


MARINA BONFIM SANTOS

A map of Brazil is shown in the background, filled with a dense pattern of small, green, star-shaped mosses (Campylopus) growing on a dark, textured surface. The mosses are arranged in a way that they appear to be covering the entire map, with some areas being more densely packed than others. The overall effect is a naturalistic and scientific illustration of the mosses being studied.

CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DO
GÊNERO *CAMPYLOPUS* BRID.
(BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE) NO
NORDESTE DO BRASIL

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DO GÊNERO *CAMPYLOPUS* BRID. (BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE) NO NORDESTE DO BRASIL

MARINA BONFIM SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Mestre em Ciências – Botânica*.

ORIENTADOR: PROF. DR. CID JOSÉ PASSOS BASTOS (UFBA)

FEIRA DE SANTANA – BA

2011

DEFESA DE DISSERTAÇÃO

CANDIDATO: Marina Bonfim Santos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "O gênero *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) no Nordeste do Brasil ."

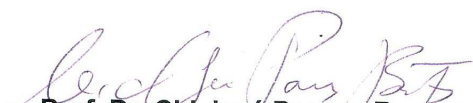
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Olga Yano
(Instituto de Botânica de São Paulo/IBT-SP)



Profa. Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto
(Universidade Federal de Pernambuco /UFPE)



Prof. Dr. Cid José Passos Bastos
(Universidade Federal da Bahia/UFBA)
Orientador e Presidente da Banca

**Feira de Santana – BA
2011**

À minha família.

AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador, Prof. Dr. Cid José Passos Bastos, pela constante disposição durante minha orientação.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio à realização deste trabalho, por meio da bolsa de mestrado concedida.
- À curadoria dos herbários ALCB, CEPEC, CESJ, HUEFS, HUVA, RB, SP, UFP e VIES, por possibilitarem acesso aos espécimes estudados.
- Ao IBAMA e à SEMA/BA, pela concessão de licenças de coleta.
- Ao Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, pelo estágio no Laboratório de Taxonomia de Briófitas, no contexto do qual este trabalho foi desenvolvido.
- Aos queridos colegas de laboratório, Diego Knop Henriques, Hermeson Cassiano de Oliveira, Lorena Tereza da Penha Silva, e Silvana Brito Vilas Bôas-Bastos, que além de contribuírem diretamente para o andamento do trabalho com algumas sugestões, tornaram muito mais agradáveis as horas de trabalho e se tornaram amigos sinceros.
- A Francisco Sanches Gomes, Jana Ballejos Loyola, Paulo Ricardo Carneiro Rios, e Rosara Durval Valente Lopes, que estiveram muito presentes durante o desenvolvimento deste trabalho, sempre dispostos a dar apoio e carinho nos momentos de dificuldade.
- Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Botânica/UEFS, pela amizade.
- Aos coletores de briófitas.
- A Eduardo Valadares da Silva, bibliotecário, pela elaboração da ficha catalográfica.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

CAPÍTULO 1

Figura 1	Esquema de um gametófito delimitando a porção mais adequada para retirada de filídios para estudo.	23
Figura 2	Esquema de um filídio demonstrando a variação na estrutura da costa ao longo de seu comprimento.	23
Figura 3	Esquema de um filídio, mostrando costa e lâmina.	23
Figura 4	Esquema de um filídio, definindo regiões com tipos de células diferentes.	23
Figura 5	Esquema de um filídio em secção transversal, mostrando costa, lâmina, e camadas de células.	23
Figura 6	Tipos de células na camada ventral da costa.	23
Figura 7	Tipos de células na camada dorsal da costa.	23
Figura 8	Diferentes tipos de ápice de filídio.	23
Figura 9	Presença de pontuações na parede celular.	23

CAPÍTULO 2

Figuras 1 a 4	<i>Campylopus arctocarpus</i> (Hornsch.) Mitt.	50
Figuras 5 a 8	<i>C. carolinae</i> Grout	50
Figuras 9 a 12	<i>C. cuspidatus</i> (Hornsch.) Mitt.	50
Figuras 13 a 16	<i>C. filifolius</i> var. <i>humilis</i> (Mont.) J.-P. Frahm	50
Figura 17	<i>C. filifolius</i> (Hornsch.) Mitt. var. <i>filifolius</i>	50
Figuras 18 a 21	<i>C. fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	52
Figuras 22 a 25	<i>C. gardneri</i> (Müll. Hal.) Mitt.	52
Figuras 26 a 30	<i>C. heterostachys</i> (Hampe) A. Jaeger	52
Figuras 31 a 34	<i>C. julaceus</i> A. Jaeger	52
Figuras 35 a 38	<i>C. julicaulis</i> Broth.	54
Figuras 39 a 42	<i>C. lamellinervis</i> (Müll. Hal.) Mitt.	54
Figuras 43 a 46	<i>C. occultus</i> Mitt.	54
Figuras 47 a 50	<i>C. pilifer</i> Brid.	54
Figuras 51 a 54	<i>C. richardii</i> Brid.	56
Figuras 55 a 58	<i>C. savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	56
Figuras 59 a 62	<i>C. surinamensis</i> Müll. Hal.	56
Figuras 63 a 66	<i>C. thwaitesii</i> (Mitt.) A. Jaeger	56
Figuras 67 a 70	<i>C. trachyblepharon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	58
Figuras 71 a 74	<i>C. uleanus</i> (Müll. Hal.) Broth.	58

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tabela 1	Táxons de <i>Campylopus</i> Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) ocorrentes no Nordeste do Brasil, e sua distribuição na região, no país, e no mundo.	61
----------	--	----

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	3
3. METODOLOGIA	4
3.1. COLETA DE DADOS	4
3.2. ESTUDO TAXONÔMICO	5
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1. A STUDY GUIDE FOR <i>CAMPYLOPUS</i> BRID. (BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE)	9
CAPÍTULO 2. THE GENUS <i>CAMPYLOPUS</i> BRID. (BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE) IN NORTHEASTERN BRAZIL	24
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	59
6. CONCLUSÕES GERAIS	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8. RESUMO	63
9. ABSTRACT	64
10. ÍNDICE REMISSIVO DOS TÁXONS	65
ANEXOS	
ANEXO 1. NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO PARA A TROPICAL BRYOLOGY	67
ANEXO 2. NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO PARA A ACTA BOTANICA BRASILICA	68
ANEXO 3. COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DE MANUSCRITO À ACTA BOTANICA BRASILICA	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os organismos conhecidos como briófitas formam um grupo bastante diversificado, com cerca de 18.150 espécies: cerca de 150 no filo Anthocerotophyta (Renzaglia *et al.* 2008), ao qual pertencem os antóceros, 5.000 em Marchantiophyta (Crandall-Stotler *et al.* 2008), que inclui as hepáticas, e 13.000 em Bryophyta (Goffinet *et al.* 2008), representado pelos musgos.

Estes três filós correspondem aos primeiros clados a divergir na evolução das Embriófitas (plantas terrestres, dotadas de embrião). Apesar de não formarem um grupo monofilético, as briófitas apresentam um conjunto de características em comum, incluindo o ciclo de vida com alternância de gerações, sendo o gametófito a fase dominante, e o esporófito efêmero e dependente nutricional do gametófito. Por não possuírem xilema e floema, os tecidos condutores especializados presentes nos esporófitos das demais plantas terrestres, as briófitas são conhecidas como plantas avasculares (Raven *et al.* 2001, Vanderpoorten & Goffinet 2009). No entanto, apenas três pequenos grupos entre as briófitas não apresentam nenhuma forma de tecido de condução interna (Renzaglia *et al.* 2007).

As briófitas exibem uma variedade de atributos responsáveis pelo seu sucesso adaptativo no ambiente terrestre, tais como a tolerância à dessecação, presente em grande parte das espécies (Oliver *et al.* 2005). Características como essa, juntamente com os mecanismos de multiplicação vegetativa amplamente distribuídos entre as briófitas, que funcionam como uma estratégia para contornar a necessidade de água para a reprodução (Bastos 2008), ampliam a ocorrência destas plantas para muito além dos ambientes sombrios e úmidos. Elas podem ser encontradas crescendo em ambientes que vão dos desertos às fontes termais, sendo que apenas na água salgada encontram maiores restrições à sua ocorrência (Richardson 1981).

Apesar de pequenas, as briófitas representam papéis ecológicos importantes. Contribuem para o armazenamento e ciclagem de nutrientes e água, promovem condições favoráveis para a fixação de nitrogênio, evitam a erosão do solo, servem como alimento, abrigo, e material de nidificação para diversos animais, e substratos favoráveis para a germinação de sementes (Peck 2005; Saxena & Harinder 2004). Briófitas são capazes de modificar o micro-clima no seu entorno, mas também exercem papel importante na regulação climática global, através das turfeiras, compostas

principalmente por musgos do gênero *Sphagnum* L., que acumulam quantidades significativas de carbono (Gorham 1991; Gunnarsson 2005).

Campylopus Brid., assim como os demais musgos, apresenta um gametófito folhoso, rizóides pluricelulares, e um esporófito com cápsula dotada de columela (Gradstein *et al.* 2001). Em *Campylopus* a cápsula possui um peristômio simples, formado por uma única fileira de dentes articulados, sem membrana basal, e estas características incluem o gênero dentro da subclasse Dicranidae, na ordem Dicranales (Goffinet *et al.* 2008).

Tradicionalmente, o gênero era incluído na família Dicranaceae, circunscrita com base em um peristômio formado por 16 dentes, divididos nos dois terços superiores, tipicamente ornamentados por estrias verticais na superfície externa (Goffinet *et al.* 2008). No entanto, após vários trabalhos de filogenia baseada em dados moleculares (La Farge *et al.* 2000, 2002; Stech 2004; Cox *et al.* 2010), foi reconhecido o maior relacionamento filogenético de *Campylopus* e os demais componentes da antiga subfamília Campylopodioideae de Dicranaceae, com as espécies tradicionalmente circunscritas na família Leucobryaceae. Em classificações publicadas recentemente (Goffinet & Buck 2004; Goffinet *et al.* 2008), a circunscrição de Leucobryaceae já inclui *Campylopus*.

