1998), que transformou as atividades prejudiciais ao ambiente em atos criminosos e estabeleceu penalidades rigorosas que pressionam para o cumprimento da legislação do País. Então, por que isto não foi traduzido em reduções permanentes nas taxas de

desmatamento? Talvez a única maior razão é que a capacidade de aplicação está muito aquém da legislação atual. Desmatamentos ilegais, extração de madeira, mineração e comércio de animais são comuns dentro das fronteiras da Amazônia e são processos que iniciam o empobrecimento das áreas que serão posteriormente desmatadas (Fearnside 1990; Laurance 1998, 2000). A Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) estima que 80% de toda a madeira derrubada na Amazônia é ilegal, sem controle ambiental ou incidência de impostos para o governo, e em incursões recentes foram apreendidos grandes estoques de madeira roubada (Abramovitz 1998). Existe, além disso, pouca evidência de que a legislação destinada a limitar o desmatamento em propriedades privadas (Código Florestal, Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965) venha sendo cumprida (Alves et al. 1999). Um grande esforço para reduzir as atividades ilegais na Amazônia foi iniciado recentemente pelo Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), mas sua efetividade pode ser limitada porque as ações planejadas foram alardeadas em jornais locais antes de serem implementadas (A Crítica 2001). A corrupção de alguns fiscais é outro problema crônico; por exemplo, recentemente três fiscais do IBAMA foram filmados pedindo suborno a uma companhia madeireira em troca de ignorar uma grande multa imposta pelo corte ilegal de madeira (Environmental News Network 2000).

É claro que melhor implementação poderia ter um grande impacto no manejo ambiental da Amazônia Brasileira. Um sucesso notável tem sido a recente redução nos incêndios florestais em estados como o Mato Grosso e o Pará, que têm tido tradicionalmente altas taxas de desmatamento. No passado, proibições temporárias das queimadas pelo governo tiveram efeito fraco, mas uma melhor fiscalização em 2000-2001 e iniciativas governamentais (Ministério de Relações Exteriores 1998) e privadas (Friends of the Earth 1999) para treinar comunidades locais em métodos de controle de fogo têm demonstrado que reduções substanciais nos incêndios podem ser obtidas. Ainda assim, a prevalência na Amazônia de práticas agrícolas dependentes de fogo, particularmente a criação de gado e a agricultura de corte-e-queima, significa que o controle de incêndios florestais irá permanecer um desafio crônico e difícil (Nepstad et al. 1999b).

Existem vários outros problemas que também contribuem para que as taxas de desmatamento não diminuam. Por exemplo, enquanto a consciência ambiental está crescendo nas cidades maiores, especialmente no sul do Brasil, muitos residentes e políticos da Amazônia têm uma atitude fortemente pró-desenvolvimento. Isto tem vários efeitos nas atividades de desenvolvimento; por exemplo, as audiências públicas para os projetos de desenvolvimento propostos para a Amazônia são pouco freqüentadas e raramente têm um efeito forte sobre os projetos (Laurance et al. 2001b). Além disso, a rápida expansão das indústrias madeireira

e de mineração está promovendo desmatamento (Fearnside 1990; Nepstad et al. 1997) através da criação de redes extensivas de estradas que aumentam grandemente o acesso de colonizadores, fazendeiros e caçadores à floresta (Uhl & Buschbacher 1985; Laurance 2001). O planejamento do uso da terra na Amazônia é também repleto de problemas compõe-se de um mosaico de zoneamentos individuais em cada um dos nove estados da Amazônia, muitos dos quais são fortemente influenciados por usuários locais de recursos e pressão de grupos organizados (O Estado de São Paulo 2001).

Finalmente, a rápida expansão da população na Amazônia, que cresceu de cerca de 2.5 milhões em 1960 para os mais de 20 milhões atuais (IBGE 2000), está também aumentando as pressões sobre a floresta. Embora as populações rurais tenham declinado um pouco durante a última década (refletindo tanto o aumento na migração para cidades da Amazônia como a incorporação de novas áreas às zonas urbanas e a criação de novos municípios), a população total da região ainda está aumentando a uma taxa aproximadamente duas vezes maior que a do resto do Brasil. Tal crescimento acentuado é em parte resultado de políticas governamentais, destinadas a acelerar a imigração e o desenvolvimento econômico na região, incluindo projetos de colonização em larga escala, créditos e incentivos fiscais para atrair capital privado, e grandes projetos de transporte como as rodovias Transamazônica e Manaus-Boa Vista (Moran 1981; Smith 1982; Fearnside 1987; Goodman & Hall 1990). Como consequência, a Amazônia tem uma taxa de imigração maior que qualquer outra região do Brasil, e tem sido caracterizada como uma "válvula de escape" para reduzir superpopulação, tensões sociais e deslocamentos de agricultores em outras partes do Brasil (O Liberal 2001). Além da rápida imigração, as populações existentes na região estão crescendo a uma taxa elevada. Embora o tamanho médio de família tenha declinado nos últimos anos, muitos residentes da Amazônia começam a ter filhos muito cedo e a população é fortemente desviada para indivíduos jovens, que estão entrando ou estão no início de sua idade reprodutiva (Brown & Pearce 1994; Wood & Perz 1996), o que contribui também para o rápido crescimento populacional (Ehrlich et al. 1995).

Em síntese, existe pouca evidência empírica de que as afirmativas de vários ministros brasileiros sobre o efeito das mudanças recentes na legislação ambiental e na sua aplicação, nas políticas e atitudes públicas têm levado a uma redução fundamental nas ameaças à floresta Amazônica. A ausência de tais mudanças sugere que o programa Avanço Brasil, com seus investimentos sem precedentes em asfaltamento de rodovias e novos projetos de infraestrutura, iria aumentar substancialmente tanto a taxa como a extensão espacial do desmatamento na Amazônia (Carvalho et al. 2001; Laurance et al. 2001a). Atravessando toda a bacia, estes projetos iriam abrir extensivas áreas para colonização e incentivar o aumento da imigração para uma região que já está

experimentando um rápido crescimento populacional. Estes projetos deverão também aumentar a fragmentação da floresta em uma escala espacial ampla (Laurance et al. 2001a), resultando em remanescentes florestais que seriam muito mais vulneráveis que as florestas intactas a exploração de madeira, aos incêndios florestais e a outras atividades que causam a degradação florestal.

Agradecimentos

Nós agradecemos Mark Cochrane, Philip Fearnside e Eric Yensen por seus comentários relevantes sobre a versão preliminar do manuscrito. Esta é a publicação número 362 da série técnica do PDBFF. O apoio para a pesquisa foi fornecido pelo programa NASA-LBA, Fundação A. W. Mellon, INPA e Smithsonian Institution.

Literatura Citada

- ABRAMOVITZ, J. 1998. Taking a Stand: Cultivating a New Relationship with the World's Forests. Washington, D.C.: World Watch Institute.
- A CRÍTICA 2001. Combate deflagrado: operação é para evitar mais crimes ambientais. A Crítica, Manaus, Brazil, 26 May.
- ALVES, D. S., PEREIRA, J., DE SOUSA, C., SOARES, J. & YAMAGUCHI, F. (1999) Characterizing landscape changes in central Rondônia using Landsat TM imagery. International Journal of Remote Sensing 20: 2877-2882.
- AMARAL, S. S. 2001 Threat to the Amazon. The Independent, London, 26 January.
- BARBOSA, R. I. & FEARNSIDE, P. M. 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "El Niño" (1997/98). Acta Amazonica 29:513-534.
- BROWDER, J. O. & GODFREY, B. J. 1997. Rainforest Cities: Urbanization, Development, and Globalization of the Brazilian Amazon. New York: Columbia University Press.
- BROWN, K. & PEARCE, D. W. 1994. The Causes of Tropical Deforestation: The economic and Statistical analysis of Factors Giving Rise to the Loss of Tropical Forests. London, U.K: University College London Press.
- BUGGE, A. 2001. Destruction of Amazon jungle hits 5-year high. Reuters News Service, 15 May.
- CARVALHO, G., BARROS, A. C., MOUTINHO, P. & NEPSTAD, D. C. 2001. Sensitive development could protect the Amazon instead of destroying it. Nature 409: 131.
- COCHRANE, M. A., ALENCAR, A., SCHULZE, M., SOUZA, C., NEPSTAD, D., LEFEBVRE, P. & DAVIDSON, E. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamics of closed canopy tropical forests. Science 284: 1832-1835.
- COCHRANE, M. A. & SCHULZE, M. D. 1998. Forest fires in the Brazilian Amazon. Conservation Biology 12: 948-950.
- EHRlich, P. R., EHRlich, A. & DAILY, G. C. 1995. The Stork and the Plow. New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- ENVIRONMENTAL NEWS NETWORK 2000. Amazon timber stewards busted for bribes. Environmental News Network, 11 October.
- FEARNSIDE, P. M. 1986. Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest. New York: Columbia University Press.
- FEARNSIDE, P. M. 1987. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. In: The Geophysiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions, ed. R. F. Dickson, pp. 37-61. San Francisco, California: John Wiley.
- FEARNSIDE, P. M. 1990. Environmental destruction in the Amazon. In: The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?, eds. D. Goodman & A. Hall, pp. 179-225. London, UK: MacMillan.
- FEARNSIDE, P. M. 1993a. Desmatamento em Amazônia: quem tem razão o INPE ou a NASA? Ciência Hoje 16: 6-8.
- FEARNSIDE, P. M. 1993b. Deforestation in the Brazilian Amazon: the effect of population and land tenure. Ambio 8: 537-545.
- FEARNSIDE, P. M. 1997. Monitoring needs to transform Amazonian forest maintenance into a global warming-mitigation option. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 2: 285-302.
- FEARNSIDE, P. M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. Environmental Conservation 26: 305-321.
- FEARNSIDE, P. M. & FERRAZ, J. 1995. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. Conservation Biology 9: 1134-1147.
- FEARNSIDE, P. M., TARDIN, A. T. & MEIRA FILHO, L. G. 1990. Deforestation rate in Brazilian Amazonia. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, Brazil, 8 p.
- FRIENDS OF THE EARTH 1999. Programa Fogo: Emergência Crônica. Brazilian Amazonia, São Paulo, Brazil.

- GOIDANICH, R. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science Debates*, 26 January.
- GOODMAN, G. & HALL, A. 1990. *The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?* London, UK: MacMillan.
- HOMMA, A. K. O., WALKER, R. T., SCATENA, F., DE CONTO, A., CARVALHO, A. DA ROCHA, A., FERREIRA, C. & DOS SANTOS, A. 1992. *A Dinâmica dos Desmatamentos e das Queimadas na Amazônia: Uma Análise Microeconômica*. Unpublished manuscript, Belém, Brazil: EMBRAPA.
- IBGE. 2000. Censo Demográfico, Dados Distritais: XI Recenseamento Geral do Brasil Brasília: Brazilian Institute of Geography and Statistics.
- IMBERNON, J. 2000. Deforestation and population pressure in the state of Rondônia, *B r a z i l . Bois et Forêts des Tropiques* 266:23-33.
- INPE 1998. Deforestation estimates in the Brazilian Amazon, 1995-1997. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, Brazil.
- INPE 2000. Deforestation estimates in the Brazilian Amazon, 1998-1999. National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, Brazil.
- LAURANCE, W. F. 1998. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. *Trends in Ecology and Evolution* **13**: 411-415.
- LAURANCE, W. F. 2000. Mega-development trends in the Amazon: implications for global change. *Environmental Monitoring and Assessment* **61**: 113-122.
- LAURANCE, W. F. 2001. Tropical logging and human invasions. *Conservation Biology* **15**: 4-5.
- LAURANCE, W. F., COCHRANE, M. A., BERGEN, S., FEARNESIDE, P. M., DELAMONICA, P., BARBER, C., D'ANGELO, S. & FERNANDES, T. 2001a. The future of the Brazilian Amazon. *Science* **291**: 438-439.
- LAURANCE, W. F., FEARNESIDE, P. M., COCHRANE, M. A., D'ANGELO, S., BERGEN, S. & DELAMONICA, P. (2001b) Development in the Brazilian Amazon: response. *Science* **292**: 1652-1653.
- LAURANCE, W.F., ALBERNAZ, A.K.M., SCHROTH, G., FEARNESIDE, P.M., BERGEN, S., VENTOCINQUE, E.M. & DA COSTA, C. (submetido) Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*.
- MINISTÉRIO DE RELAÇÕES EXTERIORES 1998. Fernando Henrique lança programa contra incêndios florestais na Amazônia Legal. Brazilian Ministry of Foreign Relations, Brasília, Brazil.
- MORAN, E. F. 1981. *Developing the Amazon*. Bloomington: University of Indiana Press.
- NEPSTAD, D. C., KLINK, C., UHL, C., VIERA, I., LEFEBVRE, P., PEDLOWSKI, M., MATRICARDI, E., NEGREIROS, G., BROWN, I., AMARAL, E., HOMMA, A. & WALKER, R. (1997) Land-use in Amazonia and the cerrado of Brazil. *Ciencia e Cultura* **49**: 73-86.
- NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A., VERISSIMO, A., LEFEBVRE, P., SCHLESINGER, P., POTTER, C., NOBRE, C., SETZER, A., KRUG, T., BARROS, A., ALENCAR, A. & PEREIRA, J. 1998. Forest fire prediction and prevention in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology* **12**: 951-955.
- NEPSTAD, D. C., VERISSIMO, A., ALENCAR, A., NOBRE, C., LIMA, E., LEFEBRE, P., SCHLESINGER, P., POTTER, C., MOUTINHO, P., MENDOZA, E., COCHRANE, M. & BROOKS, V. 1999a. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* **398**: 505-508.
- NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A. G. & ALENCAR, A. A. 1999b. *Flames in the Rain Forest: Origins, Impacts, and Alternatives to Amazonian Fires*. Brasília, Brazil: Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest, The World Bank.
- O ESTADO DE SÃO PAULO 2001. Um rumo para a Amazônia. O Estado de S. Paulo, São Paulo, Brazil, 3 February.
- O LIBERAL 2001. Amazônia cede as terras e o governo se esquece das verbas. O Liberal, Belém, Brazil, 4 April.
- PHILLIPS, O. L., MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W. F., NUNEZ, P., VASQUEZ, R., LAURANCE, S. G., FERREIRA, L., STERN, M., S., BROWN & GRACE, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science* **282**: 439-442.
- SALATI, E. & VOSE, P. B. 1984. Amazon basin: a system in equilibrium. *Science* **225**: 129-138.
- SHEIL, D., BURSLEM, D. & ALDER, D. 1995. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* **83**: 331-333.
- SILVEIRA, J. P. 2001. Development in the Brazilian Amazon. *Science* **292**: 1651-1652.
- SKOLE, D. & TUCKER, C. J. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science* **260**: 1905-1910.

- SMITH, N. J. H. 1982. Rainforest Corridors: The Transamazon Colonization Scheme. Berkeley: University of California Press.
- STEININGER, M. K., TUCKER, C. J., ERSTS, P., KILLEEN, T. J., VILLEGAS, Z. & HECHT, S. B. 2001a. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* 15:856-866.
- STEININGER, M. K., TUCKER, C. J., TOWNSHEND, J. R. G., KILLEEN, T. J., DESCH, A., BELL, V. & ERSTS, P. 2001b. Tropical deforestation in the Bolivian Amazon. *Environmental Conservation* 28:127-134.
- UHL, C. & BUSCHBACHER, R. 1985. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. *Biotropica* 17: 265-268
- WEBER, D. 2001. Ministério contesta estudo sobre devastação. O Estado de S. Paulo, São Paulo, Brazil, 21 January.
- WOOD, C. H. & PERZ, S. 1996. Population and land-use change in the Brazilian Amazon. In: *Population Growth and Environmental Issues*, eds. S. Ramphal & S. Sindig, pp. 95-108. Westport, Connecticut: Praeger.
- WOOD, C. H. & SKOLE, D. 1998. Linking satellite, census, and survey data to study deforestation in the Brazilian Amazon. In: *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*, pp. 70-92. Washington, D.C.: National Academy Press.

Título: O desmatamento está se acelerando na Amazônia brasileira ?

Autor: William F. Laurance, Ana K. M. Albernaz, Carlos da Costa

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 -
<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN00102012002>

Recebido em 27 de agosto de 2001
Revisado em 22 de novembro de 2001
Publicado em 04 de março de 2002

ISSN 1676-0603

Biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae)

Pedro Luís Rodrigues de Moraes^{1,2}
Marcelo Corrêa Alves³

Biota Neotropica v2 (n1) <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01302012002>

Recebido em 17 de janeiro de 2002

Revisado em 26 de março de 2002

Aceito em 29 de abril de 2002

Pedro Luís Rodrigues de Moraes Bolsa FAPESP (99/05004-5) de Pós Doutorado

² Laboratório de Melhoramento de Plantas, CENA-USP, Caixa Postal 96, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil; Autor para correspondência: E-mail: plmoraes@cena.usp.br

³ Seção Técnica de Informática, ESALQ-USP, Caixa Postal 9, 13401-000, Piracicaba, SP, Brasil

Summary

[Biometry of fruits and diaspores of *Cryptocarya aschersoniana* Mez and *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae)]. Data of the biometry of fruits and diaspores of *Cryptocarya aschersoniana* Mez and *C. moschata* Nees are presented. Fruits were collected from 12 populations of seven different localities of southeast Brazil. Using the logistic regression and the linear discriminant analysis, the species were classified according to the equations generated by these techniques. For entire fruits, the variables length, diameter, surface and volume were selected and accounted for 94.4% of concordance among the associations of expected and observed probabilities. Similarly, the variables length, diameter, surface and volume of diaspores were selected accounting for 88.0% of concordance. Cluster analysis was also performed. Variances within and among plants were observed in fruits and diaspores of both species. All variables were important for discrimination of groups. The three groups obtained either for fruits or diaspores were related with a gradation in their dimensions. Distinct grouping indicates presence of genetic variability within collected material. Additionally, to determine whether there was occurrence of isometry, the allometric relationships between length and diameter in fruits and diaspores were examined. Using the major axis technique, the $\ln(\text{diameter})$ on $\ln(\text{length})$ for fruits and diaspores were regressed. Fruits of *C. aschersoniana* tended to show positive allometry, while those of *C. moschata* tended to present isometry. For diaspores, both species had a tendency towards positive allometry.

Keywords - Biometry, allometry, fruit size, fruit shape, major axis regression, cluster.

Resumo

[Biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae)]. Apresentam-se os dados da biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *C. moschata* Nees (Lauraceae). Os frutos foram coletados de 12 populações de sete localidades diferentes do sudeste brasileiro. Utilizando-se a regressão logística e a análise de função linear discriminante, as espécies foram classificadas de acordo com as equações geradas por essas técnicas. Para os frutos, as variáveis comprimento, diâmetro, superfície e volume foram selecionadas e apresentaram 94,4% de concordância entre as associações de probabilidades esperadas e observadas. Similarmente, as variáveis comprimento, diâmetro, superfície e volume de diásporos foram selecionadas e apresentaram 88,0% de concordância. Realizou-se análise de agrupamento. Observou-se variabilidade dentro e entre plantas nos frutos e nos diásporos de ambas as espécies. Todas as variáveis foram importantes na discriminação dos grupos. Os três grupos formados tanto para frutos como para diásporos basearam-se numa gradação de suas dimensões. A obtenção de grupos distintos indica presença de variabilidade genética no material coletado. Adicionalmente, examinaram-se as relações alométricas entre o comprimento e o diâmetro de frutos e diásporos para a determinação de ocorrência de isometria. Utilizou-se a técnica do "eixo maior" para a regressão do $\ln(\text{diâmetro})$ pelo $\ln(\text{comprimento})$ de frutos e diásporos. Os frutos de *C. aschersoniana* apresentaram tendência à alometria positiva, enquanto que os de *C. moschata* uma tendência à isometria. Para diásporos, ambas as espécies apresentaram tendência à alometria positiva.

Palavras-chave - Biometria, alometria, tamanho de frutos, forma de frutos, regressão de eixo maior, agrupamento

Introdução

A família Lauraceae é pantropical possuindo cerca de 50 gêneros (Rohwer 1993a), tendo provavelmente um número de espécies entre 2.500 e 3.500, distribuídas predominantemente na América tropical e subtropical, sudeste asiático, Oceania, Madagascar e algumas poucas espécies na África (Rohwer 1993b). Estima-se que o número de espécies neotropicais existentes esteja em torno de 700 a 800, pertencentes a 31 gêneros (van der Werff 1988, 1991). *Cryptocarya* é pantropical com cerca de 350 espécies, a maioria delas na Malásia (Rohwer 1993b), e cerca de 10 espécies na América do Sul (Kostermans 1937, Vattimo-Gil 1966). O nome *Cryptocarya* significa fruto escondido (do grego, *kryptos* - escondido e *káryon* fruto), devido ao completo envolvimento do fruto pelo eixo floral acrescente (Bernardi 1962, Vattimo-Gil 1966), principal caráter que distingue este gênero dos demais dentro da família.

Segundo Vattimo-Gil (1966), ocorreriam sete espécies do gênero na Mata Atlântica brasileira: *C. aschersoniana* Mez, *C. granulata* Vattimo-Gil, *C. jacarepaguensis* Vattimo-Gil, *C. micrantha* Meisn., *C. minima* Mez, *C. moschata* Nees e *C. saligna* Mez. Em vista da distribuição geográfica e abundância relativa dos indivíduos, aliados às dificuldades presentes na identificação dos espécimens, as espécies *C. aschersoniana* e *C. moschata* foram consideradas as de maior interesse para o desenvolvimento deste trabalho. Tem-se que *C. aschersoniana* ocorre do Rio Grande do Sul ao Espírito Santo, com presença também em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás; *C. moschata* distribui-se do Rio Grande do Sul até Pernambuco, predominantemente ao longo da Escarpa Atlântica (Coe-Teixeira 1965, Kostermans 1937, 1938, Vattimo-Gil 1966). As espécies *C. aschersoniana* e *C. moschata* apresentam áreas de sobreposição, principalmente no sul e sudeste, sendo que a primeira ocorre predominantemente nas áreas de mata mesófila semidecídua, enquanto que a segunda ocorre quase que exclusivamente ao longo da mata atlântica *sensu stricto* (Joly et al. 1999). O tamanho e a forma dos frutos são freqüentemente utilizados nas descrições das espécies brasileiras de *Cryptocarya*, podendo ser características discriminantes destas. Porém, estes caracteres geralmente não são avaliados por estudos de campo que descrevam os padrões morfológicos e morfométricos encontrados ao longo da distribuição geográfica, a partir de material fresco (Howard 1981). Na literatura, tem-se que as dimensões dos frutos das espécies estudadas, em sua grande maioria, são provenientes de exsicatas de herbário, sendo que a porção carnosa dos frutos, que é oriunda do receptáculo floral, encontra-se consideravelmente diminuída pelo processo de desidratação. Desta forma, *C. aschersoniana* apresenta frutos com um tamanho máximo de 3,0 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro, enquanto *C. moschata* apresenta frutos com até 2,8 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro, valores esses que não representam as médias e são obtidos da mensuração de um número reduzido de frutos desidratados, a partir de material de herbário (Mez

1889, Kostermans 1937, 1938, Vattimo-Gil 1966, 1979).

Este trabalho teve como objetivo investigar se as variáveis morfométricas de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e de *C. moschata* Nees são adequadas por si só para a discriminação das espécies estudadas, avaliando quantitativamente a variabilidade dentro e entre espécies.

Material e Métodos

O material utilizado no presente trabalho constou de frutos maduros das espécies *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *C. moschata* Nees, coletados em diversas áreas do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais (tabela 1).

A identificação das espécies foi feita a partir de material herborizado e depositado no herbário da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESA), sob os números: *Cryptocarya aschersoniana*, ESA: 65.041, 65.042, 65.043, 65.044, 65.045, 65.046, 65.048, 65.049, 65.050, 65.051, 65.052, 65.054, 65.059, 65.061; *Cryptocarya moschata*, ESA: 5.721, 5.722, 5.723, 5.736, 6.942, 7.118, 7.139, 7.837.

A coleta dos frutos foi feita diretamente nas copas, ou sob as árvores marcadas, a partir de frutos caídos, evitando-se coletar aqueles que estivessem predados ou danificados, certificando-se de não serem oriundos de árvores vizinhas. Os frutos coletados foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e foram transportados para o laboratório.

No laboratório, foram medidos o comprimento e o diâmetro dos frutos inteiros através de um paquímetro. Os diásporos (pericarpo + semente) foram medidos após a remoção da parte pulposa, feita com o auxílio de um canivete, ou por simples pressão entre os dedos.

Para o cálculo da superfície e volume dos frutos e diásporos, utilizou-se a metodologia proposta por Turrel (1946), descrita em Moraes & Alves (1997).

Metodologias para discriminação das espécies através da biometria de frutos e diásporos foram desenvolvidas através de análise discriminante (PROC DISCRIM, SAS Institute 1989) e regressão logística (PROC LOGISTIC, SAS Institute 1989). As análises foram feitas separadamente para frutos inteiros e diásporos porque, no momento da separação, não foi mantida a correspondência entre frutos e respectivos diásporos.

Foi aplicada a técnica *stepwise* (passo a passo) para seleção de variáveis que compuseram o modelo, e foi testada a existência de multicolinearidade entre as variáveis selecionadas (VIF, índice de condicionamento e tolerância).

Utilizando-se da técnica do "eixo maior" ou "eixo principal" (*major axis* ou *principal axis*; Jolicouer & Heusner 1971, Sokal & Rohlf 1995), calculou-se a regressão de Modelo II adotado em vista da existência de erros nas duas variáveis e inexistência de uma variável independente. A técnica aplicada nas variáveis diâmetro vs. comprimento de fruto e diâmetro vs. comprimento de diásporo permite testar a presença ou ausência de

similaridade geométrica de frutos e diásporos, conforme discussão apresentada por Mazer & Wheelwright (1993). A técnica permite testar a hipótese de nulidade de isometria (forma se mantém constante através da amplitude de tamanhos). A hipótese alternativa, por sua vez, nos dá indícios de alometria (LaBarbera 1989), onde são constatados indícios de que há modificação de forma em decorrência de variação dos tamanhos.

Quando o coeficiente da regressão se aproxima de 1, não há indícios de que se deva rejeitar a hipótese de nulidade, o que implica na aceitação da idéia de isometria. Valores diferentes de 1 dão indícios de que se deva rejeitar a hipótese de nulidade, o que conduz à idéia da existência de alometria.

Este tipo de regressão difere da regressão ordinária calculada pelo método de mínimos quadrados e há uma inversão da hipótese de nulidade testada através dela. Conclusões à respeito da proximidade do coeficiente a 1 se embasam no intervalo de confiança (5%) calculado para o parâmetro estimado.

Adicionalmente, fez-se uma análise de agrupamento por árvores das duas espécies, a partir das médias das variáveis envolvidas para frutos inteiros e diásporos, pelo procedimento CLUSTER (SAS Institute 1989) que se baseia na distância Euclidiana. Selecionou-se o método de ligação média (*average linkage*) para realização do agrupamento.

Para *Cryptocarya aschersoniana* foram utilizados 1.487 frutos inteiros e 1.283 diásporos de 37 e 36 árvores, respectivamente (coletados em 2000). Para *C. moschata*, foram utilizados nas análises 1.892 frutos inteiros e 1.764 diásporos de 22 árvores (coletados em 1992).

Resultados e Discussão

A partir das medições básicas de comprimento e diâmetro de frutos e diásporos, foram calculadas as respectivas razões entre diâmetro e comprimento, bem como suas superfícies e volumes, com o intuito de melhor representar suas formas e tamanhos. Em média, as dimensões dos frutos inteiros de *C. aschersoniana* foram significativamente maiores que as de *C. moschata*. Por outro lado, as dimensões dos diásporos de ambas as espécies mostraram-se, em média, bastante semelhantes (tabela 2), não revelando uma descontinuidade marcante entre as espécies. Os resultados obtidos mostram que as distribuições se sobrepõem, para todas as variáveis, concordando com o fato de que ambas as espécies são bastante similares morfológicamente, o que faz com que a identificação das mesmas, a partir de material herborizado, possa tornar-se difícil. Isto pode ser constatado pela grande confusão encontrada nas identificações desses materiais nos herbários. No campo, as espécies também são confundidas quando ocorrem associadas no mesmo local, promovendo um tratamento similar de nomes populares, tais como: canela-batalha, batalha, batalheira, ou canela-fogo. Adicionalmente, dados isoenzimáticos corroboram as evidências morfológicas e de anatomia de madeira

(Richter 1981) de que essas espécies são bastante próximas geneticamente (P.L.R. Moraes, dados não publicados).

As funções lineares discriminantes com as variáveis selecionadas resultaram em modelos cujas estimativas mais se associaram aos dados originais, quando comparados aos das estimativas obtidas pela análise de regressão logística e através da análise discriminante com todas as variáveis. Na análise discriminante com as variáveis comprimento, diâmetro, superfície e volume de frutos inteiros, obteve-se 94,4% de concordância entre as associações de probabilidades esperadas e observadas, com altos coeficientes de correlação (Somers' D = 0,889; Gamma = 0,890; Tau-a = 0,438; c = 0,945), e com porcentagens semelhantes entre a sensibilidade e a especificidade na tabela de classificação (81,7% e 88,8%, respectivamente). Da mesma forma, as variáveis comprimento, diâmetro, superfície e volume foram selecionadas para diásporos, com 88,0% de concordância, e também com altos coeficientes de correlação (Somers' D = 0,762; Gamma = 0,763; Tau-a = 0,379; c = 0,881), e com maior porcentagem de especificidade do que a de sensibilidade na tabela de classificação (84,8% e 63,2%, respectivamente). Tudo isto nos dá indícios da boa associação entre as estimativas calculadas através da análise discriminante e a verdadeira espécie à qual pertenciam os frutos, dando crédito à ferramenta desenvolvida.

As variáveis razão diâmetro/comprimento, de frutos e de diásporos, foram excluídas do modelo em decorrência dos indícios de multicolinearidade detectados através do VIF (fator de inflação de variâncias e índices de condicionamento).

Desta forma, para frutos inteiros, a análise discriminante resultou nas seguintes funções lineares discriminantes:

$$C. aschersoniana = -633,27 + 356,69(\text{comprimento}) + 607,83(\text{diâmetro}) - 41,42(\text{superfície}) - 41,16(\text{volume})$$

$$C. moschata = -616,99 + 355,31(\text{comprimento}) + 598,55(\text{diâmetro}) - 40,29(\text{superfície}) - 42,96(\text{volume})$$

Para diásporos, as equações foram:

$$C. aschersoniana = -2.213 + 1.235(\text{comprimento}) + 3.079(\text{diâmetro}) - 176,64(\text{superfície}) - 462,18(\text{volume})$$

$$C. moschata = -2.255 + 1.254(\text{comprimento}) + 3.114(\text{diâmetro}) - 183,65(\text{superfície}) - 456,87(\text{volume})$$

Para se testar a validade da análise discriminante e sua adequação, submetem-se os dados a um processo de reclassificação que indicou que 82,65% de frutos de *C. aschersoniana* foram classificados corretamente em *C. aschersoniana*. Para frutos de *C. moschata*, a classificação em *C. moschata* foi de 87,16%. A partir do modelo obtido através das medidas de diásporos, observa-se que a classificação correta daqueles de *C. aschersoniana* foi de 61,50%, sendo de 77,20% para aqueles de *C. moschata* (tabela 3).

Com base nesses resultados apresentados pelas análises de regressão logística e de função linear discriminante, evidenciou-se a existência de uma grande homogeneidade dentro dos grupos formados pelas

espécies, a partir dos dados das variáveis selecionadas, o que possibilitou uma classificação adequada, com uma alta porcentagem de concordância, para cada espécie. No entanto, em vista da utilização de variáveis quantitativas em que a variação pode ser influenciada sobremaneira por causas de variação não mensuráveis no campo, não se pode afirmar taxativamente que a biometria de frutos possa ser utilizada como ferramenta determinante da classificação das espécies estudadas. Sendo assim, não se descarta a utilização das tradicionais variáveis qualitativas para a classificação nos grupos taxonômicos. Entretanto é bastante promissora a possibilidade de se utilizar o método de classificação biométrico como uma análise preliminar em vista da facilidade e rapidez de aplicação.

Além de uma ferramenta preliminar, propõe-se a classificação biométrica como uma ferramenta auxiliar, sendo mais uma informação para os casos nos quais a classificação tradicional se mostre insuficiente ou gere uma classificação duvidosa. Por fim, embora não sendo absolutamente confiável, demonstra-se que a classificação baseada na biometria pode ser capaz de uma boa probabilidade de acertos, o que pode torná-la útil em situações em que não se disponham de condições para a aplicação do método tradicional, ou em que se possam tolerar as probabilidades de erro envolvidas no processo de classificação através da biometria, devidamente quantificadas através das estatísticas que avaliam os métodos de classificação.

A decisão em se utilizar variáveis quantitativas e a presente abordagem biométrica deveu-se pela impossibilidade de utilização de caracteres qualitativos da morfologia de frutos, tais como presença ou ausência de costulação no pericarpo do fruto, na distinção destas espécies. Moraes & Paoli (1995) mostraram a inadequação deste caráter para a caracterização de indivíduos de *C. moschata*, por variar inclusive dentro de um mesmo indivíduo, que pode apresentar frutos lisos ou costulados. Da mesma forma, com a obtenção dos frutos de *C. aschersoniana* para o presente trabalho, foi possível observar este mesmo fato ocorrendo entre e dentro dos indivíduos das populações amostradas. Ainda, o caráter coloração da parte pulposa do fruto também mostrou-se altamente variável dentro e entre as espécies.

Sob o contexto da forma e tamanho dos frutos, para todas as árvores de *C. aschersoniana*, a linha de regressão do "eixo maior" foi: $\ln(\text{diâmetro de fruto}) = -0,2134 + 1,3078 \ln(\text{comprimento de fruto})$, com o coeficiente angular apresentando alometria positiva significativa (figura 1A). Em sete das 37 árvores de *C. aschersoniana*, o coeficiente angular calculado foi <1 , sendo que em cinco casos este não foi significativamente <1 . Com isto, apenas duas árvores apresentaram alometria negativa significativa. Das 30 árvores que apresentaram coeficiente angular >1 , 13 apresentaram alometria positiva significativa, uma vez que tiveram o limite inferior do IC >0 . O coeficiente angular médio (omitindo-se quatro árvores em que a alta variância na forma dos frutos produziu um coeficiente angular inflacionado) foi 1,2015 (

0,3096; amplitude 0,2758-1,7942; $n = 34$ árvores); a mediana incluindo-se todas as árvores foi 1,207. Os coeficientes de *C. aschersoniana* indicam que a maior parte das árvores tem relação de dimensões variáveis em função do tamanho do fruto. Por se tratar de uma alometria positiva, o aumento em comprimento do fruto não está associado a um aumento correspondente do diâmetro, que neste caso é maior. Desta forma, um menor desenvolvimento em comprimento do que em diâmetro resulta em frutos mais achatados (oblatos) do que globosos (esféricos) ou alongados (prolatos).

Para todas as árvores de *C. moschata* (figura 1B), a linha de regressão foi: $\ln(\text{diâmetro de fruto}) = 0,2509 + 0,8789 \ln(\text{comprimento de fruto})$, com o coeficiente angular apresentando alometria negativa não significativa, ou isometria. Para cada árvore individualmente, oito das 22 apresentaram coeficiente angular <1 , sendo que apenas três tiveram uma alometria negativa significativa. Das 14 árvores com coeficiente angular >1 , três apresentaram alometria positiva significativa. O coeficiente angular médio (omitindo-se duas árvores com coeficientes inflacionados) foi 1,0416 (0,3046; amplitude 0,3151-1,5570; $n = 20$); o coeficiente angular mediano incluindo-se todas as árvores foi 1,0739. Com isto, de forma diversa ao encontrado aqui para os frutos de *C. aschersoniana*, tem-se que o aumento em comprimento do fruto de *C. moschata* apresentou-se com tendência a um aumento correspondente do diâmetro, resultando em frutos predominantemente esféricos a prolatos.

Para os diásporos de todas as árvores de *C. aschersoniana* (figura 1C), a linha de regressão foi dada pela equação: $\ln(\text{diâmetro}) = 0,2333 + 1,2979 \ln(\text{comprimento})$, com b indicando uma alometria positiva significativa. Em 13 das 36 árvores, o coeficiente angular foi <1 , com apenas uma apresentando alometria negativa significativa. Das 23 árvores com coeficiente angular >1 , apenas quatro apresentaram alometria positiva significativa. O coeficiente angular médio (omitindo-se cinco árvores com coeficientes inflacionados) foi 1,0971 (0,3414; amplitude 0,3199-1,8911; $n = 30$); o coeficiente angular mediano incluindo-se todas as árvores foi 1,1546.

A relação obtida para os diásporos de todas as árvores de *C. moschata* (figura 1D) foi dada pela equação: $\ln(\text{diâmetro}) = -1,1480 + 4,6380 \ln(\text{comprimento})$, com b também apresentando alometria positiva significativa. Apenas duas das 22 árvores apresentaram coeficiente angular <1 , com nenhuma apresentando alometria negativa significativa. Das 20 árvores com coeficiente angular >1 , 10 apresentaram alometria positiva significativa. O coeficiente angular médio (omitindo-se cinco árvores com coeficientes inflacionados) foi 1,3108 (0,4503; amplitude -0,2527-1,7989; $n = 18$); a mediana incluindo-se todas as árvores foi 1,4993.

As diferenças na forma de frutos e diásporos das espécies estudadas, conforme a descrição apresentada por Moraes & Paoli (1996), para *C. moschata*, podem ser causadas pela variação de seus tamanhos, como observado por Gould (1966), que aponta para a falha no entendimento

da relação entre tamanho e forma como causa que tem levado os taxonomistas a enfatizar a variação na forma, quando, na realidade, é o tamanho que está variando. No entanto, Moraes & Alves (1997) mostraram que para a espécie *C. moschata*, pela razão diâmetro/comprimento, tem-se que a maioria dos indivíduos da população do Parque Estadual Carlos Botelho apresentou frutos estritamente prolatos (16 indivíduos), enquanto que para os outros 11 indivíduos encontrou-se frutos prolatos, esféricos e oblatos, com apenas um destes indivíduos com frutos estritamente oblatos, mostrando que esta relação entre diâmetro e comprimento de frutos está associada à forma dos mesmos e reflete a variabilidade encontrada dentro da população. Adicionalmente, a análise de regressão do "eixo maior", para todas as árvores de *C. moschata*, também indicou uma tendência à isometria, ou seja, uma constância na forma tanto para frutos pequenos como para frutos grandes. No entanto, pela análise individualizada de todas as árvores, ficou evidenciado que podem ocorrer situações em que há uma maior alongação dos frutos com o aumento em tamanho (alometria negativa), ou seja, o comprimento do fruto aumenta a uma taxa maior que a do diâmetro, bem como pode haver um maior achatamento (alometria positiva), em que o diâmetro do fruto aumenta a uma taxa maior que a do comprimento. De forma semelhante, para os indivíduos de *C. aschersoniana*, tem-se que seis indivíduos apresentaram frutos inteiros estritamente prolatos, 20 com frutos predominantemente prolatos, apenas um com frutos estritamente oblatos, e 10 com frutos predominantemente oblatos. Contudo, a análise de regressão do "eixo maior" para todas as árvores de *C. aschersoniana* mostrou uma tendência a uma alometria positiva, indicando a ocorrência de um maior achatamento dos frutos com o aumento em tamanho. Esses resultados discordam da tendência encontrada para a família Lauraceae de apresentar uma alometria negativa (alongação), conforme apontado por Mazer & Wheelwright (1993). No entanto, esses autores sugerem a presença de alometria negativa em 16 das 20 espécies de Lauraceae de Monteverde, Costa Rica, apesar dos coeficientes angulares não terem sido significativamente diferentes de isometria, na maioria das espécies, o que significa dizer que é uma falsa tendência. Contudo, as espécies estudadas por esses autores na Costa Rica tinham seus diásporos dispersados por aves, enquanto que as duas espécies de *Cryptocarya* aqui tratadas são predominantemente dispersadas por primatas. Desta forma, a discordância da "tendência da família Lauraceae" pode ser decorrente apenas de adaptação diferenciada a vetores de dispersão distintos.

Para os diásporos, tem-se que apenas um indivíduo de *C. moschata* apresentou-os prolatos e esféricos, enquanto que todos os demais apresentaram diásporos estritamente prolatos. Apesar disto, a análise de regressão do "eixo maior" mostrou uma tendência dessa espécie produzir diásporos que aumentam mais rapidamente em diâmetro do que em comprimento com o tamanho (alometria positiva). Pela análise individualizada das árvores, a análise de regressão do "eixo maior" também

mostrou a ausência de alometria negativa significativa. Para os indivíduos de *C. aschersoniana*, com exceção de dois que apresentaram diásporos prolatos e oblatos e um com diásporos prolatos e esféricos, todos os outros apresentaram diásporos estritamente prolatos. A análise de regressão do "eixo maior" para todas as árvores indicou uma tendência à alometria positiva, porém, a análise individualizada mostrou que a maior parte das árvores tendeu à isometria. Esses resultados também discordam da tendência encontrada por Mazer & Wheelwright (1993), de alometria negativa para diásporos de espécies de Lauraceae.

Pela análise de agrupamento para as variáveis de frutos inteiros, observa-se a formação de três grupos de indivíduos (figura 2). O primeiro grupo é formado por 20 indivíduos, sendo 19 de *C. moschata* e apenas um de *C. aschersoniana*. Neste grupo, foram englobados aqueles indivíduos que apresentaram frutos pequenos, com médias de dimensões variando entre 1,93 e 2,60 cm de comprimento, 1,52 e 2,24 cm de diâmetro, 9,72 e 15,04 cm² de superfície, e 2,76 e 5,52 cm³ de volume. Com exceção dos indivíduos CB19 e BR01, cujos frutos eram predominantemente oblatos, todos os demais possuíam frutos predominantemente prolatos. Desta forma, apreende-se que este agrupamento englobou quase a totalidade dos indivíduos de *C. moschata*, cujos frutos são relativamente menores, e o indivíduo de *C. aschersoniana* que possuía frutos com dimensões semelhantes aos da primeira, e que foi coletado na Fazenda Barreiro Rico em área denominada por "cerrado". O segundo agrupamento englobou 31 indivíduos, sendo 28 de *C. aschersoniana* e apenas três de *C. moschata*, em que os frutos eram de tamanho intermediário, variando com médias entre 2,18 e 2,73 cm de comprimento, 2,11 e 2,58 cm de diâmetro, 15,46 e 20,39 cm² de superfície, e 5,70 e 8,85 cm³ de volume. Por sua vez, o terceiro agrupamento reuniu os oito indivíduos de *C. aschersoniana* que possuíam em média as maiores dimensões, variando entre 2,61 e 2,99 cm de comprimento, 2,50 e 2,69 cm de diâmetro, 21,75 e 24,45 cm² de superfície, e 9,42 e 11,16 cm³ de volume. Com isto, tem-se mais uma vez que a ausência de uma nítida descontinuidade, ou seja, de um intervalo entre as distribuições dos valores de uma variável das duas espécies, fez com que os grupos 1 e 2 apresentassem elementos de ambas.

De forma semelhante, a análise de agrupamento das medidas de diásporos também formou três grupos, apresentando adicionalmente um indivíduo que não se agrupou (figura 3). O primeiro grupo é formado por 32 indivíduos, sendo 18 de *C. aschersoniana* e 14 de *C. moschata*, englobando aqueles com dimensões que variaram em média entre 1,91 e 2,54 cm de comprimento, 1,38 e 1,63 cm de diâmetro, 8,85 e 9,93 cm² de superfície, e 2,36 e 2,79 cm³ de volume. O segundo grupo, composto por 11 indivíduos de *C. aschersoniana* e quatro de *C. moschata*, abrangeu aqueles com variação em termos médios entre 1,81 e 2,19 cm de comprimento, 1,29 e 1,55 cm de diâmetro, 7,27 e 8,67 cm² de superfície, e 1,76 e 2,33 cm³ de volume, contendo, desta forma, diásporos menores que os

do grupo anterior. O terceiro grupo foi formado por seis indivíduos de *C. aschersoniana* e quatro de *C. moschata*, os quais apresentaram os diásporos com grandes dimensões, variando em média entre 2,07 e 2,45 cm de comprimento, 1,53 e 1,84 cm de diâmetro, 10,20 e 11,62 cm² de superfície, e 2,96 e 3,72 cm³ de volume. O indivíduo não agrupado apresentou diásporos com médias de 2,56 cm de comprimento, 1,86 cm de diâmetro, 14,22 cm² de superfície, e 4,71 cm³ de volume.

As análises de agrupamento para as variáveis de frutos inteiros e de diásporos estabeleceram uma separação dos indivíduos das espécies de *Cryptocarya* em função da dimensão de seus frutos e diásporos. Com isto, distinguiram-se três agrupamentos de indivíduos, para frutos inteiros, com frutos pequenos, de tamanho intermediário, e com frutos relativamente grandes, respectivamente. Da mesma forma, para os diásporos, os três agrupamentos formados também foram estabelecidos a partir de uma gradação de indivíduos com diásporos pequenos, intermediários e grandes. A análise de agrupamento dos indivíduos para os frutos inteiros mostrou haver uma maior homogeneidade dentro dos grupos formados por cada espécie, do que o apresentado pela análise de agrupamento para os diásporos, o que já havia sido indicado pelas análises de regressão logística e de função linear discriminante. Observa-se uma grande variação na relação entre as dimensões de frutos inteiros dos indivíduos com as respectivas dimensões de seus diásporos. Desta forma, dos 20 indivíduos do primeiro agrupamento (frutos pequenos), quatro apresentaram diásporos pequenos, 13 com diásporos intermediários, e três com diásporos grandes. Dos 31 indivíduos do segundo agrupamento (frutos intermediários), 10 apresentaram diásporos pequenos, 15 com diásporos intermediários, e cinco com diásporos grandes. Dos oito indivíduos do terceiro agrupamento (frutos grandes), nenhum apresentou diásporos pequenos, quatro apresentaram diásporos intermediários, dois com diásporos grandes, e um com diásporos muito grandes. Com isto, tem-se que os frutos inteiros de *C. moschata*, da população de Carlos Botelho - SP, são menores, em sua grande maioria, que os de *C. aschersoniana* do interior do mesmo estado e sul de Minas Gerais. No entanto, esta predominância de frutos pequenos em *C. moschata* não está necessária e diretamente associada a uma relação recíproca de produção de diásporos também pequenos, sendo que a maioria de seus indivíduos apresentaram diásporos com dimensões intermediárias. Da mesma forma, os frutos inteiros e predominantemente maiores de *C. aschersoniana* também apresentaram variação quanto ao tamanho de seus diásporos, havendo uma predominância de indivíduos que produziram frutos intermediários com diásporos intermediários. Adicionalmente, o fato de se obter agrupamentos distintos e de os mesmos não serem formados em função das localizações desses indivíduos, indica que a variação encontrada nas dimensões de seus frutos e diásporos não é promovida apenas por fatores ambientais, mas também por variabilidade genética populacional. Esses resultados são semelhantes aos

reportados por Sano et al. (1999), para frutos e sementes de *Dipteryx alata* Vog.

Cabe ressaltar que o tamanho de alguns frutos de *C. aschersoniana* amostrados aqui foi maior do que o descrito na literatura. Isto pode ser explicado pela amostragem deste trabalho ter abrangido uma maior amplitude de variação dentro das espécies estudadas do que aquelas realizadas apenas com os materiais disponíveis nos herbários, que por sua vez são bastante escassos, apesar de referirem-se a uma representatividade geográfica das espécies muito maior do que a amostragem realizada no presente estudo. Adicionalmente, os espécimens de herbário, por perda de água, têm o seu tamanho e forma alterados, o que geralmente se dá por uma diminuição de suas proporções, além do fato de muitos serem coletas de indivíduos com frutos ainda imaturos, o que nem sempre é mencionado por seus coletores. Desta forma, as mensurações apresentadas aqui para a amostragem realizada em *C. aschersoniana* revelaram dimensões de diâmetros principal e consideravelmente superiores aos registrados na literatura. Outro fator a ser considerado refere-se ao fato de que dentro do binômio *C. aschersoniana* Mez existem pelo menos três diferentes morfoespécies cujos *status* taxonômicos permanecem duvidosos quanto a se realmente representam uma única espécie biológica. Desta forma, tem-se que os indivíduos amostrados no presente trabalho pertencem todos ao mesmo padrão morfológico encontrado nas populações do Planalto de São Paulo e sul de Minas Gerais, semelhante àquele apresentado pela coleta de Sellow s.n. (B+, duplicatas e/ou fragmentos em E, F, K, KIEL, L, LE, NY e US), localidade não indicada, que é um dos sintipos de *C. moschata* Nees, mas que na revisão feita por Kostermans (1937, 1938) foi sinonimizado em *C. aschersoniana* Mez. Por outro lado, indivíduos provenientes principalmente do sul do Brasil, com o padrão típico de *C. aschersoniana* senso Mez (1889), holótipo Sellow s.n., local não indicado (B+, fragmento em F), apresentam frutos e diásporos notoriamente menores que os do padrão anterior, sendo inclusive menores que os de *C. moschata*, com diásporos majoritariamente sem costulação alguma.

A importância de se ressaltar esta ocorrência deve-se ao fato de que as dimensões dos frutos, especialmente o diâmetro, têm mostrado uma associação significativa com o tipo de dispersor, tendendo a aumentar com o aumento da participação de mamíferos entre os agentes dispersores (Jordano 1995). O gênero *Cryptocarya* está entre aqueles que demonstram uma tendência para um aumento em tamanho médio de fruto, a partir de congêneros dispersados por aves, com valores intermediários para táxons com dispersão mista (aves e mamíferos), culminando com os de dispersão por mamíferos (Jordano 1995). As duas espécies estudadas aqui apresentam frutos e diásporos grandes, reduzindo o número de dispersores de seus diásporos (P.L.R Moraes, dados não publicados). Tanto *C. aschersoniana* como *C. moschata* possuem frutos dispersados pelo *Brachyteles arachnoides* (Primates, Cebidae) [Moraes & Paoli, 1995, C.T. Assumpção, dados não publicados], assim como por

Alouatta fusca (Kuhlmann 1975, Galetti et al. 1994).

Adicionalmente, o tamanho de diásporos de espécies arbóreas tropicais é uma característica da história vital que pode afetar o valor adaptativo das árvores-mãe e do processo de regeneração da população. Tem-se observado que os diásporos grandes aumentam o sucesso germinativo, o crescimento e sobrevivência da plântula, como consequência da produção de plântulas mais vigorosas e competitivamente superiores. Como exemplo, tem-se um estudo realizado com *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser, onde encontrou-se que o tamanho da plântula estava altamente relacionado com o tamanho do diásporo, sendo que a alocação de biomassa nas raízes foi proporcionalmente maior em plântulas oriundas de diásporos pequenos, enquanto que a alocação em folhas foi maior naquelas oriundas de diásporos grandes (Chacon et al. 1998). Sob condições particulares, a seleção pode favorecer a evolução de diásporos grandes em detrimento dos custos potenciais em se reduzir sua dispersão. Por exemplo, os diásporos grandes podem ser necessários para o estabelecimento bem sucedido de plântulas sob condições de baixa luminosidade (Mazer & Wheelwright 1993), fato este observado para *C. moschata* (Moraes & Paoli 1999).

Agradecimentos

Ao Instituto Florestal de São Paulo, Instituto de Botânica, Prefeitura Municipal de Campinas e a José Carlos Reis de Magalhães, pela autorização de coleta de material.

Referências bibliográficas

- BERNARDI, L. 1962. Lauraceae. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Talleres Graficos Universitarios, Merida.
- CHACON, P., BUSTAMANTE, R. & CAROLINA, H. 1998. The effect of seed size on germination and seedling growth of *Cryptocarya alba* (Lauraceae) in Chile. *Rev. Chilena Hist. Natur.* 71:189-197.
- COE-TEIXEIRA, B. 1965. Lauráceas do Estado de São Paulo - II: *Cryptocarya*. *Arq. Bot. São Paulo* 4:3-8.
- GALETTI, M., PEDRONI, F. & MORELATTO, L.P.C. 1994. Diet of the brown howler monkey *Alouatta fusca* in a forest fragment in southeastern Brazil. *Mammalia* 58:111-118.
- GOULD, S.J. 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biol. Rev.* 41:587-640.
- HOWARD, R.A. 1981. Nomenclatural notes on the Lauraceae of the Lesser Antilles. *J. Arnold Arbor.* 62:45-62.
- JOLICOUER, P. & HEUSNER, A.A. 1971. The allometry equation in the analysis of the standard oxygen consumption and body weight of the white rat. *Biometrics* 27:841-855.
- JOLY, C.A., AIDAR, M.P.M., KLINK, C.A., McGRATH, D.G., MOREIRA, A. G., MOUTINHO, P., NEPSTAD, D.C., OLIVEIRA, A.A., POTT, A., RODAL, M.J.N. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phyto geography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51:331-348. (<http://www.unicamp.br/ib/botanica/CCultura1.htm>)
- JORDANO, P. 1995. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. *Am. Nat.* 145:163-191.
- KOSTERMANS, A.J.G.H. 1937. Revision of the Lauraceae II. The genera *Endlicheria*, *Cryptocarya* (american species) and *Licaria*. *Med. Bot. Mus. Herb. Rijk. Univ. Utrecht* 42:500-609.
- KOSTERMANS, A.J.G.H. 1938. Revision of the Lauraceae III. The genera *Aiouea*, *Systemonodaphne*, *Urbanodendron*, *Mezilaurus*; additions and corrections to *Licaria* and *Cryptocarya*. *Recueil. Trav. Bot. Néerl.* 35:56-129.
- KUHLMANN, M. 1975. Adenda alimentar dos bugios. *Silvic. S. Paulo* 9:57-62.
- LABARBERA, M. 1989. Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20:97-117.
- MAZER, S.J. & WHEELWRIGHT, N.T. 1993. Fruit size and shape: allometry at different taxonomic levels in bird-dispersed plants. *Evol. Ecol.* 7:556-575.
- MEZ, C. 1889. *Lauraceae americanae*. *Jahrb. Königl. Bot. Gart. Berlin* 5:1-556.
- MORAES, P.L.R. & ALVES, M.C. 1997. Biometria de frutos e sementes de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Sprengel) MacBride (Lauraceae). *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.)* 6:23-34.
- MORAES, P.L.R. & PAOLI, A.A.S. 1995. Dispersão e germinação de sementes de *Cryptocarya moschata* Nees & Martius ex Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Sprengel) MacBride (Lauraceae). *Arq. Biol. Tecnol.* 38:1119-1129.
- MORAES, P.L.R. & PAOLI, A.A.S. 1996. Morfologia de frutos e sementes de *Cryptocarya moschata* Nees & Martius ex Nees, *Endlicheria paniculata* (Sprengel) MacBride, e *Ocotea catharinensis* Mez (Lauraceae). *Rev. Brasil. Sementes* 18:17-27.
- MORAES, P.L.R. & PAOLI, A.A.S. 1999. Morfologia e estabelecimento de plântulas de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) MacBride - Lauraceae. *Rev. Bras. Bot.* 22(Supl.2):287-295. (http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041999000500010&lng=en&nrm=iso)
- RICHTER, H.G. 1981. Anatomie des sekundären Xylems und der Rinde der Lauraceae. *Sonderb. Naturwiss. Vereins, Hamburg* 5:1-148.
- ROHWER, J.G. 1993a. Lauraceae: *Nectandra*. *Flora Neotropica* 60:1-332.
- ROHWER, J.G. 1993b. Lauraceae. In *The Families and Genera of Vascular Plants*, v.2. (K. Kubitzki, J.G. Rohwer & V. Bittrich, eds.). Springer-Verlag, Berlin, p.366-391.

- SANO, S.M., VIVALDI, L.J. & SPEHAR, C.R. 1999. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Pesq. Agropec. Bras. 34:513-518.
- SAS INSTITUTE. 1989. SAS/STAT® user's guide. Version 6, 4th. ed., v. 1. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. Biometry. 3ed. W.H. Freeman & Co., New York.
- TURRELL, F.M. 1946. Tables of Surfaces and Volumes of Spheres and of Prolate and Oblate Spheroids, and Spheroidal Coefficients. University of California Press, Berkeley.
- VAN DER WERFF, H. 1988. Eight new species and one new combination of neotropical Lauraceae. Ann. MO. Bot. Garden 75:402-419.
- VAN DER WERFF, H. 1991. A key to the genera of Lauraceae in the New World. Ann. MO. Bot. Garden 78:377-387.
- VATTIMO-GIL, I. 1966. Notas sôbre o gênero *Cryptocarya* R. BR. no Brasil (Lauraceae). Rodriguésia 37:219-237.
- VATTIMO-GIL, I. 1979. Lauráceas. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, SC.

Título: Biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae)

Autor: Pedro Luís Rodrigues de Moraes e Marcelo Corrêa Alves

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 -
<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01302012002>

Recebido em 17 de janeiro de 2002

Revisado em 26 de março de 2002

Aceito em 29 de abril de 2002

ISSN 1676-0603

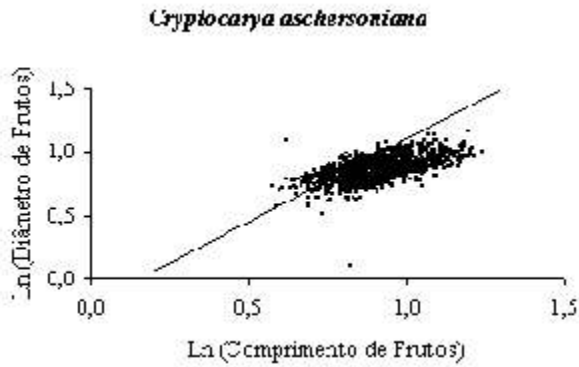


Fig. 1A

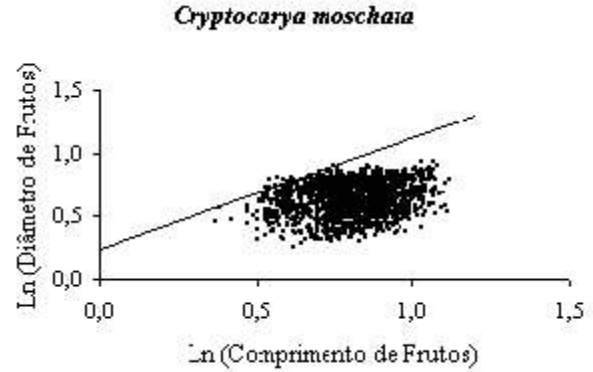


Fig. 1B

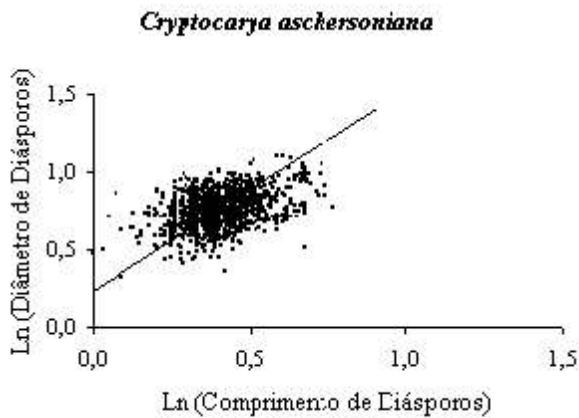


Fig. 1C

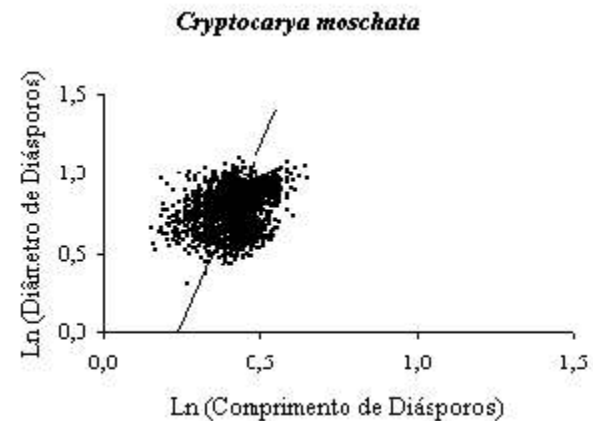


Fig. 1D

Figuras 1A-D. A. Relação entre o $\ln(\text{comprimento de fruto})$ e $\ln(\text{diâmetro de fruto})$ de todas as árvores de *Cryptocarya aschersoniana* Mez; o coeficiente angular da regressão do "eixo maior" foi 1,30. B. Relação entre o $\ln(\text{comprimento de fruto})$ e $\ln(\text{diâmetro de fruto})$ de todas as árvores de *Cryptocarya moschata* Nees; o coeficiente angular da regressão do "eixo maior" foi 0,87. C. Relação entre o $\ln(\text{comprimento de diásporo})$ e $\ln(\text{diâmetro de diásporo})$ de todas as árvores de *Cryptocarya aschersoniana* Mez; o coeficiente angular da regressão do "eixo maior" foi 1,29. D. Relação entre o $\ln(\text{comprimento de diásporo})$ e $\ln(\text{diâmetro de diásporo})$ de todas as árvores de *Cryptocarya moschata* Nees; o coeficiente angular da regressão do "eixo maior" foi 4,63.

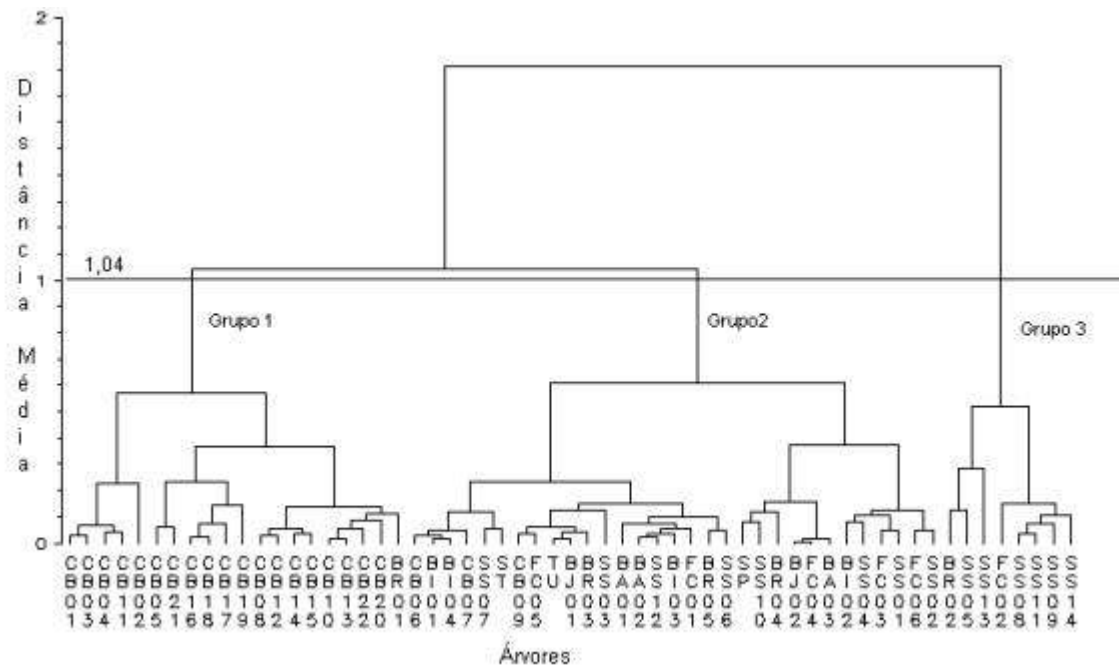


Figura 2. Análise de agrupamento para as variáveis de frutos inteiros de árvores de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *C. moschata* Nees, a partir de distância Euclidiana. Método de ligação média. Ponto de corte determinado pela estatística pseudo- $t^2 = 1,04$. Código das árvores conforme tabela 1.

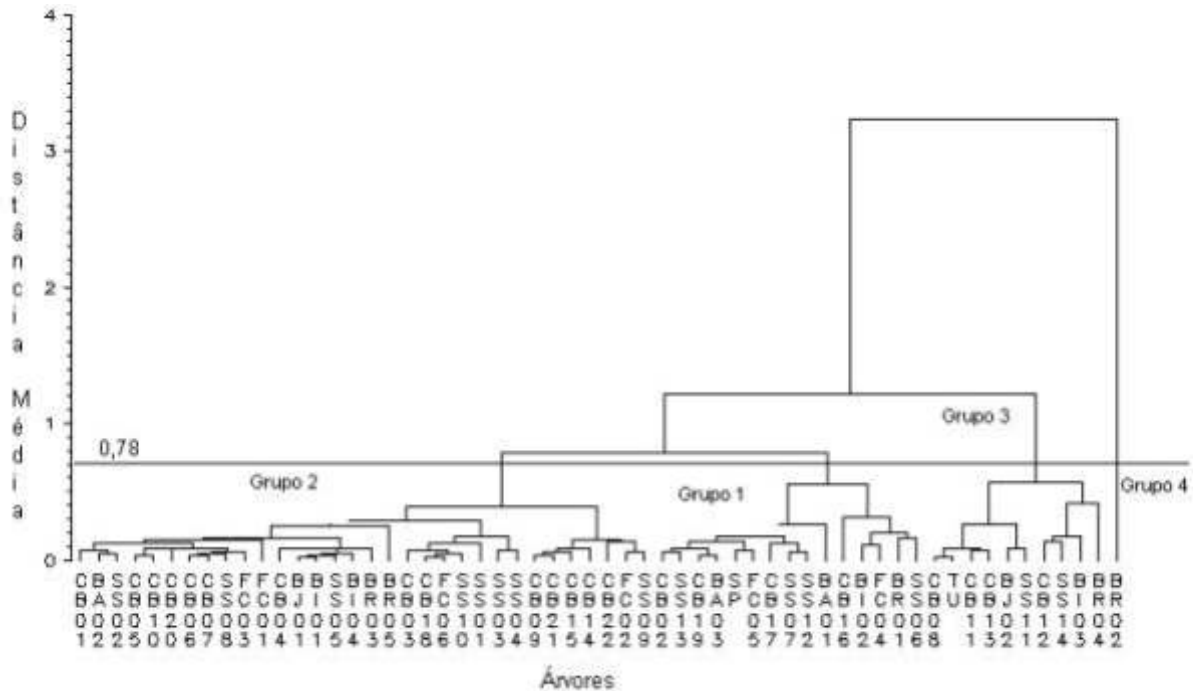


Figura 3. Análise de agrupamento para as variáveis de diásporos de árvores de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *C. moschata* Nees, a partir de distância Euclidiana. Método de ligação média. Ponto de corte determinado pela estatística pseudo- $t^2 = 0,78$. Código das árvores conforme tabela 1.

Tabela 1: Áreas de coleta de frutos de *Cryptocarya* spp. com os respectivos números de matrizes e de frutos e diásporos analisados. Código das áreas entre parênteses.

Espécie	Área	Município	Nº de matrizes	Nº de frutos	Nº de diásporos
<i>C. moschata</i>	Parque Estadual Carlos Botelho (CB); 24S 03'54", 47W 57'54"	São Miguel Arcanjo	22	1.892	1.764
<i>C. aschersoniana</i>	Horto Florestal de Tupi (TU); 22S 43'44", 47W 31'15"	Piracicaba	1	54	54
<i>C. aschersoniana</i>	Serra de São Pedro (SP); 22S 29'53", 47W 54'53"	São Pedro	1	54	54
<i>C. aschersoniana</i>	Bosque dos Jequitibás (BJ); 22S 54'23", 47W 03'06"	Campinas	2	72	54
<i>C. aschersoniana</i>	Bosque dos Alemães (BA); 22S 53'24", 47W 04'07"	Campinas	3	156	156
<i>C. aschersoniana</i>	Bosque dos Italianos (BI); 22S 53'14", 47W 04'23"	Campinas	4	216	216
<i>C. aschersoniana</i>	Fazenda Barreiro Rico (BR); 22S 40'06", 48W 08'23"	Anhembi	5	266	189
<i>C. aschersoniana</i>	Fazenda Campininha (FC); 22S 14'46", 47W 10'21"	Mogi Guaçu	6	312	168
<i>C. aschersoniana</i>	Sul de Minas Gerais (SS e ST); 21S 01'24", 47W 00'12", e 20S 49'46", 47W 03'09"	São Sebastião do Paraíso e São Tomás de Aquino	15	357	392

Tabela 2: Estatística descritiva para as espécies *Cryptocarya aschersoniana* Mez (frutos, N = 1.487; diásporos, N = 1.283) e *C. moschata* Nees (frutos, N = 1.892; diásporos, N = 1.764), com respectivos testes *t* para as médias.

Variável	<i>C. aschersoniana</i>				<i>C. moschata</i>				Teste <i>t</i>
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	
Comprimento de fruto (cm)	2,50	1,78	3,47	0,28	2,26	1,45	3,06	0,28	**
Diâmetro de fruto (cm)	2,37	1,10	3,20	0,22	1,90	1,29	2,55	0,24	**
Diâmetro:comprimento	0,95	0,48	1,61	0,08	0,85	0,54	1,27	0,14	**
Superfície de fruto (cm ²)	18,33	6,95	32,96	3,45	12,91	6,71	22,32	2,61	**
Volume de fruto (cm ³)	7,56	1,44	17,69	2,06	4,32	1,62	9,87	1,34	**
Comprimento de diásporo (cm)	2,15	1,38	3,00	0,24	2,17	1,34	3,00	0,27	n.s.
Diâmetro de diásporo (cm)	1,50	1,00	2,16	0,15	1,52	1,16	1,92	0,11	n.s.
Diâmetro:comprimento	0,70	0,46	1,17	0,08	0,71	0,45	0,98	0,09	n.s.
Superfície de diásporo (cm ²)	9,43	4,35	17,83	1,83	9,43	5,47	15,35	1,41	n.s.
Volume de diásporo (cm ³)	2,61	0,84	6,50	0,75	2,65	1,20	5,42	0,58	n.s.

** P < 0,01; n.s.: não significativo

Tabela 3: Número de observações de frutos e diásporos, com as respectivas porcentagens, classificadas de espécie para espécie.

Espécie	<i>C. aschersoniana</i>		<i>C. moschata</i>		Total	
	Frutos	Diásporos	Frutos	Diásporos	Frutos	Diásporos
<i>C. aschersoniana</i>	1.229	789	258	494	1.487	1.283
	82,65%	61,50%	17,35%	38,50%	100%	100%
<i>C. moschata</i>	243	402	1.649	1.362	1.892	1.764
	12,84%	22,80%	87,16%	77,20%	100%	100%
Total	1.472	1.191	1.907	1.856	3.379	3.047
Porcentagem	43,56	39,09	56,44	60,91	100	100
Esperado	0,50	0,50	0,50	0,50		

GRUPOS DE ÁCAROS (ARTHROPODA, ACARI) ENCONTRADOS EM ARECACEAE DA MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

*Geraldo Pereira de Arruda Filho
Gilberto José de Moraes*

Biota Neotropica v2 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01502012002>

Recebido em 01 de março de 2002

Revisado em 20 de junho de 2002

Publicado em 30 de junho de 2002

Geraldo Pereira de Arruda Filho & Gilberto José de Moraes;
Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ -USP
Caixa postal 9, 13418 900, Piracicaba SP www.ciagri.usp.br.
Autor para correspondência: Gilberto José de Moraes (gjmoraes@carpa.ciagri.usp.br).

Abstract

Mites groups (arthropoda, acari) found on arecaceae in the Atlantic Forest of the state of São Paulo.

This work reports 96 mite species belonging to 54 genera in 22 families and 4 suborders (Prostigmata, Mesostigmata, Metastigmata and Astigmata) found on inflorescences, fruits, terminal shoots and foliage of native Arecaceae plants in the Atlantic Forest of the State of São Paulo, in Cananéia, Pariquera-Açu, Piracicaba and São Pedro. Samplings were conducted in January and February (summer) April and May (fall), July and August (winter) and October and November (spring). Mites were more numerous in the fall. The majority of the mites were found in the inflorescences (50,2% of the mites collected). Mesostigmata was the most abundant suborder, representing 62,4% of the mites collected (Eriophyoidea and Oribatida were not considered in this study). Prostigmata was the most diverse suborder (13 families). Ameroseiidae was the most numerous family (49,2% of the mites collected); more than 99% of the mites of this family were found in the inflorescences of *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. e *Geonoma schottiana* Mart.. Phytoseiidae was the second most numerous family (11,2% of the mites collected); it was the most abundant family on the folioles.

Key Words: mites, suborder, family

Resumo

Grupos de ácaros (arthropoda, acari) encontrados em arecaceae da Mata Atlântica do estado de São Paulo.

Este trabalho relata 96 espécies de ácaros pertencentes a 54 gêneros de 22 famílias e 4 subordens (Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata e Metastigmata) encontradas em inflorescências, frutos, brotos terminais e folíolos de 9 espécies nativas de Arecaceae da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, nos municípios de Cananéia, Pariquera-Açu, Piracicaba e São Pedro. As coletas foram realizadas nos meses de janeiro e fevereiro (verão, meio e final da estação chuvosa), abril e maio (outono, início da estação seca), julho e agosto (inverno, meio e final da estação seca) e outubro e novembro (primavera, início da estação chuvosa). Maior quantidade de ácaros foi encontrada em abril e maio. A maioria dos ácaros foi coletada nas inflorescências (50,2% dos indivíduos coletados). Mesostigmata foi a mais abundante, representando 62,4% dos ácaros coletados (Eriophyoidea e Oribatida não foram considerados neste estudo). Prostigmata foi a subordem mais diversa (13 famílias). Ameroseiidae foi a família mais numerosa (49,2% dos ácaros coletados); mais de 99% dos representantes desta família foram encontrados em inflorescências de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. e *Geonoma schottiana* Mart.. Phytoseiidae foi a segunda família mais numerosa (11,2% dos ácaros coletados), sendo a mais abundante em folíolos.

Palavras-chave: ácaros, subordem, família.

1. INTRODUÇÃO

Em sua maioria, as Arecaceae são de grande importância econômica pelos diferentes produtos que podem oferecer. Do coqueiro, os frutos são extensamente comercializados para o consumo de "água de coco", a polpa pode ser utilizada para consumo direto ou produção de óleo comestível e as fibras são utilizadas na indústria automotiva. O tucum (*Bactris* e *Astrocarium*) fornece material para tecelagem (Joly 1991). As folhas são utilizadas na construção de habitações ou na extração de cera. A juçara (*Euterpe edulis* Mart.), o açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) são utilizadas para obtenção de palmito. A juçara (*E. edulis*) é uma espécie de ampla distribuição ao longo do litoral brasileiro, ocorrendo naturalmente desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul (Lorenzi 1996). É uma planta com diversas aplicações em construções rurais, podendo ainda ser utilizada na produção de papel e celulose. O açai é uma palmeira rústica originária da Amazônia (Lorenzi 1993). O uso desta planta é bastante extenso, sendo a raiz empregada como vermífugo, o estipe nas construções rurais e os frutos na alimentação (Jardim & Anderson 1987). A pupunha também é originária da Amazônia e tem sido extensivamente cultivada nos dias atuais em algumas regiões do Brasil. O babaçu (*Orbignya martiana* Barb.Rodr.) é utilizado na produção de palmito e óleo lubrificante; suas fibras são utilizadas na confecção de chapéu (Gonsalves 1955). Muitas arecáceas são utilizadas em projetos paisagísticos, na criação de ambientes de aspecto tropical (Lorenzi 1996).

A diversidade de espécies de ácaros que ocorrem em arecáceas no Brasil ainda é pouco conhecida. Em um extenso trabalho para se conhecer os ácaros de arecáceas da Mata Atlântica, Gondim Jr. (2000) encontrou cerca de 62 espécies de ácaros pertencentes a 12 famílias em folíolos dessas plantas.

Dentre os ácaros fitófagos encontrados neste grupo de plantas no Brasil, os mais diversos tem sido os representantes da superfamília Eriophyoidea (Flechtmann 1994, 1998, Flechtmann & Santana 1997, Santana & Flechtmann 1998; Santana et al 1994). Até o momento, 11 espécies de eriofídeos foram identificadas em arecáceas (Gondim Jr. et al. 2000). O ácaro *Aceria guerreronis* Keifer, causador da necrose e queda de frutos em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) foi o primeiro eriofídeo relatado em palmeiras no Brasil (Robbs & Peracchi 1965). O ácaro é responsável pela depreciação dos frutos do coqueiro, e em casos de ataques severos, até pela queda de frutos. Atualmente, o ácaro encontra-se disseminado em todas as regiões tropicais do mundo, constituindo-se uma das mais importantes pragas do coqueiro (Moore & Howard 1996).

Ácaros fitófagos das famílias Tetranychidae e Tenuipalpidae (Ferreira 1997, Santana & Flechtmann 1998) e ácaros predadores das famílias Phytoseiidae, Bdellidae, Cunaxidae, Raphignathidae, Ascidae, Cheyletidae e Stigmaeidae (Santana & Flechtmann 1998, Gondim Jr. & Moraes 2001) também têm sido relatados em

arecáceas no Brasil. O maior número de ácaros predadores encontrados nestas plantas pertence à família Phytoseiidae, tendo sido identificadas até o momento 44 espécies desta família (Flechtmann 1967, Santana & Flechtmann 1998, Gondim Jr. & Moraes 2001).

Este trabalho foi realizado com o intuito de aprimorar os conhecimentos sobre a acarofauna em arecáceas nativas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas 4 coletas de amostras na Mata Atlântica, uma em cada estação do ano, no período de janeiro a novembro de 2000.

As coletas foram realizadas nos municípios de Cananéia, Pariqueira-Açu, Piracicaba e São Pedro (Tabela 1), divididos em três regiões. O período dedicado para as coletas foi de aproximadamente 3 dias em cada região, sendo estas realizadas em 3 plantas de 5 espécies distintas de arecáceas nativas, em cada região de coleta, em um total de 9 espécies de palmeiras, a saber: Cananéia: *Astrocarium aculeatissimum* (Schott), *Bactris setosa* Mart., *Euterpe edulis* Mart, *Geonoma schottiana* Mart e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.); Pariqueira-Açu: *Astrocarium aculeatissimum* (Schott), *Attalea dubia* (Mart.), *Bactris setosa* Mart., *Euterpe edulis* Mart e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.); Piracicaba: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, *Euterpe edulis* Mart e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.); São Pedro: *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. e *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

	CANANÉIA	PARIQUEIRA- AÇU	PIRACICABA	SÃO PEDRO
Localização	Área particular - SP226, Rodovia J.H. de Oliveira Rosa, km 16	Núcleo de Agronomia do Vale do Ribeira – IAC	Estação Ecológica de Ibitatu	Área particular- SP304, Rodovia Geraldo de Barros, km 204
Coordenadas	24°53'45"S e 47°50'17"W	24°36'41"S e 47°53'23"W	22°46'43"S e 47°49'32"W	22°33'57"S e 47°57'28"W
Tipo de vegetação	Restinga arbórea	Floresta umbrófila densa	Floresta estacional semidecídua	Floresta estacional decídua

Tabela 1. Locais das coletas realizadas no ano 2000, coordenadas e respectivos tipos de vegetação

A amostra de cada planta constou da brotação terminal (apenas as folhas em desenvolvimento foram tomadas, sem retirar o meristema apical) e 20 folíolos tomados de folhas da região mediana da copa de cada planta. Os folíolos foram retirados de uma única folha, sendo 5 do terço apical, 10 do terço mediano e 5 do terço basal. Sempre que presentes, 20 ráquulas (ramificações do eixo principal da inflorescência) e 20 frutos por planta também foram amostrados. Estes foram tomados ao acaso.

Todos os folíolos de cada folha foram acondicionados em saco de papel, que por sua vez foi colocado em um saco plástico, que foi acondicionado em uma caixa de isopor refrigerada (12- 21 °C) para evitar perda de ácaros durante o transporte. Flores, frutos ou broto terminal de cada planta foram colocados separadamente em recipientes de plástico de 5 litros, sendo 30% deste volume ocupado com álcool etílico a 70%; logo em seguida, os recipientes foram agitados para imobilizar os ácaros e fazê-los cair na solução.

O material coletado foi levado ao laboratório de Acarologia do Setor de Zoologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, sendo os recipientes com as inflorescências, os frutos ou os brotos terminais mantidos à temperatura ambiente e os folíolos armazenados em refrigerador (aproximadamente 10°C), por um período máximo de 10 dias, até a coleta dos ácaros.

Os folíolos foram examinados sob microscópio estereoscópio, coletando-se os ácaros em álcool etílico a 70% para posterior preparação de lâminas. Os ácaros foram coletados separadamente, de acordo com a face do folíolo em que se encontravam. Diferentemente dos outros ácaros, os Eriophyoidea foram conservados em AGA (álcool etílico 240,0cc, ácido acético glacial 30,0cc, glicerina 30,0cc, sorbitol 23,8g), até serem montados para identificação (Amrine & Manson 1996). Para comparação das densidades de ácaros em cada espécie vegetal, os números de ácaros encontrados em cada época de coleta e em cada espécie vegetal foram divididos pela área estimada dos folíolos amostrados. Em cada caso, a área considerada correspondeu à somatória de ambas as faces dos folíolos.

Os frutos coletados foram separados das brácteas, recolocados nos recipientes onde estavam armazenados e agitados novamente para que os ácaros caíssem na solução. Posteriormente, o material mais grosseiro foi retirado manualmente e o restante da solução foi passado por uma peneira de 400 aberturas por polegada quadrada (ABNT 400). O resíduo retido na peneira foi transferido para siracusa e levado ao microscópio estereoscópio para separação dos ácaros. Estes foram acondicionados em álcool etílico a 70%, onde permaneceram até a montagem. As inflorescências e os brotos terminais foram processados de forma semelhante.

Os ácaros de corpo delicado foram montados entre lâmina e lamínula de microscópio em meio de Hoyer (Flechtmann 1975), sem qualquer tratamento prévio. Ácaros muito esclerotizados ou escuros foram previamente tratados com lactofenol (Flechtmann 1975) e lavados com água destilada antes da montagem em meio de Hoyer. A identificação de muitas espécies de Tetranychidae comumente exige a montagem de machos na posição lateral para a observação do edéago, e por isso estes foram assim montados. Os demais ácaros foram montados na posição dorso-ventral. No caso dos ácaros da família Ameroseiidae, encontrados em grande quantidade (mais de 1000 ácaros) em inflorescências de *G. schottiana* e *G.*

brevispatha, apenas uma amostra destes organismos foi montada, conservando-se o restante em álcool etílico a 70% para eventuais estudos futuros. Concluída a preparação, as lâminas foram colocadas em estufa a 45 - 50 °C por uma semana, sendo em seguida efetuada a lутagem com resina aquídica (Verniz Cristal[®]). Ao final, estas foram etiquetadas.

Os ácaros foram separados por famílias através de observações feitas ao microscópio, usando uma chave para separação dos principais grupos de ácaros plantícolas, elaborada pelo Professor G. J. de Moraes para uso na disciplina Acarologia, oferecida no curso de graduação da ESALQ USP, e as chaves elaboradas por Krantz (1978). Os ácaros foram identificados até gênero principalmente com base nas chaves para diferentes famílias, utilizadas no Curso de Verão de Acarologia da “Ohio State University”, Estados Unidos da América do Norte (não publicadas). A identificação foi facilitada pela consulta à tese de doutorado de Gondim Jr. (2000), que fez um estudo dos ácaros da face ventral dos folíolos de areáceas da Mata Atlântica de Pernambuco e São Paulo.

Todos os ácaros foram coletados por G. P. de Arruda Filho, sendo os espécimes representativos de todas as espécies coletadas depositados na coleção de referência de ácaros do Setor de Zoologia da ESALQ - USP.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrado neste estudo um total de 5.853 ácaros, sem incluir os Eriophyoidea. A maioria dos ácaros (50,2% dos indivíduos) foi coletada nas inflorescências (Figura 1). Poucos ácaros foram encontrados nos frutos e brotos terminais.