O gênero *Campylopus* possui ca. 165 espécies no mundo (Frahm 1999a; Stech 2004). Provavelmente se originou no cinturão subantártico, e a América do Sul concentra o maior número de espécies (Frahm 1988). Trata-se de um gênero onde são encontrados diversos problemas taxonômicos. No que tange à sua circunscrição, é difícil separá-lo de outros gêneros proximalmente relacionados (Frahm 1991), e quanto à delimitação entre espécies, existem muitas descrições convergentes, como as encontradas em Frahm (1991), que chegam a impossibilitar a identificação. Até então o grupo vêm sendo estudado principalmente no contexto de floras do gênero para países ou continentes (Frahm 1978; Takaki 1967), sendo o tratamento mais extensivo aquele encontrado em Frahm (1991), que inclui as espécies neotropicais de *Campylopus*, então circunscrito em Dicranaceae: Campylopodioideae.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Apesar das muitas floras de *Campylopus* publicadas, e do grande número de notas taxonômicas acerca do gênero (Frahm 1999b), poucos trabalhos discutem de maneira aprofundada e conclusiva a delimitação de espécies dentro de grupos problemáticos (Frahm & Vitt 1978; Gradstein & Sipman 1978). Desta forma, o conhecimento acerca do gênero está disponível de maneira muito fragmentada. Não são encontrados trabalhos de natureza taxonômica, com descrições e ilustrações completas das espécies, chaves de identificação adequadas, e discussões conclusivas acerca das divergências entre táxons proximamente relacionados, que realmente possam contribuir para um melhor entendimento da taxonomia do gênero. Frahm (1979) publicou um trabalho tratando as espécies do gênero para o Brasil, para o qual um suplemento foi publicado posteriormente (Frahm 1981). No entanto, muitas das espécies foram sinonimizadas, além de ter sido descoberta a ocorrência de outros táxons no país (Frahm 1996). Desde então, apenas um trabalho tratou de espécies de *Campylopus* ocorrentes no Brasil (Frahm 1991), no entanto, nele não constam todas as espécies, pois aquelas encontradas apenas nos Estados brasileiros localizados fora do domínio tropical, como *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid., não foram incluídas, por tratar-se de uma monografia da Flora Neotropica. Estas espécies compõem uma flora de *Campylopus* diferenciada, devido às condições climáticas, e por isso contribuem para a riqueza da flora de nosso país, não podendo ser desconsideradas. Desta forma, há necessidade de uma atualização dos dados referentes à ocorrência das espécies de *Campylopus* no país.

Um ponto de partida para este estudo seria a revisão do gênero *Campylopus* para a Região Nordeste brasileira, cuja flora de briófitas ainda foi pouco explorada e estudada até o momento. Para esta região, são cerca de 21 as espécies de *Campylopus* com ocorrência registrada, sendo que 20 entre estas ocorrem no estado da Bahia (Yano 1981, 1989, 1995, 2006, 2010; Yano & Peralta 2006a, 2006b; Yano & Pôrto 2006; Yano *et al.* 2009). De acordo com estes dados da literatura, *Campylopus* está representado nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Sergipe, principalmente nos ambientes serranos. Em Alagoas, Bahia, Ceará e Pernambuco vêm sendo realizadas coletas de briófitas pelos grupos de pesquisa locais, nos diversos ambientes encontrados nestes estados, inclusive os ambientes serranos. Sobre a flora de briófitas do estado do Rio Grande do Norte não existem publicações, e

para a Paraíba existem apenas duas publicações (Yano 1993; Yano *et al.* 2009), na qual não estão citadas espécies do gênero.

Este trabalho consiste na revisão das ocorrências das espécies do gênero *Campylopus* para o Nordeste do Brasil, com base nas coleções depositadas nos herbários, e a partir dele são esperados resultados importantes sobre o conhecimento acerca da ocorrência do gênero no Brasil, e também sobre sua taxonomia complexa, a qual demanda estudos. Se constituirá em contribuição relevante para o Guia de Musgos do Brasil, e servirá de embasamento sólido para os trabalhos futuros que tratem o gênero no Brasil, por facilitar a identificação correta dos espécimes.

Este trabalho tem por objetivo a obtenção de um panorama acerca das espécies pertencentes ao gênero *Campylopus* Brid. com ocorrência no Nordeste do Brasil. Os objetivos específicos são:

- fornecer uma lista revisada e atualizada das espécies do gênero com ocorrência na região
- fornecer dados sobre a distribuição das espécies, segundo tipos vegetacionais e regiões geográficas de ocorrência
- produzir a flora do gênero para o Nordeste do Brasil incluindo comentários relevantes sobre as espécies, ilustrações representativas dos táxons, e uma chave de identificação adequada para o material
- estudar os caracteres utilizados na taxonomia do gênero, procurando obter um refinamento dos caracteres distintivos entre as espécies, e o reconhecimento dos caracteres que, de maneira geral, são os mais relevantes para *Campylopus*, contribuindo assim para o estudo do gênero não apenas em nível regional, mas para sua taxonomia como um todo.

3. METODOLOGIA

3.1. COLETA DE DADOS

A listagem inicial das espécies do gênero com ocorrência registrada na literatura para a Região Nordeste do Brasil e o Brasil como um todo foi obtida a partir de checklists para os musgos do Brasil (Yano 1981, 1989, 1995, 2006) e de publicações florísticas posteriores aos checklists, que trataram de áreas dentro do Brasil (Yano 2010; Yano & Peralta 2006a, 2006b; Yano & Pôrto 2006; Yano *et al.* 2009).

Um levantamento bibliográfico foi realizado no intuito de encontrar descrições e ilustrações para as espécies do gênero referidas para o Brasil, para facilitar o estudo dos espécimes.

Material pertencente ao gênero proveniente de coletas realizadas na área de estudo foi solicitado para empréstimo a herbários brasileiros que abrigassem coleções de briófitas. Foram visitados os herbários ALCB, CEPEC, RB e SP. Foram recebidas exsicatas dos herbários ALCB, CEPEC, HUVA, RB, SP e UFP.

Foram compilados os dados constantes nas fichas das exsicatas do material de herbário, para obtenção da distribuição dos táxons encontrados segundo formação vegetal, faixa altitudinal e região geográfica. A distribuição geral dos táxons foi obtida com base na literatura.

3.2. ESTUDO TAXONÔMICO

O estudo taxonômico do material recebido dos herbários e obtido através de coletas foi realizado pela observação dos espécimes ao estereomicroscópio, para estudo da morfologia externa, seguida da preparação de lâminas de microscopia para estudo ao microscópio óptico. Foram retirados filídios com auxílio de pinças, para observação da forma do filídio e do padrão de areolação da lâmina. Gametófitos foram seccionados transversalmente utilizando lâmina de barbear, para obtenção de secções transversais dos filídios para estudo da estrutura da costa. Quando necessário, foram montadas lâminas semipermanentes com água glicerizada a 50%, as quais foram lutadas com esmalte de unha incolor. As ilustrações foram produzidas utilizando-se câmara clara acoplada ao microscópio óptico. Toda a bibliografia compilada acerca da taxonomia do gênero, em especial trabalhos com descrições e ilustrações precisas, foi utilizada nesta etapa do projeto, com destaque para Frahm (1979, 1991).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, C. J. P. 2008. Padrões de reprodução vegetativa em espécies de Lejeuneaceae (Marchantiophyta) e seu significado taxonômico e ecológico. Revista Brasileira de Botânica, 31(2): 309-315.

- CANDRALL-STOTLER, B.; STOTLER, R. E.; LONG, D. G. 2008. Morphology and classification of the Marchantiophyta. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (eds.). Bryophyte Biology. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press. p.: 1-54.
- COX, C.J.; GOFFINET, B., WICKETT, N., BOLES, S.B., & SHAW, J. 2010. Moss diversity: a molecular phylogenetic analysis of genera. Phytotaxa, 9: 175-195.
- FRAHM, J.-P. 1978. Übersicht der *Campylopus*-Arten der Anden. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 44: 483-524.
- FRAHM, J.-P. 1979. Die *Campylopus*-Arten Brasiliens. Revue Bryologique et Lichénologique, 45(2): 127-178.
- FRAHM, J.-P. 1981. Ergänzungen zur *Campylopus*-Flora von Brasilien. Cryptogamie, Bryologie Lichénologie, 2(4): 441-448.
- FRAHM, J.-P. 1988. The Subantarctic and Southern Hemispheric species of *Campylopus* (Dicranaceae), with contributions to the origin and speciation of the genus. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 64: 367-387.
- FRAHM, J.-P. 1991. Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. Flora Neotropica Monograph, 54: 1-238.
- FRAHM, J.-P. 1996. *Campylopus extinctus* n. sp. (Musci, Dicranaceae), an apparently extinct species from Brazil. The Bryologist, 99(2): 218-220.
- FRAHM, J.-P. 1999a. A type catalogue of Campylopodioideae and Paraleucobryoideae (Musci, Dicranaceae), Part II, *Campylopus*. Tropical Bryology, 16: 17-102.
- FRAHM, J.-P. 1999b. Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVIII. Tropical Bryology, 17: 19-20.
- FRAHM, J.-P.; VITT, D. H. 1978. A taxonomic study of *Campylopus schimperi* and *C. subulatus* (Bryopsida: Dicranaceae) in North America. Brittonia, 30(3): 365-372.
- GOFFINET, B.; BUCK, W. R. 2004. Systematics of the Bryophyta (Mosses): from molecules to a revised classification. Monographs on Systematic Botany, 98: Molecular Systematics of Bryophytes: 205-239.
- GOFFINET, B.; BUCK, W.; SHAW, A. J. 2008. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (eds.). Bryophyte Biology. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press. p.: 55-138.
- GORHAM, E. 1991. Northern peatlands: role in the Carbon cycle and probable responses to climatic warming. Ecological Applications, 1(2): 182-195.

- GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P.; SALAZAR-ALLEN, N. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. Memoirs of the New York Botanical Garden, 86: 1-577.
- GRADSTEIN, S. R.; SIPMAN, H. J. M. 1978. Taxonomy and world distribution of *Campylopus introflexus* and *C. pilifer* (= *C. polytrichoides*): a new synthesis. The Bryologist, 81(1): 114-121.
- GUNNARSSON, U. 2005. Global patterns of *Sphagnum* productivity. Journal of Bryology, 27: 269-279.
- LA FARGE, C.; MISHLER, B. D.; WHEELER, J. A.; WALL, D. P.; JOHANNES, K.; SCHAFFER, S.; SHAW, A. J. 2000. Phylogenetic relationships within the haplolepidaceous mosses. The Bryologist, 103(2): 257-276.
- LA FARGE, C.; SHAW, A. J.; VITT, D. H. 2002. The circumscription of the Dicranaceae (Bryopsida) based on the chloroplast regions *trnL-trnF* and *rps4*. Systematic Botany, 27(3): 435-452.
- OLIVER, M. J.; VELTEN, J.; MISHLER, B. D. 2005. Desiccation tolerance in bryophytes: a reflection of the primitive strategy for plant survival in dehydrating habitats? Integrative and Comparative Biology, 45: 788-799.
- PECK, J.E. 2005. What do we know about commercial moss harvest in the Pacific Northwest? Western Forester, 2005(Jan/Feb): 16-17.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHORN, S.E. 2001. Biologia Vegetal. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 906p.
- RENZAGLIA, K. S.; SCHUETTE, S.; DUFF, R. J.; LIGRONE, R.; SHAW, A. J.; MISHLER, B. D.; DUCKETT, J. G. 2007. Bryophyte phylogeny: Advancing the molecular and morphological frontiers. The Bryologist, 110(2): 179-213.
- RENZAGLIA, K. S.; VILLARREAL, J. C.; DUFF, R. J. 2008. New insights into morphology, anatomy, and systematics of hornworts. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (Eds.). Bryophyte Biology. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press. p.: 139-171.
- RICHARDSON, D.H.S. 1981. The Biology of Mosses. Blackwell Scientific Publications. 220p.
- SAXENA, D. K.; HARINDER. 2004. Uses of Bryophytes. Resonance, 9(6): 56-65.
- STECH, M. 2004. Supraspecific circumscription and classification of *Campylopus* (Dicranaceae, Bryopsida) based on inferences from sequence data. Systematic Botany, 29(4): 817-824.

- TAKAKI, N. 1967. A revision of Japanese *Campylopus*. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 30: 231-248.
- VANDERPOORTEN, A.; GOFFINET, B. 2009. Introduction to Bryophytes. Cambridge, Cambridge University Press. 303p.
- YANO, O. 1981. A checklist of Brazilian mosses. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 50: 279-456.
- YANO, O. 1989. An additional checklist of Brazilian bryophytes. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 66: 371-434.
- YANO, O. 1993. Briófitas do Nordeste brasileiro: estado da Paraíba, Brasil. Biologica Brasilica, 5(1/2): 87-100.
- YANO, O. 1995. A new additional annotated checklist of Brazilian bryophytes. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 78: 137-182.
- YANO, O. 2006. Novas adições ao catálogo de briófitas brasileiras. Boletim do Instituto de Botânica, 17: 1-142.
- YANO, O. 2010. Levantamento de novas ocorrências de briófitas brasileiras. 1 ed. São Paulo: Arbeit. 247 p.
- YANO, O.; PERALTA, D. F. 2006a. Briófitas coletadas por Daniel Moreira Vital no Estado da Bahia, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica, 18: 33-73.
- YANO, O.; PERALTA, D.F. 2006b. Novas ocorrências de briófitas para os estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro 64(4): 287-297.
- YANO, O.; PÔRTO, K. C. 2006. Diversidade das briófitas das matas serranas do Ceará, Brasil. Hoehnea, 33(1): 7-39.
- YANO, O.; BORDIN, J.; PERALTA, D.F. 2009. Briófitas dos estados do Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte (Brasil). Hoehnea, 36(3): 387-415.

CAPÍTULO 1

A STUDY GUIDE FOR *CAMPYLOPUS* BRID. (BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE)¹

Marina Bonfim Santos & Cid José Passos Bastos

¹ Artigo submetido à *Tropical Bryology* em 12/01/2011.

A Study Guide for *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae)

Marina Bonfim Santos^{1,2} & Cid José Passos Bastos²

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana.

² Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Laboratório de Taxonomia de Briófitas. Campus de Ondina, 40170-280 Salvador, Bahia, Brasil (marinabs@gmail.com)

Abstract: *Campylopus* Brid. is a widespread genus of mosses, known by its confusing taxonomy. Several difficulties are faced during the study of its specimens, especially during species determination. These difficulties are consequence of the absence of precise instructions in the literature to the study of specimens, and also of the unfamiliarity of researchers to the variability of *Campylopus* characteristics and with the terminology utilized. This work intends to fulfil this gap, providing recommendations for preparation of material to be studied, descriptions of the taxonomically relevant characteristics, and comments on their variability, therefore facilitating the comprehension of species descriptions, the use of taxonomic keys, and contributing for the correct determination of specimens.

Resumo: *Campylopus* Brid. é um gênero de musgos amplamente distribuído, conhecido por sua taxonomia confusa. São encontradas várias dificuldades durante o estudo dos seus espécimes, especialmente durante a identificação de espécies. Estas dificuldades decorrem da ausência de instruções precisas na literatura para o estudo dos espécimes, e também da falta de familiaridade dos pesquisadores não especialistas no gênero com a variabilidade de suas características e com a terminologia utilizada. Este artigo pretende preencher esta lacuna, fornecendo recomendações para a preparação do material a ser estudado, descrições das características taxonomicamente relevantes, e comentários sobre a sua variabilidade, desta maneira facilitando a compreensão das descrições de espécies, o uso de chaves taxonômicas, e contribuindo para a determinação correta de espécimes.

Keywords: Bryophyta, *Campylopus*, study guide, taxonomy

Introduction

Campylopus Brid. is a moss genus (Bryophyta) known by its confusing taxonomy. Its position within subclass Dicranidae is under discussion, as the relationships with close genera. Recent studies concluded that this genus, traditionally circumscribed within Dicranaceae, in fact compose Leucobryaceae (La Farge *et al.* 2000, 2002; Cox *et al.* 2010), position which has been accepted by the latest classification system proposed for moss genera and families (Goffinet *et al.* 2008).

Though specimens of *Campylopus*, in most of the cases, can be easily recognizable as belonging to the genus, by the robust aspect of its gametophytes, and the wideness of the costa, that occupies from $\frac{1}{4}$ to $\frac{2}{3}$ of the leaf width at the base, correct determinations to the species level are frequently hard to achieve.

This difficulty is due to the scarcity of bibliographic material that treats the genus in depth, with adequate taxonomic keys and sufficient descriptions and illustrations of the species. The most extensive treatment for the genus is for Tropical America (Frahm 1991), which comprises only 65 of the about 165 species (Frahm 1999).

Difficulties inherent to taxonomy also play their part, common to the study of other bryophyte genera. Non-specialists, for not knowing the range of variation of *Campylopus* characteristics, frequently find it hard to delimitate one state of character from another. The structure of the costa is of special importance for the taxonomy of the genus, and frequently the terms used to describe its characteristics are not easy to understand by non-specialists – for example, the term “ribbed” is commonly not understood.

With better explanations on the morphological characteristics of the plants, and disentangling the most commonly observed difficulties in the study of *Campylopus*,

researchers can reach more reliable determinations of the species, with more ease in the work with the specimens, so the aim of this work is to provide this kind of information.

Material and methods

More than 600 specimens collected in Brazil, mostly in the Northeastern region, were studied, from herbaria ALCB, CEPEC, CESJ, HUEFS, HUVA, RB, SP, UFP and VIES, representing 18 species of the genus *Campylopus*. From the study of these specimens, some of the specificities of the genus taxonomy were recognized, that when of knowledge of the researcher, allow a better directed study, and the achievement of more reliable determinations. Also were recognized possible doubts that researchers might have in the study of the plants.

In the taxonomic study of the material, it was given attention to the variability of the characteristics in a single gametophyte, throughout its extension and throughout each leaf, and between gametophytes of the same species, of different ages, and growing under different environmental conditions.

Were also compiled the difficulties faced by other researchers from Bryophyte Taxonomy Laboratory/Universidade Federal da Bahia while dealing with specimens of the genus.

The recommendations to the study of *Campylopus* specimens achieved with this work were then schematized and described, together with the main morphologic characteristics of the genus.

Results and Discussion

On the preparation of material to be studied. By the study of material, and observation on what would be leading to error in wrong determinations attributed to

herbarium specimens, it was noticed that the understanding of which characteristics are important to separate *Campylopus* species is lacking, and precise instructions for the study of *Campylopus* specimens are absent in the bibliography. Many plants were wrongly determined as *C. pilifer* Brid. having only the hyaline hairpoint in common with this species, as many others were attributed to *C. trachyblepharon* (Müll. Hal.) Mitt. by the presence of dorsal lammellae in the costa, without attention to other characteristics. These represent situations when characteristics were interpreted as diagnostic for a species, while in fact they are shared by many others. It is mandatory to study the leaf both in dorsal view and the costa in transverse section, despite diagnostic characteristics.

Variations occur between apex and base of gametophytes and leaves that, when carelessly observed, may even make impossible the determination of specimens. During the preparation of slides, leaves from the gametophyte apex and base should be avoided. At the base, leaves are too old, and because of that they are generally darkened and degraded, what makes it difficult to see the characteristics. At the apex, leaves are little differentiated, not showing the typical characteristics of the species, or they might be perichaetial or perigonal leaves, which have a modified morphology, adapted to their function, with a wider base composed of thinner walled cells (Fig. 1).

For the study of the leaves in transverse section, sections should be taken from the median portion of the leaf, where the species characteristics are better defined. At the apex, there are too few cells to represent the costa structure, and at the base, cells tend to have a bigger lumen, and some layers of cells might be absent (Fig. 2).