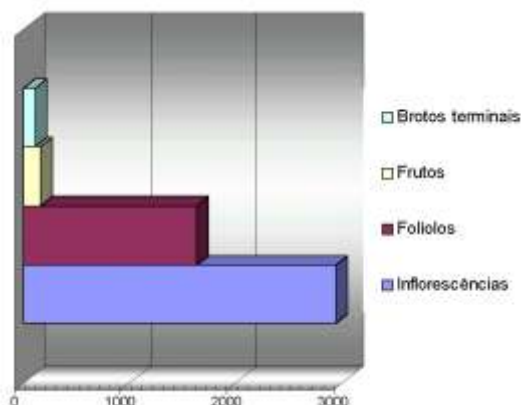


Figura 1 - Totais de ácaros encontrados em inflorescências, folíolos, frutos e brotos terminais de *Arecaceae* em regiões da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, 2000.

Os ácaros encontrados pertencem às subordens Mesostigmata, Metastigmata, Prostigmata, Astigmata e Oribatida. A subordem mais numerosa foi Mesostigmata, representando mais de 62,4% de todos os ácaros coletados (Figura 2). Os percentuais das demais subordens somados representaram pouco mais que a metade do percentual daquela subordem.

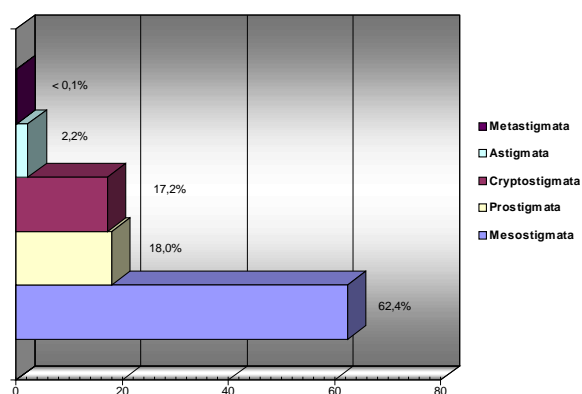


Figura 2 - Proporções dos ácaros em cada subordem encontrados em *Arecaceae* em regiões da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, 2000.

3.1. Diversidade de ácaros nas subordens encontradas

A família Ameroseiidae representou 78,7% dos ácaros da subordem Mesostigmata (Figura 3). As outras duas famílias mais numerosas, Phytoseiidae e Ascidae, representaram 17,9 e 3,1%, respectivamente, dos ácaros desta subordem. Outras famílias encontradas foram Ologamasidae, Polyaspididae, Uropodidae, Digamasellidae e Laelapidae; a somatória dos ácaros destas famílias correspondeu a cerca de 0,3% dos Mesostigmata encontrados. Não considerando os Eriophyoidea, os ácaros da subordem Prostigmata, apesar de menos numerosos que aqueles da subordem Mesostigmata, apresentaram maior diversidade de famílias (Figura 3). Três grupos de famílias podem ser distinguidos dentro desta subordem. As famílias Stigmaeidae, Tenuipalpidae, Tydeidae e Tetranychidae correspondem ao grupo das famílias mais abundantes; Cunaxidae, Eupodidae, Tarsonemidae, Cheyletidae e Bdellidae correspondem ao grupo de famílias de abundância intermediária; Anystidae, Camerobiidae, Microtrombidiidae e Raphignathidae correspondem ao grupo de famílias menos abundantes. Somados, os ácaros do primeiro grupo representaram 72,4% dos ácaros da subordem Prostigmata; os do segundo grupo, 26,8%, e os do terceiro grupo, 0,7%. Tivessem os Eriophyoidea sido quantificados, estariam certamente entre as famílias mais numerosas.

As famílias Acaridae e Winterschmidtidae representaram 99,2% dos ácaros da subordem Astigmata encontrados neste estudo (Figura 3). Este resultado está comparável com a literatura, que cita estas como as famílias da subordem Astigmata mais frequentes em folhas de plantas (Walter & Proctor 1999). Os Winterschmidtidae, família mais numerosa desta subordem em folíolos das espécies vegetais amostradas, apresentaram diferença significativa (Duncan 5%) quanto à espécie vegetal em que foram encontrados. Ocorreram em maior quantidade sobre *A. aculeata* e *A. Dubia*.

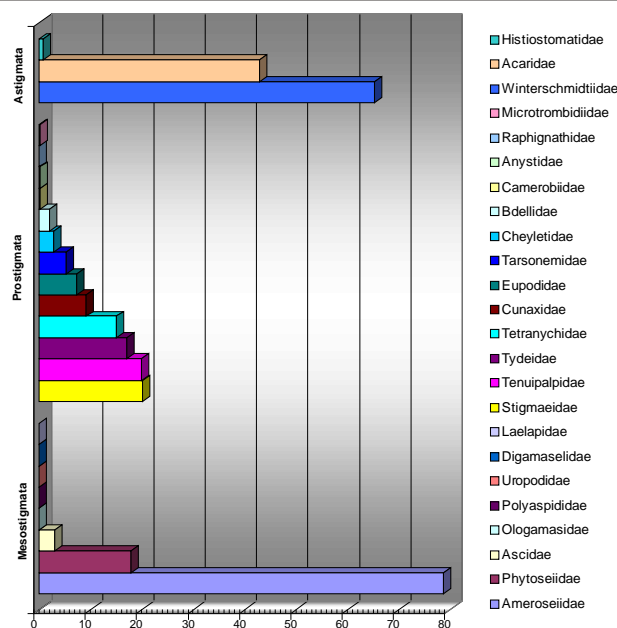


Figura 3 - Proporções das famílias de ácaros dentro de cada subordem, encontradas em *Arecaceae* em regiões da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, 2000

Os 3 representantes da subordem Metastigmata encontrados neste trabalho pertenciam à família Ixodidae, e foram encontrados em frutos de *A. aculeata*. Entretanto, é possível que estes ácaros estivessem presentes no solo, uma vez que ao serem cortados, os frutos caíram ao solo, antes de serem coletados.

3.2. Ácaros nos folíolos

Não foram observadas diferenças significativas entre as espécies vegetais estudadas em relação à densidade de ácaros nos folíolos (Tabela 2). Entretanto, considerando-se as 6 famílias mais numerosas encontradas neste estudo, diferenças significativas (Duncan 5%) foram verificadas para as famílias Phytoseiidae, Stigmaeidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae (Tabela 2). Os fitoseídeos foram significativamente mais numerosos em *G. brevispatha* do que em *E. edulis*, *A. dubia*, *A. aculeatissimum*, *S. romanzoffiana*, *A. aculeata* e *S. oleracea*. Os stigmatídeos foram significativamente mais numerosos em *G. schottiana* do que nas demais espécies de palmeiras amostradas. Os tenuipalpídeos foram significativamente mais numerosos em *G. brevispatha* do que em *G. schottiana*, *B. setosa*, *A. aculeatissimum*, *A. aculeata* e *S. oleracea*. Os tetraniquídeos foram significativamente mais numerosos em *S. oleracea* do que em *G. brevispatha*, *G. schottiana*, *B. setosa*, *A. dubia*, *A. aculeatissimum* e *A. aculeata*. Estas diferenças nas quantidades de ácaros em algumas palmeiras coletadas pode ter ocorrido devido a uma influência da região de coleta (ambiente), uma vez que algumas espécies vegetais estudadas ocorriam em apenas um município, da planta coletada ou devido a uma interação das duas.

Espécie vegetal	Ácaros						
	(global)	Phy.	Stig.	Ten.	Tetra.	Tyd.	Cun.
<i>G. brevispatha</i>	42,1a	23,4a	0,0b	9,6a	1,4b c	5,5a	1,4a
<i>G. schottiana</i>	43,7a	13,7a b	20,6a	1,4b	0,0c	2,7a	2,7a
<i>B. setosa</i>	27,3a	13,2a b	2,5b	0,6b	0,6c	5,3a	2,5a
<i>E. edulis</i>	27,4a	10,5b	2,2b	4,2a b	4,4a b	1,9a	1,2a
<i>A. dubia</i>	25,6a	8,3b	2,5b	2,9a b	0,0c	3,4a	0,5a
<i>A. aculeatissimum</i>	12,8a	4,9b	3,1b	0,0b	0,5c	1,2a	1,2a
<i>S. romanzoffiana</i>	15,8a	4,3b	1,5b	3,5a b	1,8a b c	1,4a	0,5a
<i>A. aculeata</i>	11,7a	3,2b	4,4b	0,0b	0,2c	1,5a	0,5a
<i>S. oleracea</i>	10,5a	1,1b	0,7b	1,3b	4,9a	1,9a	0,0a

Phy.= Phytoseiidae; Stig.= Stigmidae; Ten.= Tenuipalpidae; Tetra.= Tetranychidae; Tyd.= Tydeidae; Cun.= Cunaxidae.

Em uma mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Tabela 2. Número de ácaros por 10000 cm² de folíolo, (considerando-se tanto a face ventral quanto a dorsal) para as famílias mais abundantes e para o total de todas as famílias encontradas.

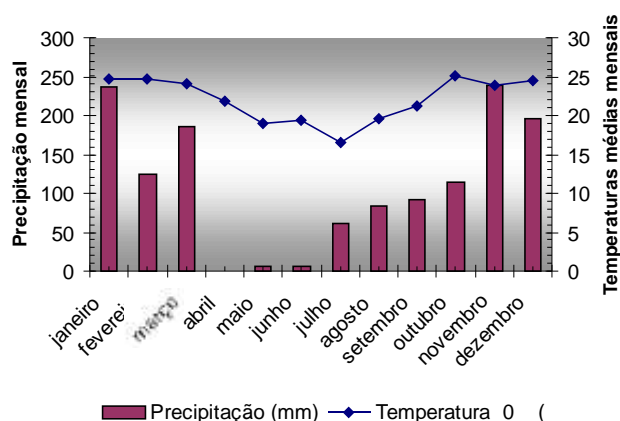


Figura 4 - Pluviosidade anual (mm: barras) e temperatura média do ar (c: linha pontilhada) de janeiro a dezembro de 2000 para região de Piracicaba.

Fonte: posto agrometeorológico da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP.

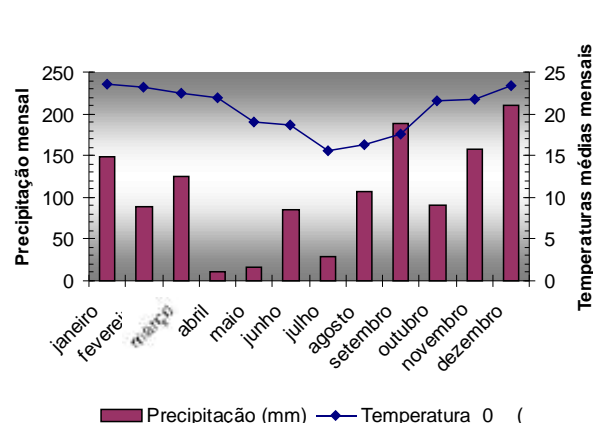


Figura 5 - Pluviosidade anual (mm: barras) e temperatura média do ar (c: linha pontilhada) de janeiro a dezembro de 2000 para região de Pariqueira-Açu.

Fonte: Instituto Agrônomo de Campinas

Um número significativamente maior de ácaros foi encontrado em folíolos na coleta realizada na estação seca (julho e agosto) que no início da estação chuvosa (outubro e novembro).

A redução na quantidade de ácaros durante as coletas da primavera provavelmente está relacionada com o aumento da precipitação observada nos meses em que foram realizadas (Figuras 4-5), visto que esta pode atuar diretamente nos ácaros, lavando-os das folhas. Yaninek et al. (1989) constataram uma redução substancial em populações de *Mononychelus tanajoa* (Bondar) sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na África, por influência direta da precipitação. O número de ácaros dos

estágios ativos foi reduzido em até 82,4% em função da ação da chuva. Outra causa da redução do número de ácaros na primavera pode estar relacionada ao possível favorecimento da ação de patógenos de ácaros durante este período de maior precipitação, umidade relativa e temperatura (Alves & Lecuona 1998). Alguns trabalhos têm sido publicados sobre patógenos que afetam ácaros em agroecossistemas no Brasil (Van der Geest et al. 2000). Entretanto, nada tem sido publicado sobre patógenos de ácaros na Mata Atlântica de São Paulo. Van der Geest et al. (2000) reviu o que se conhece sobre patógenos de ácaros em todo mundo, esclarecendo que os grupos aparentemente mais eficientes são vírus e fungos.

3.3. Ácaros nas inflorescências

Foram encontrados 2.938 ácaros nas inflorescências avaliadas, das quais aproximadamente 98% pertenciam à família Ameroseiidae. Cerca de 99% destes ácaros foram encontrados em inflorescências de *G. schottiana* e *G. brevispatha* (Tabela 3). Estes ácaros podem ser predadores, fungívoros ou alimentar-se de pólen. Podem ser encontrados no solo, em produtos armazenados, inflorescências e associados foréticamente a outros animais (Halliday 1997). O Ameroseiidae *Neocypholaelaps cocos* Evans foi descrito de inflorescências de *C. nucifera* em Guadalcanal (Ilhas Solomon). Alguns Ameroseiidae dispersam-se por meio de associação forética com beijaflores (Halliday 1997).

Ascidae foi a segunda família mais abundante, mas corresponderam a apenas 1,3% do total de ácaros. Outras famílias encontradas, em proporções de no máximo 0,2% cada uma foram Phytoseiidae, Tarsonemidae, Stigmaeidae, Winterschmidtidae e Acaridae.

Espécies de Ascidae também usam beijaflores para se dispersar, sendo transportados de uma inflorescência a outra nas cavidades nasais destas aves (Naskrecki & Colwell 1998). Fain et al. (1977) estudaram uma espécie de Ascidae do gênero *Rhinoseius* Baker e Yunker coletada em narinas de beija-flor em Trinidad e em Belém do Pará, Brasil.

Outra possibilidade de dispersão dos ácaros de uma inflorescência a outra seria a associação forética com insetos da ordem Coleoptera, freqüentemente observados nas inflorescências coletadas. Fain et al. (1995), estudando ácaros associados a coleópteros da família Carabidae na Bélgica, encontrou alguns Ascidae do gênero *Antemoseius* além de representantes de outras famílias.

Walter & Proctor (1999) relataram vários casos de

associação de ácaros em inflorescências, incluindo Ascidae (*Rhinoseius*, *Tropicoseius*, *Proctolelaps* e *Lasioseius*), Ameroseiidae (*Neocypholaelaps* e *Afrocypholaelaps*) e Cryptostigmata (Scheloribatidae, Haplozetidae e Mochlozetidae).

Além destes, são citados em inflorescências alguns representantes da subordem Prostigmata como Eriophyoidea e Tarsonemidae (Krantz 1978).

Não foi possível obter inflorescências de *A. dubia* e *A. aculeatissimum* durante este estudo. Apesar das espécies de *Geonoma* apresentarem uma abundância muito maior de ácaros em relação às demais palmeiras analisadas, há que se considerar, entretanto, que as espécies vegetais coletadas apresentaram florescimento desigual ao longo do ano, e por esta razão a comparação estatística entre os números obtidos neste estudo não é adequada.

Aproximadamente 83% dos ácaros nas inflorescências foram coletados no início da estação seca. Quantidades relativamente elevadas de ácaros também foram coletados no início da estação chuvosa. Provavelmente esta maior quantidade de indivíduos está relacionada à maior produção de flores por planta nesta época do ano. Outra possível causa para esta maior abundância de ácaros nas coletas do início da estação seca é a diminuição da precipitação nesta época do ano, por motivos similares aos citados para os ácaros em folíolos.

As inflorescências de *S. oleracea* não apresentaram nenhum ácaro, entretanto estas continham sempre grande quantidade de insetos da ordem Thysanoptera. Três famílias desta ordem contêm espécies citadas como predadoras de tetraníquídeos (Chazeau 1985). Por outro lado, certos grupos de ácaros, principalmente Phytoseiidae, também têm sido citados como predadores de Thysanoptera (Eickwort 1983).

Espécie vegetal	Meses de Coleta				Totais
	I - II	IV - V	VII - VIII	X - XI	
<i>A. aculeata</i>	-	-	-	18	18
<i>A. aculeatissimum</i>	-	-	-	-	-
<i>A. dubia</i>	-	-	-	-	-
<i>B. setosa</i>	-	-	-	22	22
<i>E. edulis</i>	12	-	-	30	42
<i>G. brevispatha</i>	-	1227	21	168	1416
<i>G. schottiana</i>	-	1213	18	163	1394
<i>S. oleracea</i>	0	0	-	0	0
<i>S. romanzoffiana</i>	30	-	-	16	46
Totais	42	2440	39	417	

(-) Não foram coletadas inflorescências.

Tabela 3. Totais de ácaros encontrados em inflorescências de 9 espécies nativas de areáceas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, nas quatro estações do ano.

3.4. Ácaros nos frutos.

Foram encontrados 164 ácaros nos frutos das palmeiras estudadas, não se observando grandes diferenças entre o número de ácaros coletados em cada estação. As quantidades de ácaros foram sempre pequenas, obtendo-se no máximo um total de 14 indivíduos em frutos de *S. romanzoffiana* no verão (Tabela 4). Há que se considerar, entretanto, que os frutos das palmeiras estudadas variavam muito de tamanho além de que as espécies de palmeiras apresentaram frutificação desigual ao longo do ano. Estes fatores dificultam uma comparação estatística dos números obtidos.

Embora não muito abundantes, os ácaros coletados em frutos foram bastante diversos, representando 20 famílias diferentes. A família mais abundante foi Ascidae, correspondendo a 26% de todos os ácaros coletados. Outras famílias encontradas em proporções variando de 10-12% dos ácaros coletados foram Phytoseiidae, Cheyletidae e Winterschmidtidae.

As demais famílias encontradas em proporções sempre menores que 10% foram Tydeidae, Tenuipalpidae, Cunaxidae, Eupodidae, Acaridae, Ixodidae, Microtrombidiidae, Raphignathidae, Stigmaeidae, Tarsonemidae, Polyaspididae, Laelapidae e Camerobiidae.

Ácaros da superfamília Eriophyoidea têm sido citados em frutos de Arecaceae. Até recentemente, o ácaro *A. guerreronis* era conhecido em vários países das Américas e da África. Nesta, o primeiro relato do *A.*

guerreronis foi feito em 1967, em Benin (Mariau 1977). Recentemente, o ácaro foi também encontrado na Ásia, onde o coqueiro tem importância maior que em outros continentes. Em Sri Lanka, *A. guerreronis* foi relatado pela primeira vez em 1997 (Fernando et al. 2000). Na Índia, este ácaro foi encontrado pela primeira vez em 1998 (Nair & Koshy 2000). O ácaro vem causando sérios prejuízos à agricultura daqueles países (Haq 1999). *A. guerreronis*, causador da necrose e queda de frutos em coqueiro, foi o primeiro eriofídeo relatado em palmeiras no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro (Robbs & Peracchi 1965). Em seguida, este ácaro foi relatado no Estado de Pernambuco, causando a necrose do “olho do coqueiro” (Aquino & Arruda 1967). Populações deste ácaro desenvolvem-se na região meristemática dos frutos, coberta pelas brácteas. A alimentação dos ácaros nesta região pode causar danos físicos de maneira que o tecido em formação danificado se expande, tornando-se evidente sobre o fruto uma superfície necrótica e suberificada, ocasionando frutos sem valor comercial devido a atrofia e deformação dos mesmos. (Mariau, 1986).

Outro ácaro encontrado em frutos de coqueiro, causando danos semelhantes ao *A. guerreronis*, é *Steneotarsonemus furcatus* DeLeon, da família Tarsonemidae (Ochoa et al. 1991). Além destes, têm sido relatados os ácaros *Brevipalpus deleoni* Prichard & Baker, *Dolichotetranychus vandergooti* (Oudemans) e *D. cocos* Flechtmann & Fernando, da família Tenuipalpidae (Flechtmann & Fernando 2000).

Espécie vegetal	Meses de Coleta				Totais
	I - II	IV - V	VII - VIII	X - XI	
<i>A. aculeata</i>	0	4	3	2	9
<i>A. aculeatissimum</i>	-	10	5	6	21
<i>A. dubia</i>	2	2	3	6	13
<i>B. setosa</i>	-	4	6	4	14
<i>E. edulis</i>	4	12	6	12	34
<i>G. brevispatha</i>	-	3	5	5	13
<i>G. schottiana</i>	0	7	8	4	19
<i>S. oleracea</i>	0	0	4	4	8
<i>S. romanzoffiana</i>	14	10	4	4	32
Totais	20	53	44	47	

(-) não foram coletados frutos .

Tabela 4. Totais de ácaros encontrados em frutos de 9 espécies nativas de arecáceas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, nas quatro estações do ano.

Espécie vegetal	Meses de coleta				Totais
	I - II	IV - V	VII - VIII	X - XI	
<i>A. aculeata</i>	11	2	0	2	15
<i>A. aculeatissimum</i>	8	2	0	0	10
<i>A. dubia</i>	0	0	0	0	0
<i>B. setosa</i>	8	6	8	4	26
<i>E. edulis</i>	8	6	6	0	20
<i>G. brevispatha</i>	7	0	0	0	7
<i>G. schottiana</i>	0	2	2	0	4
<i>S. oleracea</i>	0	2	3	4	9
<i>S. romanzoffiana</i>	2	10	7	4	23
Totais	44	30	26	14	

Tabela 5. Totais de ácaros encontrados em brotos terminais de 9 espécies nativas de arecáceas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, nas quatro estações do ano.

3.5. Ácaros nos brotos terminais

Foram coletados 114 ácaros nos brotos terminais das palmeiras examinadas (Tabela 5). Pelos mesmos motivos citados em relação às inflorescências e frutos, a comparação estatística entre os números obtidos em cada época de coleta para cada espécie de planta não é conveniente.

O eriofídeo *A. guerreronis* foi encontrado por Flechtmann (1989) em bainhas foliares e brotos terminais da palmeira *Lytocarium weddellianum* (H. A. Wendland) proveniente de viveiro comercial.

Embora não muito abundantes, os ácaros coletados em brotos terminais apresentaram certa diversidade representando 15 famílias diferentes. A família mais abundante foi Tenuipalpidae, correspondendo a 21% de todos os ácaros coletados. Outras famílias encontradas em proporções variando de 10 - 13% dos ácaros coletados foram Ascidae, Phytoseiidae e Tarsonemidae. As demais famílias encontradas em proporções sempre menores que 10% foram Bdellidae, Acaridae, Cheyletidae, Cunaxidae, Tetranychidae, Tydeidae, Ologamasidae, Stigmaeidae, Uropodidae, Digamasellidae e Histiotomatidae.

3.6. Gêneros dos ácaros encontrados

Com relação a diversidade dos gêneros de ácaros encontrados em cada espécie vegetal estudada, pode-se observar que as plantas coletadas em maior número apresentaram uma maior quantidade de gêneros. *E. edulis* e *S. romanzoffiana* mostraram uma maior diversidade de gêneros de ácaros, 33 e 29 respectivamente. Estas palmeiras foram amostradas nas três regiões de coleta. *A. aculeatissimum* e *B. setosa*, oriundas das regiões de Cananéia e Pariquera-açu, apresentaram a mesma quantidade de gêneros de ácaros (24). *A. dubia* e *S. oleracea* também tiveram a mesma quantidade de gêneros de ácaros (16) apesar de coletadas em regiões distintas. *A. aculeata*, coletada apenas na região de Piracicaba, apresentou 15 gêneros de ácaros e *G. brevispatha*, amostrada na mesma região, apresentou 13. *G. schottiana* mostrou a menor diversidade de gêneros de ácaros, nove (Tabela 6).

<i>Acrocomia aculeata</i>	Laelapidae	<i>Pseudoparasitus</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.
		<i>Euseius</i> sp.
		<i>Iphiseiodes</i> sp.
		<i>Phytoseius</i> sp.
	Ologamasidae	<i>Cyrtolaelaps</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Scutopalus</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Hemicheyletia</i> sp.
	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Oligonychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Lorryia</i> sp.
		<i>Metatriophtydeus</i> sp.
		<i>Metapronematus</i> sp.
	<i>Parapronematus</i> sp.	
<i>Astrocarium aculeatissimum</i>	Winterschmidtidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
	Ascidae	<i>Lasioseius</i> sp.
		<i>Melichares</i> sp.
		<i>Proctolaelaps</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.
		<i>Typhlodromips</i> sp.
	Polyaspididae	
	Uropodidae	<i>Phaulodinychus</i> sp.
	Anystidae	<i>Erythracarus</i> sp.
	Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Cunaxa</i> sp.
		<i>Rubroscirus</i> sp.
		<i>Pulaeus</i> sp.
		<i>Scutopalus</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Cheletomimus</i> sp.
	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Rhynchotarsonemus</i> sp.
		<i>Xenotarsonemus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Metatriophtydeus</i> sp.
		<i>Neolorryia</i> sp.
		<i>Pretydeus</i> sp.
	Acaridae	<i>Neotropacarus</i> sp.
	<i>Tyrophagus</i> sp.	
<i>Attalea dubia</i>	Winterschmidtidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
	Ascidae	<i>Asca</i> sp.
		<i>Proctolaelaps</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Typhlodromips</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Rubroscirus</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Hemicheyletia</i> sp.
		<i>Mexecheles</i> sp.
	Eupodidae	<i>Eupodes</i> sp.
	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Daidalotarsonemus</i> sp.

		<i>Tarsonemus</i> sp.
		<i>Xenotarsonemus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.
		<i>Tenuipalpus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Afrotydeus</i> sp.
		<i>Pretydeus</i> sp.
	Winterschmidtidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
<i>Bactris setosa</i>	Ascidae	<i>Asca</i> sp.
		<i>Lasioseius</i> sp.
		<i>Proctolaelaps</i> sp.
	Ameroseiidae	<i>Ameroseius</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.
		<i>Euseius</i> sp.
		<i>Leonseius</i> sp.
		<i>Proprioiseiopsis</i> sp.
		<i>Typhlodromips</i> sp.
	Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Neocunaxoides</i> sp.
		<i>Pulaeus</i> sp.
	Eupodidae	<i>Eupodes</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Fungitarsonemus</i> sp.
		<i>Rhynchotarsonemus</i> sp.
		<i>Steneotarsonemus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Afrotydeus</i> sp.
		<i>Metatriophtydeus</i> sp.
		<i>Metapronematus</i> sp.
		<i>Neolorryia</i> sp.
		<i>Parapronematus</i> sp.
		<i>Pretydeus</i> sp.
	Acaridae	<i>Neotropacarus</i> sp.
	Winterschmidtidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
<i>Euterpe edulis</i>	Ascidae	<i>Asca</i> sp.
		<i>Lasioseius</i> sp.
		<i>Melichares</i> sp.
	Ameroseiidae	<i>Ameroseius</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.
		<i>Euseius</i> sp.
		<i>Iphiseiodes</i> sp.
		<i>Neoseiulus</i> sp.
		<i>Typhlodromips</i> sp.
	Uropodidae	<i>Phaulodinychus</i> sp.
	Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Rubroscirus</i> sp.
		<i>Neocunaxoides</i> sp.
		<i>Scutopalus</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Cheletomimus</i> sp.
		<i>Hemicheyletia</i> sp.
	Eupodidae	<i>Eupodes</i> sp.

	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Excelsotarsonemus</i> sp. <i>Fungitarsonemus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp. <i>Tenuipalpus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Eutetranychus</i> sp. <i>Oligonychus</i> sp. <i>Schizotetranychus</i> sp. <i>Tetranychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Afrotydeus</i> sp. <i>Lorryia</i> sp. <i>Metatriophyteus</i> sp. <i>Parapronematus</i> sp. <i>Pretydeus</i> sp.
	Acaridae	<i>Neotropacarus</i> sp.
	Winterschmidtiidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
<i>Geonoma brevispatha</i>	Ameroseiidae	<i>Ameroseius</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp. <i>Iphiseiodes</i> sp.
	Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Hemicheyletia</i> sp.
	Camerobiidae	<i>Decaphyllobius</i> sp.
	Raphignathidae	<i>Raphignathus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp. <i>Tenuipalpus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Eutetranychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Lorryia</i> sp. <i>Pretydeus</i> sp.
	Winterschmidtiidae	<i>Saproglyphus</i> sp. <i>Calvolia</i> sp.
<i>Geonoma schottiana</i>	Ascidae	<i>Asca</i> sp. <i>Lasioseius</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp. <i>Typhlodromips</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Armascirus</i> sp.
	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.
	Microtrombidiidae	
	Histiostatidae	
<i>Syagrus oleracea</i>	Ascidae	<i>Asca</i> sp. <i>Lasioseius</i> sp.
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp. <i>Iphiseiodes</i> sp.
	Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Prosocheyla</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Daidalotarsonemus</i> sp. <i>Tarsonemus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.

		<i>Tenuipalpus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Eutetranychus</i> sp.
		<i>Oligonychus</i> sp.
		<i>Tetranychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Lorryia</i> sp.
		<i>Metatriophtydeus</i> sp.
	Winterschmidtiidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Ascidae	<i>Asca</i> sp.
		<i>Melichares</i> sp.
		<i>Proctolaelaps</i> sp.
		Gênero novo
	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.
		<i>Coccoseius</i> sp.
		<i>Iphiseiodes</i> sp.
		<i>Proprioseiopsis</i> sp.
		<i>Typhlodromips</i> sp.
		<i>Typhlodromus</i> (<i>Anthoseius</i>)
	Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps</i> sp.
	Cunaxidae	<i>Armascirus</i> sp.
		<i>Scutopalus</i> sp.
	Cheyletidae	<i>Mexecheles</i> sp.
	Eupodidae	<i>Eupodes</i> sp.
	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
		<i>Zetzellia</i> sp.
	Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.
		<i>Tenuipalpus</i> sp.
	Tetranychidae	<i>Eutetranychus</i> sp.
		<i>Tetranychus</i> sp.
	Tydeidae	<i>Lorryia</i> sp.
		<i>Metatriophtydeus</i> sp.
		<i>Parapronematus</i> sp.
	Acaridae	<i>Neotropacarus</i> sp.
		<i>Tyrophagus</i> sp.
	Winterschmidtiidae	<i>Saproglyphus</i> sp.
		<i>Acalvolia</i> sp.

Tabela 6. Gêneros de ácaros encontrados em cada espécie vegetal amostrada, nas regiões de Cananéia, Pariquera-Açu, Piracicaba e São Pedro, 2000.

SUBORDEM MESOSTIGMATA
SUPERFAMÍLIA ASCOIDEA
ASCIDAE Voigts & Oudemans

Asca spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* folíolos (19-I) e frutos (18-IV); *G. schottiana* folíolos (11-X) e frutos (19-IV); **Pariquera-Açu:** *B. setosa* brotos terminais (18-IV); *S. romanzoffiana* brotos terminais (11-VII) e folíolos (11-VII); *A. dubia* folíolos (12-X); *E. edulis* brotos terminais (11-VII); **São Pedro:** *S. oleracea* brotos terminais (11-XI).

Lasioseius spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* inflorescências (11-X) e frutos (18-I); *B. setosa* frutos (19-IV e 12-VII); *A. aculeatissimum* frutos (19-IV); *G. schottiana* inflorescências (19-IV) e frutos (11-X); **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* frutos (11-VII e 10-X); **Piracicaba:** *E. edulis* brotos terminais (07-II); **São Pedro:** *S. oleracea* frutos (11-XI).

Melichares spp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* inflorescências (18-I e 10-X); *S. romanzoffiana* inflorescências (18-I); *A. aculeatissimum* brotos terminais (17-I).

Proctolaelaps sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. dubia* frutos (18-IV); *S. romanzoffiana* frutos (11-VII); *B. setosa* inflorescências (10-X); **Cananéia:** *A. aculeatissimum* frutos (19-IV); *B. setosa* frutos (11-X).

Gênero não identificado

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* inflorescências (17-I).

Observações: Ácaros da Família Ascidae foram bastante abundantes neste estudo. Dentre os gêneros encontrados, apenas *Asca* foi ocasionalmente verificado em folíolos.

SUPERFAMÍLIA DERMANYSSOIDEA
LAELAPIDAE Berlese

Pseudoparasitus sp.

Material Examinado: **Piracicaba:** *A. aculeata* frutos (17-V).

Ameroseius sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *G. schottiana* inflorescências (19-IV, 12-VII e 11-X); *E. Edulis* inflorescências (11-X); *B. setosa* brotos terminais (19-IV); **São Pedro:** *G. brevispatha* inflorescências (16-V, 10-VIII e 16-XI).

Observações: Apesar da abundância com que foram encontrados, estes ácaros nunca foram verificados nos

folíolos das palmeiras estudadas.

PHYTOSEIIDAE Berlese

Amblyseius spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (18-I e 11-X); *E. edulis* folíolos e frutos (18-I, 19-IV, 12-VII e 11-X); *B. setosa* folíolos (19-IV, 12-VII e 11-X); *G. schottiana* folíolos e frutos (12-VII); *A. aculeatissimum* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (18-I), frutos (19-I); *S. romanzoffiana* folíolos (18-I, 11-VII e 12-X), frutos (17-I e 11-VII); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I, 11-VII e 12-X); *B. setosa* folíolos (18-IV, 11-VII e 12-X); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* brotos terminais e folíolos (17-V, 11-VIII); *E. edulis* folíolos (16-V e 11-XI); *A. aculeata* folíolos (11-VIII); São Pedro: *S. oleracea* folíolos e frutos (16-V e 11-XI); *G. brevispatha* frutos (10-VIII).

Coccoseius sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (11-X).

Euseius spp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (11-VII e 12-X); *B. setosa* folíolos (12-X); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (07-II, 16-V e 10-XI); *A. aculeata* folíolos (17-V e 11-XI).

Iphiseiodes sp.

Material Examinado: **Piracicaba:** *A. aculeata* folíolos (17-V e 11-VIII); *E. edulis* folíolos (16-V e 11-XI), *S. romanzoffiana* folíolos (16-V, 11-VIII e 11-XI); **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); São Pedro: *G. brevispatha* folíolos (11-VIII e 11-XI); *S. oleracea* folíolos (11-XI).

Leonseius sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* folíolos (12-VII).

Neoseiulus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* brotos terminais e folíolos (12-VII).

Proprioseiopsis spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* - folíolos (19-IV); **Pariquera-Açu:** *B. setosa* - folíolos (18-I e 11-VII); *S. romanzoffiana* - frutos (10-X).

Phytoseius sp.

Material Examinado: **Piracicaba:** *A. aculeata* folíolos (17-V)

Typhlodromips spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (18-I); *E. edulis* folíolos (18-I, 12-VII e 11-X); *B.*

setosa folíolos (18-I); *G. schottiana* folíolos (12-VII); *S. romanzoffiana* folíolos (11-X); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I, 18-IV e 11-VII); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I, 18-IV e 11-VII); *A. dubia* folíolos (16-I e 11-VII); *B. setosa* folíolos (16-I, 18-IV e 12-X); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (11-VIII e 11-XI).

Typhlodromus (Anthoseius) sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* - folíolos (11-X); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (7-II).

Observações: As diferentes espécies desta família tão abundante foram encontradas em todas as partes das palmeiras examinadas.

SUPERFAMÍLIA RHODACAROIDEA DIGAMASELLIDAE Evans

Dendrolaelaps sp.

Material Examinado: **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* brotos terminais (16-V).

OLOGAMASIDAE Ryke

Cyrtolaelaps sp.

Material Examinado: **Piracicaba:** *A. aculeata* brotos terminais (07-II).

SUPERFAMÍLIA POLYASPIDOIDEA POLYASPIDIDAE Berlese

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* frutos (19-IV).

Observações: Foram coletados apenas dois indivíduos imaturos desta família, o que impossibilitou sua identificação.

SUPERFAMÍLIA UROPODOIDEA UROPODIDAE Berlese

Phaulodinychus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* frutos (18-IV); *E. edulis* brotos terminais (18-IV).

SUBORDEM PROSTIGMATA SUPERFAMÍLIA ANYSTOIDEA ANYSTIDAE Oudemans

Erythracarus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* frutos (18-IV e 10-X).

SUPERFAMÍLIA BDELLOIDEA BDELLIDAE Dugès

Bdella sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* frutos (19-I); *A. aculeatissimum* folíolos (18-IV); *B. setosa* brotos terminais (10-X); **São Pedro:** *S. oleracea* brotos terminais (16-V); *G. brevispatha* frutos e brotos terminais (16-II).

Observações: Apenas em uma ocasião ácaros desta família foram encontrados em folíolos. Foram muito mais comuns em frutos e brotos terminais.

CUNAXIDAE Thor

Cunaxa sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* frutos (18-IV).

Rubroscirus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I, 18-IV e 11-VII); *A. dubia* folíolos (11-VII).

Armascirus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *G. schottiana* folíolos (12-VII); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (16-V).

Neocunaxoides sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* folíolos (18-I); *B. setosa* frutos (19-IV); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* frutos (18-IV); *B. setosa* folíolos (11-VII).

Pulaeus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *B. setosa* folíolos (16-I e 18-IV).

Scutopalus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I); *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *A. aculeata* brotos terminais (17-V).

Observações: Ainda que encontrados em certas ocasiões em frutos e em brotos terminais, os ácaros desta família foram mais comuns nos folíolos das palmeiras estudadas.

SUPERFAMÍLIA CHEYLETOIDEA CHEyleTIDAE Leach

Cheletomimus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* brotos terminais (17-I); *A. dubia* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *E. edulis* frutos (30-V).

Hemicheyletia sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. dubia* frutos (18-IV); *E. edulis* frutos (30-V e 11-VII); **Piracicaba:** *A. aculeata* - frutos (11-VIII); **São Pedro:** *G. brevispatha* frutos e brotos terminais (16-V).

Mexeches spp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* frutos (17-I e 18-IV); *A. dubia* frutos (11-X).

Prosocheyla sp.

Material Examinado: **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (11-XI).

Observações: Em apenas 2 ocasiões estes ácaros foram encontrados em folíolos e brotos terminais. Foram muito mais comuns em frutos.

SUPERFAMÍLIA EUPODOIDEA
EUPODIDAE Koch

Eupodes sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (12-VII), *B. setosa* frutos (12-VII); *G. schottiana* frutos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* folíolos (16-I, 18-IV e 11-VII); *E. edulis* folíolos (16-I, 18-IV, 11-VII e 12-XI); *B. setosa* folíolos (16-I); *A. dubia* folíolos (11-VII).

SUPERFAMÍLIA RAPHIGNATHOIDEA
CAMEROBIIDAE Southcott

Decaphyllobius sp.

Material Examinado: **São Pedro:** *G. brevispatha* folíolos (16-V) e frutos (16-XI).

RAPHIGNATHIDAE Kramer

Raphignathus sp.

Material Examinado: **São Pedro:** *G. brevispatha* frutos (16-V).

STIGMAEIDAE Oudemans

Agistemus spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* brotos terminais (IV-00) e folíolos (VII-00 e X-00); *G. schottiana* folíolos (I-00, IV-00 e VII-00); *E. edulis* folíolos (I-00) e frutos (I-00); *S. romanzoffiana* folíolos (IV-00, VII-00 e X-00); **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* folíolos (I-00 e IV-00); *S. romanzoffiana* folíolos (IV-00 e VII-00); *E. edulis* folíolos (IV-00 e VII-00); *A. dubia* folíolos (VII-00); **Piracicaba:** *A. aculeata* inflorescências (XI-00), brotos terminais (II-00) e folíolos (II-00, V-00 e XI-00); *E. edulis* folíolos (II-00 e XI-00); *S. romanzoffiana* folíolos (VIII-00 e XI-00).

Zetzellia sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* folíolos (IV-00).

Observações: Esta foi a segunda família mais numerosa nos folíolos das palmeiras estudadas, sendo esporadicamente encontrada em inflorescências, frutos e brotos terminais.

SUPERFAMÍLIA TARSONEMOIDEA
TARSONEMIDAE Kramer

Daidalotarsonemus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. dubia* folíolos (11-VII); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V).

Excelsotarsonemus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I).

Fungitarsonemus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* folíolos (18-I); **Pariquera-Açu:** *B. setosa* folíolos (12-X); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (7-II).

Rhynchotarsonemus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* brotos terminais (18-I); *B. setosa* brotos terminais (19-IV e 12-VII).

Steneotarsonemus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* brotos terminais (19-IV) e frutos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *B. setosa* brotos terminais (18-IV).

Tarsonemus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *A. dubia* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (07-II); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V).

Xenotarsonemus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *A. dubia* folíolos (11-VII).

SUPERFAMÍLIA TETRANYCHOIDEA
TENUIPALPIDAE Berlese

Brevipalpus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* folíolos (18-I) e frutos (19-IV); *G. schottiana* inflorescências (19-IV) e frutos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (11-VII e 12-X); *A. dubia* folíolos (12-X); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (07-II, 16-V e 11-VIII); *S. romanzoffiana* folíolos (11-VIII); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V e 10-VIII); *G. brevispatha* folíolos (10-VIII), brotos terminais (16-II) e frutos (16-XI).

Tenuipalpus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (18-I, 19-IV e 12-VII) e brotos terminais (12-VII); *E. edulis* folíolos e brotos terminais (19-IV e 19-IV); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos e brotos terminais (17-I, 18-IV, 11-VII e 11-VII); *S. romanzoffiana* folíolos e brotos terminais (18-IV); *A. dubia* folíolos (11-VII e 12-X); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (07-II, 17-V e 16-V) e brotos terminais (11-VIII e 11-XI); *E. edulis* brotos terminais (07-II); **São Pedro:** *G. brevispatha* brotos terminais (16-II); *S. oleracea* folíolos (16-V) e brotos terminais (10-VIII).

Observações: Ácaros desta família tão numerosa foram encontrados em todas as partes das plantas.

TETRANYCHIDAE **Donnadieu**

Eutetranychus spp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I); *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (07-II, 16-V e 11-XI); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V-2000); *G. brevispatha* folíolos (10-VIII).

Oligonychus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (18-IV); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (16-V e 11-VIII); *A. aculeata* brotos terminais (17-V) e frutos (11-XI); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V e 10-VIII) e brotos terminais (11-XI).

Schizotetranychus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *E. edulis* folíolos (18-I e 12-VII); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (18-IV).

Tetranychus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (18-I e 19-IV); *B. setosa* folíolos (18-I e 19-IV); *S. romanzoffiana* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I e 18-IV); *S. romanzoffiana* folíolos (18-IV e 12-X); **Piracicaba:** *S. romanzoffiana* folíolos (07-II, 16-V e 11-XI); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V) e brotos terminais (11-XI).

Observações: Com exceção das raras vezes em que foram observados em brotos terminais, estes ácaros foram encontrados quase exclusivamente nos folíolos.

SUPERFAMÍLIA TROMBIDIOIDEA MICROTROMBIDIIDAE **Thor**

Material Examinado: **Cananéia:** *G. schottiana* frutos (19-IV).

Observações: apenas um indivíduo foi encontrado sem condições adequadas para identificação ao nível de gênero.

SUPERFAMÍLIA TYDEODEA TYDEIDAE **Kramer**

Afrotydeus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *A. dubia* folíolos (16-I e 11-VII); *E. edulis* folíolos (16-I e 11-VII); *B. setosa* folíolos (11-VII).

Lorryia spp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (18-IV); *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *E. edulis* brotos terminais (07-II e 30-V) e frutos (10-XI); *A. aculeata* folíolos (17-V) e frutos (11-XI); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V) e frutos (10-VIII); *G. brevispatha* frutos (10-VIII).

Metatriophydeus spp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (18-I, 19-IV, 12-VII e 11-X); *A. aculeatissimum* folíolos (12-VII); *B. setosa* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *A. aculeatissimum* folíolos (16-I); *S. romanzoffiana* folíolos (16-I e 12-X); **Piracicaba:** *A. aculeata* folíolos (07-II); *E. edulis* folíolos (11-XI); **São Pedro:** *S. oleracea* folíolos (16-V).

Metapronematus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *B. setosa* folíolos (18-IV); **Piracicaba:** *A. aculeata* folíolos (07-II).

Neolorryia sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* - folíolos (12-VII); *B. setosa* folíolos (12-VII).

Parapronematus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *B. setosa* folíolos (12-VII); **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); **Piracicaba:** *A. aculeata* folíolos (07-II); *S. romanzoffiana* folíolos (11-XI); *E. edulis* brotos terminais (07-II).

Pretydeus sp.

Material Examinado: **Pariquera-Açu:** *B. setosa* folíolos (16-I); *E. edulis* folíolos (16-I); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I); *A. dubia* folíolos (12-X); **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (19-IV); **São Pedro:** *G. brevispatha* folíolos (11-XI).

SUBORDEM ASTIGMATA
SUPERFAMÍLIA ACAROIDEA
ACARIDAE Ewing & Nesbitt

Neotropacarus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (18-I); *B. setosa* folíolos (18-I); *E. edulis* folíolos (19-IV); **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* folíolos (11-VII); *A. aculeatissimum* folíolos (12-X); *B. setosa* - folíolos (12-X); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (16-V, 11-VIII); *S. romanzoffiana* folíolos (11-VIII).

Tyrophagus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* brotos terminais (11-X); **Pariquera-Açu:** *S. romanzoffiana* frutos (18-IV); *A. aculeatissimum* frutos (11-VII).

WINTERSCHMIDTIIDAE Oudemans

Saproglyphus sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *A. aculeatissimum* folíolos (18-I, 12-VII); *B. setosa* brotos terminais (18-I); *S. romanzoffiana* inflorescências e frutos (18-I e 11-X); **Pariquera-Açu:** *E. edulis* folíolos (16-I), frutos (19-I); *S. romanzoffiana* frutos (18-IV e 11-VII); *A. aculeatissimum* folíolos (16-I); *A. dubia* folíolos (16-I, 11-VII); **Piracicaba:** *E. edulis* folíolos (07-II); *A. aculeata* folíolos (07-II e 11-XI); *S. romanzoffiana* frutos (30-V); **São Pedro:** *G. brevispatha* inflorescências (10-VIII); *S. oleracea* frutos (10-VIII).

Acalvolia sp.

Material Examinado: **Cananéia:** *S. romanzoffiana* folíolos (19-IV).

Calvolia sp.

Material Examinado: **São Pedro:** *G. brevispatha* frutos (16-XI).

SUPERFAMÍLIA HISTIOSTOMATOIDEA
HISTIOSTOMATIDAE Berlese

Material Examinado: **Cananéia:** *G. schottiana* brotos terminais (19-IV).

Observações: Foi coletado apenas 1 indivíduo imaturo desta família o que impossibilitou sua identificação.

4. AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Warren Calvin Welbourn do Florida Department of Agriculture and Consumer Services, pela identificação do ácaro Microtrombidiidae e confirmação dos gêneros de Cunaxidae, Eupodidae e Anystidae. Ao engenheiro agrônomo Venésio Felipe dos Santos, estatístico da Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuária (IPA), pelo auxílio nas análises estatísticas;

ao biólogo Lázaro Vanderlei F. Silva, técnico de laboratório do Setor de Zoologia Agrícola da ESALQ-USP, pelo auxílio na coleta e montagem dos ácaros; ao Instituto Agrônomo de Campinas pelo suporte técnico e logístico; ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico); ao PRONEX (Programa de Apoio a Núcleos de Excelência, Ministério da Cultura e Tecnologia) pelo suporte financeiro, este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no âmbito do Programa BIOTA/FAPESP O Instituto Virtual da Biodiversidade (www.biota.org.br).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. B. & LECUONA, R.E. 1998. Epizootologia aplicada ao controle microbiano de insetos. In: ALVES, S. B. (Ed.). Controle microbiano de insetos. Piracicaba: FEALQ. cap. 5, p.97-169.
- AMRINE, J. W.; MANSON, D. C. M. 1996. Preparation, Mounting and Descriptive Study of Eriophyoid Mites. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Ed.). Eriophyid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, p.383-396.
- AQUINO, M. L. N.; ARRUDA, G. P. 1967. O agente causal da "necrose do olho do coqueiro" em Pernambuco. Recife: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 33p. (Boletim técnico, 27).
- CHAZEAU, J. 1985. Predaceous insects. In: HELLE, W.; SABELIS, N. W. (Ed.) World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, v. 1B, p.211-246.
- EICKWORT, G. C. 1983. Potencial use of mites as biological control agents of leaf-feeding insects. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L.; KNUTSON, L. Biological control of pests by mites. Berkeley: University of California, cap.6, p.41-52.
- FAIN, A.; HYLAND, K. E.; AITKEN, T. H. G. 1977. Flower mites of the family Ascidae phoretic in nasal cavities of birds (Acarina: Mesostigmata). Acta Zool. Pathol. Antw. v. 69, p.99-154.
- FAIN, A.; NOTI, M. I.; DUFRÊNE, M. 1995. Observations on the mites (Acari) associated with carabidae (Coleoptera) in Belgium. I. Annotated list of the species. Internat. J. Acarol. v. 21, n. 2, p.107-122.
- FERNANDO, L. C. P.; WICKRAMANANDA, J. R. & ARATCHIGE, N. S. 2000. Status of coconut mite, *Aceria guerreronis* in Sri Lanka. In: International Workshop on Coconut Mite (*Aceria guerreronis*). 6-8 January 2000, Coconut Research Institute, Lunuwila, Sri Lanka. p.6.
- FERREIRA, L. G. S. 1997. Pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.). In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Manual técnico das culturas. Campinas, p.317-331.
- FLECHTMANN, C. H. W. 1967. Phytoseiidae do Estado de São Paulo (Acarina: Mesostigmata). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.24, p.247-248.

- FLECHTMANN, C. H. W. 1975. Elementos de acarologia. São Paulo: Livraria Nobel, 1975. 344 p.
- FLECHTMANN, C. H. W. 1989. *Cocos weddelliana* Wendl. (Palmae: Arecaceae), a new host plant for *Eriophyes guerreronis* (Keifer, 1965) (Acari: Eriophyidae) in Brazil. Internat. J. Acarol. v. 15, p.241.
- FLECHTMANN, C. H. W. 1994. *Amrineus cocofolius* n.g., n.sp. (Acari: Eriophyidae) from Brazil. Internat. J. Acarol. v. 20, p.57-59.
- FLECHTMANN, C. H. W. 1998. Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil. IV. Description of two new species in the family Eriophyidae. Internat. J. Acarol. v.24, n.2, p.113-117.
- FLECHTMANN, C. H. W. & SANTANA, D. L. Q. 1997. Ocorrência de *Notostrix attenuata* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiros no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. Resumos. Salvador: S. E. B. 1997. p.40.
- FLECHTMANN, C. H.; FERNANDO, C. P. 2000. *Dolichotetranychus cocos* n.sp. from the perianth of coconuts in Sri Lanka (Acari: Tenuipalpidae). Internat. J. Acarol. v. 26, n. 2, p.145-153.
- GONSALVES, A. D. 1955. O babaçu, considerações científicas, técnicas e econômicas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 331p. (Série Estudos e Ensaios, 8).
- GONDIM Jr., M.G.C. 2000. Ácaros de palmeiras (Arecaceae) em áreas dos Estados de São Paulo e Pernambuco. 161 p. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GONDIM Jr., M. G. C.; FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, G. J. de. 2000. Mite (Arthropoda: Acari) associates of palm (Arecaceae) in Brazil. IV. Descriptions of four new species in the Eriophyoidea. Syst. Appl. Acarol. v. 5, p.99-110.
- GONDIM Jr., M. G. C.; MORAES, G. J. de. 2001. Phytoseiidae mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. Syst. Appl. Acarol. v. 6, p.65-94.
- HALLIDAY, R. B. 1997. Revision of the Australian Ameroseiidae (Acarina: Mesostigmata). Invertebrate Taxonomy, v. 10, p.179-201.
- HAQ, M. A. 1999. Distribution of the coconut mite *Aceria guerreronis* in Peninsular India and adjacent islands. Entomon, v. 24, n. 4, p.371-379.
- JARDIM, M. A. G.; ANDERSON, A. B. 1987. Manejo de populações nativas de açazeiro no estuário amazônico. Boletim de Pesquisa Florestal, v. 15, p.1-8.
- JOLY, A. B. 1991. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Editora Nacional, 777p.
- KRANTZ, G.W. 1978. A manual of acarology. Corvallis: Oregon State University Bookstores, 509p.
- LORENZI, H. 1993. Árvores brasileiras manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 384p.
- LORENZI, H. 1996. Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Editora Plantarum, 303p.
- MARIAU, D. 1977. *Aceria (Eriophyes) guerreronis*: an important pest of African and American coconut grooves. Oléagineux, v. 32, n. 3, p.109-111.
- MARIAU, D. 1986. Comportament d *Eriophyes guerreronis* Keifer à legard de différents variétés de cocotiers. Oléagineux, v. 41, p.499-505.
- MOORE, D.; HOWARD, F. W. 1996. Coconuts. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Ed.). Eriophyid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, p.561-570.
- NAIR, C. P. R.; KOSHY, P. K. Studies on coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in India. In: International workshop on coconut mite (*Aceria guerreronis*). 6-8 January 2000, Coconut Research Institute, Lunuwila, p.7.
- NASKRECKI, P.; COLWELL, R. K. 1998. Monographs: systematics and host plant affiliations of hummingbird flower mites of the genera *Tropicoseius* Baker & Yunker and *Rhinoseius* Baker & Yunker (Acari: Mesostigmata: Ascidae). Maryland: Ent. Soc. Amer 185p.
- OCHOA, R.; AGUILAR, H.; VARGAS, C. 1991. Ácaros fitófagos da America Central: guia ilustrada. Turrialba: CATIE, 251p.
- ROBBS, C. F.; PERACCHI, A. L. 1965. Sobre a ocorrência de um ácaro prejudicial ao coqueiro (*Cocos nucifera* L.) In: REUNIÃO FITOSSANITÁRIA, Rio de Janeiro, 1965. Anais. Rio de Janeiro, p.65-70.
- SANTANA, D. L. Q.; FLECHTMANN, C. H. W. 1998. Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil. I. Present status and new records. Rev. Brasil. Zool. v. 15, n.4, p.959-963.
- SANTANA, D. L. Q.; FLECHTMANN, C. H. W.; LIMA, M. F. 1994. Novos ácaros do coqueiro no Brasil. Aracaju: EMBRAPA, CNPCO, 4p.
- VAN DER GEEST, L. P. S.; ELLIOT, S. L.; BREEUWER, J. A. J. 2000. Diseases of mites. Exp. Appl. Acarol. v. 24, p.497-560.
- WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. 1999. Mites: ecology, evolution and behaviour. New York: CABI publishing., 320p.
- YANINEK, J. S.; HERREN, H. R.; GUTIERREZ, A. P. 1989. Dynamics of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in Africa: seasonal factors affecting phenology and abundance. Environ. Entomol. v. 18, n. 4, p.625-631.

Título: Grupos de ácaros (arthropoda, acari) encontrados em arecaceae da mata atlântica do estado de são paulo.
Autores: Geraldo Pereira de Arruda Filho & Gilberto José de Moraes

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 -
<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?inventory+BN01102012002>

Recebido em 01 de março de 2002 - Revisado em 20 de junho de 2002 - Publicado em 30 de junho de 2002

ISSN 1676-0603

Measurements of CO₂ exchange over a woodland savanna (Cerrado Sensu stricto) in southeast Brasil.

Humberto R. da Rocha¹, Helber C. Freitas¹, Rafael Rosolem¹, Robinson I.N. Juárez¹, Rafael N. Tannus¹, Marcos A. Ligo², Osvaldo M. R. Cabral², Maria A.F. Silva Dias¹

Biota Neotropica v2 (n1) <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01702012002>

Date Received 03-01-2002

Revised 06-20-2002

Accepted 06-30 2002

1 Departamento de Ciências Atmosféricas, IAG/Universidade de São Paulo
2 EMBRAPA Meio Ambiente

Abstract

The technique of eddy correlation was used to measure the net ecosystem exchange over a woodland savanna (Cerrado Sensu stricto) site (Gleba Pé de Gigante) in southeast Brazil. The data set included measurements of climatological variables and soil respiration using static soil chambers. Data were collected during the period from 10 October 2000 to 30 March 2002. Measured soil respiration showed average values of 4.8 molCO₂ m⁻²s⁻¹ year round. Its seasonal differences varied from 2 to 8 molCO₂ m⁻²s⁻¹ (Q₁₀ = 4.9) during the dry (April to August) and wet season, respectively, and was concurrent with soil temperature and moisture variability. The net ecosystem CO₂ flux (NEE) variability is controlled by solar radiation, temperature and air humidity on diel course. Seasonally, soil moisture plays a strong role by inducing litterfall, reducing canopy photosynthetic activity and soil respiration. The net sign of NEE is negative (sink) in the wet season and early dry season, with rates around -25 kgC ha⁻¹day⁻¹, and values as low as 40 kgC ha⁻¹day⁻¹. NEE was positive (source) during most of the dry season, and changed into negative at the onset of rainy season. At critical times of soil moisture stress during the late dry season, the ecosystem experienced photosynthesis during daytime, although the net sign is positive (emission). Concurrent with dry season, the values appeared progressively positive from 5 to as much as 50 kgC ha⁻¹day⁻¹. The annual NEE sum appeared to be nearly in balance, or more exactly a small sink, equal to 0.1 0.3 tC ha⁻¹yr⁻¹, which we regard possibly as a realistic one, giving the constraining conditions imposed to the turbulent flux calculation, and favourable hypothesis of succession stages, climatic variability and CO₂ fertilization.

Key Words: Cerrado, savanna, photosynthesis, soil respiration, carbon sequestration, eddy correlation.

Resumo

A técnica de correlação dos vórtices turbulentos (eddy correlation) foi utilizada para se estimar a produtividade líquida do ecossistema (PLE) em uma área de Cerrado Sensu stricto, no sítio experimental da Gleba Pé de Gigante, no sudeste do Brasil. O conjunto de dados coletados incluiu também medidas de variáveis climatológicas e de respiração do solo com câmaras estáticas, no período de 10 de Outubro de 1999 a 30 de Março de 2002. A respiração do solo média anual foi de 4.8 molCO₂m⁻²s⁻¹, com diferenças sazonais que variaram entre 2 a 8 molCO₂ m⁻²s⁻¹ durante a estação seca (Abril a Agosto) e na estação chuvosa, respectivamente, por um padrão de sensível correlação com a temperatura (Q₁₀=4.9) e umidade do solo. Com base nos fluxos atmosféricos de CO₂, a PLE mostrou uma variabilidade no ciclo diurno grandemente controlada pela radiação solar, umidade e temperatura do ar. Na escala sazonal, a umidade do solo foi uma variável de alta correlação com a PLE, que aparentemente induziu a queda de folheto, redução da atividade fotossintética e da respiração do solo. O sinal da PLE foi negativo (sumidouro) na estação chuvosa e no início da estação seca, com taxas de -25 kgCha⁻¹dia⁻¹, e máximos de até 40 kgCha⁻¹dia⁻¹. Na estação seca o sinal foi positivo (emissão), o que foi revertido logo no início das chuvas. No fim da estação seca, em dias de grande estresse hídrico, ainda observou-se a resposta da fotossíntese na escala do ecossistema, mesmo tendo sido positiva a PLE. Paralelamente ao decorrer da estação seca, a PLE progressivamente aumentou de 5 até 50 kgCha⁻¹dia⁻¹. A soma anual da PLE mostrou-se aproximadamente balanceada, tendo sido no entanto, sob um viés de maior precisão, um pequeno mas significativo sumidouro de 0.1 0.3 tCha⁻¹ano⁻¹. Consideramos a hipótese de um pequeno sumidouro como possivelmente realista, dadas às restritivas correções impostas no cálculo dos fluxos turbulentos, e algumas hipóteses favoráveis de sucessão de estágios do Cerrado, fertilização de CO₂ atmosférico e variabilidade climática.

Palavras-chave: Palavras chave: Cerrado, savana, fotossíntese, respiração, sequestro de carbono, correlação dos vórtices turbulentos.

1. Introduction

The Cerrado is the largest savanna region in South America. Originally covering about 2×10^6 km² in Brasil, including the central region and parts of southeast, it has been reduced to only 20% at present (Mittermeier *et al.* 2000).

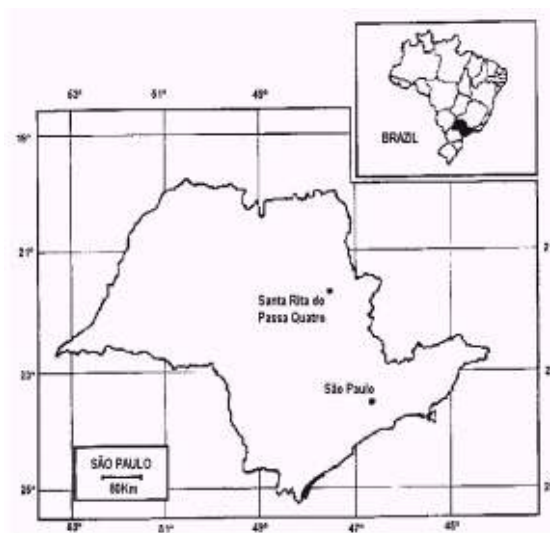
Several experimental studies have addressed the carbon exchange using automatic monitoring in the Amazon rain forests as part of the LBA Project (LBA 1996; Grace *et al.* 1996, Malhi *et al.* 1998, Goulden *et al.* 2002, Miller *et al.* 2002, Rocha *et al.* 2002). Pioneer studies in Brazilian savanna were reported by Miranda *et al.* (1997) in a Cerrado *Sensu stricto* in the central region, and by Vourlitis *et al.* (2001) in a Cerradão vegetation at the ecotone between tropical savanna and rain forest in Central Brasil. Related investigations in South America about water cycle and carbon stocks in tropical savanna were developed in Venezuela (San Jose *et al.* 2001; Szarzynsky and Anhuf *et al.* 1999).

In central Brazil the savanna is considered as the most threatened biome on the continent given the rapid expansion of agricultural frontiers (Silva and Bates 2002). The southeast region, originally covered with tropical evergreen forest along the coast (Mata Atlântica), tropical deciduous forests and savanna (Ratter 1992; Eiten 1972), is today dominated mostly by pasture, sugar cane and other crops (Rocha *et al.* 2000). Only a few and small fragments of Cerrado vegetation are conserved in the southeast.

In October 2000 we established a micrometeorological field station to make continuous observations of the local climate and the fluxes of heat, water and CO₂ between the atmosphere and a Cerrado *Sensu stricto*, located at the largest fragment remaining in the southeast (Santa Rita do Passa Quatro city, SP). In this paper we focus on the diel and seasonal patterns of CO₂ exchange (soil respiration and net ecosystem exchange), microclimate and soil moisture observed between 2000 and 2001.

2. Site and methods

The study was developed in the Vassununga state park, owned by the Instituto Florestal / São Paulo state, and located at Santa Rita do Passa Quatro city, SP, Brasil (Fig. 1a). The experimental site was placed at a reserve's part Gleba Pé de Gigante, a contiguous 1060 ha area of savanna vegetation (47°34' - 47°41' W, 21°36' - 21°44' S). Batalha (1997) reports coexistence of a few savanna physiognomies within the Gleba Pé de Gigante: (i) Cerradão (11%) 10 m tall trees, nearly closed canopies, dense litter; (ii) Cerrado *Sensu stricto* (79%) closed scrub and small (5m tall) trees, sparse taller trees (7-10 m tall), dense herbaceous story; (iii) Campo cerrado (8%) - open scrubland, sparse 7-10 m tall trees, dense herbaceous story; (iv) others Campo sujo and seasonal forest (2%). The prevailing soil type is quartz sand. The altitude within the reserve varies between 660 and 730 m.



(A)



(B)

Figure 1. (a) Geographical position of the experimental site in southeast Brasil; (b) photograph of micrometeorological tower at the Gleba Pé de Gigante.

An instrumental platform including automatic measurements of soil and climate variables, and turbulent atmospheric fluxes based at a scaffolding tower (21 m height, Hi-Way Access Intl) was established at the northwest sector (21°37'9"S, 47°37'58"W) in October 2000 (Fig. 1b). A data logger (Campbell CR10X) sampled the weather station and soil data every 15 s and recorded the averages on a 10 min basis. A full list of variables monitored at the site is presented in Table 1. The data discussed in this paper includes part of Table 1 and was collected from 10 October 2000 to 10 February 2002.

Variable (description)	Units	Sensor / Device
Air temperature	°C	Psychrometer CSI HMP45C
Air humidity	gkg ⁻¹	Psychrometer CSI HMP45C
Precipitation	mm	Texas 500
Wind direction	degrees	RM Young
Wind speed	ms ⁻¹	RM Young
Global solar radiation	W m ⁻²	LiCor 200X
PAR radiation	W m ⁻²	Licor Quantum
Net radiation	W m ⁻²	REBS
Soil moisture	m ³ m ⁻³	FDR CS615
Soil temperature	°C	CSI T108
Soil CO ₂ efflux	kgCO ₂ m ⁻² s ⁻¹	IRGA EGM-2 PPsystems
Latent heat flux	W m ⁻²	Eddy correlation
Sensible heat flux	W m ⁻²	Eddy correlation
Ground heat flux	W m ⁻²	REBS HFT3
Air total CO ₂ flux	kgCO ₂ m ⁻² s ⁻¹	Eddy correlation
Litterfall	kgCm ⁻²	Littertraps
Litter decomposition	kgCm ⁻²	Litterbags
Soil carbon	%	Soil samples
Streamflow	m ³ s ⁻¹	Water level gauge

Table 1: Collected variables at the observational site

An eddy correlation device measured the atmospheric turbulent fluxes of sensible heat, evapotranspiration, momentum flux and total CO₂ flux. It included a three-dimensional sonic anemometer (A1012R Gill Solent), an infra-red gas analyser for CO₂/H₂O (LiCOR 6262), an electromechanical system to control the pumped air from the sampler tube and record the 5 Hz frequency raw data. The eddy correlation method calculates the vertical flux of atmospheric carbon dioxide, F_c , taking the correlation between the deviations of the 30-minute average of the vertical wind speed (w') and the air CO₂ concentration (r_c'),

$$F_c = \overline{w' r_c'}, \quad (1)$$

a term usually referred to as the net ecosystem exchange (NEE), which theoretically accounts for the sum of gross primary productivity, plant respiration and soil respiration. The fluxes reported here were calculated using the 30-minute covariance following the detrending algorithms, coordinate rotation and frequency corrections described in Moncrieff *et al.* (1997). Soil respiration and soil temperature at 1 cm were measured using a portable static chamber (SRC-1, PP Systems, UK) sealed to the soil surface in closed circuit to a infra-red gas analyser (Parkinson, 1981), with an encapsulated thermistor placed near the chamber. Measurements with the chamber were carried out on a weekly basis over a set of seventeen collars fixed near the tower by April 2000.

2.1 Models

We have used numerical parameterizations of CO₂ flux for purposes of its calibration and validation at the field site. The algorithm employed is the SiB2 model (Sellers *et al.* 1996), which is a physical-mathematical concept of the soil-vegetation system for the exchanges of canopy radiative transfer, rainfall interception, soil hydraulic diffusion, and a stomatal conductance-photosynthesis function. The physiology is approached as of Collatz *et al.* (1991, 1992). Gross leaf assimilation rate is constrained by three factors: the assimilation rates defined by the photosynthetic enzyme system; the amount of PAR absorbed by leaf chlorophyll; and the capacity of the leaf to export or utilize the products of photosynthesis.

The SiB2 model was run in its off-line mode, *i.e.*, forced by *in situ* observations of meteorological 30-minute average variables, namely: global solar radiation, air temperature and humidity, wind speed and precipitation. Model validation requires optimisation methods and have been employed using eddy correlation data in tropical rain forests and pastureland (Rocha *et al.* 1996a,b). We used similar techniques to validate the model for the field site in order to fill gaps in the flux data.

3. Results and discussion

3.1 Climate

The climate is typically warm and wet in the summer, and mild and dry in the winter. In the period of observations a dry season was defined from May to September (Fig. 2a), an observation which approaches the regional climatology. The accumulated precipitation from 13 January 2001 to 12 January 2002 was 1322 mm (a period when the rainfall data had no gaps), which was a little below than the annual average (1478 mm) collected at the nearest station 20 km apart (DAEE, Santa Rita do Passa Quatro city). The wet season, during October to April, was marked by continuous days of precipitation, and showed a few cases of observations larger than 40 mm day⁻¹. We note two days with precipitation around 30 mm day⁻¹ in June, during the early dry season. It is not anomalous to observe sparse rainfall during the dry season, given the climatological precipitation in May, June, July and August are 43, 33, 20 and 21 mm, respectively.

Incoming solar radiation varied seasonally as the consequence of a maximum top of atmosphere irradiance in 22 December and a minimum in 22 June. The data appeared to be enveloped within the range between 30 (summer) to 18 (winter) MJm⁻²day⁻¹. Values as low as 4 MJm⁻²day⁻¹ were noticed in overcast days (Fig. 2b). The amplitude of canopy top air temperature varied with the solar radiation, from 5 to 35 °C year round (Fig. 2c). The penetration of (southerly) cold fronts is one of the most important regional controls of precipitation. It happens every 3 to 10 days, and is more frequent during the winter. These phenomena control the temperature remarkably

dropping the daily minimum during the winter as much as 10 °C (Fig. 2c). During the wet season, however, the effect of cold fronts, as well as generally the existence of rainy wet days, appears to drop the daily maximum temperature (which was observed to be roughly about 3 to 6 °C on the day-to-day variability). The presence of a semi-permanent large scale high pressure system over the region is typical during the autumn and wintertime, which is also suggested in Fig. 2d. Such a pattern is broken by the beginning wet season, as noticed by the onset of precipitation (Fig. 2a) and the seasonal surface air pressure changes occurred by middle September (Fig. 2d). The year round amplitude of air pressure variation was about 15 hPa. The turning point in the dynamics of large scale air masses at the dry to wet season transition has also an effect in the measured top canopy wind speed. The daily average wind was around 3 ms⁻¹ during most of the wet season and early dry season (Fig. 3a). During July to October, as precluded in the season transition, it increased by as much as 5 ms⁻¹ during several days. The prevailing surface winds are from the east, which result from the northern branch of the semi-permanent high pressure in the south Atlantic Ocean (Fig. 4). A small component is noted from the north-west direction at daytime, which is more typical at the proximity of precipitation systems, as convective clouds or cold fronts. At night it is noted the easterlies shift to south-east winds (Fig. 4b).

The reduced air temperature in the winter was

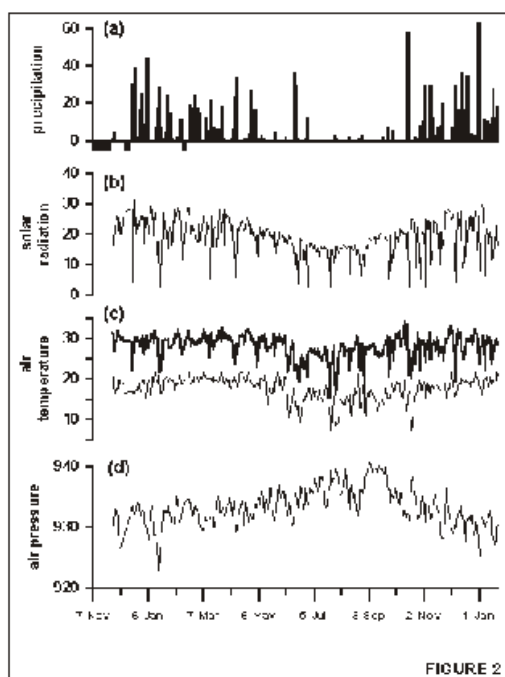


Figure 2. (a) Daily precipitation measured at 21 m, in mm day⁻¹; (b) Daily mean solar radiation at 21 m, in MJm⁻² day⁻¹; (c) Maximum (upper thick line) and minimum (lower thin line) daily air temperatures at 21 m, in °C; (d) Daily mean atmospheric pressure at 21 m height (in hPa). Data are shown for the period 15 Nov 2000 to 15 Jan 2002.

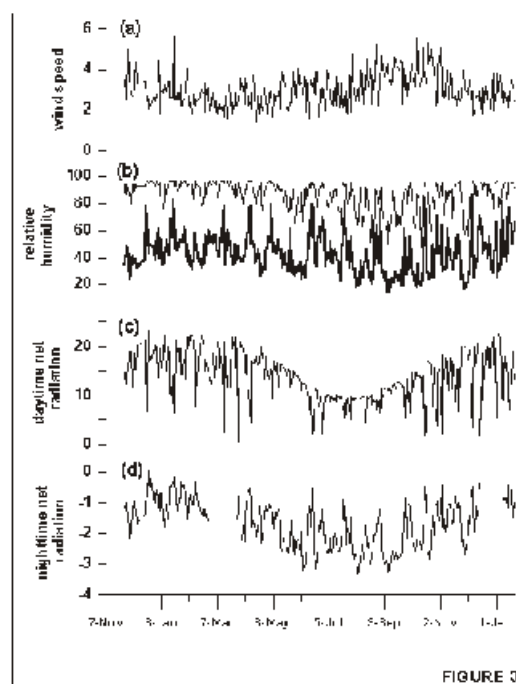


Figure 3. (a) Daily mean wind speed measured at 21 m, in ms⁻¹; (b) Daily maximum (upper thin line) and minimum (lower thick line) relative air humidity at 21 m, in %; (c) Daytime total net radiation at 21 m, in MJm⁻² day⁻¹; (d) Nighttime total net radiation at 21 m, in MJm⁻² day⁻¹. Data are shown for the period 15 Nov 2000 to 15 Jan 2002.

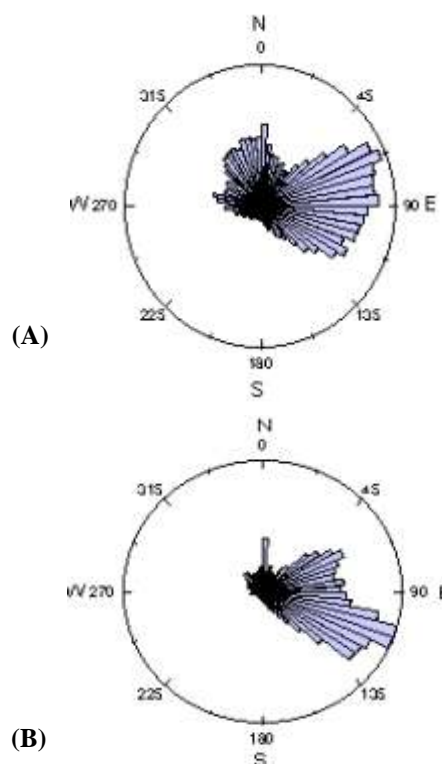


Figure 4. Prevailing wind direction (in degrees) during (a) daytime and (b) nighttime period, based on 30-minute average values measured at 21 m.

concurrent with reduced air humidity. Maximum daily relative humidity measured at top canopy varied from 100% (usually at night) in the wet season to about 60% in the dry season (Fig. 3b). As well, the minimum relative humidity varied with maxima daily temperature, from 50% to 15% year round.

Net radiation is the energy available to drive the air, soil and biomass heating, the water evaporation and the biophysical processes of transpiration and photosynthesis. Its seasonal course was well correlated with the solar radiation, as expected. The total daytime net radiation varied from 10 (in the winter) to 22 (in the summer) $\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$, as suggests the envelope of Fig. 3c. Clear nights have usually a larger loss of thermal infra-red energy thus reducing the net radiation and dropping the minimum air temperature. The nighttime net radiation is typically negative and during winter was markedly much lower ($-3 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$) than in the wet season ($1 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$), as shown in Fig. 3d.

3.2 Seasonal and diel courses

The variation of soil moisture in time is the balance between the inputs of precipitation and the losses of evapotranspiration and drainage. In the transition 2000/2001 wet season, the near surface (30 cm) soil moisture recharge was observed by early December. At the deeper levels (2.5 m) however, it lagged behind by roughly a month later. In the 2001/2002 wet season, differently, the recharge appeared earlier in time, as the onset of the wet season was markedly earlier.

On the seasonal basis, a marked control of soil moisture in the temporal evolution of the average 30-minute CO_2 fluxes is suggested in Fig. 5. Peak daytime uptake varied mostly between 15 and $30 \text{ molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ in the wet season, whereas nighttime emission ranged typically between 0 and $15 \text{ molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 5c). A broad reduction in the daily amplitude concurred with the developing dry season. By September the fluxes showed a positive sign, that is, suggesting a net emission of CO_2 . Likewise, such smooth and continuous trend of decreasing uptake after May and towards the dry season, was similarly shown by the evapotranspiration. Maximum daytime latent heat flux varied from 200 to 600 Wm^{-2} in the wet season, while in the late dry season the peaks were as low as 100 Wm^{-2} (Fig. 5b). We note from visual observations during site visits that during the dry season the vegetation experienced the fall of leaves. Most, if not all of the trees, are deciduous and a dramatic reduction in leaf area index was observed. The herbaceous layer also experienced the drying of leaves.

The CO_2 flux diel course in the high wet season showed daytime uptake of about $22 \text{ molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ on the days 10 and 11 April 2001 (Fig. 6). Whilst these days had absence of rainfall, the 10th was mostly clear and the 11th was partially cloudy during daytime, as noticed by the oscillations in the solar radiation march. The CO_2 flux was

closely related to the intensity of solar radiation and evapotranspiration (Fig. 6b). While the air specific humidity substantially decreased during daytime from 17 to 14 g kg^{-1} , the soil moisture depletion was also observed, noticeably in the shallow layers (30 cm), and with less evidence at the 2.5 m depth (Fig. 6a). The reduction in soil moisture is the response of water withdrawal by the root system. The decreasing air humidity is suggested to play a significant control in stomatal control and consequently in leaf carbon assimilation during these events. At night the fluxes were positive, with values of approximately $5 \text{ molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

At the end of dry season the diel course indicated

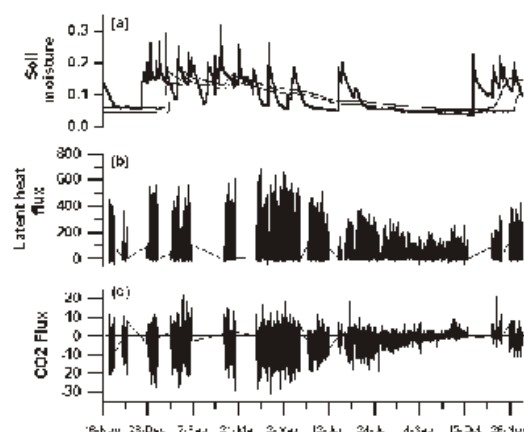


FIGURE 5

Figure 5. (A) Daily average volumetric soil moisture, in $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$, for a level at 30 cm depth (coarse line) and at 200 and 250 cm (thin lines); (b) 30-minute average values of latent heat flux, in Wm^{-2} ; (c) 30-minute average values of eddy CO_2 flux, in $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Data are shown for the period 15 Nov 2000 to 10 Dec 2001.

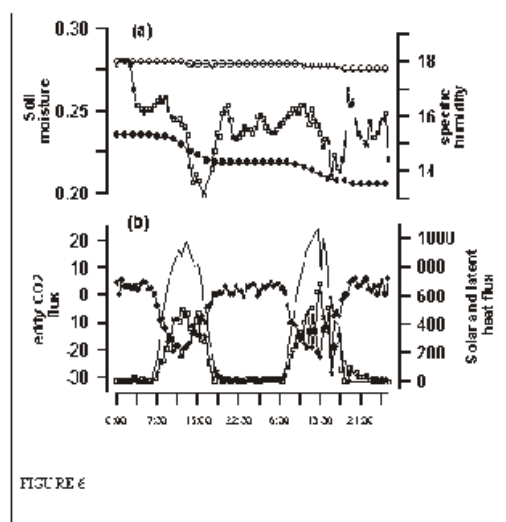


FIGURE 6

Figure 6. Diel course (Local Time) of 30-minute (a) (left axis) volumetric soil moisture, in $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$, for a level at 30 cm depth (black dots) and at 250 cm (open dots), and (right axis) air specific humidity, in gkg^{-1} (square dots); (b) (left axis) eddy CO_2 flux, in $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (black dots); (right axis) solar radiation (thin line) and latent heat flux (square dots), in Wm^{-2} . Data are shown for the days 10 and 11 April 2001.

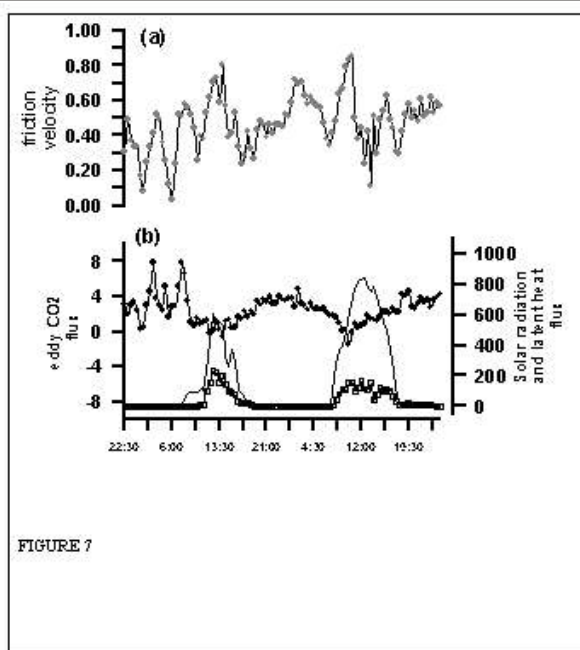


FIGURE 7
Figure 7. Diel course (Local Time) of 30-minute (a) (left axis) friction velocity measured at 21 m, in ms^{-1} (black dots); (b) (left axis) eddy CO_2 flux, in $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (black dots); (right axis) solar radiation (thin line) and latent heat flux (square dots), in W m^{-2} . Data are shown for the days 8 and 9 October 2001.

positive (emission) fluxes. During the days 08 and 09 October 2001 the CO_2 fluxes ranged between -2 and 4 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig. 7b). These days showed the least ecosystem functionality in terms of CO_2 assimilation. These days showed the least ecosystem functionality in terms of CO_2 assimilation. It is noteworthy to mention that despite the prevailing positive fluxes, the CO_2 flux was noticeably more negative after sunrise, which is very presumably the response of photosynthesis. In other words, Fig. 7b suggests there are trees assimilating carbon despite the general aspect of dryness in the vegetation. The positive fluxes are simply the fact that soil and plant respiration rates overcome photosynthesis during those days.

Radiation, temperature and air humidity were the main controllers of day-to-day variation in the top canopy measured CO_2 fluxes. Soil moisture exerts a strong control on the seasonal basis. During the dry season, the concurrent litterfall helps to increase (positively) the fluxes by reducing photosynthetic canopy activity and increasing decomposition.

At the night, between day 08 to 09, the fluxes increased smoothly up to values as high as 4 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig 7). In the previous night, however, it peaked following the pattern of the friction velocity (Fig. 7a). This correlation between the nighttime flux and the turbulent variable poses a weakness in this data to represent realistically the ecosystem CO_2 nighttime flux. The increasing friction velocity means more windy turbulence is generated at the canopy top. Consequently a well mixed layer between the ground and through the canopy air column is established. Given our measurements did not

include a CO_2 vertical profile in the instrumental platform, which could in theory account the storage in the canopy layer during these calm nights, the nighttime fluxes as shown are possibly underestimated.