Taxonomic characteristics. On the terminology applied to the genus, it was identified a difficulty in the comprehension of some terms associated to the leaf costa

structure in transverse section, present in the taxonomic keys. This leads to a problem in the use of the keys, and to solve this, together with other terminological ambiguities that might exist, will be detailed here the morphological taxonomic characters of the genus *Campylopus*, present in the species descriptions. As the sporophytes are rarely present, and for many species they are even unknown, their characteristics will not be considered in this paper.

Parts of the leaf. *Campylopus* leaves can be divided in regions, which present different characteristics, with different ranges of variation. The leaves are divided mainly in lamina and costa (Fig. 3, 4).

Costa. The costa, the multilayered region in the central part of the leaf, is excurrent and very wide in the genus, occupying generally 1/3 of the leaf width at the base. Its structure varies between the species, having taxonomic relevance. There are four main layers of cells (Fig. 5): a ventral layer (5v), the guide or deuter cells (5g), a layer of support stereids (5s), and the dorsal layer of cells (5d). Only the ventral and dorsal layers have taxonomic relevance.

The ventral layer may occupy the entire costa surface or only the central portion, and happen as a single layer of cells or more layers indistinguishable from one another. The cells composing this layer vary in their shape, and may be of three different kinds: stereids, thick walled and with a reduced lumen (Fig. 6a), sometimes in more than one layer; substereids, also thick walled but with a less reduced lumen (6b); and hyalocists, thin walled and with a wide lumen (6c).

The central layer is composed by chlorocysts, the guide or deuter cells, and is continuous with the laminal cells of the leaf.

The support stereids are located under the guide cells, and give support to the leaf, keeping it erect.

The dorsal layer of cells varies in number of cells and organization. It is composed by chlorocysts, which will be organized in three different ways. This layer might be smooth, with the cells immersed between the support stereids (Fig. 7a); ribbed, with only one cell high, but this cells projecting out of the costa (7b); or with lammellae, with projections two or more cells high (7c).

The combination of the patterns of cells in ventral and dorsal layers of the costa is typical for each species.

Leaf apex. The leaf apex is equivalent to the extremity of the costa, since the costa is excurrent. Variations observed in this region are related to length of the excurrent portion, presence or absence of projections in the apex of the cells (teeth), and its color.

The excurrent portion of the costa may range from very short (Fig. 8c) to long excurrent, forming a hairpoint (8a, b). In some species, as *C. savannarum* (Müll. Hal.) Mitt., the hairpoint reaches 1/3 of the total leaf length.

The excurrent tip or hairpoint range from smooth (Fig. 8b) to variably toothed (8a, c). *C. gardneri* (Müll. Hal.) Mitt. has a very long smooth hairpoint, while the hairpoint of *C. savannarum* is strongly toothed.

In its color, the leaf apex might be concolor or hyaline. When hyaline, leaf cells content is translucent, but not necessarily the cell walls are also translucent. For plants growing under open area conditions, where they get much light, the apex and a considerable portion of the lamina and costa may be darkened, with reddish colors. Sometimes, descriptions refer to subhyaline leaf tips. In this case, the apex has the characteristics of hyaline, but its color is yellowish or greenish.

The taxonomic relevance of leaf apex characters is questionable. The length of hyaline hairpoints for the species described with this characteristic vary broadly

depending on environmental and other unexplored factors, even lacking in some gametophytes in a population. The proportion on which the apex is toothed in a species also varies.

Leaf lamina. The leaf lamina cells vary throughout the leaf, from base to apex. As the costa is excurrent, leaf lamina fades before the apex (Fig. 3). Four main regions may be defined (Fig. 4), which show different patterns of cells shape and wall thickness, and vary differently: alar, basal internal (next to the leaf costa), basal marginal (at leaf margin), and upper regions. At the median portion of the leaf lamina, characteristics are transitional from those found at the upper and basal regions, consequently it does not have taxonomic relevance.

Most *Campylopus* species frequently presents differentiated cells in the alar region of the leaf, which are inflated and reddish to brownish. Cells are quadrate, short-rectangular, or hexagonal.

Cells in the basal portion of the leaf show differences between the margin and the region next to the costa. Next to the costa the cells are quadrate to long rectangular, with extremities straight or rounded. At the margin and in the rows next to it, cells are generally narrower and longer than those next to the costa, and differentiate gradually or abruptly from those. They range in shape from flattened (wider than longer) to long rectangular.

In the upper portion of the leaf lamina, cells vary broadly in their shape. Cells may be long rectangular to quadrate, rhomboidal, oval, elongate-oval, vermicular, or even irregular shaped. More than one cell shape may occur in the same leaf in the upper portion.

Besides the shape, other taxonomic important characteristics to observe in the leaf lamina cells are the wall thickness and cell content, and presence of pitted cell walls.

Two main patterns occur for wall thickness and cell content. Walls may be variably thick, together with colored cell content, or cells may be thin-walled, the content hyaline or conspicuously lighter. This thin-walled kind of cell can occur only at the basal portion of the leaf.

Pitted cell walls may occur at thick-walled cells at the basal internal and upper regions of the leaf lamina. Presence or absence of cells with pitted walls define species and infraespecific taxa. They occur also at the cells at the ventral surface of the costa of many species, but there they do not have taxonomic relevance. Pitted walls appear like coincident narrowing of the cell walls in neighbor cells (Fig. 9).

Plants variability. Comments on plants variability were based on specimens studied, and the data obtained was confronted to information provided by Frahm (1991). Variation on the plants characteristics is influenced by the age of gametophytes and also the environmental conditions under which they grow. Variations due to age could be observed in mixed populations, with older and younger gametophytes (possibly two generations coexisting), where gradation of characteristics could be observed. Variations due to environmental conditions were verified by comparison of populations of the same species growing in the same area, but in different microhabitats, sometimes just a few meters apart, as for example shaded vs. open sun, or dry vs. wet (on the border of a stream).

Species that have a characteristic leaf disposal pattern, as *C. surinamensis* Müll. Hal., will not exhibit this morphology in very young plants, since the gametophytes will be too short for allowing any pattern to be distinguished.

In young plants, frequently hyaline hairpoints are much shorter or even absent. Leaf apices in general are shorter, and plants characteristics tend, as in younger leaves, to be less typical of the species, for being less differentiated.

Variation in the environmental conditions affects mainly plants color and leaf shape. When growing under open sun conditions, as mentioned before, gametophytes may be reddish or brownish, even blackish, depending on the level of exposure of the habitat. Also, under open sun conditions the hyaline hairpoints tend to grow much longer, and their cells apices to develop bigger projections, leaving the hairpoints more strongly toothed. Hairpoints function in the reduction of evaporation, and plants lacking hairpoints in species that typically have them may be found in shady habitats (Frahm 1991). In species with pitted cell walls, cells are also more strongly pitted at exposed habitats.

The level of differentiation of the cells in the alar region also vary with exposure. Under more exposure, alar cells are darker and more inflated. On the contrary, with more environmental moisture, they tend to be less differentiated, less colored and with thinner walls. Frahm (1991) states that alar cells apparently do not represent a specific character, varying according the moisture in the environment, being generally absent in wet habitats, and more developed at dryer locations.

The researcher studying *Campylopus* specimens must verify the possibility of these kinds of variation to be occurring in the plants under study, since some of the characteristics that might be affected have taxonomic importance and are used in keys.

Final considerations. This work is expected to be a contribution to the precise determination of *Campylopus* specimens by other researchers, being helpful from the adequate preparation of plant material for determination, to a better understanding of the terms present in the descriptions and taxonomic keys available in the literature.

Acknowledgements: We thank the curators of ALCB, CEPEC, CESJ, HUVA, RB, SP, UFP and VIES for allowing access to the plant material. Also thanks to CNPq, for the undergraduate research grant during graduation, and CAPES, for the present master's grant, both conceded to the first author, which contributed for the development of this research. To the laboratory companions, who shared their doubts on the study of *Campylopus*.

References

- Cox, C.J., Goffinet, B., Wickett, N., Boles, S.B. & Shaw, J. 2010.** Moss diversity: A molecular phylogenetic analysis of genera. *Phytotaxa* 9: 175-195.
- Frahm, J.-P. 1991.** Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Flora Neotropica Monograph* 54: 1-238.
- Frahm, J.-P. 1999.** A type catalogue of Campylopodioideae and Paraleucobryoideae (Musci, Dicranaceae), Part II, *Campylopus*. *Tropical Bryology* 16: 17-102.
- Goffinet, B., Buck, W.R. & Shaw, A.J. 2008.** Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. *In* *Bryophyte Biology*, 2nd edition, (B. Goffinet & A.J. Shaw, eds.). Cambridge University Press, New York, p.55-138.
- La Farge, C., Mishler, B.D., Wheeler, J.A., Wall, D.P., Johannes, K., Schaffer, S. & Shaw, A.J. 2000.** Phylogenetic Relationships Within the Haplolepideous Mosses. *The Bryologist* 103: 257-276.

La Farge, C., Shaw, A.J. & Vitt, D.H. 2002. The Circumscription of the Dicranaceae (Bryopsida) Based on the Chloroplast Regions *trnL-trnF* and *rps4*. Systematic Botany 27: 435-452.

Figure legends

For all figures: Unlabeled scale bars = 100 μ m.

Figure 1. Scheme of gametophyte with delimitation of the adequate portion to remove leaves for study. 1a. Upper portion, leaves little differentiated. 1b. Median portion, leaves in ideal conditions for study. 1c. Lower portion, aged and degraded leaves.

Figure 2. Scheme of leaf, showing variation in the leaf costa throughout the leaf length. 2a. Section of the leaf at the upper portion, showing undifferentiated costa structure. 2b. Section at the median portion, costa structure developed and characteristic of the species. 2c. Section at the basal portion of the leaf, presence of inflated cells and less typical costa structure.

Figure 3. Scheme of leaf, showing costa (C) and lamina (L).

Figure 4. Scheme of leaf, defining leaf cell regions: costa (c), apex (ap), alar region (ar), basal lamina (b), upper lamina (u).