3.3. Soil respiration

Independent from the eddy correlation measurements, the daily average soil respiration collected on a weekly basis varied between the minimum of 2 (in July 2001) to a maximum of 8 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (in the high wet season), as shown in Fig. 8a. Soil respiration is the continuous loss of CO_2 by the respiration of roots, microbes, soil fauna and carbon oxidation. It depends largely on the ecosystem photosynthetic activity as well as leaf and litter decomposition. Therefore variables such as soil temperature and soil moisture ought to be major environmental controls. The average value was equal to 4.8 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ year round. Compared to measurements using similar methods (static portable chambers) in other tropical biomes, such average ranked roughly in an intermediate position between primary forests and active pasturelands (Table 2). The estimate of Meir et al. (1996) for similar vegetation was taken only in one month (April

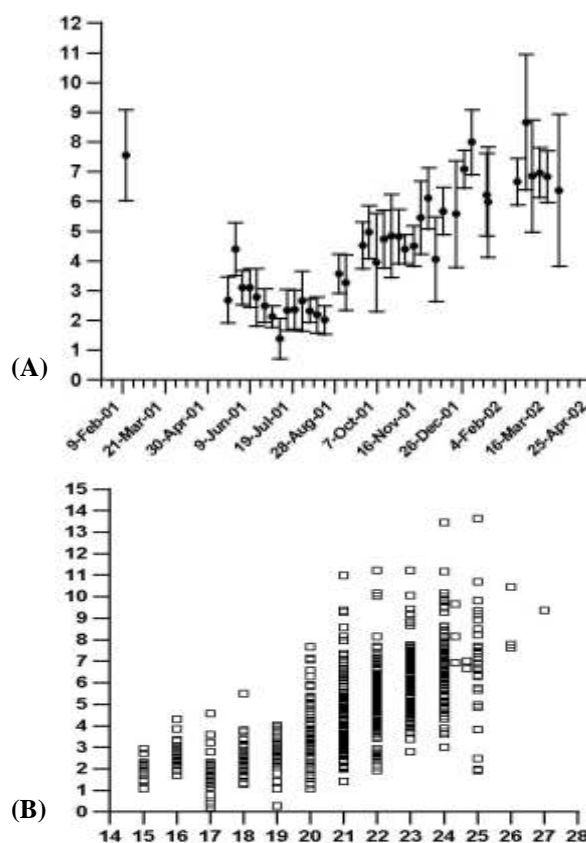


Figure 8. Soil respiration rates, in $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, (a) as daily averages and as a function of time with the respective daily standard deviation; (b) as instant values and as a function of instant soil temperature at 1 cm depth, in $^{\circ}\text{C}$.

1993), which is less representative of the yearly average. The increasing standard deviation as observed along the developing wet season (Fig. 8b) regards the increasing spatial variability prone to occur in those circumstances.

The comparison of soil respiration measurements with the correspondent soil temperature at 1 cm expressed a great deal of correlation (Fig. 8b). The data were used to fit an exponential relationship using the daily average values, which resulted in $R = \exp(0.1589 T_s - 1.8859)$, ($Q_{10} = 4.9$; $n = 40$; $R^2 = 0.755$), where R is the soil respiration in $\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; T_s the soil temperature at 1 cm, in °C; R^2 is the correlation coefficient calculated over n points; and Q_{10} is the coefficient of the relative increase in soil respiration for a temperature increase of 10°C. The Q_{10} value calculated here is surprisingly large for a tropical ecosystem, which usually is between 2 to 4. The site is however near the tropics where the amplitude of soil temperatures are much larger than those observed near lower latitudes, for example in the Amazon. We do not know of other published values for comparison.

Forest	Secondary forest	Cerrado Sensu stricto	Active pasture	Degraded pasture	Site	Source
5.5-6.7	-	-	3.2-5.3	2.5-3.2	Paragominas	Trumbore et al. (1995)
5.5	-	-	-	-	Ji-Paraná	Meir et al (1996)
-	-	3.0	-	-	Brasília	Meir et al (1996)
5.2	4.7	-	3.9	2.6	Paragominas	Davidson et al (2000)
-	-	4.8 ± 2.2	-	-	Santa Rita Passa Quatro	(this study)

Table 2: Average soil respiration estimated in this work and in other similar works for Amazonian ecosystems (in $\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

3.4. Daily and annual sums

Calculating the annual sum of the half hour CO_2 average fluxes provides a particular estimate of how much carbon is possibly being emitted to the atmosphere (ecosystem is a source) or assimilated by the surface (ecosystem is a sink). Interannual variability can change the estimated amount, and even its sign (positive or negative), giving the plausible natural changes of ecosystem's recruitment and mortality rates, as well as variations in climate.

The raw data set as presented in Fig. 5 may not be sufficient to achieve a realistic annual sum estimate, for several reasons. A first one refers to missing flux intervals in the yearly record. A second one would be the lack of the CO_2 storage term measurements in the canopy profile. This term is supposed to account, at least partially, on the effect of processes not detected by the instruments located at the top canopy when the surface layer is stable, which is prone to happen typically on calm nights. A third reason regards some evidence raised for the ecosystem CO_2 loss, also on calm nights, as shown by the reduced flux mainly in tall forest canopies. In other words, it apparently suggests the

use of the eddy flux corrected by the storage term may not estimate all ways of exchange between the biological processes and the atmosphere. An alternative to address such problem has been suggested by using the so called u_* (friction velocity) filter, which removes the biased data that causes flux underestimation on the accumulated time series (Goulden et al. 1996, Miller et al. 2002). The question might very likely be site specific, depending on local relief and canopy architecture, between others.

Besides the aforementioned uncertainties in the annual sum, there are others related to the calculation of the individual average fluxes. These are namely the instrumental design and operation, and the approach to calculate the mathematical covariances. It has been noticed that low frequency contributions to the flux may be missed when insufficient averaging times are used (Sakai et al. 2001; Finnigan et al. 2002). In this case, the use of periods longer than 30-minute may be a way to better estimate the fluxes. Also, the method of detrending to ensure stationarity is in the realm of discussions. Despite that, Miller et al. (2002) compared linear detrending and block average removal for a data set in the tropical forest, and did not find significant differences on the annual sum.

Filling the gaps of a time series for the purposes of annual sum is not a simple task. Using daily accumulations calculated on periods near the gaps can provide a first alternative, although it does not solve the problem of day-to-day variability. In the present study, a broad variation occurred on the CO_2 diel course as well as on the seasonal patterns, and substantial differences can occur on time scales within a week. Such approach may introduce biases even more significant than the several uncertainties already involved in the experimental methodology. We used a biophysical surface-atmosphere model to provide the estimated fluxes during the gaps (see 2.2), in parallel with the soil respiration model fitted with our observations at the site. Net ecosystem assimilation (gross photosynthesis minus plant and soil respiration) is calculated during daytime, and soil and plant respiration during nighttime. The model was calibrated to account for the entire range of seasonal variability and was thus validated for the specific site and year. Forcing the model with canopy top 30 min average climate variables provided an estimate of the fluxes on the same time scale used in gap-free days.

The treatment of calm nights was approached by checking the u_* threshold sensitivity on the nighttime eddy fluxes and its comparison to model calculations. In this comparison the model is concerned as the best estimate of the 'true' flux, as it was based on independent field measurements and validated for the site. The plot of the nocturnal eddy fluxes and the model fluxes, constrained by u_* between 0 and 0.1 ms^{-1} , cleared indicated the eddy fluxes underestimated the model (Fig. 9a). Sequentially, similar comparisons taking the u_* values constrained between 0.1 and 0.2 ms^{-1} (Fig. 9b), 0.2 and 0.3 ms^{-1} (Fig. 9c) and 0.3 and 0.4 ms^{-1} (Fig. 9d), showed there was an improving correlation between the fluxes concurrent with increasing u_* . The comparison appears to be most favourable in the

range of u_s between 0.4 and 0.5 ms^{-1} (Fig. 9e).

The amount of data involved at each comparison in Fig. 9 obviously reduces as the threshold increases. For instance, taking the threshold equal to 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6 ms^{-1} , the removal percentage of the nocturnal eddy fluxes was 48, 64, 80, 90, 95 and 98%, respectively.

We calculated the annual sums replacing the nocturnal eddy flux during weakly mixed periods with values provided by the calibrated model. The replacement was made sequentially, taking different u_s threshold filters. For illustration, the simple accumulation of the raw data (no gap filling and no filter) resulted in an annual sum of 3.2 $\text{tC ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ (Fig. 10). The filters produced outstanding changes in the annual sums, as well as changed the curve

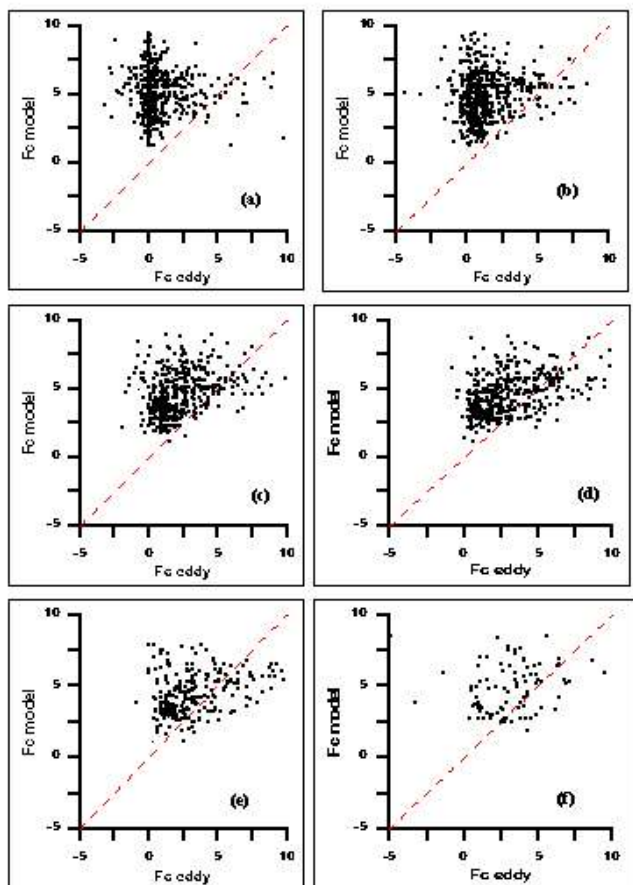


FIGURE 9

Figure 9. (y axis) Nighttime CO_2 flux modelled (SiB2 plant respiration and soil respiration based on exponential curve fitted from observations) against (abscissa) measured eddy CO_2 flux, compared for events constrained by a limited range of friction velocity u_s (in ms^{-1}) between (a) 0 to 0.1; (b) 0.1 to 0.2; (c) 0.2 to 0.3; (d) 0.3 to 0.4; (e) 0.4 to 0.5 and (f) 0.5 to 0.6. The 1:1 proportion is the dashed line.

shape of accumulations. At the 0.1 ms^{-1} threshold, the sum resulted in a negative flux of $-2.2 \text{ tC ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$, which increased to about 1.2, -0.5, -0.1 and +0.2 $\text{tC ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ for thresholds increasing from 0.2 to 0.5 ms^{-1} , respectively. The variations between the annual sums that resulted with the use of increasing u_s filter tend to change in an inverse proportion, a result that Miller et al. (2002) also observed. This is partially explained by the fact that less and less nocturnal data are removed, consequently reducing the variations in the accumulations. It seems reasonable to think there should be a balance between disregarding bad data when the well mixed layer hypothesis does not work well, and keeping good data as much as possible. Neglecting good data can possibly increase the uncertainties in the annual sum. A point we search for is whether any filter can tell us where the optimal balance is.

The u_s threshold between 0.4 and 0.5 ms^{-1} was where the nocturnal eddy fluxes compared best the 'true' flux (Fig. 9e). At this stage, the annual sum showed roughly a limit where there was a small sink (at 0.4 ms^{-1}), or on the other hand, a small source (at 0.5 ms^{-1}), as shown in Fig. 10. While increasing the u_s threshold results in neglecting the eddy night-time flux, those should be kept as long as they do not mean actual underestimation. It has been said this filter can compensate the lack of nocturnal storage

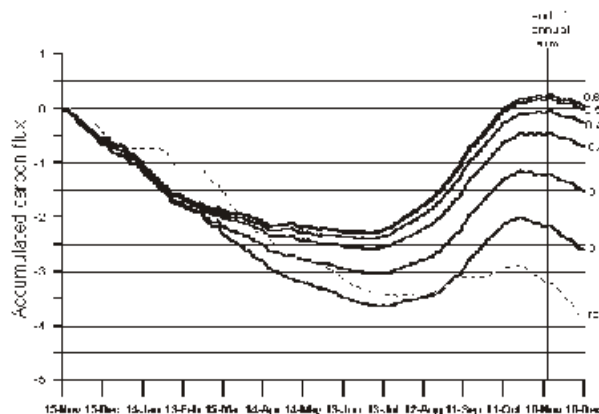


FIGURE 10

Figure 10. Annual sum of 30-minute net ecosystem exchange, in tC ha^{-1} , for the eddy raw data (thin line), and with gap-filled data constrained by u_s star filter with minimum threshold of 0.1 to 0.6 ms^{-1} (as shown at the right of thick lines).

measurement, which is supposed to correct the night-time emission under weak mixing. Nonetheless, an important issue is that the amount of stored CO_2 in the canopy is not changing with time, regardless the air column is well mixed or not. As well, the nocturnal storage can simply become negative for a point in u_s variation, what means the night-time turbulence is venting some of the stored CO_2 . In the latter case, the storage correction might reduce the emission indeed. Based on this, we think a defensible estimate for the annual would be to select the variation where the u_s threshold minimizes the night-time flux underestimation, that is, 0.4 and 0.5 ms^{-1} , and to take its

lower limit (0.4 ms^{-1}) as the most likely value that would less neglect good data. This would lead to an annual sum equal to $0.1 \text{ } 0.3 \text{ tC ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$. The uncertainty was proposed by the variation between the annual sums calculated with the 0.5 and 0.4 ms^{-1} thresholds.

Using the threshold of 0.4 ms^{-1} we calculated a continuous time series of the net ecosystem exchange. In the wet season, the estimated uptake averaged varied around $-25 \text{ kgC ha}^{-1}\text{day}^{-1}$ with values as low as $40 \text{ kgC ha}^{-1}\text{day}^{-1}$ (Fig. 11). The changes occurring with the developing dry season are remarkable. In early May, negative fluxes of about $5 \text{ kgC ha}^{-1}\text{day}^{-1}$ are observed. They tend to increase progressively until middle August to values as large as $50 \text{ kgC ha}^{-1}\text{day}^{-1}$. The turning point between source and sink happens by early October. It appeared noteworthy that the transition sink to source took a little longer than the opposite. It is possibly explained by the rapid greening of the leaves during the onset of wet season, whereas the leaves fall at slower rates.

4. Conclusions

We have estimated the net ecosystem exchange over a Cerrado *Sensu stricto* in southeast Brazil (21° S) and emphasized the outstanding relationship of NEE functionality with the precipitation pattern: it appears to be a sink (source) well correlated with the wet (dry) season. Sink functionality may extend a little further in the early dry season. A similar pattern has been observed by Miranda *et al.* (1997) at a same biome in central Brazil (16° S), while Vourlitis *et al.* (2001), over a Cerradão site (11° S), have

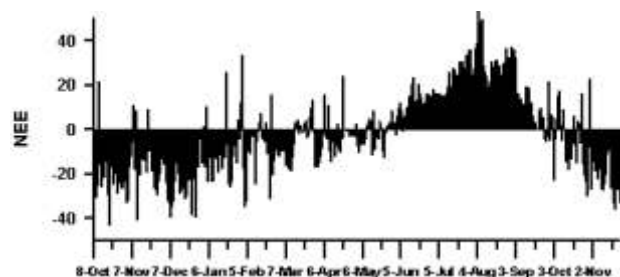


Figure 11. Daytime integrated values of net ecosystem exchange, in $\text{kgC ha}^{-1}\text{day}^{-1}$. Using gap-filled data constrained by the u_c threshold of 0.4 ms^{-1} . Data are shown for the period 10 Oct 2000 to 10 Dec 2001.

particularly pointed out the dry and early wet season as the time of the year where net emission to the atmosphere prevail over assimilation. These three reports agree about the strong seasonality of NEE, mainly as compared to other measurements in Amazonian tropical forests (see introduction).

Our calculated annual sum over the Cerrado *Sensu stricto* suggests average NEE is nearly in balance, or more exactly a very small sink of 0.1 tC ha^{-1} . Similarly, Vourlitis *et al.* (2002) suggest a Cerradão site was also in balance after measurements between August 1999 and July 2001. It seems worthwhile to mention those authors report a very small difference between gross ecosystem exchange and ecosystem respiration, that is, 0.05 tC ha^{-1} , which ultimately means a weak although significant sink exists. In summary, these two independent studies over tropical savanna biomes show them to be apparently in balance, although small sinks were mathematically calculated.

That poses the question a small but significant carbon sink is realistic over the Cerrado, including all corrections involved in the eddy correlation approach to estimate annual NEE. We show arguments such hypothesis is viable, particularly for the Cerrado *Sensu stricto* site discussed in this paper. The Cerrado *Sensu stricto*, in general, can be viewed as an ecotone between the Campo Limpo and the Cerradão (Coutinho, 1978). Mostly, the classification of Cerrado biomes takes the canopy height as the indication to differ the several succession stages, as grass-scrub and scrub-tree stories might be common between several classes (Pivelo and Coutinho, 1996). The succession to stages with taller trees, and generally more biomass, should not be guaranteed. Limitations would be imposed by the soil type, that influence the nutrient cycle and available soil moisture - the latter is ultimately a consequence of precipitation regime and water available capacity. Fires would disturb the natural succession development on the short and medium term, although on the long term (decades to centuries) the Cerrado species are supposed to be adapted (Coutinho, 1978; Delitti *et al.* 2001). The mechanism of succession stages in the Cerrado biome has neither a complete agreement nor a comprehensive description in the literature, what makes the issue a challenging one.

The site Gleba Pé de Gigante might have been under some level of disturbance about at least 50 years ago, mostly used as natural pastures for cattle grazing, while fires and logging were not noticed on the very long term (Eng. Everton Ribeiro, personal communication). The soil type (mostly quartz sand very low water capacity) is not a favourable one for plants during dry spells, which consequently is a limitation for achieving higher levels of succession. However, the calculated sink is roughly 0.5 % of total biomass (based on estimates in the range of 17 to 25 tC ha^{-1} , as of Castro and Kauffman, 1998), which is viable to occur not only in terms of succession, but of climate oscillations on the interannual variability scale. Other controls exist and can respond for stimulating photosynthesis, as atmospheric CO_2 fertilization (see

Buckeridge and Aidar this issue). We are not aware neither of significant climatic anomalies (local temperature and rainfall) during the period of measurements, nor the response of natural species to CO₂ in environment conditions, mainly due the lack of information. It makes the issue of climate forcings and variability a key one to investigate in future analysis.

5. Acknowledgements

We acknowledge the Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto 99/11215-9) and the Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) (Projetos 469492/2000 and 000522082/97) for funding the activities of this work. We thank the collaboration with the Instituto Florestal/SMA/SP to carry on the logistics and use of facilities at the Vassununga State Park, and particularly Eng. Everton Ribeiro (Vassununga State Park chief) for conducting the local support. We would like also to thank Humberto Mesquita and Marisa Bittencourt (IB/USP) for helping on the site selection and site information.

6. References

- Anhuf, D., T. Motzer, R. Rollenbeck, B. Schroder, J. Szarzynsky 1999. Water budget of the Surumoni crane site (Venezuela). *Selbyana*, 20:1, 179-185.
- Batalha, M.A. 1997. Análise da vegetação da ARIE Cerrado Pé-de-Gigante. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências/USP.
- Castro E. A. and Kauffman J. B., 1998. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass, and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 263-283
- Collatz, G.J., J. T. Ball, C. Grivet, J.A. Berry, 1991. Physiological and environmental regulation of stomatal conductance, photosynthesis and transpiration: a model that includes a laminar boundary layer. *Agricultural and Forest Meteorology*, 54: 107-136.
- Collatz, G.J., M. Ribas-Carbo, J.A. Berry, 1992. Coupled photosynthesis-stomatal conductance model for leaves of C4 plants. *Aust. J. Plant Physiol.*, 19: 519-538.
- Coutinho, L.M., 1978. O Conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 1, 17-23.
- Delitti W. B. C., Pausas J. G., Burger D. M., 2001. Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannas (Brazilian Cerrados) with different fire histories. *Ann. For. Sci.*, 58, 713-721.
- Davidson, E. A., L. V. Verchot, J. H. Cattanio, I. L. Ackerman, J. E. M. Carvalho. Effects of soil water content on soil respiration in forests and cattle pastures of eastern Amazonia. *Biogeochemistry*, 48: 53-69, 2000
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38, 201-341.
- Finnigan, J.J., R. Clements, Y. Malhi, R. Leuning, and H.A. Clough, 2002. A re-evaluation of long-term flux measurement, Submitted to *Boundary Layer Meteorology*.
- Goulden, M.L., J.W. Munger, S.-M. Fan, B.C. Daube, and S. C. Wofsy. 1996. Measurements of carbon sequestration by long-term eddy covariance: Methods and a critical evaluation of accuracy. *Global Change Biology* 2:169-182.
- Goulden, M. L., S.D. Miller, M.C. Menton, H.R. da Rocha, H.C. Freitas. 2002. Physiological Controls on Tropical Forest CO₂ Exchange. Submitted to *Ecological Applications*.
- Grace, J., Y. Malhi, J. Lloyd, J. McIntyre, A.C. Miranda, P. Meir, and H.S. Miranda. 1996. The use of eddy covariance to infer the net carbon dioxide uptake of Brazilian rain forest. *Global Change Biology* 2:208-217
- LBA, 1996. The Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA), Concise Experimental Plan. Compiled by the LBA Science Planning Group. Document available at CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brazil.
- Malhi, Y., A. D. Nobre, J. Grace, B. Kruijt, M. G. P. Pereira, A. Culf, S. Scott. Carbon dioxide transfer over a central amazonian rain forest. *Journal of Geophysical Research*, 103, D24:31593-31612, 1998
- Meir, P., J. Grace, A. Miranda and J. Lloyd. Soil respiration in a rainforest in Amazonia and in Cerrado in Central Brazil. In *Amazonian Deforestation and Climate*, eds J. Gash, C. Nobre, J. Roberts and R. Victoria, p. 319-329, 1996.
- Miller, S.D., M.L. Goulden, M.C. Menton, H.R. da Rocha, and H.C. Freitas. 2002. Annual CO₂ Exchange by a tropical Forest. (*Journal of Ecological Applications*, in press)
- Miranda, A.C., H.S. Miranda, J. Lloyd, J. Grace, J.A., Francey, J.R., McIntyre, P. Meir, P. Riggan, R. Lockwood, J. Brass, 1997. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. *Plant, Cell and Environment*, 20: 315-328.
- Mittermeyer, R.A., N. Myers, C.G. Mittermeyer, 2000. Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Mexico City, CEMEX.
- Moncrieff, J.B., J.M. Massheder, H. de Bruin, J. Elbers, T. Friborg, B. Heusinkveld, P. Kabat, S. Scott, H. Soegaard and A. Verhof 1997. A system to measure surface fluxes of momentum, sensible heat, water vapour and carbon dioxide. *Journal of Hydrology*, 189, 589-611.
- Parkinson, K.J., 1981. An improved method for measuring soil respiration in the field. *Journal of Applied Ecology*, 18, 221-228.

- Pivelo, V. R. and L.M. Coutinho, 1996. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. *Forest Ecology and Management*, 87, 127-138
- Ratter, J.A. 1992. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brazil. In *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, (eds P.A. Furley, J. Proctor and J.A. Ratter), p. 417-429. Chapman & Hall, London.
- Rocha, H.R., M.L. Goulden, S.D. Miller, M.C. Menton, L.D.V.O Pinto, H.C Freitas, A.M.S. Figueira. 2002. Seasonality of water and heat fluxes over a tropical forest in eastern Amazonia. Submitted to Ecological Applications.
- Rocha, H. R., O.M.R. Cabral, M.A.F. Silva Dias, M.A.Ligo, J.A. Elbers, H.C. Freitas, C. von Randow, O. Brunini, 2000. Atmospheric CO₂ fluxes and soil respiration over sugar cane in southeast Brazil. in *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, p. 405-414. eds. R. Lal, J. Kimble, B. Stewart, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Rocha, H. R. da, P.J. Sellers, C. J. Collatz, I.R. Wright, J. Grace, 1996a. Calibration and use of the SiB2 model to estimate water vapour and carbon exchanges in the Abracos' forest sites. in *Amazon Deforestation and Climate*, eds. J.C.H. Gash, C.A. Nobre, J.M. Roberts and R. Victória. John Wiley & Sons, Chichester, UK, p. 459-472.
- Rocha, H.R. da, C.A. Nobre, J.P. Bonatti, I.R. Wright, I.R., P.J. Sellers. 1996b. A vegetation-atmosphere interaction study for Amazonian deforestation using field data and a single column model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*: 122, 567-598, 1996.
- Sakai, R.K., D.R. Fitzjarrald, and K.E. Moore. 2001. Importance of Low-frequency contributions to eddy fluxes observed over rough surfaces. *Journal of Applied Meteorology*, 40:2178-2191.
- San Jose, J.J., M.L.Meirelles, R.Bracho and N Nikonova, 2001. A comparative analysis of the flooding and fire effects on the energy exchange in a wetland community (Morichal) of Orinoco Llanos. *Journal of Hydrology*, 242, 228-254.
- Sellers, P. J., D.A. Randall, C.J. Collatz, J.A. Berry, C.B. Field, D.A. Dazlich, C. Zhang, G.D. Collelo, 1996. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs, Part I: Model formulation. *J. Climate*, 9, 676-705.
- Silva, J.M.C. and J.Bates, 2002. Biogeographic patterns and conservation in south america cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*, 52(3):, 225-233.
- Szarzinsky, J. and D.Anhuf 2001. Micrometeorological conditions and canopy energy exchange of a neotropical rain forest (Surumoni crane project - Venezuela). *Plant ecology*, 153, 231-239.
- Trumbore, S. E., E. A Davidson, P. B. Camargo, D. C. Nepstad, L. A Martinelli. Below ground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles*, 9: 515-528, 1995
- Vourlitis, G., N.Priante Filho, M.M.S.Hayashi, J.S.Nogueira,F.T.Caseiro and J.H.Campelo Jr, 2001. Seasonal variations in the net ecosystem CO₂ exchange of a mature amazonian transitional tropical forest (Cerradão). *Functional ecology*, 15 338-395.
- Vourlitis, G., N.Priante Filho, M.M.S.Hayashi, J.S.Nogueira,F.T.Caseiro and J.H.Campelo Jr, 2002. The role of seasonal variations in meteorology on the net CO₂ exchange of a brazilian transitional tropical forest. In II Scientific Conference LBA (Large scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia), Manaus, 9-11 July, 2002.

Title: Measurements of CO₂ exchange over a woodland savanna (Cerrado Sensus stricto) in southeast Brasil.

Authors: Humberto R. da Rocha (*et al*)

Biota Neotropica, Vol. 2, number 1 , 2002
[Http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01702012002](http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01702012002)

Date Received 03-01-2002

Revised 06-20-2002

Accepted 06-30 2002

ISSN 1676-0611

Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil

Alvaro E. Migotto, Antonio C. Marques, André C. Morandini, Fábio L. da Silveira

Biota Neotropica Volume 2(1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/fullpaper?bn01102012002+en>

Date Received: 02/25/ 2002

Revised: 04/15/ 2002

Accepted: 04/19/ 2002

Centro de Biologia Marinha, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 83, 11600-970, São Sebastião, SP, Brazil.
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brazil.

e-mails: aemigott@usp.br, marques@ib.usp.br, acmorand@usp.br, fldsilve@usp.br

Autor para correspondência: Alvaro E. Migotto aemigott@usp.br

Abstract

Checklist of the Cnidaria Medusozoa from Brazil

Literature records were reviewed to compile a list of species of the marine taxa of Cnidaria Medusozoa recorded for the Brazilian coast. The total number of species of medusozoans so far recorded for Brazil is 373: 347 Hydrozoa, 3 Cubozoa: 23 Scyphozoa.

Keywords: Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, fauna, South Atlantic, Brazil, polyp, medusa

Resumo

Lista dos Cnidaria Medusozoa do Brasil

Uma lista dos Cnidaria Medusozoa marinhos do Brasil foi composta a partir de registros de ocorrência disponíveis na literatura. Até o momento, há um total de 373 espécies registradas para o Brasil: 347 de Hydrozoa, 3 de Cubozoa e 23 de Scyphozoa.

Palavras-chave: hidrozoários, cifozoários, cubozoários, fauna, Atlântico Sul, Brasil, pólipos, medusa

The tradition of systematics in Brazil is still evolving, with interest having increased markedly in recent years. Nevertheless, there are several higher groups, including phyla, without a single species record along the entire Brazilian coast (see Migotto and Tiago, 1999, for examples from São Paulo state, SE Brazil). This is due to the small number of taxonomists, who have worked on relatively few groups, in the country. Moreover, there are few natural history museums in Brazil and conservation of their collections has suffered due to limited personnel and modest budgets. Brazilian biodiversity is certainly underestimated given the large size of the country, and the range and complexity of its ecosystems. The coastline, for example, extends a distance of some 8,000 km and encompasses a range of physiographic provinces from the subtropical South to the equatorial North.

A few isolated programs have been undertaken thus far to address marine biodiversity. One recently established program, called BIOTA, aims to survey the organisms of São Paulo state (SE Brazil). One of the initial steps of any biodiversity program is a survey of previously published data. The purpose of this study is to summarize, in a tabular checklist, available knowledge from the literature on medusozoans of the Brazilian coast.

A list of marine taxa of Cnidaria Medusozoa from Brazil, compiled from literature records, is given below. As a general rule, we followed major treatises on medusozoans (e.g. Mayer 1910, Kramp 1961, Calder 1988, 1991, 1997, Mianzan & Cornelius 1999, Pugh 1999) regarding the taxonomic status and classification of species. Whenever a record was considered doubtful in the original work, we preserved the information using a question mark in front of the author citation in the references column of the table. We also decided to include nominal species of uncertain validity so as not to lose potentially useful information. Broad distributional ranges, for instance those provided by plankton guides, were considered as a continuous range of occurrence from north to south of the species. Vague geographical information was not detailed in the table (e.g. "Brazil" is treated as "no specific record for Brazil"). Whenever pertinent, information regarding the occurrence of medusa (M), or polyp (P), or both, in Brazilian waters was included. Codes used for the states, from south to north of the country, are: RS (Rio Grande do Sul); SC (Santa Catarina); PR (Paraná); SP (São Paulo); RJ (Rio de Janeiro); ES (Espírito Santo); BA (Bahia); SE (Sergipe); AL (Alagoas); PE (Pernambuco) PB (Paraíba); RN (Rio Grande do Norte); CE (Ceará); PI (Piauí); MA (Maranhão); PA (Pará); AP (Amapá). Oceanic islands were also individually considered and abbreviated as AR (Atol da Rocas); FN (Fernando de Noronha) and TRI (Trindade Island). The regions adopted in the study are as defined geopolitically; these are abbreviated as S (South, includes the states RS, SC, PR); SE (Southeast, includes SP, RJ, ES); NE (Northeast, includes BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA, plus the islands AR and FN) and N (North, includes PA, AM, AP).

All classes of Medusozoa are represented along the coast of Brazil. The total number of species of medusozoans so far recorded for Brazil is 373 (Hydrozoa: 347; Cubozoa: 3; Scyphozoa: 23), arranged in 194 genera and 83 families (Table 1).

Acknowledgements

The authors thank Clóvis B. Castro and Débora O. Pires (MN-UFRJ), Erika Schlenz and Otto M.P. Oliveira (IBUSP) for the help in the elaboration of the data bank. We also thank an anonymous reviewer whose comments improved the manuscript. The study received financial support from the State of São Paulo Research Foundation (FAPESP) within the BIOTA/FAPESP - The Biodiversity Virtual Institute Program (www.biota.org.br) (proc. nº 1998/07090-3) and other projects (proc. nº 1996/10544-0, 1998/11072-0, 1999/05374-7, 1999/12433-0, 2001/02626-7). A.C. Marques and A.E. Migotto have financial support from CNPq.

References

- ALCÂNTARA, A.V., ROCHA, C.E.F. & SANTOS, M.A. 1979. Caracterização hidrológica e biológica do estuário do Rio Sergipe. Sergipe, Unigráfica (UFSE).
- ALLMAN, G.J. 1883. Report on the Hydroida dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Rep. Sci. Res. Challenger Exp. (Zool. Ser.) 7(20): 1-55.
- ALLMAN, G.J. 1888. Report on the Hydroida dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Part II. The Tubularinae, Corymorphinae, Campanularinae, Sertularinae and Thalamophora. Rep. Sci. Res. Challenger Exp. (Zool. Ser.) 23: 1-90.
- ALVARÍO, A. 1968. Los quetognatos, sifonoforos y medusas en la región del Atlántico ecuatorial bajo la influencia del Amazonas. An. Inst. Biol., Univ. Auton. Méx., Ser. Mar Limnol 1: 41-76.
- ALVARÍO, A. 1971. Siphonophores of the Pacific with a review of the world distribution. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 16: 1-432.
- ALVARÍO, A. 1981. Siphonophorae. In Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino (D. Boltovskoy, ed.). INIDEP, Mar del Plata, p. 383-441.
- AMARAL, F.D. 1997. Milleporidae (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral Brasileiro. PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANDRADE, L.P. 2001. Aspectos da biologia e do ciclo de vida de *Aglaophenia latecarinata* (Cnidaria, Hydrozoa, Aglaopheniidae). MSc. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANDRADE, L.P. & MIGOTTO, A.E. 1996. O ciclo de vida de *Hebella furax* (Cnidaria, Hydrozoa, Lafoeidae). In Resumos do III Simpósio sobre oceanografia. IOUSP, São Paulo, p. 179.
- ANDRADE, L.P. & MIGOTTO, A.E. 1997. Is there a link

- between *Hebella* hydroids (Hydrozoa, Lafoeidae) and *Stauroidiscus* medusae (Hydrozoa, Laodiceidae)? In Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR, v. 1, Santos, p. 35-36.
- BELÉM, M.J.C., CASTRO, C.B. & ROHLFS C. 1982. Notas sobre *Solanderia gracilis* Duchassaing & Michelin, 1846, do Parcel de Abrolhos, BA. Primeira ocorrência de Solanderiidae (Cnidaria, Hydrozoa) no litoral brasileiro. An. Acad. brasil. Ciênc. 54(3): 585-588.
- BOUILLON, J. & GROHMANN, P.A. 1990. *Pinushydra chiquitita* gen. et sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa). Cah. Biol. Mar. 31: 291-305.
- BOUILLON, J. & GROHMANN, P.A. 1994. A new interstitial stolonial hydroid: *Nannocoryne* gen. nov. *mammylia* sp. nov. (Hydroidomedusae, Anthomedusae, Corynidae). Cah. Biol. Mar. 35: 431-439.
- BRANNER, J.C. 1904. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations with a chapter on the coral reefs. Bull. Mus. comp. Zool. Harv. 54: 1-285.
- CALDER, D.R. 1988. Shallow-water hydroids of Bermuda: The Athecatae. Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 148: 1-107.
- CALDER, D.R. 1991. Shallow-water hydroids of Bermuda: The Thecatae, exclusive of Plumularioidea. Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 154: 1-140.
- CALDER, D.R. 1997. Shallow-water hydroids of Bermuda: supefamily Plumularioidea Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 161: 1-85.
- CALDER, D.R. & MAÿAL, E.M. 1998. Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. Zool. Verh. Leiden 323: 69-78.
- CARVALHO, J.P. 1943. Ocorrência do gênero *Liriope* no plancton marinho de Santos e São Vicente. Bol. Ind. Anim. 148: 105-111.
- CASTRO, C.B., ECHEVERRÍA, C.A., PIRES, D.O., MASCARENHAS, B.J.A. & FREITAS, S.G. 1995. distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Brasil. Biol. 55(3): 471-480.
- CASTRO, C.B. & PIRES, D.O. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. Bull. mar. Sci. 69(2): 357-371.
- CASTRO, C. B. & SEGAL, B. 2001. The itacolomis: large and unexplored reefs at the arrival point of the first Europeans in Brazil. Coral Reefs 20: 18.
- CASTRO, C.B., SILVEIRA, FL. & MORANDINI, A.C. 1998. Primeiro registro de uma medusa de Scyphozoa para o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, BA, através de documentação em vídeo (H18). In XXII Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Recife, PE, p. 7.
- CORNELIUS, P.F.S. & SILVEIRA, F.L. 1997. Recent observations on the Brazilian scyphomedusa fauna. In Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR, v. 1, Santos, p.192-194.
- CORREIA, K.V. 1985. Ocorrência de *Bougainvillia trinema* (von Lendenfeld, 1884) (Anthomedusae-Bougainvilliidae) para o Atlântico. In Resumos do XII Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Campinas, p.15.
- DAWSON, M.N. & JACOBS, D.K. 2001. Molecular evidence for cryptic species of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphozoa). Biol. Bull. 200: 92-96.
- DIAS, L. 1994. Siphonophora (Cnidaria, Hydrozoa) da região compreendida entre Cabo Frio, RJ (23°S) e Cabo de Santa Marta Grande, SC (29°W). PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ECHEVERRÍA, C.A., PIRES, D.O., MEDEIROS, M.S. & CASTRO, C.B. 1997. Cnidarians of the Atol das Rocas, Brazil. Proc. 8th International Coral Reef Symposium, Panama, 1: 443-446.
- ESCHSCHOLTZ, F. 1829. System der Acalephen. Eine ausführliche Beschreibung aller medusenartigen Strahltiere. Berlin, 1-190.
- ESTON, V.R., MIGOTTO, A.E., OLIVEIRA FILHO, E.C., RODRIGUES, S.A. & FREITAS, J.C. 1986. Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo 34: 37-53.
- FREITAS, J.C. SCHIOZER, W.A. & MALPEZZI, E.L.A. 1995. A case of envenoming by Portuguese man-of-war from the Brazilian coast. Toxicon 33(7): 859-861.
- GOY, J. 1979. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962) - 35. Méduses. Resul. scient. camp. Calypso 11: 263-296.
- GRAVIER-BONNET, N. & MIGOTTO, A.E. 2000. Gonangium development and medusoid of *Nemalecium lighti* (Hargitt, 1924) (Cnidaria: Hydrozoa, Haleciidae). Sci. Mar. 64(supl. 1): 207-213.
- GROHMANN, P.A., SOUZA, M.M. & NOGUEIRA, C.C. 1997. Hydroids from the vicinity of a large industrial area in Vitória, Espírito Santo, Brazil. Proceedings of the VI International Conference on Coelenterate Biology, Leiden, The Netherlands: 227-232.
- GROHMANN, P.A., M.P. MAGALHÃES & Y.M. HIRANO 1999. First record of the order Stauromedusae (Cnidaria, Scyphozoa) from the tropical Southwestern Atlantic, with a review of the distribution of Stauromedusae in the southern hemisphere. Species Diversity 4: 381-388.
- HADDAD JR., V., CARDOSO, J.L.C. & SILVEIRA, FL. 2001. Seabather's eruption: report of five cases in Southeast region of Brazil. Rev. Inst. Med. Trop. SPaulo 43(3): 171-172.
- HADDAD, M.A. 1992. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) de costões rochosos do litoral sul do Estado do Paraná. PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HADDAD, M.A. & NAKATANI, K. 1996. Primeiro registro de *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771)

- (Cnidaria, Hydroida) em águas continentais brasileiras. In XIV Congresso Brasileiro de Zoologia., SBZ, Porto Alegre, p.10.
- HADDAD, M.A., SILVA, J.D. da & OLIVEIRA, C.C. de 2000. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) epifíticos em *Sargassum cymosum* C.Agarth, 1820 (Phaeophyta, Fucales) da Ponta das Garoupas, Bombinhas, Santa Catarina. In XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Cuiabá, p.42.
- HAECKEL, E. 1880. Das system der medusen. I, 2: System der Acraspeden. Zweite Halfte des System der Medusen. Gustav Fischer, Jena, 361-672.
- HARTT, C. F. 1868. A vacation trip to Brazil. Amer. Natur. 1: 642-651.
- HARTT, C. F. 1869. The cruise of the Abrolhos. Amer. Natur. 2: 85-93.
- HETZEL, B. & CASTRO, C.B. 1994. Corais do Sul da Bahia. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- HORTA, P.A., MORANDINI, A.C., BUCCHMANN, F. & OLIVEIRA, E.C. 2001. Macrobentos do Parcel do Carpinteiro - um desafio para o levantamento da biodiversidade do infralitoral brasileiro. In Anais da XIV Semana Nacional de Oceanografia - Oceanografia e Sociedade: um desafio à teoria e à prática. FURG, Rio Grande, resumo 126.
- HUDSON, M.M.F., AMARAL, F.D., COURA, M.F. 1999. Atualização do levantamento de cnidários bentônicos do Parque Estadual Marinho do Parcel do Manuel Luiz, MA. In Resumos do XII Encontro de Zoologia do Nordeste, p. 180.
- JÄDERHOLM, E. 1903. Aussereuropäische hydroiden in Schwedischen Reichsmuseum. Ark. Zool. 1: 259-312.
- JÄDERHOLM, E. 1920. On some exotic hydroids in the Swedish Zoological State Museum. Ark. Zool. 13(3): 1-11
- KELMO, F. & DE SANTA-ISABEL, L.M. 1998. The athecatae hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Northern Bahia, Brazil. Rev. Biol. Trop. 46 (supl.5): 61-72.
- KRAMP, P.L. 1951. Hydrozoa and Scyphozoa. Rep. Swed. Deep-Sea Exped., Zoology 2(10): 121-127.
- KRAMP, P.L. 1957. Hydromedusae from the Discovery collections. Discovery Rep. 29: 1-128.
- KRAMP, P.L. 1959. The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. Dana-Rep. 46: 1-283.
- KRAMP, P.L. 1961. Synopsis of the medusae of the world. J. mar. biol. Ass. U.K. 40: 1-469.
- LABOREL, J. 1969a. Madréporaires et Hydrocoralliaires récifaux des côtes brésiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographie. Ann. Inst. Oceanogr., Paris 47: 171-229
- LABOREL, J. 1969b. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. Ann. Univ. Abidjan Ecologie, series E II(3): 1-260.
- LELOUP, E. 1935. Contribution à la répartition de *Tetraplatia volitans* (Busch). Bull. m. r. hist. nat. Belgiq 11(4): 1-7.
- LESSON, R.P. 1830. Voyage autour du monde, exécuté par ordre du roi sur la corvette *La Coquille*, pendant les années 1822-1825. Zoologie t.2(2): 1-135.
- LINDNER, A. 2000. Redescrção e ciclo de vida de *Clytia gracilis* e *Clytia linearis* (Cnidaria, Hydrozoa, Campanulariidae). MSc. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LINDNER, A. & CALDER, D.R. 2000. *Campanularia noliformis* McCrady, 1859 (currently *Clytia noliformis*; Cnidaria, Hydrozoa): proposed conservation of the specific name by the designation of a neotype. Bull. Zool. Nom. 57, 140-143.
- LINDNER, A. & MIGOTTO, A.E. 1998. O ciclo de vida de *Clytia noliformis* (Cnidaria, Hydrozoa, Campanulariidae). In XXII Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Recife, p. 6.
- LINDNER, A. & MIGOTTO, A.E. 2001. Merotrichous isorhiza, a new nematocyst in the Campanulariidae (Cnidaria; Hydrozoa), and its relevance for the classification of cnidae. Proc. biol. Soc. Wash. 114(4): 825-832.
- MARQUES, A.C. 1993. Sistemática dos Eudendriidae L. Agassiz, 1862 (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral Paulista. São Paulo. MSc. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARQUES, A.C. 1995. *Eudendrium pocaruquarum* n. sp. (Hydrozoa, Eudendriidae) from the southeastern coast of Brazil, with remarks on taxonomic approaches to the family Eudendriidae. Contr. Zool. 65(1): 35-40.
- MARQUES, A.C. 2001. O gênero *Eudendrium* (Cnidaria, Hydrozoa, Anthomedusae) no Brasil. Pap. Av. Zool. 41(22): 329-405.
- MARQUES, A.C., HADDAD, V. & MIGOTTO, A.E. 2002. Envenomation by a benthic Hydrozoa (Cnidaria): the case of *Nemalecium lighti* (Haleciidae). Toxicon 40: 213-215.
- MARQUES, A.C., MORANDINI, A.C. & PINTO, M.M. 1997. Cnidome of *Chiropsalmus quadrumanus* (Cnidaria, Cubozoa) from Brazil. In Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR, Santos, v. 2, p 136-138.
- MARQUES, A.C. & MORETZSOHN, F. 1995. Substrata used by *Pteria colymbus* (Röding, 1798) (Bivalvia: Pteriidae) for attachment. Publção. esp. Inst.oceanogr. SPaulo 11: 197-201.
- MAÏAL, E.M. 1983. Distribuição de hidróides (Hydrozoa, Thecata) na costa do estado de Pernambuco, Brasil. Bolm. Zool. Univ. S. Paulo 8: 1-13.
- MAYER, A.G. 1910. The medusae of the world. Vol III. The scyphomedusae. Carnegie Institution, Washington D.C.
- MIANZAN, H.W. & CORNELIUS, P.F.S. 1999. Cubomedusae and Scyphomedusae. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy ed.). Backhuys Publishers, Leiden, Vol. 1, p.513-559.
- MIANZAN, H.W. & GUERRERO, R.A. 2000. Environmental patterns and biomass distribution of

- gelatinous macrozooplankton. Three study cases in the South-western Atlantic Ocean. *Sci. Mar.* 64(Supl. 1): 215-224.
- MIGOTTO, A.E. 1996. Benthic shallow-water hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the coast of São Sebastião, Brazil, including a checklist of Brazilian hydroids. *Zool. Verh. Leiden* 306: 1-125.
- MIGOTTO, A.E. 1997. Aspects of the reproduction of *Dentiitheca bitentata* (Cnidaria, Hydrozoa): a monoic plumularid that releases medusoids. In *Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR*, v. 2, Santos, p. 170-171.
- MIGOTTO, A.E. 1998. The life cycle of *Sertularia marginata* Kirchenpauer, 1864 (Cnidaria: Hydrozoa): a medusoid-producing sertulariid. *J. nat. Hist.* 32: 1-12.
- MIGOTTO, A.E. & ANDRADE, L.P. 2000. The life cycle of *Hebella furax* (Cnidaria: Hydrozoa): a link between a lafoeid hydroid and a laodiceidae medusae. *J. nat. Hist.* 34: 1871-1888.
- MIGOTTO, A.E. & CALDER, D.R. 1998. *Sertularia vervoorti* (Hydrozoa: Sertulariidae), an undescribed species of hydroid from Brazil. *Zool. Verh. Leiden* 323:169-174.
- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1999a. Hydroid and medusa stages of the new species *Ectopleura obypa* (Cnidaria: Hydrozoa: Tubulariidae) from Brazil. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 112(2):303-312.
- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1999b. Redescription of *Dentiitheca bidentata* (Hydrozoa, Leptomedusae, Plumulariidae) with notes on its life cycle. *J. nat. Hist.* 33: 949-960.
- MIGOTTO, A.E., MARQUES, A.C. & FLYNN, M.N. 2001. Seasonal recruitment of hydroids (Cnidaria) on experimental panels in the São Sebastião Channel, Southeastern Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 68: 287-298.
- MIGOTTO, A.E. & SILVEIRA, F.L. 1987. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral sudeste e sul do Brasil: Halocordylidae, Tubulariidae e Corymorphidae. *Iheringia. sér. Zool.* 66: 3-32.
- MIGOTTO, A.E. & TIAGO, C. 1999. Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento no final do século XX. Parte 3: Invertebrados marinhos. FAPESP, São Paulo.
- MIGOTTO, A.E. & VERVOORT, W. 1998. Redescription of *Sertularia notabilis* Fraser, 1947 (Sertulariidae, Hydrozoa). *Zool. Med. Leiden* 72: 89-100.
- MORANDINI, A.C. & MARQUES, A.C. 1997. "Morbakka" syndrome: first report of envenomation by Cubozoa (Cnidaria) in Brazil. In *Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR*, Santos, v. 2, p.188-189.
- MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2001a. Sexual reproduction of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). Gametogenesis, egg release, embryonic development, and gastrulation. *Sci. Mar.* 65(2): 139-149.
- MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2001b. New observations and new record of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). *Pap. Av. Zool.* 41(27): 519-527.
- MOREIRA, M.G.B.S. 1961. Sobre *Mastigias scintillae* sp. nov. (Scyphomedusae, Rhizostomeae) das costas do Brasil. *Bolm Inst. Oceanogr. S Paulo* 11(2): 5-29.
- MOREIRA, G.S. 1973. On the diurnal vertical migration of hydromedusae off Santos, Brazil. *Publs Seto mar. biol. Lab.* 20: 537-566.
- MOREIRA, G.S. 1975. Sobre duas Leptomedusae do litoral do estado de São Paulo. *Ciênc. Cult., S. Paulo* 27(5): 556-558.
- MOREIRA, G.S., LEITE L.R. & NIPPER, M.G. 1978. Notes on *Dipurena reesi* Vannucci 1956 (Hydrozoa, Corynidae) with a description of an unusual method of asexual reproduction. *Bolm Fisiol. Anim., Univ. S Paulo* 2: 159-164.
- MOREIRA, G.S., NIPPER, M.G. & LEITE, L.R. 1979. On *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 (Hydrozoa, Hydractiniidae, a new addition to the fauna of southern Brazil. *Proc. Internat. Symp. Mar. Biogeogr. Evolut. Southern Hemisph. New Zealand* 2: 679-689.
- MOREIRA, G. S. & YAMASHITA, C. 1972. *Aglauroopsis kawari* (Limnomedusae: Olindiasidae), a new species from the South Atlantic. *Mar. Biol.* 14(3): 271-274.
- MOURA, R.L., MARTINS-RODRIGUES, M.C., FRANCINI-FILHO, R.B., SAZIMA, I. 1999. Unexpected richness of reef corals near the Southern Amazon River mouth. *Coral Reefs* 18: 170.
- MÜLLER, F. 1859a. Polypen und Quallen von Santa Catharina. Die Formwandlungen der *Liriope catharinensis* n.sp. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 310-321. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 93-100.
- MÜLLER, F. 1859b. Zwei neue Quallen von Santa Catharina. *Tamoya haplonema* und *quadrumana*. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle* 5: 1-12. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 85-92.
- MÜLLER, F. 1861a. Polypen und Quallen von Santa Catharina. *Olindias sambaquiensis* n.sp. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 312-319. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 132-136.
- MÜLLER, F. 1861b. *Cunina Köllikeri* n.sp. Beitrag zur Naturgeschichte der Aeginiden. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 42-52. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 116-122.
- MÜLLER, F. 1865. Über die Randbläschen der Hydroidquallen. *Arch. mikr. Anat.* 1: 143-147.
- MÜLLER, F. 1883. *Drymonema* an der Küste von Brasilien.

- Zool. Anz. 6: 220-222. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A. Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 999-1000.
- NARCHI, W. & HEBLING, N.J. 1975. The life cycle of the commensal hydromedusa *Eutima sapinhua* n. sp. Mar. Biol. 30: 73-78.
- NAVAS-PEREIRA, D. 1980. Hydromedusae of the Bay of Sepetiba (Rio de Janeiro, Brazil). Revta bras. Biol. 40(4):817-824.
- NAVAS-PEREIRA, D. 1981. Distribuição das hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) na região da plataforma continental do Rio Grande do Sul. In Seminários de Biologia Marinha, São Paulo. Academia Brasileira de Ciências. p. 221-276
- NAVAS-PEREIRA, D. 1984a. New record of budding in *Zanclaea costata* (Anthomedusae, Zanclidae) Dusenía 14(3): 89-93.
- NAVAS-PEREIRA, D. 1984b. On the morphological variability of *Phialucium carolinae* (Mayer, 1900) (Leptomedusae, Phialuciidae). Dusenía 14(2): 51-53.
- NOGUEIRA, C.C., GROHMANN, P.A. & DA SILVA, V.M.A.P. 1997. Hydroids from the vicinity of a nuclear power plant site (CNAAA-Unidade I) at Angra-dos-Reis, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. Proceedings of the VI International Conference on Coelenterate Biology, Leiden, The Netherlands: 365-369.
- NUTTING, C.C. 1900. American hydroids. Part I. The Plumulariidae. Spec. Bull. U.S. natn. Mus. 4: 1-285.
- NUTTING, C.C. 1904. American hydroids. Part I. The Sertulariidae. Spec. Bull. U.S. natn. Mus. 4: 1-325.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1949. Relatório sobre as excursões científicas feitas a bordo do Navio Hidrográfico Rio Branco etc. Mem. Inst. Osw. Cruz 47: 87-96.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1950. Levantamento biogeográfico da Baía de Guanabara. Mem. Inst. Osw. Cruz 48: 363-391.
- OLIVEIRA, O.M.P. 2000. História Natural de *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria, Anthomedusae, Eudendriidae) do canal de São Sebastião, SE Brasil. Bachelorship monograph. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- OLIVEIRA, O.M.P., MARQUES, A.C. & MIGOTTO, A.E. 2000. Morphometric patterns of two fouling *Eudendrium* spp. (Hydrozoa, Anthomedusae, Eudendriidae) from São Sebastião (SP, SE Brazil). Braz. Arch. Biol. Tech. 43(5):519-523.
- PANTIN, C.F.A. & DIAS, M.V. 1952. Rhythm and afterdischarge in medusae. An. Acad. bras. Ciênc. 24(4): 351-364.
- PARANAGUÁ, M.N. 1963. Sobre uma nova ocorrência de *Blackfordia virginica* Mayer, 1910 e *Ostrumovia inkermanica* Hadzi (1928) (Hydromedusae). Trab. Inst. oceanogr. Univ. Recife 5-6: 141-145.
- PIRES, D.O. 1985. Observações biológicas e taxonômicas em *Cladonema* sp. do Rio de Janeiro (Cnidaria, Hydrozoa). IN Resumos do XII Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, UNICAMP, p. 10.
- PIRES, D.O., CASTRO, C.B., MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1992. Cnidários bentônicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Bolm Mus. nac. Rio de Janeiro, Zool. 354: 1-21.
- PUGH, P.R. 1999. Siphonophorae. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, ed.). Backhuys Publishers, Leiden, p. 467-511.
- RAMÍREZ, F.C. & ZAMPONI, M.O. 1981. Hydromedusae. In Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino (D. Boltovskoy, ed). INIDEP, Mar del Plata, p.443-469.
- RITCHIE, J. 1909. Supplementary report on the hydroids of the Scottish National Antarctic Expedition. Trans. R. Soc. Edinb. 47: 65-101.
- ROSSO, S. & MARQUES, A.C. 1997. Is there any conspicuous geographical pattern in intertidal hydrozoan distribution along the coast of São Paulo State, Southeastern Brazil ? Proceedings of the VI International Conference on Coelenterate Biology, Leiden, Netherlands: 415-422.
- SALLES, V. 1994. Guia do Meio Ambiente Litoral de Alagoas. Instituto do Meio Ambiente & Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit [Projeto IMA-GTZ], Alagoas.
- SILVEIRA, FL. & BOSCOLO, H.K. 1996. Primeira ocorrência de *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Hydrozoa, Clavidae) para o Estado de São Paulo. In Resumos XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Porto Alegre, p.10.
- SILVEIRA, FL. & CORNELIUS, P.F.S. 2000. Novas observações sobre medusas (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizostomeae) no nordeste e sul do Brasil. Acta Biol. Leopold. 22(1): 9-18.
- SILVEIRA, FL., CORNELIUS, P.F.S., SCHLENZ, E., MORANDINI, A.C. & MONTEIRO, G.R.C. 1998. "Macromedusas" (Cnidaria, Scyphozoa e Cubozoa) do Canal de São Sebastião. In XIII Simpósio de Biologia Marinha. CEBIMar USP, São Sebastião, p. 66.
- SILVEIRA, FL. & MIGOTTO, A.E. 1984. *Serehyba sanctisebastiani* n.gen., n.sp. (Hydrozoa, Tubulariidae), symbiont of a gorgonian octocoral from the southeast coast of Brazil. Bijdr. Dierk. 54(2):231-242
- SILVEIRA, FL. & MIGOTTO, A.E. 1991. The variation of *Halocordyle disticha* (Cnidaria, Athecata) from the Brazilian coast: an environmental indicator species? Hydrobiologia 216/217: 437-442.
- SILVEIRA, FL. & MIGOTTO, A.E. 1992. Rediscovery of *Corymorpha januarii* Steenstrup, 1854 (Hydrozoa, Corymorphae) on the southeastern and southern coasts of Brazil. Steenstrupia 18(4): 81-89.
- SILVEIRA, FL.; MIGOTTO, A.E. & MORANDINI, A.C. 2000. Primeira ocorrência no litoral paulista da cifomedusa *Cassiopea xamachana* Bigelow, 1892 (Rhizostomeae) através do cultivo e observações dos

- cifistomas, estróbilos, éfiras e medusas. In XV Simpósio de Biologia Marinha. CEBIMar-USP, São Sebastião, p. 66.
- SILVEIRA, F.L., MIGOTTO, A.E. & VIEITAS, C.F. 1988. *Staurocladia* Hartlaub, 1917 (Hydroida, Anthomedusae, Eleutheriidae) do infralitoral de Itaipava, ES, ocorrência nova. In Resumos do XV Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Curitiba, p 22.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1996. *Stephanoscyphistoma corniformis* (Komai, 1936) (Cnidaria, Scyphozoa, Coronatae) from the north coast of São Paulo, Brazil; redescription and the first record in the western South Atlantic. *Semina* 17(2):137-145.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1997. *Nausithoe aurea* n. sp. (Scyphozoa, Coronatae, Nausithoidae), a species with two pathways of reproduction after strobilation: sexual and asexual. *Contr. Zool.* 66(40):235-246.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1998a. Asexual reproduction in *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) (Scyphozoa: Coronatae) by planuloid formation through strobilation and segmentation. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 111(4):781-794.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1998b. New observations on dormancy mechanisms in *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) (Scyphozoa: Coronatae). *Bol. Mus. Nac., N.S., Zool.* 393:1-7, figs.1-2.
- STECHOW, E. 1912. Hydroiden der Münchener Zoologischen Staatssammlung. *Zool. Jb., Syst.* 32(4): 333-378.
- STECHOW, E. 1919. Zur Kenntis der Hydroidenfauna des Mittelmeeres, Amerikas und anderer Gebiete, nebst Angaben über einige Kirchenpauer'sche Typen von Plumulariden. *Zool. Jb., Syst.* 42(1): 1-172
- STEENSTRUP, J.J.S. 1854. En ny og tropisk Art af Smaagoplernes Ammeslaegt: *Corymorpha* Sars (Corym. Januarii Stp). *Vidensk. Meddr. danks naturh. Foren.* 1-3: 46-48.
- THIEL, M.E. 1935. Die Bezedlung der Südatlantischen Oceans mit Hydromedusen. *Wiss. Erg. dt. Atl. Exped. Meteor* 12(2): 32-100.
- THIEL, M.E. 1938. Die Leptolinae der "Meteor" Expedition in systematischer Betrachtung (I. Anthomedusae). *Zool. Anz.* 121: 289-303.
- TOTTON, A.K. 1926. Note on a rare Atlantic hydroid. *Ann. Mag. nat. Hist.* 9: 210-212.
- TRONOLONE, V.B. 2001 Hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) do canal de São Sebastião, SP. MSc. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VANHÖFFEN, E. 1888. Untersuchungen über semästome und rhizostome Medusen. *Biblioth. Zool.* 1(3): 52p.
- VANHÖFFEN, E. 1908. Die Lucernariden und Skyphomedusen der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. *Dtsch Südpolar-Exped.* 10 (Zoologie 2): 25-49.
- VANHÖFFEN, E. 1913. Die Craspedoten Medusen des "Vetor Pisani". *Zoologica* 67:1-34.
- VANNUCCI-MENDES, M. 1944. Sôbre a larva de *Dibothriorhynchus dinoi*, sp. n. parasita dos Rhizostomata. (Cestoda Tetrarhynchidea). *Arq. Mus. Paran.* 4: 47-82.
- VANNUCCI-MENDES, M. 1946. Hydroida Thecaphora do Brasil. *Arq. Zool. Estado São Paulo* 4: 535-538.
- VANNUCCI-MENDES, M. 1948. On *Vallentinia gabriellae*, n. sp. (Limnomedusae). *Bolm Fac. Filos. Ciênc. Univ. S Paulo, Zool.* 13: 73-91.
- VANNUCCI, M. 1949. Hydrozoa do Brasil. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. Univ. S Paulo* 99(14): 219-266.
- VANNUCCI, M. 1950. Resultados científicos do Cruzeiro do "Baependi" e do "Vega" a Ilha da Trindade. *Hydrozoa. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 1(1): 81-96.
- VANNUCCI, M. 1951a. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Paulista de Oceanografia. I. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 2(1): 67-98.
- VANNUCCI, M. 1951b. Distribuição dos Hidrozoa até agora conhecidos nas costas do Brasil. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 2(1): 105-124.
- VANNUCCI, M. 1954. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Oceanográfico. II. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 5(1-2): 95-149.
- VANNUCCI, M. 1956. Biological notes and description of a new species of *Dipurena* (Hydrozoa, Corynidae). *Proc. Zool. Soc. Lond.* 127:479-487.
- VANNUCCI, M. 1957a. On brazilian hydromedusae and their distribution in relation to different water masses. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 8(1-2): 23-109.
- VANNUCCI, M. 1957b. Distribuição de Scyphozoa nas costas do Brasil. *An. acad. bras. Ciênc.* 29(4): 593-598.
- VANNUCCI, M. 1960. On the young stage of *Eucheilota duodecimalis* (Leptomedusae). *An. acad. bras. Ciênc.* 32(3/4): 395-397.
- VANNUCCI, M. 1963. On the ecology of Brazilian Medusae at 25° lat. S. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 13(1):143-184.
- VANNUCCI, M. & MOREIRA, G.S. 1966. New species and new record of Anthomedusae from southern Brazil. *Bolm. Inst. oceanogr., S Paulo* 15: 85-90.
- VANNUCCI, M. & REES, W.J. 1961. A revision of the genus *Bougainvillia* (Anthomedusae). *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo* 11(2): 57-100.
- VANNUCCI, M. & RIBEIRO, L.C. 1955. O ciclo reprodutivo de *Clytia cylindrica* L. Agass., 1862 (Hydrozoa: Campanulariidae). *Dusenica* 6(3/4): 69-80.
- VERRILL, A.E. 1868. Notes on Radiata in the Museum of Yale College, with descriptions of new genera and species. 4. Notice of corals and echinoderms collected by C. F. Hartt, at the Abrolhos Reefs, Province of Bahia, Brazil, 1867. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci., New Haven* 1: 351-371.
- VERVOORT, W. 1946. Exotic hydroids in the collections of the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie and the Zoological Museum at Amsterdam. *Zool. Meded.,*

Leiden 26 (1-4): 287-351.

WEERDT, W.H. 1984. Taxonomic characters in Caribbean *Millepora* species (Hydrozoa, Coelenterata). *Bijdr. Dierk.* 54(2): 243-262.

Title: Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil

Authors: Alvaro E. Migotto, Antonio C. Marques, André C. Morandini, Fábio L. da Silveira

Biota Neotropica, Volume 2(number 1) 2002 -
<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/fullpaper?bn01102012002+en>

Date Received: 02/25/ 2002

Revised: 04/15/ 2002

Accepted: 04/19/ 2002

ISSN 1676-0611

Table 1. Species of Medusozoa recorded from Brazilian waters. See abbreviations in the text

Species	Region	State	Reference	Stage
Class Hydrozoa				
Subclass Anthomedusae				
Order Capitata				
Family Asyncorynidae				
<i>Asyncoryne ryniensis</i> Warren, 1908	SE	SP	Migotto 1996	P/M
Family Cladocorynidae				
<i>Cladocoryne floccosa</i> Rotch, 1871	SE, NE	SP, ES, PE	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Calder & Mañal 1998	P
Family Cladonematidae				
<i>Cladonema radiatum</i> Dujardin, 1843	SE	SP	Migotto 1996	P/M
<i>Cladonema</i> sp.	SE	RJ	Pires 1985	P/M
Family Cladosarsiidae				
Cladosarsiidae sp. indet. 1	SE	SP	Tronolone 2001	M
Family Corymorphidae				
<i>Corymorpha forbesi</i> (Mayer, 1894)	S, SE	RS, RJ	Navas-Pereira 1980 1981	M
<i>Corymorpha furcata</i> (Kramp, 1948)	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Corymorpha gracilis</i> (Brooks, 1882)	S, SE	RS, SP, RJ	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1980 1981, Tronolone 2001	M
<i>Corymorpha januarii</i> Steenstrup, 1854	S, SE	SC, SP, RJ	Steenstrup 1854, Silveira & Migotto 1992, Tronolone 2001	P/M
<i>Eucodonium brownei</i> Hartlaub, 1907	S, SE	no specific record	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973	M
Family Corynidae				
<i>Coryne pusilla</i> Gaertner, 1774	S, SE	PR, RJ, ES	Haddad 1992, Grohmann et al. 1997, ?Nogueira et al. 1997	P
<i>Dicodonium punctatum</i> Vanhöffen, 1911	N	no specific record	Kramp 1961	M
<i>Dipurena reesi</i> Vannucci, 1956	SE	SP, ES	Vannucci 1956, Moreira et al. 1978, Grohmann et al. 1997, Migotto et al. 2001	P/M
<i>Dipurena</i> sp.	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Nannocoryne mammylia</i> Bouillon & Grohmann, 1994	SE	RJ	Bouillon & Grohmann 1994	P
<i>Sarsia eximia</i> Allman, 1859	SE	SP	Vannucci 1957a	M
<i>Sarsia japonica</i> (Nagao, 1962)	SE	SP	Migotto 1996	P/M
<i>Sarsia producta</i> (Wright, 1858)	SE	SP	Vannucci 1949	P
Family Eleutheriidae				
<i>Staurocladia</i> sp.	SE	ES	Silveira et al. 1988	M
Family Euphysidae				
<i>Pinushydra chiquitita</i> Bouillon & Grohmann, 1990	SE	RJ	Bouillon & Grohmann 1990	P
Family Milleporidae				
<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758	SE, NE	RJ - PI, FN, AR	Hartt, 1869, Branner, 1904, Laborel 1969a,b, Eston et al. 1986, Pires et al. 1992, Hetzel & Castro 1994, Castro et al. 1995, Amaral 1997, Amaral et al. 1997, Echeverría et al. 1997, Calder & Mañal 1998, Kelmo & de Santa-Isabel 1998, Castro & Segal, 2001, Castro & Pires, 2001	P

<i>Millepora braziliensis</i> Verrill, 1868	SE, NE	ES - RN, AR	Laborel 1969a b, Hetzel & Castro 1994, Amaral 1997, Amaral et al. 1997, Echeverría et al. 1997, Hudson et al. 1999, Castro & Segal, 2001, Castro & Pires, 2001	P
<i>Millepora nitida</i> Verrill, 1868	NE	BA, AL	Verrill 1868, Laborel 1969a, Hetzel & Castro 1994, Amaral 1997, Castro & Segal, 2001, Castro & Pires, 2001	P
<i>Millepora</i> sp.1	NE	BA, PA	Amaral 1997	P
<i>Millepora</i> sp.2	NE	MA	Amaral 1997, Moura et al. 1999, Castro & Pires, 2001	P
<i>Millepora squarrosa</i> Lamarck, 1816	NE	PE, BA	Laborel 1969b, Weerdt 1984, Amaral 1997, Castro & Pires, 2001	P
Family Moerisiidae				
<i>Moerisia inkermanica</i> Paltschikowa-Ostroumova, 1925	NE	PE	Paranaguá 1963, Ramirez & Zamponi 1981	M
Family Pennariidae				
<i>Pennaria disticha</i> Goldfuss, 1820	S, SE, NE	SC - BA, FN	Silveira & Migotto 1991, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maýal 1998, Kelmo & de Santa-Isabel 1998	P
Family Porpitidae				
<i>Porpita umbella</i> F. Müller, 1776	SE, NE	SP, BA	Alvariño 1971; Kelmo & de Santa-Isabel 1998	P
<i>Veleva veleva</i> Linnaeus, 1758	SE, NE	SP, FN	Alvariño 1971	P
Family Solanderiidae				
<i>Solanderia gracilis</i> Duchassaing & Michelin, 1846	NE	BA	Belém et al. 1982	P
Family Sphaerocorynidae				
<i>Sphaerocoryne arcuata</i> (Haeckel, 1879)	no specific record	no specific record	Vannucci 1951b	M
<i>Sphaerocoryne</i> sp.	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
Family Tubulariidae				
<i>Ectopleura dumortierii</i> (Van Beneden, 1844)	S, SE	RS - RJ	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973, Navas-Pereira 1980 1981, Migotto & Silveira 1987, Migotto 1996, Tronolone 2001	P/M
<i>Ectopleura obypa</i> Migotto & Marques, 1999	SE	SP	Migotto & Marques 1999a	P/M
<i>Pinauay ralphi</i> (Bale, 1884)	S, SE	RS - ES	Migotto & Silveira 1987, Haddad 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Migotto et al. 2001	P
<i>Ralpharia sanctisebastiani</i> (Silveira & Migotto, 1984)	SE	SP	Silveira & Migotto 1984, Migotto & Silveira 1987	P
<i>Tubularia formosa</i> Hartlaub, 1905	SE	RJ	?Stechow 1912	P
<i>Zyzyzus warreni</i> Calder, 1988	SE, NE	SP, PE	Migotto & Silveira 1987, Migotto 1996, Calder & Maýal 1998, Migotto et al. 2001	P
Family Zancleidae				
<i>Zanclea costata</i> Gegenbaur, 1856	S, SE	RS, SP - ES	Vannucci 1957a, Navas-Pereira 1981 1984a, Migotto 1996	P/M
<i>Zanclea</i> sp.	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
Family Zancleopsidae				
<i>Zancleopsis dichotoma</i> (Mayer, 1900)	SE	RJ	Navas-Pereira 1980	M
Order Filifera				
Family Bougainvilliidae				
<i>Bimeria</i> sp.	SE	SP	Rosso & Marques 1997	P

<i>Bimeria vestita</i> Wright, 1859	SE, NE	SP, ES, BA	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Kelmo & de Santa-Isabel 1998	P
<i>Bougainvillia carolinensis</i> (McCrary, 1859)	SE	SP	Vannucci 1951a, Vannucci & Rees 1961, Tronolone 2001	M
<i>Bougainvillia frondosa</i> Mayer, 1900	S, SE, NE	RS, SC, SP, (no specific record for NE region)	Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
<i>Bougainvillia muscus</i> (Allman, 1863)	S, SE, NE	PR - RJ, (no specific record for NE region)	Vannucci 1957a 1963, Vannucci & Rees 1961, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1980, Haddad 1992	M
<i>Bougainvillia niobe</i> Mayer, 1894	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Bougainvillia platygaster</i> (Haeckel, 1879)	SE, NE	TRI, AL, PE	Kramp 1957	M
<i>Bougainvillia rugosa</i> Clarke, 1882	SE	SP, RJ	Migotto 1996, ?Nogueira et al. 1997	P/M
<i>Bougainvillia</i> sp.	SE	SP	Rosso & Marques 1997, Migotto et al. 2001	P
<i>Bougainvillia trinema</i> (von Lendenfeld, 1884)	SE	SC	Correia 1985	M
<i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902)	NE	PE	Calder & Mañal 1998	P
<i>Parawrightia robusta</i> Warren, 1907	SE, NE	SP, ES, BA	Grohmann et al. 1997, Kelmo & de Santa-Isabel 1998, Migotto (unpublished data)	P
<i>Rhizorhagium</i> sp.	S	PR	Haddad 1992	P
<i>Thamnostoma tetrellum</i> (Haeckel, 1879)	NE	no specific record	Vannucci 1951a, Goy 1979	M
Family Calycopsidae				
Calycopsidae sp. indet. 1	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Calycopsis borchgrevinki</i> (Browne, 1910)	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Heterotiara anonyma</i> Maas, 1905	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
Family Clavidae				
Clavidae sp. indet. 1	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771)	S, SE	PR, SP	Haddad & Nakatani 1996, Silveira & Boscolo 1996	P
<i>Corydendrium parasiticum</i> (Linnaeus, 1767)	SE, NE	SP, PE	Migotto 1996, Calder & Mañal 1998	P
<i>Rhizodendrium sterreri</i> Calder, 1988	NE	BA	Kelmo & de Santa-Isabel 1998	P
<i>Tubiclava</i> sp.	SE	RJ	Nogueira et al. 1997	P
<i>Turritopsis nutricula</i> McCrary, 1857	S, SE, NE	RS, SP - BA, PE	Vannucci 1963, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Mañal 1998, Kelmo & de Santa-Isabel 1998, Migotto et al. 2001, Tronolone 2001	P/M
Family Cytaeidae				
<i>Cytaeis tetrastyla</i> Eschscholtz, 1829	S, SE, NE	RS, SP, PE	Kramp 1957, Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Tronolone 2001	M
Family Eudendriidae				
<i>Eudendrium capillare</i> Alder, 1856	SE, NE	SP, BA, PE	Vannucci 1954, Marques 1993 2001, Kelmo & de Santa-Isabel 1998	P

<i>Eudendrium carneum</i> Clarke, 1882	S, SE, NE	SC, SP - BA, PE, FN	Vannucci 1954, Eston et al. 1986, Pires et al. 1992, Marques 1993 2001, Marques & Moretzsohn 1995, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Mañal 1998, Kelmo & de Santa-Isabel 1998, Oliveira 2000, Oliveira et al. 2000	P
<i>Eudendrium fragile</i> Motz-Kossowska, 1905	SE	ES	?Grohmann et al. 1997	P
<i>Eudendrium glomeratum</i> Picard, 1951	SE	SP	Marques 1993 2001, Rosso & Marques 1997, Oliveira 2000, Oliveira et al. 2000, Migotto et al. 2001	P
<i>Eudendrium merulum</i> Watson, 1985	S	SC	?Marques 1993 2001	P
<i>Eudendrium nambuccense</i> Watson, 1985	SE	RJ	Marques 1993 2001, Nogueira et al. 1997	P
<i>Eudendrium pocaruquarum</i> Marques, 1995	SE	SP	Marques 1995 2001, Rosso & Marques 1997	P
<i>Eudendrium ramosum</i> (Linnaeus, 1758)	SE	SP, ES	Marques 1993 1995 2001, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P
<i>Eudendrium</i> sp.	S, SE	RS, RJ	Nogueira et al. 1997, Horta et al. 2001	P
Family Hydractiniidae				
<i>Hydractinia minima</i> (Trinci, 1903)	SE	SP, RJ	Vannucci 1957a 1963, Navas-Pereira 1980, Tronolone 2001	M
<i>Hydractinia minuta</i> (Mayer, 1900)	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Stylactaria hooperii</i> (Sigerfoos, 1899)	SE	SP	Moreira et al. 1979, Migotto 1996	P/M
<i>Stylactaria</i> sp.	SE, NE	SP, PE	Migotto 1996, Calder & Mañal 1998	P
Family Niobiidae				
<i>Niobia dendrotentaculata</i> Mayer, 1900	S	RS	Goy 1979	M
Family Pandeidae				
<i>Amphinema australis</i> (Mayer, 1900)	SE	RJ	Navas-Pereira 1980	M
<i>Amphinema dinema</i> (Péron & Lesueur, 1809)	S, SE	RS, SP, ES	Vannucci 1957a 1963, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Grohmann et al. 1997	P/M
<i>Amphinema rugosum</i> (Mayer, 1900)	SE	SP	Migotto 1996	P/M
<i>Amphinema</i> sp.	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Annatiara affinis</i> (Hartlaub, 1913)	S	RS	Navas-Pereira 1981	M
<i>Cirrhitiara superba</i> (Mayer, 1900)	S, NE	RS, (no specific record for NE region)	Thiel 1938, Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Leuckartiara octona</i> (Fleming, 1823)	S, SE	RS, SP, ES	Navas-Pereira 1981, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Tronolone 2001	P/M
<i>Merga tergestina</i> (Neppi & Stiasny, 1911)	S, SE	RS, SP	Moreira 1973, Navas-Pereira 1981	M
<i>Merga violacea</i> (Agassiz & Mayer, 1899)	NE	BA	Goy 1979	M
<i>Pandea conica</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
Family Proboscidiactylidae				
<i>Proboscidiactyla ornata</i> (McCrary, 1859)	S, SE, NE	RS - RJ, AL	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973, Navas-Pereira 1981, Tronolone 2001	M
<i>Proboscidiactyla</i> sp.	SE	SP	Tronolone 2001	M
Family Protiaridae				
<i>Halitiara formosa</i> Fewkes, 1882	SE	SP	Tronolone 2001	M
Family Rhysiidae				
<i>Rhysia</i> sp.	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
Family Stylasteridae				
<i>Stylaster roseus</i> (Pallas, 1766)	NE	PE, FN, MA	Laborel 1969a b, Pires et al. 1992, Hudson et al. 1999	P

Subclass Leptomedusae				
Order Conica				
Family Aequoreidae				
<i>Aequorea forskalea</i> Péron & Lesueur, 1810	S, NE	RS, BA, PE	Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
<i>Rhacostoma atlantica</i> L. Agassiz, 1850	S, SE	RS, SP	Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Tronolone 2001	M
Aequoridae sp. indet. 1	SE	SP	Migotto et al. 2001, Tronolone 2001	P/M
Family Aglaopheniidae				
<i>Aglaophenia calamus</i> Allman, 1883	NE	BA	?Allman 1883	P
<i>Aglaophenia dubia</i> Nutting, 1900	NE	BA	Ritchie 1909	P
<i>Aglaophenia insignis</i> Fewkes, 1881	NE	PE	Maýal 1983	P
<i>Aglaophenia latecarinata</i> Allman, 1887	S, SE, NE	SC - BA, FN	Nutting 1900, Ritchie 1909, Vervoort 1946, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1951a, Maýal 1983, Pires et al. 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Haddad et al. 2000, Andrade 2001	P
<i>Aglaophenia latirostris</i> Nutting, 1900	BR	no specific record	?Nutting 1900	P
<i>Aglaophenia perforata</i> Allman, 1885	SE	ES	Vannucci 1951a	P
<i>Aglaophenia rhynchocarpa</i> Allman, 1877	NE	BA	Nutting 1900	P
<i>Aglaophenia rigida</i> Allman, 1887	SE	SP, RJ	Vannucci 1950 1954	P
<i>Gymnangium allmani</i> (Marktanner-Turneretscher, 1890)	SE	RJ	Nogueira et al. 1997	P
<i>Gymnangium longicaudum</i> (Nutting, 1900)	NE	BA	Ritchie 1909	P
<i>Lytocarpia tridentata</i> (Versluys, 1889)	SE, NE	SP, RJ, PE	Totton 1926, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1951a, Migotto 1996, Rosso & Marques 1997	P
<i>Macrorhynchia allmani</i> (Nutting, 1900)	NE	BA	Ritchie 1909	P
<i>Macrorhynchia philippina</i> (Kirchenpauer, 1872)	SE, NE	SP, RJ, BA, PE	Nutting 1900, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1954, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Calder & Maýal 1998	P
<i>Macrorhynchia racemifera</i> (Allman, 1883)	NE	BA	Allman 1883, Marques & Moretzsohn 1995	P
<i>Thecocarpus laxus</i> Billard, 1913	SE	RJ	?Vannucci 1950	P
Family Blackfordiidae				
<i>Blackfordia virginica</i> Mayer, 1910	NE	PE	Paranaguá 1963	M
Family Campanulinidae				
<i>Calycella gabriellae</i> Vannucci, 1951a	SE	SP, ES	Vannucci 1951a, Grohmann et al. 1997	P
Campanulinidae sp. indet. 1	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
<i>Cuspidella humilis</i> (Hincks, 1868)	SE	RJ	Vannucci 1949	P
<i>Cuspidella</i> sp.	SE	SP	Migotto et al. 2001	
<i>Lafoeina amirantensis</i> Millard & Bouillon, 1973	SE, NE	RJ, PE	Nogueira et al. 1997, Calder & Maýal 1998	P
<i>Tetracanna octonema</i> Goy, 1979	NE	AL	Goy 1979	M
Family Cirrholoveniidae				
<i>Cirrholovenia tetranema</i> Kramp, 1959	S, SE, NE	RS, SP (no specific record for NE region)	Moreira 1975, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Tronolone 2001	M
Family Dipleurosomatidae				
<i>Dipleurosoma collapsum</i> (Mayer, 1900)	NE	PE	Goy 1979	M
Family Eirenidae				
<i>Eirene viridula</i> (Péron & Lesueur, 1809)	N	PA	Alvarino 1968	M
<i>Eutima coerulea</i> (L. Agassiz, 1862)	S	RS	Navas-Pereira 1981	M

<i>Eutima mira</i> McCrady, 1857	NE	AL, FN	Vannucci 1957a, Goy 1979	M
<i>Eutima sapinhoa</i> Narchi & Hebling, 1975	SE	SP	Narchi & Hebling 1975	P/M
<i>Eutonina scintillans</i> (Bigelow, 1909)	NE	BA	Goy 1979	M
<i>Irenium teuscheri</i> Haeckel, 1879	NE	no specific record	Goy 1979	M
<i>Phialopsis diegensis</i> Torrey, 1909	S	RS	Navas-Pereira 1981	M
Family Eucheilotidae				
<i>Eucheilota duodecimalis</i> (A. Agassiz, 1882)	S, SE	RS, SP, RJ	Vannucci 1960 1963, Moreira 1973, Navas Pereira 1980 1981, Tronolone 2001	M
<i>Eucheilota maculata</i> Hartlaub, 1894	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Eucheilota paradoxica</i> Mayer, 1900	SE	SP, RJ	Vannucci 1963, Navas-Pereira 1980, Tronolone 2001	M
<i>Eucheilota ventricularis</i> McCrady, 1859	SE	SP	Vannucci 1957a 1963	M
Family Haleciidae				
Haleciidae sp. indet. 1	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
<i>Halecium bermudense</i> Congdon, 1907	SE, NE	SP - ES, PE	Vannucci 1949, Migotto 1996, Calder & Mañal 1998	P
<i>Halecium delicatulum</i> Coughtry, 1876	SE	SP	Migotto 1996	P
<i>Halecium dichotomum</i> Allman, 1888	SE	SP - ES	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Halecium dyssymetrum</i> Billard, 1929	SE	SP, ES	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P
<i>Halecium lightbourni</i> Calder, 1991	SE	RJ, ES	Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Halecium</i> sp I	NE	PE	Calder & Mañal 1998	P
<i>Halecium tenellum</i> Hincks, 1861	SE, NE	SP, PE	Migotto 1996, Calder & Mañal 1998	P
<i>Hydranthea margarica</i> (Hincks, 1863)	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
<i>Nemalecium lighi</i> (Hargitt, 1924)	SE	SP - ES	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Gravier-Bonnet & Migotto 2000, Migotto et al. 2001, Marques et al. 2002	P
<i>Ophiodissa</i> sp.	SE	SP	Migotto 1996	P
Family Halopterididae				
<i>Halopteris alternata</i> (Nutting, 1900)	SE, NE	SP - ES, FN	Vannucci Mendes 1946, Migotto 1996	P
<i>Halopteris carinata</i> Allman, 1877	NE	PE	Calder & Mañal 1998	P
<i>Halopteris diaphana</i> (Heller, 1868)	S, SE	RS, SP, ES	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Horta et al. 2001	P
<i>Halopteris polymorpha</i> (Billard, 1913)	SE	SP	Migotto 1996	P
<i>Monastaechas quadridens</i> (McCrady, 1859)	SE, NE	SP - BA	Ritchie 1909, Vannucci 1949 1950, Migotto 1996	P
<i>Schizotricha tenella</i> (Verrill, 1874)	NE	PE	Calder & Mañal 1998	P
Family Kirchenpaueriidae				
<i>Pycnotheca mirabilis</i> (Allman, 1888)	SE	SP, RJ	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1950	P
<i>Ventromma halecioides</i> (Alder, 1859)	SE, NE	SP - ES, PE	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Mañal 1998	P
Family Lafoeidae				
<i>Filellum serratum</i> (Clarke, 1879)	SE	RJ, ES	Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Hebella furax</i> Millard, 1957	SE	SP	Andrade & Migotto 1996, Migotto & Andrade 2000	P/M
<i>Hebella scandens</i> (Bale, 1888)	S, SE	PR - ES	Jäderholm 1903, Vannucci 1949 1950, Haddad 1992, Migotto 1996, Andrade & Migotto 1997, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P/M