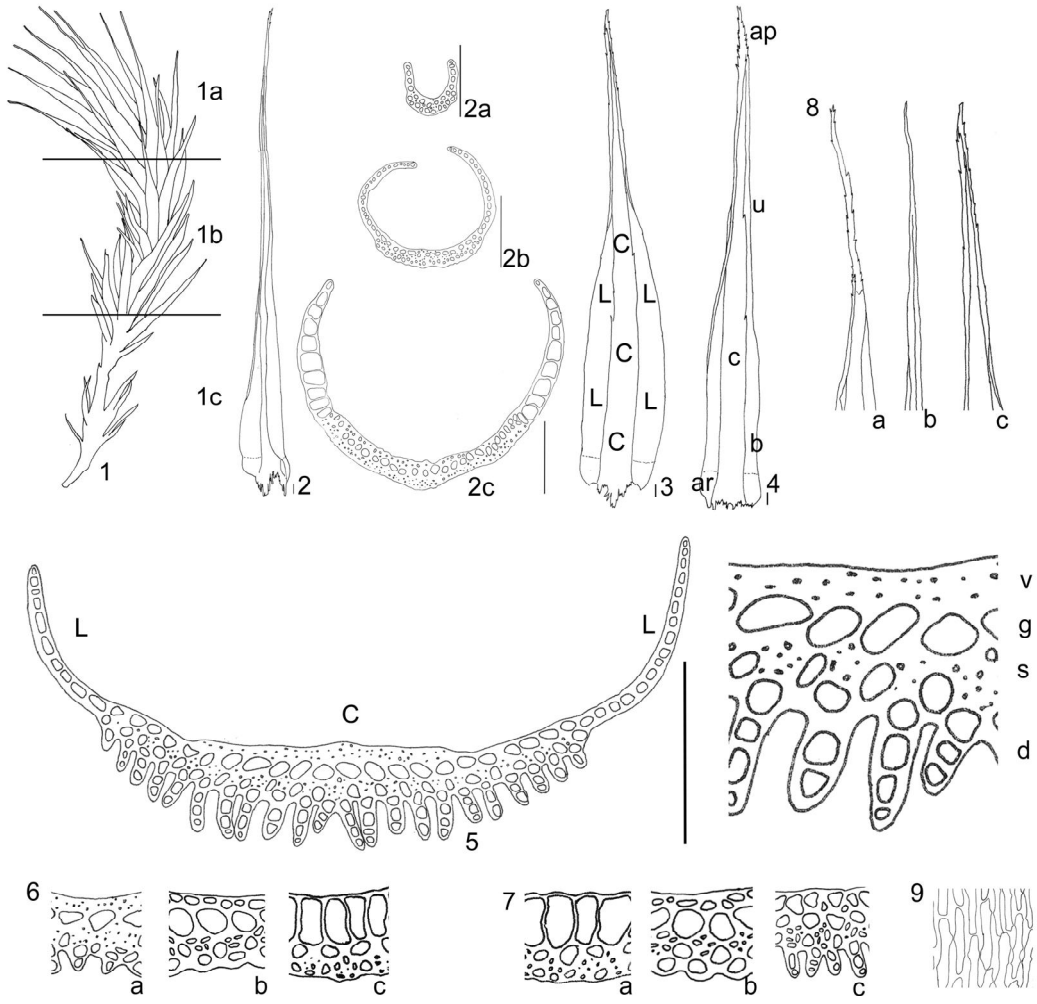
Figure 5. Scheme of leaf in transverse section, showing costa (C) and lamina (L). In detail, the four main layers of cells: ventral (v), guide or deuter cells (g), support stereids (s), and dorsal layer (d).

Figure 6. Types of cells in the ventral layer of the costa: stereids (a), substereids (b), and hyalocists (c).

Figure 7. Types of dorsal layer of the costa: smooth (a), ribbed (b), and with dorsal lammellae (c).

Figure 8. Different types of leaf apices: toothed hyaline hairpoint (a), smooth hyaline hairpoint (b), and short excurrent colored tip (c).

Figure 9. Pitted leaf lamina cells.



CAPÍTULO 2

THE GENUS *CAMPYLOPUS* BRID. (BRYOPHYTA, LEUCOBRYACEAE) IN NORTHEASTERN BRAZIL¹

Marina Bonfim Santos & Cid José Passos Bastos

¹ Artigo submetido à Acta Botanica Brasilica em 15/01/2011.

The genus *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) in Northeastern Brazil

Marina Bonfim Santos^{1,2} and Cid José Passos Bastos²

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana.

² Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Laboratório de Taxonomia de Briófitas. Campus de Ondina, 40170-280 Salvador, Bahia, Brasil. Corresponding author: Marina Bonfim Santos – marinabs@gmail.com

RESUMO – (O gênero *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) no Nordeste do Brasil). Um estudo taxonômico de *Campylopus* para o Nordeste do Brasil é apresentado. Uma chave de identificação para as espécies, ilustrações, comentários sobre a morfologia e diferenças de táxons próximos, distribuição geográfica, dados de vegetação associada e substratos para todas as 18 espécies reconhecidas no Nordeste do Brasil são apresentados. *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. é reportada pela primeira para a região, enquanto *C. fragilis* subsp. *fragilis* é reportada pela primeira vez para o Brasil. Nove espécies são reportadas pela primeira vez para estados da região. Os caracteres taxonômicos mais eficientes na separação entre espécies incluem: estrutura da costa em secção transversal, e coloração, forma, e espessura da parede das células laminares basais.

Palavras-chave: caracteres taxonômicos, florística, musgos, taxonomia

ABSTRACT – (The genus *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) in Northeastern Brazil). A taxonomic survey of *Campylopus* to the Northeastern region of Brazil, is presented. A taxonomic key to the species, and illustrations, comments on the morphology and differences from related taxa, geographical distribution, associated vegetation and substrate data for all 18 recognized species in Northeastern Brazil are provided. *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. is reported for the first time for the region, while *C. fragilis* subsp. *fragilis* is reported for the first time for Brazil. Nine species are reported for the first time to states within the region. The most effective taxonomic characters in distinguish species included: leaf costa structure in transverse section, and color, shape, and wall thickness of basal laminal cells.

Key words: floristic, mosses, taxonomic characters, taxonomy

Introduction

Campylopus Brid. is circumscribed within Bryophyta, order Dicranales. Its original description was based on the segregation of several species formerly placed in *Dicranum* Hedw. Since then, it has been considered that *Campylopus* is part of the morphological unit comprised by family Dicranaceae. The family can be defined by the “dicranaceous peristome,” narrowly lanceolate leaves with a single costa, and presence of a stem central strand (Buck & Goffinet 2000; Stech 1999), although many authors define this family as a very heterogeneous one (La Farge *et al.* 2002).

However, recent phylogenetic analyses, based on molecular data, place *Campylopus* and other genera, formerly nested in Dicranaceae subfamilies Campyloporioideae and Paraleucobryoideae, within the family Leucobryaceae (La Farge *et al.* 2000, 2002). The latest classification systems have accepted this proposal (Goffinet & Buck 2004; Goffinet *et al.* 2009), although morphological studies corroborating these relationships are still missing.

Campylopus comprises about 165 species worldwide, including species formerly treated in *Bryohumbertia* P. de la Varde & Thér. (Frahm 1999a; Stech 2004). The genus is considered to be subantarctic in origin, and South America (the Neotropical region) is considered to be the center of diversity of the genus (Frahm 1988). According to literature records compiled, *Campylopus* is represented in Brazil by 33 species (Ahmed & Frahm 2002; Frahm 1979, 1981b, 1991, 1996, 1999a, Gradstein & Sipman 1978), with higher diversity in the montane regions of the Southeastern region.

Several taxonomic problems may be recognized with regard to *Campylopus*, ranging from the circumscription of the genus, e.g., difficulty in the separation of closely related genera (Frahm 1991), to the delimitation between species, with several convergent descriptions in the literature, as in Frahm (1991). Even the infrageneric classification is problematic, since the subdivision in three subgenera, based on sporophytic characters, was not supported by molecular studies (Stech 2004).

To date, the group has been studied mainly in the context of country or continent floras (Frahm 1978; Takaki 1967). The most extensive treatment published is for Tropical America (Frahm 1991). Taxonomic notes on the genus were also published (Frahm 1999b), however, few papers discuss the delimitation of species inside problematic groups conclusively (Frahm & Vitt 1978; Gradstein & Sipman 1978). Consequently, the knowledge on *Campylopus* is very fragmented, and the absence of revisions should be regarded. Taxonomic papers with complete descriptions and illustrations of species,

adequate identification keys, and good discussions on the differences between closely related taxa, which could really contribute to a better understanding of the genus taxonomy, are lacking.

Frahm (1979) published a treatment of *Campylopus* for Brazil, and later provided a supplement (Frahm 1981a). Later, only Frahm (1991) treated *Campylopus* species occurring in the country, however, in this work the species which occur in the Brazilian states outside the Tropical domain are not represented, as *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. Since then, many species were synonymized, and the occurrence of other species in the country was discovered (Frahm 1996). Then, there is a need to update the data concerning *Campylopus* for the country. The Northeastern region has been weakly studied in what concerns its bryophyte flora, the reason why it was chosen to be the focus of this work.

For the Northeastern region of Brazil, based on existing literature (Yano 1981, 1989, 1995, 2006, 2010; Yano & Peralta 2006a, 2006b; Yano & Pôrto 2006; Yano *et al.* 2009), 21 species of *Campylopus* are recorded. Of these, 18 occur in the Chapada Diamantina region. Considering the significant number of species recorded for the region (21), in relation to the 33 estimated to Brazil, the importance of South America in the diversity of the genus, and the need for further taxonomic studies and understanding of *Campylopus*, this present study is justified.

The objective of this study is to provide a better resolution for the genus *Campylopus* for the Northeastern region of Brazil, presenting information on the distribution for each species within the region, and assessing the taxonomic characters useful in the delimitation between the species studied, as well as contributing to the clarification of the taxonomy and facilitating the determination of specimens.