<i>Hebella</i> sp.	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
<i>Hebellopsis communis</i> Calder, 1991	SE	SP - ES	?Vannucci 1949 1950 1951a 1954	P
<i>Scandia mutabilis</i> (Ritchie, 1907)	SE	SP	Migotto 1996	P
Family Laodiceidae				
<i>Laodicea minuscula</i> Vannucci, 1957	SE	SP, RJ	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973	M
<i>Laodicea undulata</i> (Forbes & Goodsir, 1851)	S, NE	RS, BA, PE	Kramp 1957, Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
Family Lovenellidae				
<i>Lovenella cirrata</i> (Haeckel, 1879)	SE, N	PA (no specific record for SE region)	Thiel 1938, Vannucci 1957a	M
Family Malagazziidae				
<i>Malagazzia carolinae</i> (Mayer, 1900)	S, SE	RS, RJ	Navas-Pereira 1980 1981 1984b	M
Malagazziidae sp. indet. 1	SE	SP	Tronolone 2001	M
<i>Octacanna haeckeli</i> Vannucci & Moreira, 1966	SE	SP	Vannucci & Moreira 1966	M
<i>Octophialucium bigelowi</i> Kramp, 1955	SE, NE	SP, AL	Vannucci & Moreira 1966, Goy 1979, Tronolone 2001	M
Family Mitrocomidae				
<i>Cosmetirella davisi</i> (Browne, 1902)	S	RS	Navas-Pereira 1981	M
<i>Mitrocomella brownei</i> (Kramp, 1930)	S	RS	Navas-Pereira 1981	M
Family Plumulariidae				
<i>Dentitheca bidentata</i> Jäderholm, 1920	SE, NE	SP - ES, AL, PE	Jäderholm 1920, Migotto 1997, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Migotto & Marques 1999b	P
<i>Monothecha margareta</i> Nutting, 1900	S, SE, NE	SC - ES, PE	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950 1951a, Haddad 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maýal 1998, Haddad et al. 2000	P
<i>Plumularia floridana</i> Nutting, 1900	SE, NE	SP - ES, PE	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maýal 1998	P
<i>Plumularia obliqua</i> (Johnston, 1847)	SE	RJ	Nogueira et al. 1997	P
<i>Plumularia setacea</i> (Linnaeus, 1758)	SE	SP - ES	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Plumularia strictocarpa</i> Pictet, 1893	SE	SP - ES	Vannucci 1949, Migotto 1996, Migotto et al. 2001	P
<i>Plumularia strobilophora</i> Billard, 1913	SE	ES	Vannucci 1951a	P
Family Sertulariidae				
<i>Amphisbetia operculata</i> (Linnaeus, 1758)	SE	RJ	?Vannucci 1954	P
<i>Calamphora campanulata</i> (Warren, 1908)	SE	ES	Grohmann et al. 1997	P
<i>Diphasia digitalis</i> (Busk, 1852)	SE, NE	SP, ES, BA, PE	Allman 1888, Vannucci 1949, Maýal 1983, Calder & Maýal 1998	P
<i>Diphasia tropica</i> Nutting, 1904	SE	SP - ES	Vannucci 1949, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Dynamena crisioides</i> Lamouroux, 1824	SE, NE	SP - BA, PE, FN	Nutting 1904, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1954, Haddad 1992, Pires et al. 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maýal 1998	P
<i>Dynamena dalmasi</i> (Versluys, 1899)	SE, NE	SP, BA	Ritchie 1909, Migotto 1996	P

<i>Dynamena disticha</i> (Bosc, 1802)	S, SE, NE	RS - BA, PE, FN	Ritchie 1909, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950 1951a, Pires et al. 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maÿal 1998, Haddad et al. 2000, Horta et al. 2001	P
<i>Dynamena quadridentata</i> (Ellis & Solander, 1786)	SE, NE	SP - BA	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950 1951a, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Idiellana pristin</i> (Lamouroux, 1816)	SE, NE	SP, BA	Allman 1888, Vervoort 1946, Vannucci Mendes 1946, Migotto 1996, Rosso & Marques 1997	P
<i>Sertularella areyi</i> Nutting, 1904	SE	ES	Vannucci 1949	P
<i>Sertularella conica</i> (Allman, 1877)	S, SE	RS, SP - ES	Nutting 1904, Jäderholm 1903, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Horta et al. 2001	P
<i>Sertularella cylindriotheca</i> (Allman, 1888)	SE, NE	SP, ES, BA, PE, FN	Allman 1888, Maÿal 1983, Pires et al. 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997	P
<i>Sertularella diaphana</i> (Allman, 1885)	NE	BA, PE, FN	Allman 1888, Nutting 1904, Vannucci 1951b, Pires et al. 1992	P
<i>Sertularella moluccana</i> (von Campenhausen, 1896)	SE	SP	Vannucci Mendes 1946	P
<i>Sertularia distans</i> (Lamouroux, 1816)	S, SE, NE	SC - BA, PE, FN	Ritchie 1909, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950, Maÿal 1983, Haddad 1992, Pires et al. 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maÿal 1998, Haddad et al. 2000	P
<i>Sertularia loculosa</i> Busk, 1852	SE	SP - ES	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997	P
<i>Sertularia marginata</i> Kirchenpauer, 1864	S, SE, NE	PR - BA, PE, FN	Allman 1888, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950 1951a 1954, Haddad 1992, Pires et al. 1992, Migotto 1996 1998, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P
<i>Sertularia notabilis</i> Fraser, 1947	SE	SP, ES	Migotto & Vervoort 1998	P
<i>Sertularia perpusilla</i> Stechow, 1911	SE	RJ	?Vannucci 1951a	P
<i>Sertularia rugosissima</i> Thornely, 1904	S, SE, NE	PR - ES (no specific record for NE region)	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1954, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P
<i>Sertularia turbinata</i> (Lamouroux, 1816)	S, SE, NE	PR - ES, PE	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949, Maÿal 1983, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P
<i>Sertularia vervoorti</i> Migotto & Calder, 1998	SE	ES	Migotto & Calder 1998	P
<i>Thyroscyphus marginatus</i> (Allman, 1877)	SE	RJ, ES	Vannucci 1949 1950 1951a, Maÿal 1983	P
<i>Thyroscyphus ramosus</i> Allman, 1877	SE, NE	SP, RJ, BA, PE	Allman 1888, Migotto 1996, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Calder & Maÿal 1998	P
<i>Thyroscyphus torresii</i> (Busk, 1852)	NE	PE	Maÿal 1983	P
<i>Thyroscyphus vitiensis</i> Marktanner, 1890	NE	PE	Maÿal 1983	P
Family Syntheciidae				

<i>Syntheicum formosum</i> (Fewkes, 1881)	NE	no specific record	Allman 1888	P
<i>Syntheicum tubithecum</i> (Allman, 1877)	SE, NE	ES, PE	Vannucci 1949 1950, Maÿal 1983	P
Order Proboscoida				
Family Campanulariidae				
<i>Campanularia agas</i> Cornelius, 1982	SE	RJ	?Vannucci 1954	P
<i>Campanularia hesperia</i> Torrey, 1904	SE	SP	?Vannucci Mendes 1946	P
Campanulariidae sp. indet. 1	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
Campanulariidae sp. indet. 2	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
Campanulariidae sp. indet. 3	SE	SP	Migotto et al. 2001	P
<i>Clytia brunescens</i> (Bigelow, 1904)	BR	no specific record	Vannucci 1951b	M
<i>Clytia cf. gracilis</i> sp. 1	SE	SP	Migotto 1996, Lindner 2000	P/M
<i>Clytia cf. gracilis</i> sp. 2	SE	SP	Lindner 2000	P/M
<i>Clytia cf. gracilis</i> sp. 3	SE	SP	Lindner 2000	P
<i>Clytia cylindrica</i> Agassiz, 1862	SE	SP	Vannucci 1957a 1963, Vannucci & Ribeiro 1955	P/M
<i>Clytia discoida</i> (Mayer, 1900)	NE	no specific record	Kramp 1957	M
<i>Clytia gracilis</i> (M. Sars, 1850)	SE, NE	SP, PE	Migotto 1996, Calder & Maÿal 1998, Migotto et al. 2001	P/M
<i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767)	S, SE	RS, PR - ES	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950 1951a, Navas-Pereira 1980 1981, Haddad 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997	P/M
<i>Clytia hummelincki</i> (Leloup, 1935)	S, SE, NE	PR, SP, PE	Haddad 1992, Migotto 1996, Calder & Maÿal 1998, Migotto et al. 2001	P
<i>Clytia linearis</i> (Thornely, 1899)	SE	SP, ES	Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Lindner 2000, Migotto et al. 2001	P/M
<i>Clytia noliformis</i> auct.	SE, NE	SP, BA	Allman 1888, Vannucci-Mendes 1946, Lindner & Calder 2000, Lindner & Migotto, 1998, Lindner & Migotto 2001	P/M
<i>Clytia paulensis</i> (Vanhöffen, 1910)	SE, NE	ES, PE	Grohmann et al. 1997, Calder & Maÿal 1998	P
<i>Clytia simplex</i> Browne, 1902	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Clytia</i> spp.	SE	SP	Moreira 1973, Tronolone 2001	M
<i>Gastroblasta ovalis</i> Mayer, 1900	SE	SP	Vannucci 1949	M
<i>Laomedea calceolifera</i> (Hincks, 1871)	SE	RJ, ES	?Vannucci 1949	P
<i>Obelia bidentata</i> Clark, 1875	SE, NE	SP, RJ, PE	Jäderholm 1903, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1954, Migotto 1996, Calder & Maÿal 1998, Migotto et al. 2001	P/M
<i>Obelia dichotoma</i> (Linnaeus, 1758)	S, SE	RS, PR - ES	Stechow 1919, Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1951a 1954, Haddad 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Rosso & Marques 1997, Horta et al. 2001, Migotto et al. 2001	P/M
<i>Obelia geniculata</i> Linnaeus, 1758	S, SE	SC - ES	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1950, Haddad 1992, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Haddad et al. 2000	P
<i>Obelia</i> spp.	S, SE	RS, SP, RJ	Vannucci 1957a, Moreira 1973, Navas-Pereira 1980 1981, Tronolone 2001	M

<i>Orthopyxis sargassicola</i> (Nutting, 1915)	S, SE	SC, SP - ES	Vannucci Mendes 1946, Vannucci 1949 1951a 1954, Migotto 1996, Grohmann et al. 1997, Nogueira et al. 1997, Haddad et al. 2000	P
Subclass Limnomedusae				
Family Olindiidae				
<i>Aglauropsis agassizi</i> F. Müller, 1865	S	SC	F. Müller 1865	M
<i>Aglauropsis kawari</i> Moreira & Yamashita, 1972	S	RS	Moreira & Yamashita 1972	M
<i>Cubaia aphrodite</i> Mayer, 1894	NE	PE	Goy 1979	M
<i>Gossea brachymera</i> Bigelow, 1909	S	RS	Navas-Pereira 1981	M
<i>Olindias sambaquiensis</i> F. Müller, 1861	S, SE	SC, SP	F. Müller 1861a, Vannucci 1951a, Goy 1979, Tronolone 2001	M
<i>Vallentinia gabriellae</i> Vannucci Mendes, 1948	S, SE, NE	SP (no specific record for S and NE regions)	Vannucci Mendes 1948, Ramirez & Zamponi 1981	M
Subclass Narcomedusae				
Family Aeginidae				
<i>Aegina citrea</i> Eschscholtz, 1829	S, SE, NE, N	RS (no specific record for SE, NE, and N regions)	Vannucci 1957a, Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Aeginura grimaldii</i> Maas, 1904	NE	AL, PE	Vannucci 1951b	M
<i>Solmundella bitentaculata</i> (Quoy & Gaimard, 1833)	S, SE, NE, N	RS, SP (no specific record for NE and N regions)	Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
Family Cuninidae				
<i>Cunina duplicata</i> Maas, 1893	S, SE, NE, N	no specific record	Kramp 1959, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Cunina frugifera</i> Kramp, 1948	S, SE, NE, N	RS (no specific record for SE, NE, and N regions)	Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Cunina octonaria</i> McCrady, 1859	S, SE, NE	RS, SC, SP, RJ (no specific record for NE region)	F. Müller 1861b, Vannucci 1957a, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1980 1981, Ramirez & Zamponi 1981, Tronolone 2001	M
<i>Cunina peregrina</i> Bigelow, 1909	S, SE, NE, N	RS (no specific record for SE, NE, and N regions)	Kramp 1957, Goy 1979, Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Solmissus marshalli</i> Agassiz & Mayer, 1902	S, SE, NE	no specific record	Kramp 1957, Ramirez & Zamponi 1981	M
Family Solmarisidae				
<i>Pegantha clara</i> R.P. Bigelow, 1909	S, SE, NE	PE (no specific record for S and SE regions)	Kramp 1957, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Pegantha laevis</i> H.B. Bigelow, 1909	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M

<i>Pegantha martagon</i> Haeckel, 1879	S, SE, NE	no specific record	Kramp 1957, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Pegantha rubiginosa</i> (Kölliker, 1853)	S, SE, NE	no specific record	Kramp 1957, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Pegantha</i> sp.	NE	AL	Goy 1979	M
<i>Pegantha triloba</i> Haeckel, 1879	S, SE, NE	PE (no specific record for S and SE regions)	Vanhöffen 1913, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Solmaris corona</i> (Keferstein & Ehlers, 1861)	S	RS	Vannucci 1957a, Navas-Pereira 1981	M
<i>Solmaris flavescens</i> (Kölliker, 1853)	NE	no specific record	Thiel 1935, Vannucci 1951b	M
<i>Solmaris</i> spp.		no specific record	Moreira 1973	M
Subclass Siphonophorae				
Order Calycophorae				
Family Abylidae				
<i>Abyla bicarinata</i> Moser, 1925	SE, NE, N	ES - AP	Pugh 1999	
<i>Abyla haeckeli</i> Lens & van Riemsdijk, 1908	NE, N	BA - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Abyla trigona</i> Quoy & Gaimard, 1827	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971 1981, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Abylopsis eschscholtzi</i> (Huxley, 1859)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Abylopsis tetragona</i> (Otto, 1823)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Bassia bassensis</i> L. Agassiz, 1862	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Ceratocymba dentata</i> (Bigelow, 1918)	NE, N	BA - AP	Alvariño 1971 1981, Pugh 1999	
<i>Ceratocymba leuckarti</i> (Huxley, 1859)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Ceratocymba sagittata</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999	
<i>Enneagonum hyalinum</i> Quoy & Gaimard, 1827	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
Family Clausophyidae				
<i>Chuniphyes moserae</i> Totton, 1954	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999	
<i>Chuniphyes multidentata</i> Lens & van Riemsdijk, 1908	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999	
<i>Heteropyramis maculata</i> Moser, 1925	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Pugh 1999	
Family Diphyidae				
<i>Chelophyes appendiculata</i> (Eschscholtz, 1829)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971 1981, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Dimophyes artica</i> Chun, 1897	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999	
<i>Diphyes bojani</i> (Eschscholtz, 1829)	SE, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Diphyes dispar</i> Chamisso & Eysenhardt, 1821	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Eudoxoides mitra</i> Huxley, 1859	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Eudoxoides spiralis</i> (Bigelow, 1911)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Lensia campanella</i> (Moser, 1925)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Lensia challengerii</i> Totton, 1941		no specific record	Dias 1994	
<i>Lensia conoidea</i> (Keferstein & Ehlers, 1860)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Lensia cossack</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Lensia fowleri</i> (Bigelow, 1911)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971 1981, Dias 1994, Pugh 1999	

<i>Lensia grimaldi</i> (Leloup, 1933)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Lensia hardy</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999
<i>Lensia hotspur</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Lensia lelouveteau</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Lensia meteori</i> (Leloup, 1934)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Lensia multicristata</i> (Moser, 1925)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Lensia subtilis</i> (Chun, 1886)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Lensia tottoni</i> A. Daniel & R. Daniel, 1963	N	PA	Alvariño 1971
<i>Muggiaea atlantica</i> Cunningham, 1892	S, SE, NE, N	RS - AP	Dias 1994, Pugh 1999
<i>Muggiaea kochi</i> (Will, 1844)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Sulculeolaria angusta</i> Totton, 1954	N	PA	Alvariño 1971
<i>Sulculeolaria biloba</i> (Sars, 1846)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & Van Riemsdijk, 1908)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Sulculeolaria monoica</i> (Chun, 1888)	S, Se, NE, N	SC - AP	Alvariño 1971 1981, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Sulculeolaria quadrivalvis</i> Blainville, 1834	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Sulculeolaria turgida</i> (Gegenbaur, 1853)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999
Family Hippopodiidae			
<i>Hippopodius hippopus</i> (Forskål, 1776)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Vogtia glabra</i> Bigelow, 1918	S, SE, NE, N	RS - AP, TRI	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Vogtia pentacantha</i> Kölliker, 1853	N	PA	Alvariño 1971
<i>Vogtia serrata</i> (Moser, 1925)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Vogtia spinosa</i> Keferstein & Ehlers, 1861	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999
Family Prayidae			
<i>Amphicaryon acaule</i> Chun, 1888	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999
<i>Amphicaryon ernesti</i> Totton, 1954	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999
<i>Amphicaryon peltifera</i> (Haeckel, 1888)	S, SE, NE, N	RS - AP	Dias 1994, Pugh 1999
<i>Maresearsia praeclara</i> Totton, 1954	NE, N	PE - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999
<i>Nectadamas diomedae</i> (Bigelow, 1911)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999
<i>Nectopyramis natans</i> Bigelow, 1911	NE	RS - AP	Alvariño 1971 1981, Pugh 1999
<i>Nectopyramis spinosa</i> Sears, 1952	SE	TRI	Alvariño 1971
<i>Nectopyramis thetis</i> Bigelow, 1911	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999
<i>Praya dubia</i> (Quoy & Gaimard, 1833)	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Rosacea plicata</i> sensu Bigelow, 1911	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971 1981, Dias 1994, Pugh 1999
Family Clausophyidae			
<i>Clausophyes galeata</i> Lens & van Riemsdijk, 1908	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Clausophyes laetmata</i> Pugh & Pagès, 1993	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Clausophyes moserae</i> Margulis, 1988	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Clausophyes tropica</i> Pugh, 1995	S, SE, NE	RS - RN	Pugh 1999
<i>Crystallophyes amygdalina</i> Moser, 1925	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Heteropyramis crystallina</i> (Moser, 1925)	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
Family Diphyidae			
<i>Gilia reticulata</i> (Totton, 1954)	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Lensia achilles</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999
<i>Lensia ajax</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999

<i>Lensia exeter</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Lensia havock</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Lensia hostile</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Lensia hunter</i> Totton, 1941	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Lensia leloupi</i> Totton, 1954	NE, N	MA - AP	Pugh 1999	
Order Cystonectae				
Family Physaliidae				
<i>Physalia</i> sp.	N	No specific record	Hartt, 1868	
<i>Physalia physalis</i> Linnaeus 1758	S, SE, NE, N	RS - AP	Freitas et al. 1995, Pugh 1999	
Order Physonectae				
Family Agalmatidae				
<i>Agalma elegans</i> (Sars, 1846)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Agalma okeni</i> Eschscholtz, 1825	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Dias 1994, Pugh 1999	
<i>Bargmannia elongata</i> Totton, 1954	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1981, Pugh 1999	
<i>Erenna richardi</i> Bedot, 1904	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Halistemma rubrum</i> (Vogt, 1852)	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Halistemma striata</i> Totton, 1965	S, SE, NE, N	RS - AP	Pugh 1999	
<i>Marrus antarcticus</i> Totton, 1954	S	RS	Alvariño 1981	
<i>Marrus orthocanna</i> (Kramp, 1942)	S, NE	no specific record	Alvariño 1981	
<i>Nanomia bijuga</i> (Delle Chiaje, 1841)	S, SE, NE, N	RS - AP	Alvariño 1971, Pugh 1999	
Family Athorybiidae				
<i>Athorybia rosacea</i> (Forskål, 1775)	S, SE, NE, N	RS - AP, FN	Alvariño 1971, Pugh 1999	
<i>Melophysa melo</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	NE, N	AL - AP	Pugh 1999	
Family Forskaliidae				
<i>Forskalia edwardsii</i> Kölliker, 1853	N	PA	Alvariño 1971	
Family Physophoridae				
<i>Physophora hydrostatica</i> Forskål, 1775	S, SE, NE, N	RS - AP	Dias 1994, Pugh 1999	
Subclass Trachymedusae				
Family Geryoniidae				
<i>Geryonia proboscidalis</i> (Forskål, 1775)	S, NE	RS, FN	Vannucci 1951b, Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
<i>Liriope tetraphylla</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)	S, SE	RS, SC, SP, RJ	F. Müller 1859a, Carvalho 1943, Vannucci 1951a 1957a, Moreira 1973, Navas-Pereira 1980 1981, Tronolone 2001	M
Family Halicreatidae				
<i>Halicreas minimum</i> Fewkes, 1882	NE	no specific record	Vannucci 1951b	M
Family Rhopalonematidae				
<i>Aglantha digitale</i> (F. Müller, 1776)	S, SE, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Aglaura hemistoma</i> Péron & Lesueur, 1810	S, SE, NE	RS, SC, SP-PE	Vannucci 1957a 1963, Moreira 1973, Goy 1979, Navas-Pereira 1981	M
<i>Amphogona apsteini</i> (Vanhöffen, 1902)	S, SE	RS, SP	Vannucci 1963, Moreira 1973, Navas-Pereira 1981	M
<i>Colobonema sericeum</i> Vanhöffen, 1902	S	no specific record	Kramp 1957	M
<i>Crossota brunnea</i> Vanhöffen, 1902	S	no specific record	Vannucci 1951b	M

<i>Homoeonema platygonon</i> Browne, 1903	S, NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Pantachogon haeckeli</i> Maas, 1893	NE	no specific record	Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Persa incolorata</i> McCrady, 1859	S, NE	RS (no specific record for NE region)	Thiel 1935, Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
<i>Rhopalonema velatum</i> Gegenbaur, 1856	S, SE, NE, N	RS, SP, RJ, BA, PA	Vannucci 1957a, Goy 1979, Navas-Pereira 1980 1981	M
<i>Sminthea eurygaster</i> Gegenbaur, 1856	S, SE, NE	RS (no specific record for SE and NE regions)	Navas-Pereira 1981, Ramirez & Zamponi 1981	M
Class Cubozoa				
Order Cubomedusae				
Family Carybdeidae				
<i>Tamoya haplonema</i> F. Müller, 1859	S, SE, NE, N	RS - AP	F. Müller 1859b, Vannucci 1957b, Morandini & Marques 1997, Mianzan & Cornelius 1999	M
<i>Tripedalia cystophora</i> Conant, 1897	N	PA	Morandini & Marques 1997, Mianzan & Cornelius 1999	M
Family Chirodropidae				
<i>Chiropsalmus quadrumanus</i> (F. Müller, 1859)	S, SE, NE, N	SC - AP	F. Müller 1859b, Vannucci 1954, 1957b, Morandini & Marques 1997, Marques et al. 1997, Mianzan & Cornelius 1999	M
Class Scyphozoa				
Order Coronatae				
Family Atollidae				
<i>Atolla chuni</i> Vanhöffen, 1902	S, SE, NE, N	RS - AP (offshore)	Mianzan & Cornelius 1999	M
<i>Atolla wyvillei</i> Haeckel, 1880	S, SE, NE, N	RS - AP (offshore)	Mianzan & Cornelius 1999	M
Family Linuchidae				
<i>Linuche unguiculata</i> (Swartz, 1788)	SE	SP	Silveira & Morandini 1998a 1998b, Haddad Jr. et al. 2001	P/M
Family Nausithoidae				
<i>Nausithoe aurea</i> Silveira & Morandini 1997	SE, NE	SP, BA	Silveira & Morandini 1997, Mianzan & Cornelius 1999, Morandini & Silveira 2001a 2001b	P/M
<i>Nausithoe punctata</i> Kölliker, 1853	S, SE, NE, N	RS - AP (offshore)	Vanhöffen 1908, Alvariño 1968, Goy 1979, Mianzan & Cornelius 1999	M
<i>Nausithoe</i> sp.	S	RS	Horta et al. 2001	P
<i>Stephanoscyphistoma corniformis</i> (Komai, 1936)	SE	SP, RJ	Silveira & Morandini 1996	P
<i>Stephanoscyphistoma simplex</i> (Kirkpatrick, 1890)	NE	CE (ca. 750 km offshore)	Kramp 1951	P
Family Periphyllidae				
<i>Periphylla periphylla</i> (Péron & Lesueur, 1809)	S, SE, NE, N	RS - AP (offshore)	Mianzan & Cornelius 1999	M
Order Rhizostomeae				
Family Cassiopeidae				
<i>Cassiopea xamachana</i> R.P. Bigelow, 1892	SE	SP	Silveira et al. 2000	P/M

Family Catostylidae				
<i>Catostylus cruciatus</i> (Lesson, 1829)	S	SC	Lesson 1830, Vannucci 1957b, Goy 1979	M
Family Lychnorhizidae				
<i>Lychnorhiza lucerna</i> Haeckel, 1880	S, SE, NE, N	RS - AP	Haeckel 1880, Vanhöffen 1888, Vannucci Mendes 1944, Vannucci 1951a 1954 1957b, Goy 1979, Salles 1994, Cornelius & Silveira 1997, Mianzan & Cornelius 1999, Silveira & Cornelius 2000	M
Family Mastigiidae				
<i>Phyllorhiza punctata</i> von Lendenfeld, 1884	SE, NE	SP, BA	Moreira 1961, Cornelius & Silveira 1997, Mianzan & Cornelius 1999, Silveira & Cornelius 2000	M
Family Stomolophidae				
<i>Stomolophus meleagris</i> L. Agassiz, 1862	S, SE, NE	RS - AP	Vannucci-Mendes 1944, Oliveira 1949, Vannucci 1954 1957b, Alcântara et al. 1979, Salles 1994, Cornelius & Silveira 1997, Mianzan & Cornelius 1999	M
Order Semaestomeae				
Family Cyaneidae				
<i>Drymonema dalmatinum</i> Haeckel, 1880	S, SE	SC, SP RJ	F. Müller 1883, Vannucci 1957b, Cornelius & Silveira 1997, Mianzan & Cornelius 1999	M
Family Pelagiidae				
<i>Chrysaora lactea</i> Eschscholtz, 1829	S, SE, NE, N	RS - AP	Eschscholtz 1829, Lesson 1830, Vanhöffen 1888, Oliveira 1950, Vannucci 1954 1957b, Goy 1979, Cornelius & Silveira 1997, Silveira et al. 1998, Mianzan & Cornelius 1999	M
<i>Chrysaora plocamia</i> (Lesson, 1832)	SE	SP	Lesson 1830, Mianzan & Cornelius 1999	M
<i>Pelagia noctiluca</i> (Forskål, 1775)	S, SE, NE, N	RS - AP (offshore)	Vanhöffen 1888, Mayer 1910, Vannucci 1957b, Mianzan & Cornelius 1999, Mianzan & Guerrero 2000	M
Family Ulmaridae				
<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758)	S, SE NE	RS - BA (and offshore)	Pantin & Dias 1952, Vannucci 1957b, Goy 1979, Cornelius & Silveira 1997, Castro et al. 1998, Cornelius & Mianzan 1999	M
<i>Aurelia</i> sp.2	SE	SP	Dawson & Jacobs 2001	M
Order Stauromedusae				
Family Kishinouyeidae				
<i>Kishinouyea corbini</i> Larson, 1980	SE	ES (benthic)	Grohmann et al. 1999	M
Order Incertae sedis				
Family Incertae sedis				
<i>Tetraplatia volitans</i> Busch, 1851	SE	RJ	Leloup 1935, Mianzan & Cornelius 1999	M
Family Tesseridae				
<i>Tessera gemmaria</i> Goy, 1979	SE	RJ	Goy 1979, Mianzan & Cornelius 1999	M

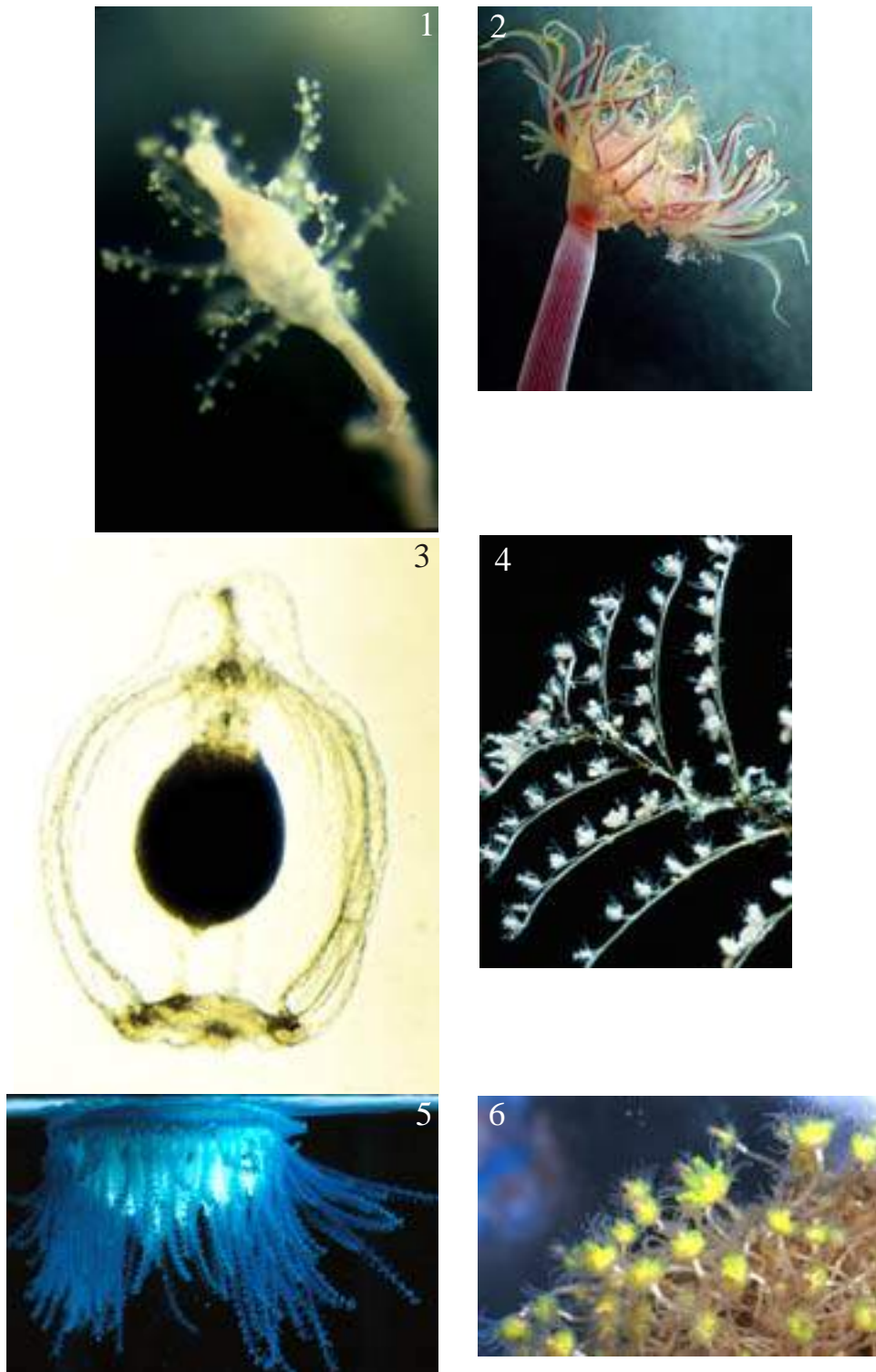


Figure 1. *Asyncoryne ryniensis* Warren, 1908 polyp photo Alvaro E. Migotto
Figure 2. *Corymorpha januarii* Steenstrup, 1854 polyp photo Alvaro E. Migotto
Figure 3. *Corymorpha januarii* Steenstrup, 1854 medusa photo Alvaro E. Migotto
Figure 4. *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 5. *Porpita umbella* F. Müller, 1776 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 6. *Ectopleura obypa* Migotto & Marques, 1999 colony photo Alvaro E. Migotto

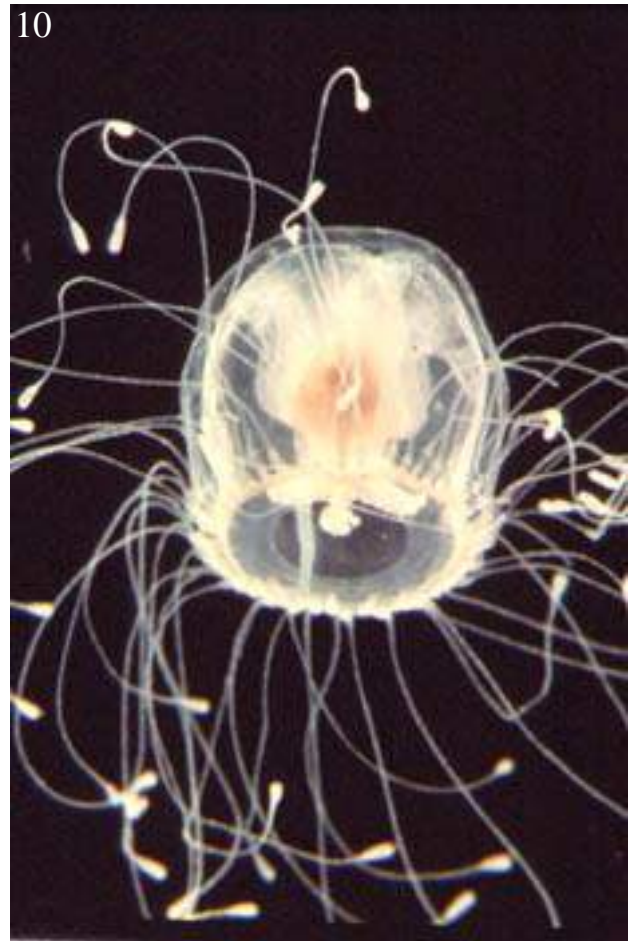


Figure 7. *Ectopleura obypa* Migotto & Marques, 1999 polyp photo Alvaro E. Migotto
Figure 8. *Ralpharia sanctisebastiani* (Silveira & Migotto, 1984) polyp photo Alvaro E. Migotto
Figure 9. *Bougainvillia rugosa* Clarke, 1882 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 10. *Turritopsis nutricula* McCrady, 1859 medusa photo Alvaro E. Migotto



11



12



13



14

Figure 11. *Aglaophenia latecarinata* Allman, 1887 colony photo Alvaro E. Migotto

Figure 12. *Macrorhynchia philippina* (Kirchenpauer, 1872 colony photo Alvaro E. Migotto

Figure 13. *Halecium bermudense* Congdon, 1907 colony photo Alvaro E. Migotto

Figure 14. *Nemalecium lighti* (Hargitt, 1924) colony photo Alvaro E. Migotto



Figure 15. *Hebella furax* Millard, 1957 colony photo Alvaro E. Migotto

Figure 16. *Hebella furax* Millard, 1957 newly released medusa photo Alvaro E. Migotto

Figure 17. *Hebella furax* Millard, 1957 adult medusa photo Alvaro E. Migotto

Figure 18. *Hebella scandens* (Bale, 1888 medusa photo Alvaro E. Migotto

Figure 19. *Dentitheca bidentata* Jäderholm, 1920 colony photo Alvaro E. Migotto

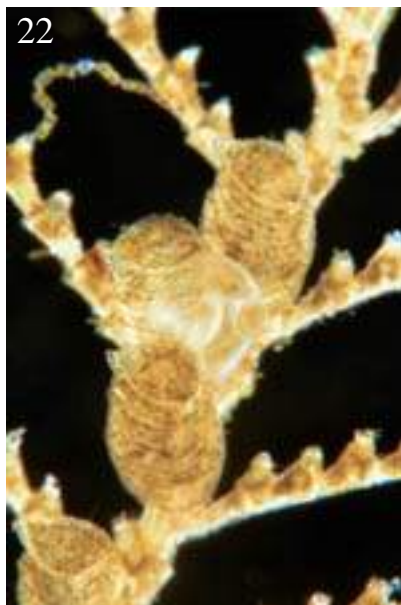
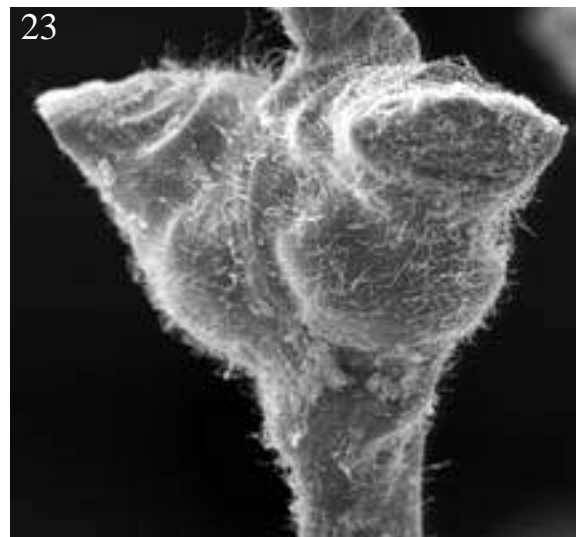


Figure 20. *Dynamena crisioides* Lamouroux, 1824 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 21. *Sertularia loculosa* Busk, 1852 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 22. *Sertularia marginata* Kirchenpauer, 1864 colony photo Alvaro E. Migotto
Figure 23. *Sertularia vervoorti* Migotto & Calder, 1998 photo Alvaro E. Migotto
Figure 24. *Clytia cf. gracilis* sp. 1 colony photo Alberto Lindner



Figure 25. *Clytia cf. gracilis* sp. 1 hydranth photo Alberto Lindner

Figure 26. *Clytia noliformis* auct. hydranth photo Alberto Lindner

Figure 27. *Physalia physalis* Linnaeus 1758 colony photo Alvaro E. Migotto

Figure 28. *Tamoya haplonema* F. Müller, 1859 medusa photo Alvaro E. Migotto



Figure 29. *Chiropsalmus quadrumanus* (F. Müller, 1859) medusa photo Alvaro E. Migotto
Figure 30. *Nausithoe aurea* medusa photo Alvaro E. Migotto
Figure 31. *Cassiopea xamachana* R.P. Bigelow, 1892 scyphistoma photo Alvaro E. Migotto
Figure 32. *Cassiopea xamachana* R.P. Bigelow, 1892 strobila photo Alvaro E. Migotto
Figure 33. *Cassiopea xamachana* R.P. Bigelow, 1892 ephyra photo Alvaro E. Migotto



Figure 34. *Lychnorhiza lucerna* Haeckel, 1880 medusa photo Alvaro E. Migotto

Figure 35. *Phyllorhiza punctata* von Lendenfeld, 1884 medusa photo Fábio L. da Silveira

Figure 36. *Chrysaora lactea* Eschscholtz, 1829 medusa photo Alvaro E. Migotto

Figure 37. *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) scyphistoma photo Alvaro E. Migotto

**POLYPS OF THE FAMILIES ATORELLIDAE AND NAUSITHOIDAE
(SCYPHOZOA: CORONATAE)
NEW TO THE BRAZILIAN FAUNA.**

*Gerhard Jarms
André Carrara Morandini
Fábio Lang da Silveira*

Biota Neotropica v2 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01202012002>

Received: march/26/2002

Revised: april/25/2002

Accepted: april/29/2002

Gerhard Jarms Zoologisches Institut und Zoologisches Museum, Universität Hamburg,
Martin-Luther-King Platz 3, 20146 Hamburg, Germany,

e-mail: Gerhard.Jarms@zoologie.uni-hamburg.de

Tel.: +49-40-428382086 Fax: +49-40-428382086

André Carrara Morandini and Fábio Lang da Silveira

(correspondence author; correspondência para) Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo, C.P. 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brazil,

e-mail: acmorand@usp.br, fildsilve@usp.br

Tel.: +55-11-30917619 Fax: +55-11-30917513

Abstract

Solitary scyphistomae of the scyphozoan order Coronatae were sorted from samples collected at 12 oceanographic stations of the Revizee-Score Sul/Bentos project along the Brazilian coast. The 201 specimens were found, at depths between 133-808 m, growing on stony corals. These scyphistomae were assigned to the families Nausithoidae (186) and Atorellidae (15) based on the outer morphology of the periderm tubes. The number and shape of the cusps, and the presence of second order teeth in some of them, suggests that the polyps should be split into four types, two of them assigned to *Nausithoe* Kölliker, 1853 and two others to *Atorella* Vanhöffen, 1902. Living stephanoscyphistomae should be collected and reared to further resolve the taxonomy of these scyphozoans.

Keywords Coronatae *Nausithoe* *Atorella* Brazil

Resumo

Cifístomas solitários de cifofoários da ordem Coronatae foram triados a partir de amostras coletadas em 12 estações oceanográficas do projeto Revizee-Score Sul/Bentos na costa brasileira. Foram encontrados 201 espécimes, entre as profundidades de 133-808 m, crescendo sobre corais pétreos. Estes cifístomas foram identificados nas famílias Nausithoidae (186) e Atorellidae (15) com base na morfologia externa dos tubos peridérmicos. O número e forma dos espinhos internos, e presença de dentes de segunda ordem em alguns espinhos, sugere que os pólipos sejam separados em quatro tipos, dois deles identificados como *Nausithoe* Kölliker, 1853 e outros dois como *Atorella* Vanhöffen, 1902. Estefanocifístomas vivos deveriam ser coletados e cultivados para melhor esclarecer a taxonomia destes cifofoários.

Palavras-chave Coronatae *Nausithoe* *Atorella* Brasil

Introduction

Coronatae have been hypothesized to be a basal group of the Scyphozoa (Werner, 1973). Fossil Conulariida and Byroniida, either close relatives or perhaps the ancestors of recent coronates, are known from the Cambrian (Scrutton, 1979). Life-cycle studies of this metagenetic cnidarian group have led to recognition of characters that may support phylogenetic analyses within the group, and suggest the events leading to speciation in the group.

Only three species of coronate polyps are described for the Brazilian fauna: *Stephanoscyphistoma corniformis* (Komai, 1936) by Silveira and Morandini (1996), *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) by Silveira and Morandini (1998), and *Nausithoe aurea* Silveira and Morandini, 1997. In this paper the periderm tubes of coronate polyps (= stephanoscyphistomae) collected off the Brazilian coast are described and at least four types (probably separate species) are new to the Brazilian fauna.

The relationships of these western South Atlantic forms to known species are discussed especially in comparison with those distributed on the eastern coasts of the North Atlantic and the Mediterranean.