Material and methods

Study area – The Northeastern region of Brazil comprises four of the six Brazilian morphoclimatic domains sensu Ab'Sáber (2005): Amazônico, Cerrado, Mares de Morros, Caatingas, besides transitional areas, and four of the five main phytogeographic domains sensu Fiaschi & Pirani (2009): Amazon, Cerrado, Atlantic Forest, and Caatinga. Altitudes range between sea level to 2033 m: at Pico do Barbado, in the State of Bahia, representing the highest peak in the region. Due to its large territorial extension, altitudinal variation, and morphoclimatic heterogeneity, Northeastern Brazil exhibits a great diversity of plant species, including bryophytes, with about 542 species

only for the state of Bahia (C. J. P. Bastos, unpublished data). The greatest diversity of *Campylopus* for Northeastern Brazil is recorded from the Chapada Diamantina region.

Plant material – Collections were made in the study area, between December 2003 and February 2010. All collections are deposited in ALCB, HUEFS, and HUNEB. Also were studied specimens from the following herbaria: ALCB, CEPEC, HUVA, RB, SP, and UFP.

Identifications were based on study of material determined by expert, and specific literature, especially Frahm (1979, 1991) and Sharp *et al.* (1994).

Comments and distribution within the study area are based on the studied material, and cited studied material was limited to one specimen for each locality, when more than one plant material was assigned to the same locality. Descriptions were presented only for new references for Brazil. For complete descriptions of the remaining taxa, see Frahm (1991).

Results and discussion

More than 600 specimens were studied, resulting in the recognition of 18 *Campylopus* species in Northeastern Brazil. *C. fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. is reported for the first time for the region, while the infra-specific taxa *C. fragilis* subsp. *fragilis* is reported for the first time for Brazil. *C. arctocarpus* (Hornsch.) Mitt. is reported for the first time for Ceará and Pernambuco states, *C. carolinae* Grout for Pernambuco, *C. filifolius* var. *humilis* (Mont.) J.-P. Frahm for Pernambuco, *C. lamellinervis* (Müll. Hal.) Mitt. for Sergipe, *C. pilifer* Brid. for Pernambuco, *C. richardii* Brid. for Alagoas, *C. surinamensis* Müll. Hal. for Pernambuco, and *C. uleanus* (Müll. Hal.) Broth. for Sergipe.

Key to the species

1. Costa in transverse section with a layer of hyalocysts on the ventral surface
 2. Costa in transverse section ribbed on the dorsal surface (1 cell high)
 3. Basal laminal cells hyaline, thin-walled
 4. Hyalocysts occupying half of the costa thickness; alar region usually differentiated, intruding into the costa 7. *C. heterostachys*
 4. Hyalocysts occupying a variable proportion of the costa thickness; alar region usually undifferentiated, when differentiated not intruding into the costa

5. Leaves with a long hyaline apex weakly serrated 6. *C. gardneri*
5. Leaves with a concolor serrate apex
6. Basal laminal cells next to the costa not inflated; marginal laminal cells at base gradually shorter and narrower from the internal cells; leaves gradually narrower from the base 11. *C. occultus*
6. Basal laminal cells next to the costa inflated; marginal laminal cells at base conspicuously distinct from the internal cells, narrower in 3-5 rows; leaves abruptly narrowed above from an ovate base 5. *C. fragilis*
3. Basal laminal cells dark- to yellow-green, with thicker walls, firm to incrassate
7. Upper laminal cells short-vermicular 3. *C. cuspidatus*
7. Upper laminal cells quadrate to short-rectangular
8. Plants filiform, slender; stem densely tomentose; leaves canaliculated 9. *C. julicaulis*
8. Plants not filiform, stouter; stem less tomentose; leaves not canaliculated
9. Plants with a basal rosette of leaves, leaves of the stem adpressed, terminating in a comal tuft; laminal cells at base not pitted 15. *C. surinamensis*
9. Plants with erect-spreading leaves throughout the stem; laminal cells at base pitted 18. *C. uleanus*
2. Costa in transverse section with lamellae on the dorsal surface (2 or more cells high)
10. Apex cuspidate, margins plane in the upper portion 8. *C. julaceus*
10. Apex gradually narrowed, margins involute in the upper portion 12. *C. pilifer*
1. Costa in transverse section with one or several layers of stereids on the ventral surface
11. Upper laminal cells pitted 13. *C. richardii*
11. Upper laminal cells never pitted
12. Costa in transverse section with lamellae on the dorsal surface (2-more cells high)
13. Basal internal laminal cells pitted, plants equally foliate ... 10. *C. lamellinervis*
13. Basal internal laminal cells pitted or not, plants frequently verticillate-foliate 17. *C. trachyblepharon*
12. Costa in transverse section ribbed on the dorsal surface (1 cell high)
14. Basal laminal cells hyaline, thin walled 2. *C. carolinae*

14. Basal laminal cells dark-green to yellow-green, thicker walled, firm to incrassate
15. Basal marginal cells subquadrate to quadrate, frequently wider than longer, in several rows; internal cells short-rectangular, extremities never rounded or tapered 14. *C. savannarum*
15. Basal marginal cells subquadrate to rectangular; internal cells short to long-rectangular, sometimes exhibiting rounded or tapered extremities
16. Leaves narrow and long, 6-9(-20) mm; plants in interwoven aggregates 4. *C. filifolius*
16. Leaves lanceolate, to 7 mm; plants in aggregates but not interwoven
17. Stem tomentose; upper laminal cells quadrate to subquadrate or short-rhomboidal 1. *C. arctocarpus*
17. Stem not tomentose; upper laminal cells rectangular to oblique 16. *C. thwaitesii*

Taxonomic treatment

Campylopus Brid.

Gametophytes light-green to blackish, small and delicate to large and robust, up to 8 cm high, erect, rarely branched. Stem tomentose or not, when tomentoes present, reddish or brownish, rarely hyaline. Leaves equally disposed throughout the stem, or aggregated more densely at the base and/or at the apex, or verticillate, erect, erect-spreading, falcate, falcate-secund, or julaceous, generally lanceolate, 3-20 mm long. Leaf margins in the upper portion smooth to strongly serrated, involute to plane. Costa wide, between $\frac{1}{4}$ and $\frac{2}{3}$ of the leaf width in the base, percurrent to long-excurrent, ending in a concolorous apex or in a long hyaline point; in transverse section stereids, substereids or hyalocysts present on the ventral surface, a median layer of guide-cells, 1-several layers of stereids, and ribs or lamellae on the dorsal surface. Alar region differentiated or not, reddish to hyaline, inflate to auriculate. Basal laminal cells incrassate or hyaline and thin-walled, subquadrate to long-rectangular, extremities straight to rounded, walls pitted or entire; at the margins narrower and shorter, sometimes forming a distinct border, not pitted. Upper laminal cells never hyaline, quadrate, rectangular, rhomboidal, oval, elongate-oval, short-vermicular or irregularly shaped, walls pitted or entire. Perichaetia and perigonia terminal, forming a comal tuft. Perichaetial and perigonial leaves differentiated, the lamina expanded at the base, sheathing, and reduced at the apex,

forming a long subula. Seta 10-15 mm long, sometimes several aggregated in a single perichaetia, cygneous in young or hydrated sporophytes, erect and twisted after liberation of spores. Capsules erect to curved, sometimes strumose, striate or furrowed when empty. Opercula obliquely rostrate. Peristome teeth 16, divided to the middle. Caliptra ciliate at the base.

1. *Campylopus arctocarpus* (Hornsch.) Mitt. var. *arctocarpus*, J. Linn. Soc., Bot. 12: 87. 1869.

Dicranum arctocarpum Hornsch., Fl. Bras. 1(2): 12. 1840.

Fig. 1-4

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Abaíra, Campo de Ouro Fino, 18/I/1992, *Hind & Queiroz H50100* (SP); Lençóis, Trilha para a Gruta do Lapão, 10/II/2007, *E.B. Valente 446* (HUEFS); Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens (PESP), 23/VII/2006, *Bonfim Santos 840* (ALCB); Mucugê, Parque Nacional da Chapada Diamantina, 29/V/1998, *M.T.S. Stradmann* (ALCB37729); Palmeiras, Vale do Capão, VII/2007, *Sangiorgi 94* (ALCB); Rio de Contas, Pico das Almas, 27/X/1994, *Visnadi & D.M. Vital 2616* (SP); **Ceará:** Maranguape, Serra de Maranguape, 13/X/1993, *Yano et al. 20805* (SP); **Pernambuco:** Bonito, Reserva Municipal, 19/VI/1998, *K.C. Pôrto* (UFP24801); Caruaru, Brejo dos Cavalos, 8/IX/1987, *K.C. Pôrto* (UFP27266).

Additional studied material: *Campylopus arctocarpus* var. *caldensis* (Ångström) J.-P. Frahm: **BRAZIL. São Paulo:** São José do Barreiro, 22/VII/1977, *J.-P. Frahm* (SP147008).

Substrates: Decaying logs, more rarely at the base of living trunks and rocks. Environments of occurrence: Montane forests, more rarely at “campos rupestres” at Chapada Diamantina. Distribution: Neotropical. In Brazil: BA, GO, MG, PI, RJ, RS, SC, SP. New to CE and PE.

Comments: Gametophytes are frequently branched, differing from all other species. This species is similar to *C. filifolius* in the leaf characters. The transverse section may look quite similar between some *C. arctocarpus* and *C. filifolius* specimens, since they share the general structure i.e., ventral stereids and dorsal ribs. Basal laminal cells of *C. arctocarpus* may also resemble those of *C. filifolius* var. *filifolius*, due to the pitted walls, however, in *C. filifolius* the basal laminal cells are generally more elongated, and exhibit more rounded extremities.

2. *Campylopus carolinae* Grout, Moss Fl. N. Amer. 1: 249. pl. 122. 1939.

Fig. 5-8

Specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Itaberaba, 11/VII/1987, *Schäfer-Verwimp & Verwimp 8700* (SP); **Pernambuco:** Rio Formoso, Reserva Florestal de Saltinho, 25/VIII/1983, *Prazeres* (UFP6041).

Substrates: Soil. Environments of occurrence: Wide distribution in the Cerrado domain, being found in Bahia also in the Restinga (Frahm 1991) and in a Caatinga region close to Chapada Diamantina, and in Pernambuco at tropical rain forest. Distribution: Disjunct in Brazil and Southeastern North America. In Brazil: BA, DF, MG, MT, PA, SP. New to PE.

Comments: This species may be easily distinguished of the remaining species which occur in Bahia, by its small size, to 0.5 cm high, and leaves 2.5-4 mm long, upper leaf margins smooth and incurved, leaves ending in a long hyaline hairpoint, and costa in transverse section with ventral stereids only in the central portion, resembling only *C. gardneri* (Müll. Hal.) Mitt. in its external morphology.

3. *Campylopus cuspidatus* (Hornsch.) Mitt. var. *cuspidatus*, J. Linn. Soc., Bot. 12: 90. 1869.

Dicranum cuspidatum Hornsch., Fl. Bras. 1(2): 13. 1840.

Fig. 9-12

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Miguel Calmon, PESP, 22/IV/2003, *C. Bastos 3783* (ALCB); Palmeiras, Vale do Capão, 15/II/2010, *Bonfim Santos 2386* (ALCB).

Substrates: Rocks. Environments of occurrence: Campos rupestres. Distribution: Southeastern Brazil and Central America. In Brazil: BA, MG, RJ.

Comments: This species has a very characteristic habit, growing on rocks in lax aggregates, with gametophytes light-green and glossy above, blackish below, canaliculate leaves ending in a hyaline hairpoint, and laminal cells strongly pitted. *Campylopus richardii* is similar but differs in having stereids, not large hyalocysts, in the ventral surface of the costa, and laminal cells with thicker walls, more strongly pitted.

4. *Campylopus filifolius* (Hornsch.) Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 76. 1869.

Dicranum filifolium Hornsch., Fl. Bras 1(2) 12. 1840.

Fig. 13-17

Comments: The only species frequently collected with sporophytes, which are usually abundant. This species can be recognized by the canaliculate, narrowly lanceolate leaves.

Key to the varieties of *C. filifolius* occurring in Bahia

1. Stem long, 1 cm high or more; leaves verticillate; basal laminal cells pitted 4.1. *C. filifolius* var. *filifolius*
 1. Stem short, only a few millimeters high; equally foliate, the gametophytes brush-like; basal laminal cells not pitted 4.2. *C. filifolius* var. *humilis*

4.1. *Campylopus filifolius* (Hornsch.) Mitt. var. *filifolius*, J. Linn. Soc., Bot. 12: 76. 1869.

Dicranum filifolium Hornsch., Fl. Bras 1(2) 12. 1840.

Fig. 17

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Castro Alves, Serra da Pioneira, 2/III/1994, A. G. Neto (ALCB18860); Lençóis, Trilha para a Cachoeira do Sossego, 11/II/2007, E.B. Valente 518 (HUEFS); Miguel Calmon, PESP, 17/XII/2005, Bonfim Santos 193 (ALCB); **Ceará:** Maranguape, Soares (SP260987); **Pernambuco:** Bonito, Reserva Municipal, 26/XII/1996, K.C. Pôrto (UFP19230); Brejo da Madre de Deus, Bituri Grande, 28/V/1992, Valdevino (UFP8488).

Substrates: Decaying logs and organic matter, base of living tree trunks, or rocks, especially at waterfalls. Environments of occurrence: Montane forests and waterfalls. Distribution: Neotropical. In Brazil: AM, BA, CE, ES, MG, PE, PR, RJ, RR, RS, SC, SP.

Comments: Pitted basal laminal cells in the leaves occurs in most of the specimens studied, and is a characteristic used in the literature (Frahm 1991), together with the leaves size, to separate var. *filifolius* from var. *longifolius* – the typical variety has smooth basal laminal cells and is smaller, while var. *longifolius* has pitted cells and longer leaves, over 20 mm long. However, as all the other characteristics of the specimens studied match with those of the typical variety, including the size of the leaves, which hardly reach 20 mm in length, the plants were determined as *C. filifolius* var. *filifolius*. A more precise determination can only be achieved by the study of type material.

4.2. *Campylopus filifolius* var. *humilis* (Mont.) J.-P. Frahm, Nova Hedwigia 29: 249. 1978.

Campylopus humilis Mont., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 3. 4: 110. 1845.

Fig. 13-16

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Miguel Calmon, PESP, 24/VII/2006, *Bonfim Santos* 972 (ALCB); Morro do Chapéu, 17/V/1978, *D.M. Vital* 8033 p.p. (SP); **Pernambuco:** Brejo da Madre de Deus, Bituri Grande, 13/XI/1991, *Valdevino* (UFP8485); Caruaru, Brejo dos Cavalos, VIII/1987, *K.C. Pôrto* 2250 (UFP).

Substrates: Decaying logs or rocks. Environments of occurrence: Montane forests and waterfalls. Distribution: Neotropical. In Brazil: AM, BA, CE, MG, PR, RJ, SC, SP. New to PE.

Comments: The habit of *C. filifolius* var. *humilis* distinguish it from the other varieties of *C. filifolius* by the short stems, and leaves densely aggregated, giving the gametophytes a brush-like appearance. It was the taxon which more frequently exhibited sporophytes among the *Campylopus* specimens studied, followed by the other variety of the species.

5. *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. *fragilis*, Bryol. Eur. 1: 164 (fasc. 41. Monogr. 4). 1847.

Dicranum fragile Brid., J. Bot. (Schrader) 1800(2): 296. 1801.

Fig. 18-21

Gametophytes green, to 2 cm high, erect, rarely ramified. Tomentes absent. Stems equally foliate. Leaves erect, lanceolate from an ovate base, 4-6 mm long. Leaf margins smooth, involute in the upper part. Costa occupying between $\frac{1}{3}$ and $\frac{2}{3}$ of the leaf width at the base, excurrent, ending in a concolor apex; in transverse section, ventral hyalocysts, dorsal ribs. Alar region undifferentiated. Basal laminal cells hyaline, thin-walled, rectangular (3-5:1), inflate next to the costa; at the margins narrower and shorter. Upper laminal cells incrassate, quadrate, not pitted. Sporophytes lacking in the specimens studied.

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Lençóis, VII/2007, *Sangiorgi* 14 (ALCB); Miguel Calmon, PESP, 18/XII/2005, *Bonfim Santos* 247 (ALCB); Morro do Chapéu, Monumento Natural da Cachoeira do Ferro Doido, 6/IV/2007, *Bonfim Santos*

1750 (ALCB); Palmeiras, Trilha Fumaça por Cima, VII/2007, *Sangiorgi 91* (ALCB); **Piauí**: Bom Jesus, 27/V/1978, *D.M. Vital 8225* (SP).

Additional studied specimen: *Campylopus fragilis* subsp. *fragiliformis* (J.-P. Frahm) J.-P. Frahm: **BRAZIL. Rio de Janeiro**: Parque Nacional de Itatiaia, 24/VII/1977, *J.-P. Frahm 1637* (Isotypus SP!).

Substrates: Soil. Environments of occurrence: Occurring in “campos rupestres” vegetation. Distribution: Widespread. This subspecies is a new record for Brazil, and the species, new to the Northeastern region.

Comments: Subspecies *fragiliformis* (J.-P. Frahm) J.-P. Frahm is reported for southeastern Brazil, and to date subspecies *fragilis* was not recorded for Brazil. Type material of subspecies *fragiliformis* was studied, and shows ventral hyalocysts much larger in relation to the whole thickness of the costa in transverse section, and upper laminal cells oval to rhomboidal, thus differing from the examined material from Northeastern Brazil. Material from Northeastern Brazil appears much similar to the illustrations presented in Sharp *et al.* (1994) to *C. fragilis*, and their characteristics fit in the descriptions of *C. fragilis* found in the literature. Studied specimens agree with the concept of the species, but not with the subspecies previously reported for Brazil. Previous determinations were assigned to the typical subspecies. Subspecies *fragilis* is both a new occurrence of the species for the states of Bahia and Piauí, and first reference of the subspecies for Brazil.

6. *Campylopus gardneri* (Müll. Hal.) Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 83. 1869.

Dicranum gardneri Müll. Hal., Bot. Zeitung (Berlin) 15: 379. 1857.

Fig. 22-25

Specimen studied: **BRAZIL. Bahia**: São Desidério, 7/IV/1976, *D.M. Vital 6095* (SP).

Substrates: Rocks. Environments of occurrence: Arid regions with savanna or steppe vegetation, as Cerrado. Distribution: Brazil and Paraguay. In Brazil: BA, CE, GO, MT, PA, PE, PI, RJ.

Comments: This species resembles *C. carolinae* by its small size, leaves ending in a long hyaline hairpoint, and general morphology, differing by the presence of ventral hyalocysts viewed in the costa transverse section.

7. *Campylopus heterostachys* (Hampe) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1870-71: 421 (Gen Sp. Musc. 1: 421). 1872.

Dicranum heterostachys Hampe, Flora 48: 581. 1865.

Fig. 26-30

Specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Boa Nova, Fazenda Vale das Águas, 21/IV/2008, *Bonfim Santos* 2255 (ALCB); Palmeiras, Vale do Capão, 15/II/2010, *Bonfim Santos* 2388 (ALCB); Piatã, 4/VII/2007, *E.B. Valente* 703 (HUEFS); **Ceará:** Crato, Parque Nacional do Apodí, 4/II/1974, *D.M. Vital* 2920 (SP); **Piauí:** Piracuruca, Parque Nacional de Sete Cidades, 25/I/1976, *D.M. Vital* 5396 p.p. (SP).

Substrates: Rocks. Environments of occurrence: Montane forests or “campos rupestres”.

Distribution: Neotropical. In Brazil: BA, CE, GO, MG, MT, PI, PR, RJ, RR, RS, SP.

Comments: *Campylopus heterostachys*, *C. fragilis*, and *C. occultus* seem to form a complex of species, according to the material studied. They share the general structure of the costa (ventral hyalocysts and dorsal ribs), basal laminal cells hyaline, and upper laminal cells nearly quadrate. *Campylopus heterostachys* differs by the differentiated alar cells intruding into the costa.