Material and methods

Samples of benthic fauna were collected during two cruises of the oceanographic ship Prof. W. Besnard for the REVIZEE ("Score Sul, Bentos") project. The cruises were based on lines perpendicular to the coast (radials), with approximately 20 nautical miles in between. On each cruise 4-10 radials and 15-32 oceanographic stations were marked. The polyps were sorted among a large number of different substrates by MSc Alberto Lindner, a trained zoologist in Cnidaria groups. All samples of coronate polyps were attached to the calcareous skeletons of stony corals (Scleractinia), and were preserved in 70 % alcohol. The available oceanographic data are provided in Tab. 1.

Selected voucher specimens of these various morphotypes have been deposited in the collection of the "Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ)". *Nausithoe*: MNRJ 4179 4182, ten polyps, from a depth of 147 to 417 m; *Atorella*: MNRJ 4183, two polyps, from a depth of 417 m. Measurements of all tubes were taken according to Jarms (1991). Length and diameter were measured, and the *Formquotient* (FQ), the ratio between diameter and length, calculated only for complete undisturbed tubes *i.e.* with no significant injury observed. The number of transverse rings per 0.4 mm was counted in straight parts of the tubes to quantify the outer structure.

Selected periderm tubes of the different types were washed in distilled water. Just above each ring of the internal cusps, the tubes were cut. The pieces were cleaned of tissue and glued on slides for electron microscopy. After being sputtered with gold they were examined using a scanning electron microscope at the Zoological Department of the University of Hamburg.

Results

The outer structures of the examined tubes, namely the rugae on the surface, are different indicating the presence of several groups (Figs 1, 2 and 3). Parts of straight growth (Fig. 1) in the first group (genus *Atorella*) have a narrow (about 8-16 rings per 0.4mm) but prominent pattern of horizontal rings with small nearly regular vertical chambers. In the second group (genus *Nausithoe*), the outer structure is characterized by the greater distance of the horizontal rings (about 2-3 per 0.4mm), and the rounded, more irregular, vertical structures. However there are two types in this group: one with prominent rings with sharp edges (Fig. 2) and the other with smooth rings (Fig. 3).

Transverse sections of the tubes, just above the whorls of the internal cusps, show further differences, thus possibly indicating separate types within groups. The number of cusps per whorl, at least in the upper ones, in the examined tubes of genus *Nausithoe* is 8 (Fig. 4) or 16 (Fig. 5). The cusps themselves differ in shape. Their margin can be more or less smooth or with lateral teeth. There is a gradient from thorny to smooth from the base to the top of the tube (Plate 1 and 2). Teeth of a second order on the upper or under side of cusps are either present or absent in the basal whorls of the genus *Atorella* (Plate 3).

Table 2 is a combination of new data and available data from previous works for systematic studies on coronate polyps.

Discussion

Within the order Coronatae, polyps are described from the families Linuchidae, Nausithoidae and Atorellidae (Jarms, 1997). Periphyllidae have direct development without polyps (Jarms *et al.*, 1999). Ripe eggs in the Periphyllidae, Paraphyllinidae, and Atollidae are roughly ten times larger than in other scyphozoan medusae (Morandini and Silveira, 2001, and unpublished data), due to the amount of yolk. We presume that the deep sea families Atollidae and Paraphyllinidae also lack a polyp generation as in the Periphyllidae. The polyps of the Linuchidae are colonial (Werner, 1979; Silveira and Morandini, 1998). Thus, the collected stephanoscyphistomae belong to the families Nausithoidae or Atorellidae.

The outer structure of the periderm tube is characteristic of and useful for identification of the families. In *Atorella* the horizontal rings are narrower, and the vertical structures are clearly to be seen (Fig. 1). This is confirmed by rearing experiments characterizing the life cycles of nine solitary *Nausithoe* species and three *Atorella* species (Jarms, 1997, 2001).

Useful characters to distinguish species are found in the cusps, although there are intraspecific variations and changes in shape from base to top of the same tube (Plate 1) (compare Jarms, 1990 plates I, II, IV, V, VI). Up to now all *Atorella* have 8 cusps per whorl (Tab. 2). As second order cusps in the Nausithoidae are exclusive, and therefore specific for *N. wernerii* (Table 2), we conclude that they

may also be specific in the family Atorellidae. Therefore we believe the two *Atorella* types to be different species, and their measurements are very close to the undescribed species from the NE Atlantic (Tab. 2). Without knowing the life cycle, we cannot determine which species they may be or whether they are undescribed. We know of five species of the genus *Atorella*. The life cycle of *A. vanhoeffeni* Bigelow, 1909 is known (Werner, 1966) as well as that of *A. japonica* Kawaguti and Matsuno, 1981. Three species are described only from their medusae: *A. arcturi* Bigelow, 1928 from the tropical Pacific, *A. subglobosa* Vanhöffen, 1902 from the east coast of Africa, and also collected west of the Canary Islands, the Atlantic Ocean (Ranson, 1945), and *A. octogonos* Mills *et al.*, 1987 from the Bahamas, the Atlantic Ocean. The undescribed *Atorella* polyps in the first author's laboratory were also collected from the Atlantic Ocean, off the coast of Morocco. They had already strobilated but we have not yet succeeded in raising them to mature medusae. Accordingly, we are uncertain whether they are the polyps of previously described medusae. The same problem exists with the polyps of the REVIZEE-collection.

The ranges of the *Formquotients* of *Nausithoe* species vary between the slender *N. thieli* and *Thecoscyphus zibrowii*, the thickest species (Table 2). The two *Nausithoe* groups in this work (8 and 16 cusps) are close together in the FQ 2mm, similar to *N. marginata*, and in the FQ 5mm close to the values for *N. marginata* and *N. aurea*. Species identification only by these figures is impossible. The number of cusps in *Nausithoe* can vary from base to top but with constant differences in the species (Jarms, 1991). In our material we inspected the upper whorls as far as they can be seen without dissection. Only some specimens of each group were cut (Plate 1). Eight (Fig. 4) or 16 (Fig. 5) teeth in the terminal whorls are stable characters. Thus, we can define at least two different species in the *Nausithoe* material. The tubes with 16 cusps are assigned to a known species, and those with 8 cusps to an undescribed species. The similarity of the collected 16-cusp polyps to *N. aurea* is also suggested by the FQ 5mm (Table 2). Nevertheless, behind the 16- as well as the 8-cusp tubes more than one species may be concealed.

The species *Nausithoe aurea* is closely related to the species *N. maculata* from the eastern Atlantic Ocean, and to *N. planulophora* from the Mediterranean, for besides the 16 cusps, they also possess another shared character of the soft body usually visible in living specimens: white spots between the tentacle bases. The grouping of these species is confirmed by cladistic analysis using 44 characters (Jarms, in prep.). Possibly the other collected Brazilian types may have closely related species in the North-East Atlantic Ocean, which could lead to a novel distribution. Only the cultivation of living specimens can help to answer these questions.

The sorted-out specimens with prominent rings, marked with a "*" in Table 1 and measured separately in Table 2, are not clearly separate from the other *Nausithoe* specimens with 16 cusps per upper whorl, by their

Formquotient. In our cultured material of *Nausithoe aurea* we found tubes with normal outer structures and with prominent rings as well.

Among the collected stephanoscyphistomae there were some remarkable dark specimens that could be regarded as different types. The problem of dark tubes has already been discussed by Kramp (1959). Although Kramp could not classify the polyps in terms of species, he found a correlation of total length and number of whorls of cusps inside the tubes with the dark colour. The same darkness and length phenomenon is to be seen in the polyps of the species *Nausithoe eumedusoides* (Werner, 1974).

As only preserved stephanoscyphistomae were studied we are not able to determine species. But there are certain similarities with identified coronate polyps from the East Atlantic. So, it is necessary to collect live material to elucidate the respective life cycles. The results could provide further characters for phylogeny of the group and useful information about distribution, such as we have for the species group *N. maculata*, *N. aurea*, and *N. Planulophora*.

Acknowledgements

This work was supported by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 99/12433-0) and CAPES/USP PROAP/2000. We are indebted to MSc A. Lindner for sorting the scyphistomae periderm tubes, to Dr A.C.Z. do Amaral (UNICAMP) for donating the Revizee material and to Renate Walter (University of Hamburg) for help with the electron microscopy. We thank an anonymous reviewer for improving the English. We thank CEBIMar USP for providing part of the required facilities to examine the material at the start of this work.

References

- BIGELOW, H.B. 1909. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer 'Albatross', from October, 1904 to March, 1905, Lieut. Commander L.M. Garret, U.S.N., commanding, XVI. The medusae. Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. 37: 1-243.
- BIGELOW, H.B. 1928. Scyphomedusae from the Arcturus Oceanographic Expedition. Zoologica, N.Y. 8(10): 495-524.
- JARMS, G. 1988. Zur Morphologie, Biologie und Systematik der Nausithoidae (Coronata, Scyphozoa), mit Bestimmungsschlüsseln für Polypen und Medusen, der Beschreibung dreier neuer Arten und einer bisher unbekanntes Planuloidbildung. Thesis Fachbereich Biologie. Universität Hamburg, Hamburg.
- JARMS, G. 1990. Neubeschreibung dreier Arten der Gattung *Nausithoe* (Coronata, Scyphozoa) sowie Wiederbeschreibung der Art *Nausithoe marginata* Kölliker, 1853. Mitt. hamb. zool. Mus. Inst. 87: 7-39.

- JARMS, G. 1991. Taxonomic characters from the polyp tubes of coronate medusae (Scyphozoa, Coronatae). *Hydrobiologia* 216/217: 463-470.
- JARMS, G. 1997. The polyps of Coronatae (Scyphozoa), a review and some new results. In Proceedings of the 6th International Conference on Coelenterate Biology (J.C. den Hartog, ed.). Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, p. 271-278.
- JARMS, G. 2001. The life cycle of *Nausithoe hagenbecki* sp. nov. (Scyphozoa, Coronatae). *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 98: 13-22.
- JARMS, G., BÄMSTEDT, U., TIEMANN, H., MARTINUSSEN, M.B. & FOSSÅ, J.H. 1999. The holopelagic life cycle of the deep-sea medusa *Periphylla periphylla* (Scyphozoa, Coronatae). *Sarsia* 84: 55-65.
- KAWAGUTI, S. & MATSUNO, A. 1981. A new species of the Coronatae, Scyphozoa, from the Japan sea; *Aorella japonica* n. sp. *Bull. Kawasaki Parmed. Coll.* 1: 15-21.
- KOMAI, T. 1936 On another form of *Stephanoscyphus* found in the waters of Japan. *Mem. Coll. Sci. Kyoto (Ser. B)* 11(3):175-83.
- KRAMP, P. L. 1959. *Stephanoscyphus* (Scyphozoa). *Galatea Rep.* 1: 173-185.
- MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. da. 2001. Sexual reproduction of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). Gametogenesis, egg release, embryonic development, and gastrulation. *Sci. Mar.* 65(2): 139-149.
- MILLS, C.E., LARSON, R.J. & YOUNGBLUTH, M.J. 1987. A new species of coronate scyphomedusa from the Bahamas, *Aorella octogonos*. *Bull. Mar. Sci.* 40(3): 423-427.
- RANSON, G. 1945. Scyphoméduses provenant des Campagne du Prince Albert 1er de Monaco. Richard, M.J., Monaco.
- SCRUTTON, C.T. 1979. Early fossil Cnidarians. In *The origin of major invertebrate groups* (M.R. House, ed.). Academic Press, London, p. 161-207.
- SILVEIRA, F.L. da. & MORANDINI, A.C. 1996. *Stephanoscyphistoma corniformis* (Komai, 1936)(Cnidaria, Scyphozoa, Coronatae) from the north coast of Sao Paulo, Brazil. *Semina* 17(2): 137-145.
- SILVEIRA, F.L. da. & MORANDINI, A.C. 1997. *Nausithoe aurea* n. sp. (Scyphozoa: Coronatae: Nausithoidae), a species with two pathways of reproduction after strobilation: sexual and asexual. *Cont. Zool.* 66(4): 235-246.
- SILVEIRA, F.L. da. & MORANDINI, A.C. 1998. Asexual reproduction in *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) (Scyphozoa: Coronatae) by planuloid formation through strobilation and segmentation. *Proc. biol. Soc. Wash.* 111(4): 781-794.
- SÖTJE, I. 1998. Untersuchungen zur Ontogenese von *Thecoscyphus zibrowii* Werner, 1984 (Cnidaria, Scyphozoa). Diplomarbeit Fachbereich Biologie. Universität Hamburg, Hamburg.
- SWARTZ, O. 1788. *Medusa unguiculata* och *Actinia pusilla*. *K. svenska Vetensk Akad. Handl.* 9:198-202.
- WERNER, B. 1966. *Stephanoscyphus* (Scyphozoa, Coronatae) und seine direkte Abstammung von den fossilen Conulata. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 13: 317-347.
- WERNER, B., 1973. New investigations on systematics and evolution of the class Scyphozoa and the Phylum Cnidaria. *Publs Seto mar. biol. Lab.* 20: 35-61.
- WERNER, B. 1974. *Stephanoscyphus eumedusoides* n. sp. (Syphozoa, Coronatae), ein Höhlenpolyp mit einem neuen Entwicklungsmodus. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 26: 434-463.
- WERNER, B. 1979. Coloniality in the Scyphozoa: Cnidaria. In *Biology and systematics of colonial organisms* (G. Larwood, & B.R. Rosen, eds.). Academic Press, London, p. 81-103.
- VANHÖFFEN, E. 1902. Die Acraspeden Medusen der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899. *Wiss. Ergebn. 'Valdivia'* 3: 1-52.

Title: Polyps of the families atorellidae and nausithoidae (scyphozoa: coronatae) new to the brazilian fauna.

Authors: Gerhard Jarms, André Carrara Morandini and Fábio Lang da Silveira

Biota Neotropica, Volume 2, número 1, 2002 - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?article+BN01202012002>

Received: march/26/2002

Revised: april/25/2002

Accepted: april/29/2002

ISSN 1676-0603

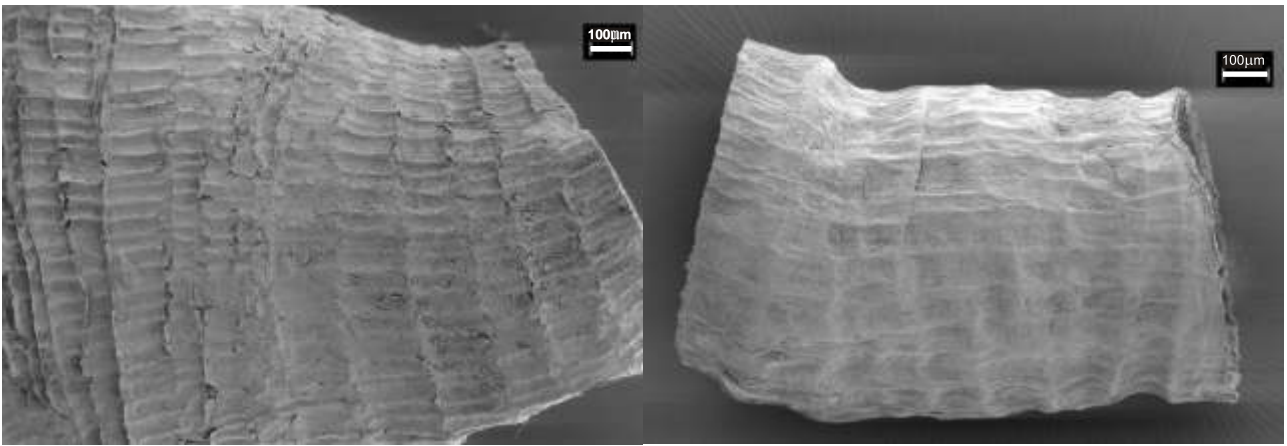


Fig. 1. *Atorella* left side and *Nausithoe*. right side: outer structure of the tube

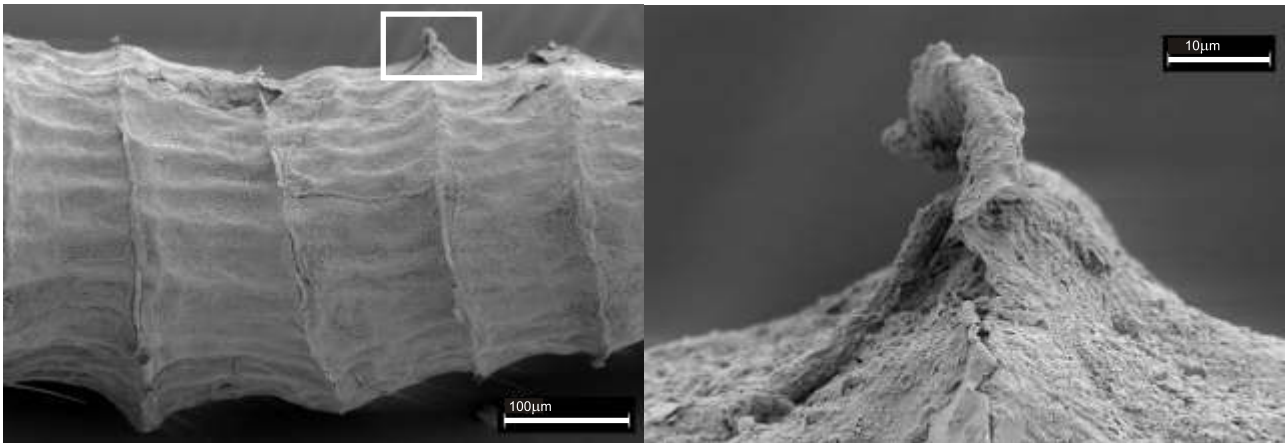


Fig. 2. *Nausithoe* type 1: a, outer structure of the tube with 5 rings; b, enlarged area (white box) from a.

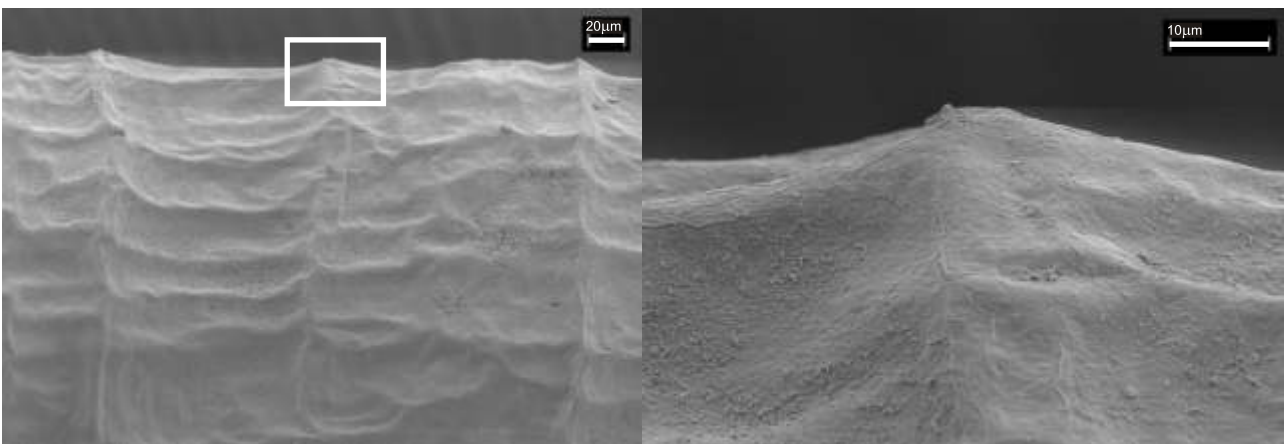


Fig. 3. *Nausithoe* type 2: a, outer structure of the tube with 4 rings; b, enlarged area (white box) from a.

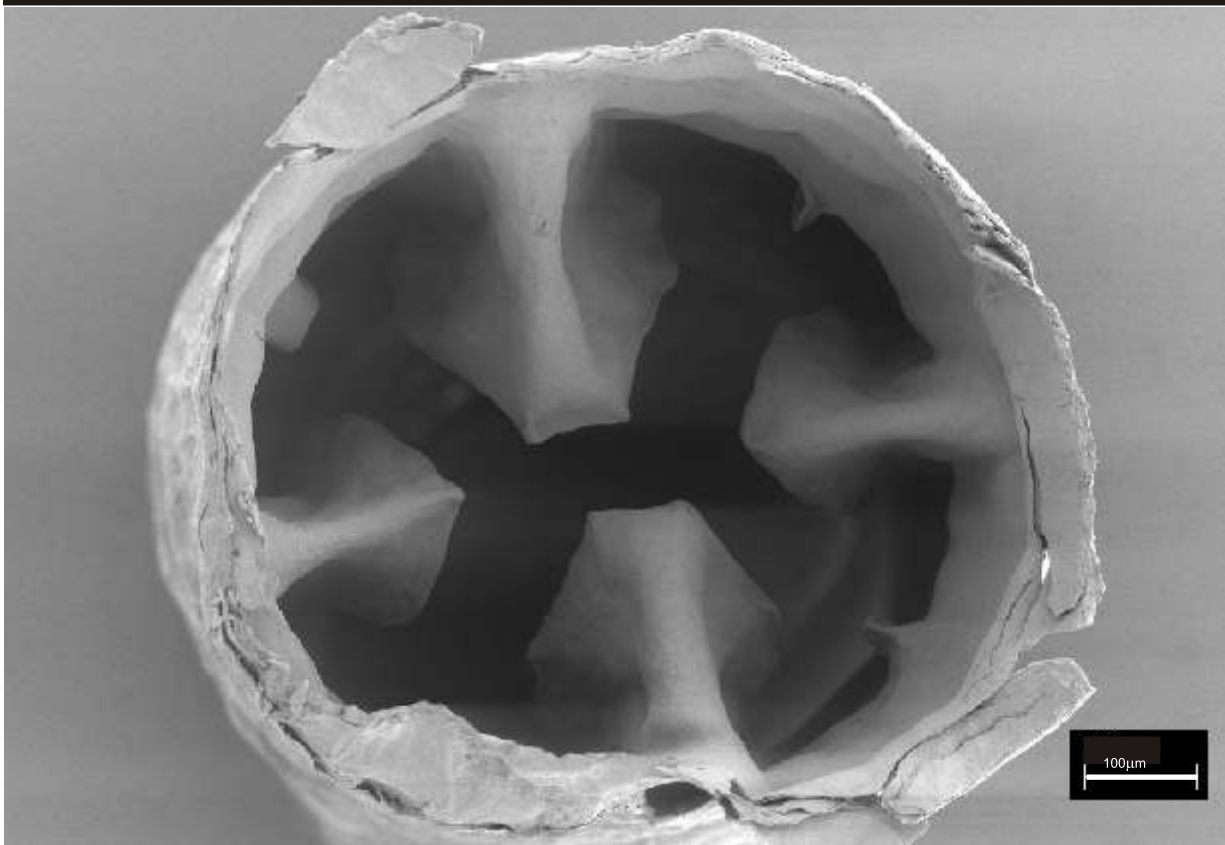


Fig. 4. *Nausithoe* type 3 whorl with 8 teeth.

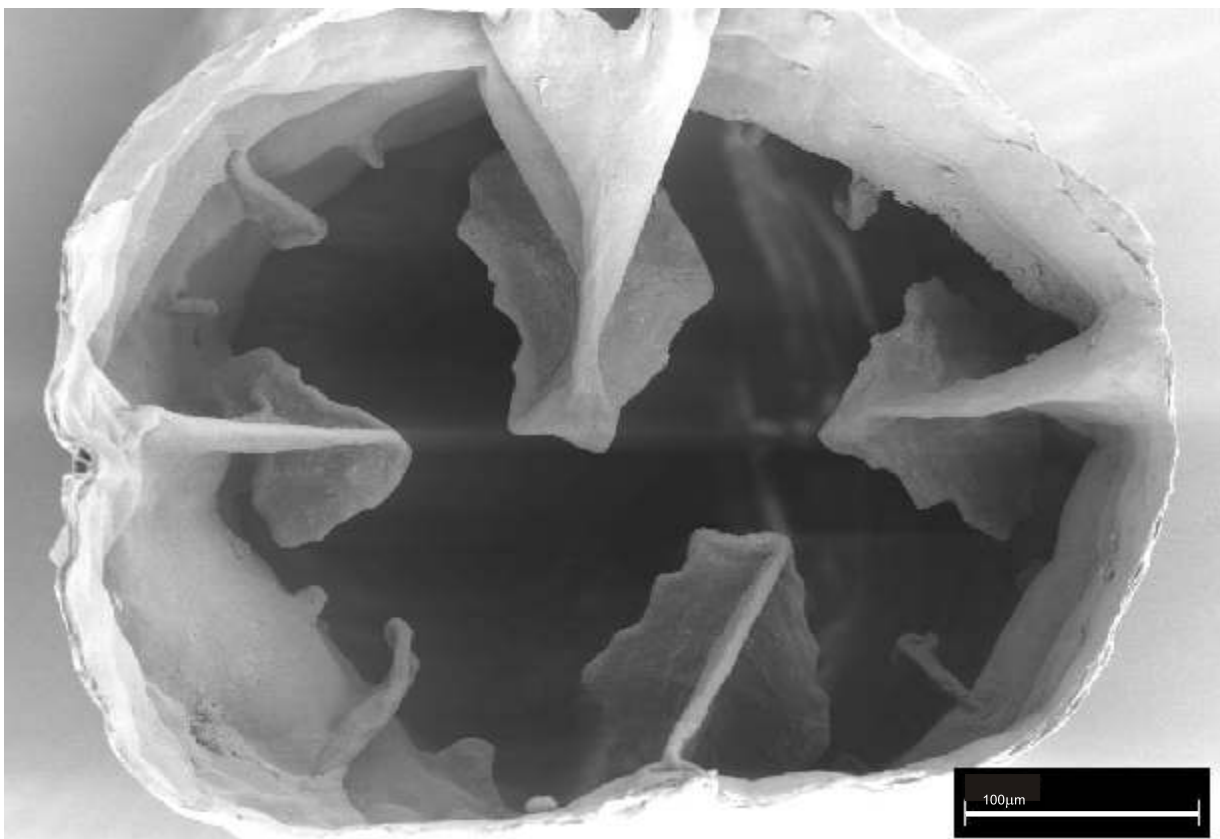


Fig. 5. *Nausithoe* type 1 or 2, whorl with 16 teeth.

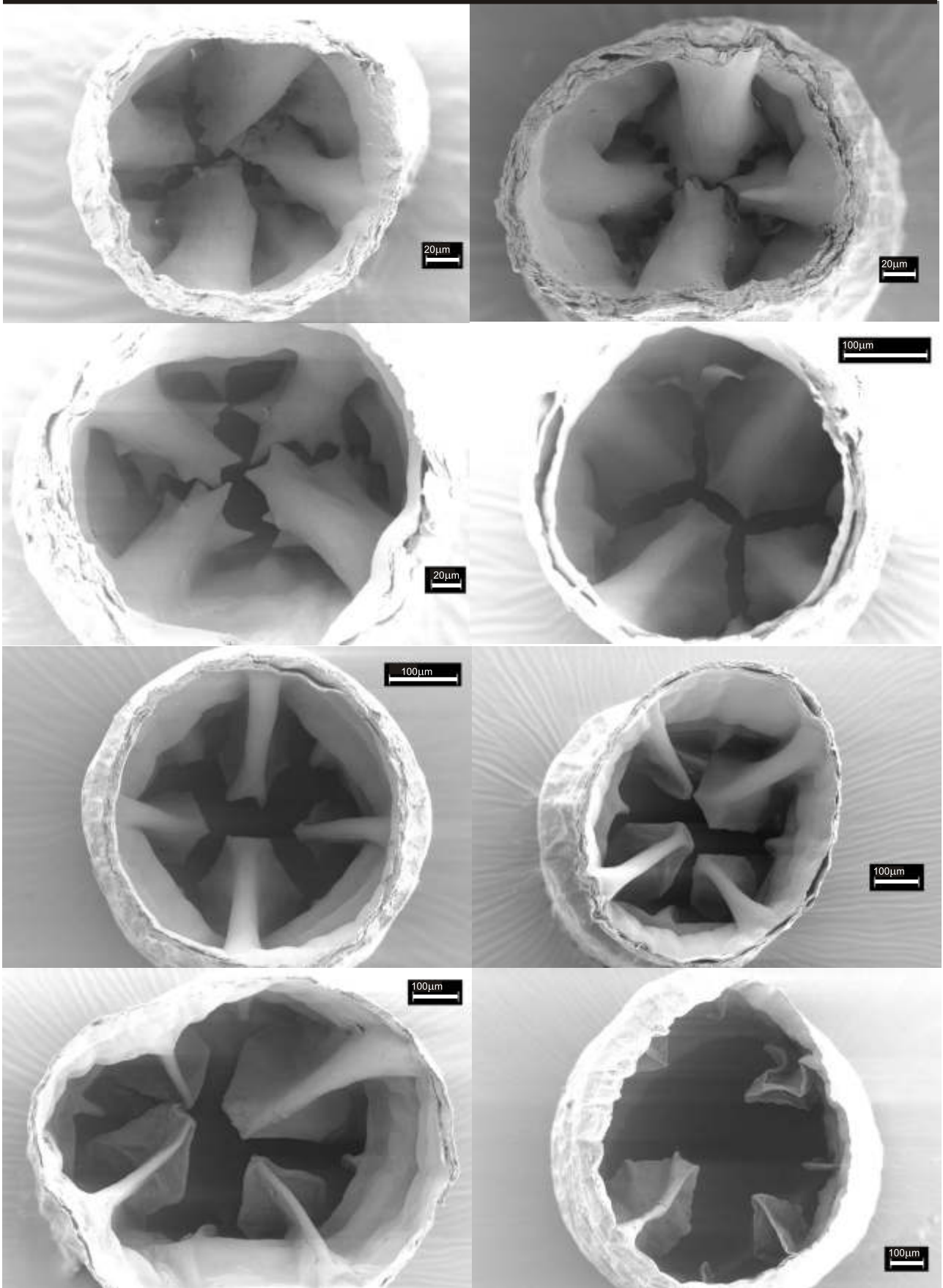


Plate 1. *Nausithoe* type 1 successive row of whorls of internal cusps from base to top.

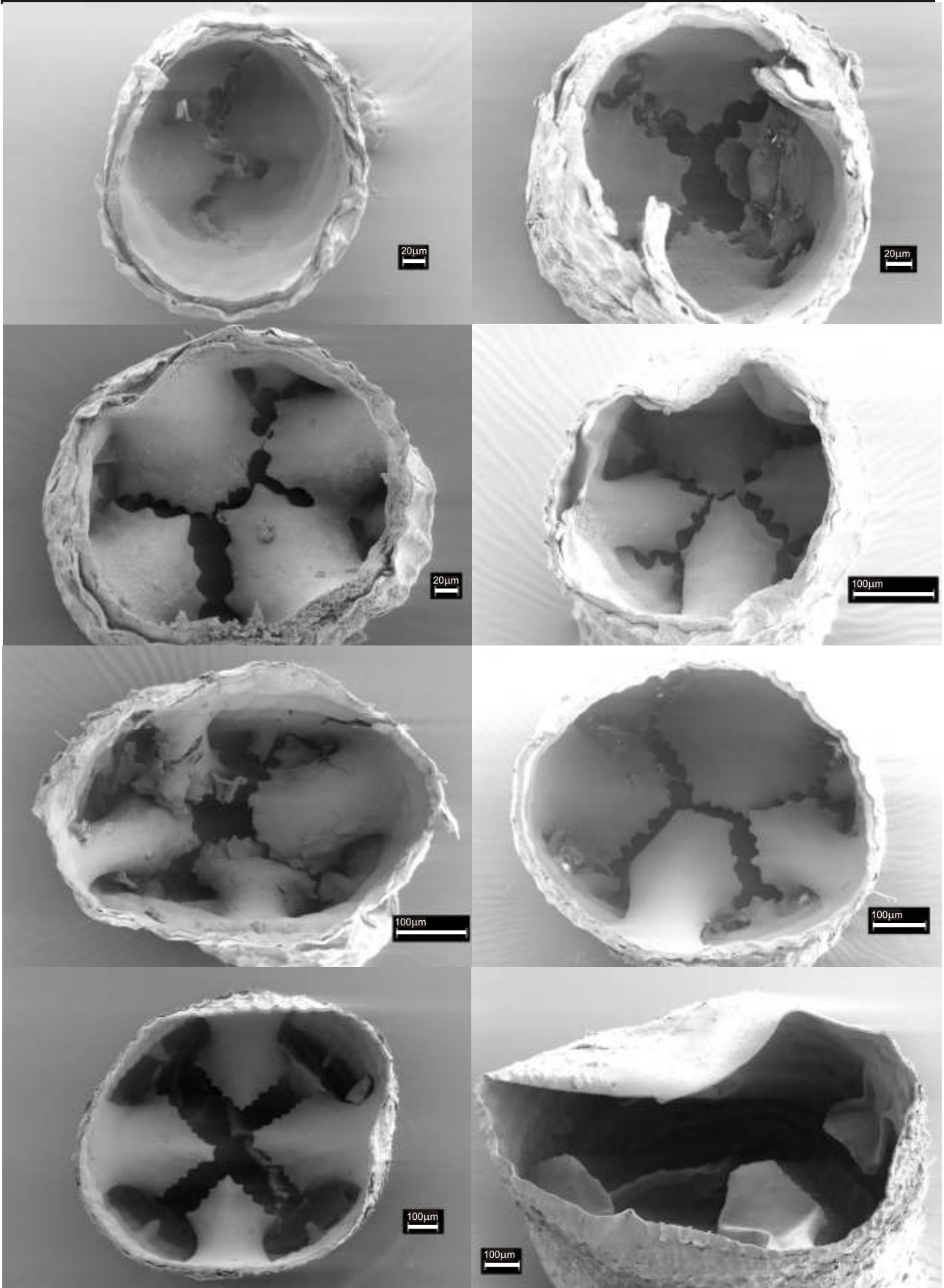


Plate 2. *Atorella* type 1 successive row of whorls of internal cusps from base to top.

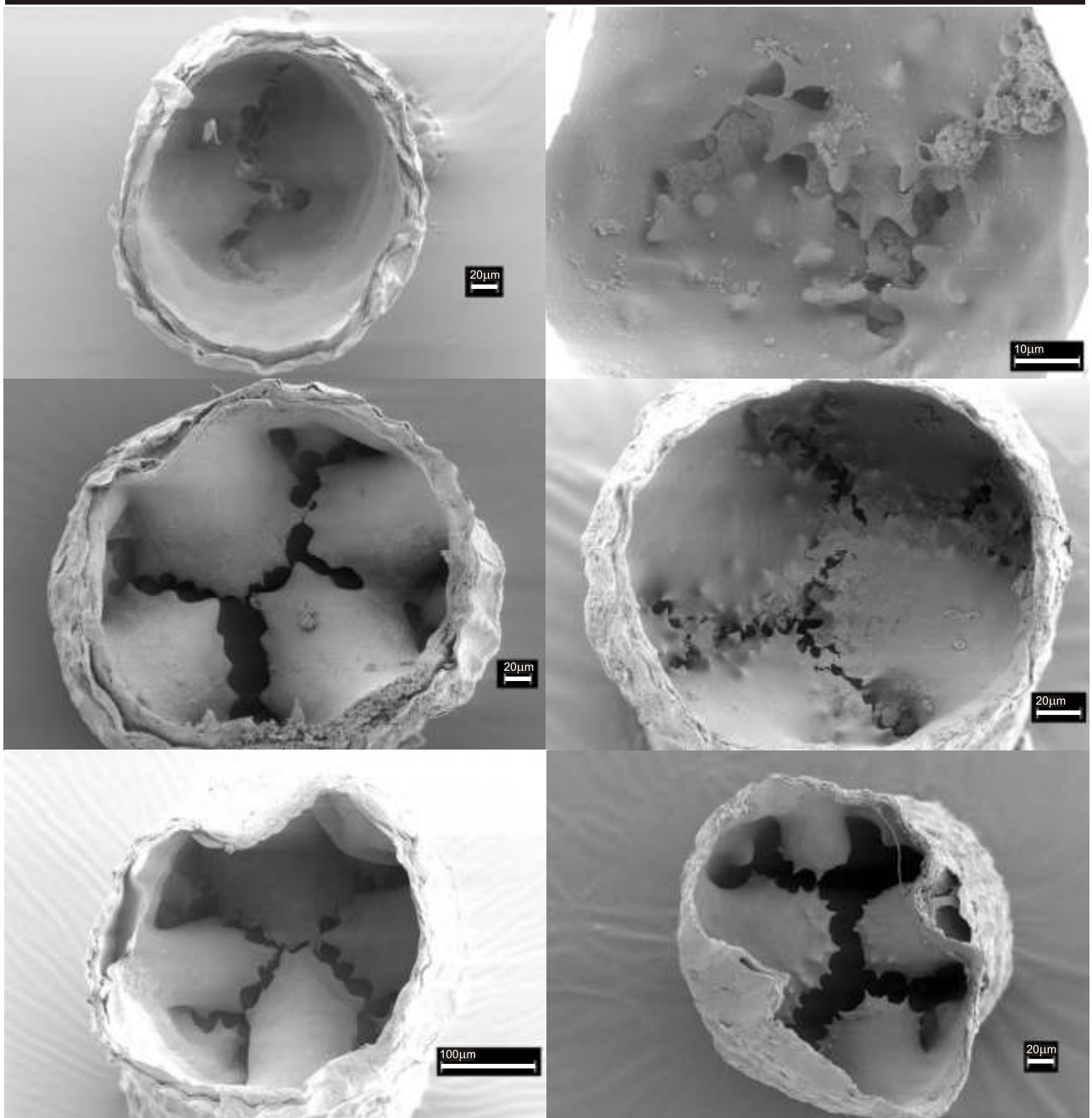


Plate 3. Comparison of 1, 3, 4 whorls of internal cusps of a specimen of *Atorella* type 1 (left column) and *Atorella* type 2 (right column) respectively.

Station	radial	Sampler	Date	Depth (m)	n° of specimens	Lat. Long.	Pressure	Temp (°C)	Salinity (‰)	Density
6650	Pilot	Van Veen (1)	15.Dec.97	417	10 <i>Aorella</i> 57 <i>Nausithoe</i> 23 <i>Nausithoe</i> *	25°57.39'S 45°34.25'W				
6661	1	dredge (7, 2)	09.Jan.98	147	37 <i>Nausithoe</i>	24°07.637'S 45°51.895'W				
6665	2	BTG (2)	10.Jan.98	258	3 <i>Aorella</i> , 30 <i>Nausithoe</i>	24°20.844'S 44°09.913'W	260.86	13.0971	35.2129	26.5389
6666	2	beam trawl	10.Jan.98	163	19 <i>Nausithoe</i>	24°17.129'S 44°12.179'W	157.89	14.2420	35.3969	26.4433
6671	3	Van Veen (3)	11.Jan.98	260	4 <i>Nausithoe</i>	24°32.091'S 44°27.045'W	258.90	13.56	35.32	26.52
6673	3	dredge (2)	11.Jan.98	133	1 <i>Nausithoe</i>	24°17.939'S 44°35.983'W	135.33	13.52	35.29	26.51
6676	4	dredge (2)	13.Jan.98	153	2 pieces	24°49.699'S 44°44.965'W	147.10	16.58	35.75	26.19
6679	5	Dredge (2), BTG (2)	12.Jan.98	808	2 <i>Aorella</i> , 1 <i>Nausithoe</i>	25°18.874'S 44°52.516'W				
6680	5	Box corer (2)	12.Jan.98	258	2 <i>Nausithoe</i>	25°15.064'S 44°52.865'W	229.48	14.719	35.446	26.378
6685	6	Van Veen (2)	13.Jan.98	282	1 piece	25°41.827'S 45°11.686'W	272.63	14.079	35.384	26.468
6686	6	dredge	13.Jan.98	153	2 <i>Nausithoe</i>	25°36.988'S 45°13.571'W	159.85	14.95	35.47	26.35
6693	10	BTG (2) dredge	19.Jan.98	430	11 <i>Nausithoe</i>	26°41.273'S 46°27.005'W	374.614	11.491	34.9985	26.6846

Table 1. Stephanoscyphistomae collected during part of the REVIZEE campaigns. Blank spaces in the table represent unavailable data. *Polyps with prominent ring structures.

Species/ type	FQ 2mm			FQ 5mm			n whorls	cusps whorl	cusps 2.order	rings per 0.4mm
	n	mv	s	n	mv	s				
<i>Nausithoe</i> type 3	15	0.146 0.026		12	0.097 0.015		5-10	8		4-5
<i>Nausithoe</i> all type 1 - prominent rings type 2 - normal rings	41	0.147 0.022		32	0.099 0.024		4-11	16		4-5
	15	0.153 0.025		11	0.110 0.030		4-11			4-5
	26	0.143 0.020		21	0.094 0.017					
*** <i>Nausithoe aurea</i>	25	0.195 0.032		12	0.110 0.025		3-7	16		4-5
* <i>Nausithoe maculata</i>	10	0.177 0.033		10	0.135 0.002		6-8	16		4-5
* <i>Nausithoe planulophora</i>	10	0.193 0.025		10	0.132 0.018		5-7	8,16		3-5
* <i>Nausithoe marginata</i> (laboratory reared)	5	0.142 0.015		5	0.096 0.013		5-10	8		3-4
	8	0.154 0.010		8	0.106 0.003		5-10	8		3-4
* <i>Nausithoe weneri</i>	14	0.163 0.022		14	0.117 0.015		6-11	8	present	2-3
* <i>Nausithoe thieli</i>	9	0.088 0.017		9	0.065 0.006		1-7	2,4,8		5-8
** <i>Thecoscyphus zibrowii</i>	44	0.370 0.037		44	0.244 0.030					2-3
<i>Atorella vanhoeffeni</i>	10	0.502 0.127		10	0.253 0.035		2-4	8		2-5
<i>Atorella</i> sp NE Atlantic	2	0.165 0.021		2	0.130 0.031		2-3	8		3-4
<i>Atorella</i> type 1	10	0.168 0.017		6	0.128 0.013		6-9	8		5-6
<i>Atorella</i> type 2							6-9	8	present	10-16

Table 2. Measurements of collected, complete, undisturbed Brazilian stephanoscyphistomae (Revizee types) and from other cultured species: *Jarms (1988), **Sötje (1998) ***Silveira & Morandini (1997), FQ: *Formquotient* the ratio between diameter and length, [in *Atorella* for both types together]; n: number of polyps, mv: mean value, s: standard deviation.