8. *Campylopus julaceus* A. Jaeger, Ber. Thätick. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1877-78: 384 (Gen Sp. Musc. 2: 1402). 1880.

Fig. 31-34

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Boa Nova, Fazenda Vale das Águas, 21/IV/2008, *Bonfim Santos* 2260 (ALCB); Lençóis, 10/VI/1981, *Boom & Mori* 1086 (SP); Miguel Calmon, PESP, 17/XII/2005, *Bonfim Santos* 145 (ALCB); Morro do Chapéu, 3/IV/1976, *D.M. Vital* 6045 (SP); Mucugê, Unidade de Manejo Sustentado do Projeto Sempre Viva, 15/III/1998, *M.T.S. Stradmann* (ALCB37730); Rio de Contas, 20/II/1987, *Harley et al.* 24523 (HUEFS).

Substrates: Rocks, or fine soil layer over rock. Environments of occurrence: “Campos rupestres”, and other areas above 500 meters with open vegetation. Distribution: South America. In Brazil: BA, MG, PR, RJ, RS, SC, SP.

Comments: *C. julaceus* is anatomically very similar to *C. pilifer*, differing only in the leaf shape, which ends abruptly as an cuspidate apex, and its disposition along the stem, the leaves being julaceous, and forming a comal tuft in the upper portion. In this paper, it was verified that the delimitation between these two taxa is weak, requiring additional studies.

9. *Campylopus julicaulis* Broth., *Ergebn. Bot. Expedd. Südbras.*, Musci 1901 261. 1924.

Fig. 35-38

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Boa Nova, Fazenda Vale das Águas, 21/IV/2008, *Bonfim Santos* 2243 (ALCB); Eunápolis, Estação Veracruz, 31/III/2000, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos* 2236 (ALCB); Ubaitaba, 5/I/2007, *A. Mendonça* (ALCB72167).

Substrates: Soil and decaying logs. Environments of occurrence: Atlantic forest areas.

Distribution: Southeastern Brazil. In Brazil: BA, PR, RJ, RS, SC, SP.

Comments: This species is recognized by slender, filiform, light-green, tomentose gametophytes. It resembles *C. occultus*, but exhibits incrassate basal laminal cells, instead of hyaline cells.

10. *Campylopus lamellinervis* (Müll. Hal.) Mitt., *J. Linn. Soc., Bot.* 12: 82. 1869.

Dicranum lamellinerve Müll. Hal., *Syn. Musc. Frond.* 1: 390. 1848.

Fig. 39-42

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Lençóis, 19/XI/1983, *C. Bastos* 2 (ALCB); Miguel Calmon, PESP, 17/XII/2005, *Bonfim Santos* 149 (ALCB); Morro do Chapéu, 16/VI/1981, *Boom & Mori* 1232 (SP); Piatã, Serra do Barbado, 6/IX/2008, *C. Bastos* 5207 (ALCB); Rio de Contas, Pico das Almas, 23/XI/1988, *Harley et al.* 26245 (HUEFS); **Sergipe:** Itabaiana, Serra de Itabaiana, 13/I/1981, *Andrade-Lima* 81-6826 (SP).

Additional studied specimens: **BRAZIL. Minas Gerais:** 27/VII/1977, *J.-P. Frahm* (SP147023); Ouro Preto, Serra da Moeda, 27/VII/1977, *J.-P. Frahm* (SP147024).

Substrates: Soil or rocks. Environments of occurrence: Campos Rupestres and Cerrados Litorâneos. Distribution: Neotropical. In Brazil: BA, MG, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SP. New to SE.

Comments: Two different morphotypes were found, related to elevational ranges. Plants growing above 1300 m are usually larger, to 8 cm, and leaves falcate and longer, to 15 mm. Plants at lower elevations are smaller, to 4 cm, with erect and shorter leaves, to 10 mm. Macroscopically, specimens collected at lower elevations resemble *C. savannarum*. However, they can be distinguished by the structure of the costa in transverse section with dorsal lamellae, basal laminal cells long-rectangular and pitted, and the leaf apex never ending in a hyaline hairpoint as is common in *C. savannarum*.

11. *Campylopus occultus* Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 86. 1869.

Fig. 43-46

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Abaíra, Campo de Ouro Fino, 19/I/1992, *Hind & Queiroz H50919* (SP); Boa Nova, 21/IV/2008, *Bonfim Santos 2234* (ALCB); Jacobina, 19/V/1978, *D.M. Vital 8086* (SP); Lençóis, Trilha para a Gruta do Lapão, 10/II/2007, *E.B. Valente 459* (HUEFS); Miguel Calmon, PESP, 22/IV/2003, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 3459* (ALCB); Mucugê, Trecho da Estrada Andaraí/Mucugê, 1/V/2001, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 2886* (ALCB); **Maranhão:** Caxias, 6/V/2006, *Brito & Conceição 6* (SP).

Substrates: Soil or rocks. Environments of occurrence: Campos Rupestres. Distribution: South America. In Brazil: BA, DF, ES, GO, MA, MG, MS, PA, PR, RJ, RR, RS, SC, SP.

Comments: This species can be distinguished from *C. heterostachys* by the alar cells undifferentiated, and from *C. fragilis* by the basal laminal cells not inflated, and of both by the greater thickness of the walls of the upper laminal cells.

12. *Campylopus pilifer* Brid. var. *pilifer*, Muscol. Recent. Suppl. 4: 72. 1819[1818].

Fig. 47-50

Selected specimens studied: **BRAZIL. Alagoas:** Monte Alegre, 19/I/1972, *D.M. Vital 1967* (SP); **Bahia:** Andaraí, Serra do Sincorá, 22/VII/1997, *Labiak* (SP322430); Boa Nova, Fazenda Vale das Águas, 21/IV/2008, *Bonfim Santos 2247* (ALCB); Ituaçu, Rio do Lajedo, 6/IV/2004, *Pirani et al. 5453* (SP); Lençóis, 10/VI/1981, *Boom & Mori 1081* (CEPEC); Miguel Calmon, PESP, 22/IV/2003, *C. Bastos 3618* (ALCB); Morro do Chapéu, 3/IV/1976, *D.M. Vital 6046* (SP); Mucugê, 1/V/2001, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 2896* (ALCB); Palmeiras, Morro do Pai Inácio, 13/II/1997, *Conceição 548* (SP), Vale do Capão, 15/II/2010, *Bonfim Santos 2390* (ALCB); Rio de Contas, Pico das Almas, 20/II/1987, *Harley et al. 24523* (SP); **Pernambuco:** Bonito, Parque Municipal de Bonito, 6/VIII/1998, *Gradstein* (UFP22016); Brejo da Madre de Deus, 28/III/1992, *Valdevino* (UFP8486).

Substrates: Soil or rocks. Environments of occurrence: Especially Campos Rupestres, but also in waterfalls at montane forests. Distribution: Widespread. In Brazil: AL, BA, CE, ES, MG, MT, PA, RJ, RR, RS, SP. New to PE.

Comments: *Campylopus pilifer* specimens exhibited variability in the leaves shape and their disposition along the stem. The basal portion of stems, typical of *C. pilifer*, exhibited erect leaves and long hyaline hairpoints, gradually modified towards the apex to more typical *C. julaceus* morphology with julaceous leaves, apiculate to mucronate apex, and a comal tuft. Gametophytes with both morphologies were also found growing together in the same population. It is possible that both recognized species belong to a single species, observed in reproductive stage (*C. julaceus*) or sterile stage (*C. pilifer*), since the morphology of julaceous leaves with terminal comal tuft is frequently observed in *Campylopus* specimens with gametangia. Additional studies including type material, and detailed analyses of morphology throughout the distributional range may answer this question.

13. *Campylopus richardii* Brid., Muscol. Recent. Suppl. 4: 73. 1819[1818].

Fig. 51-54

Specimens studied: **BRAZIL. Alagoas:** Boca da Mata, Serra da Naceia, 29/X/1980, *Andrade Lima 80_6662* (SP); **Bahia:** Palmeiras, Morro do Pai Inácio, 12/VI/1981, *Boom & Mori 1154* (SP); **Ceará:** Fortaleza, XI/1995, *O. Yano* (SP362042); Maranguape, Serra de Maranguape, 26/I/1997, *Almeida Neto & Silva 60* (SP); **Pernambuco:** Caruaru, Brejo dos Cavalos, 10/VIII/1998; *D.P. Costa et al. 3391* (RB); Bonito, 6/VIII/1998, *Gradstein* (UFP22382).

Substrates: Rocks. Environments of occurrence: Campos rupestres at Chapada Diamantina, Brejos de altitude, and inselbergs. Distribution: Neotropical. In Brazil: BA, CE, MG, PE, PR, RJ, RS, SC, SP. New to AL.

Comments: Macroscopically similar to *C. cuspidatus*. Anatomical structure in general also similar, with pitted cells throughout the lamina. However, pitted cells in *C. richardii* are stronger, and the thickness of the cell walls is also greater. Differences between these two species can also be observed in the structure of the costa in transverse section, *C. richardii* exhibits stereids only in the central portion, whereas *C. cuspidatus* has hyalocysts throughout the ventral surface of the costa.

14. *Campylopus savannarum* (Müll. Hal.) Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 85. 1869.

Dicranum savannarum Müll. Hal., Syn. Musc. Frond. 2: 596. 1851.

Fig. 55-58

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Abaíra, Campo de Ouro Fino, 19/I/1992, *Hind & Queiroz H50917* (SP); Alagoinhas, 1/IV/1976, *D.M. Vital 5960* (SP); Cachoeira, Pedra do Cavalo, 13/XII/1992, *C. Bastos 454* (ALCB); Caetitê, 13/V/1978, *D.M. Vital 7974* (SP); Camaçari, Guarajuba, 31/VII/1997, *C. Bastos 860* (ALCB); Camamu, Ilha Grande, Baía de Camamu, 29/III/1992, *Guimarães* (ALCB18578); Campo Formoso, Morro do Cruzeiro, 30/I/1993, *Oliveira et al. 319* (ALCB); Canudos, Estação Biológica de Canudos, 22/II/2009, *Filadelfo* (ALCB84378); Correntina, 3/II/1967, *D.M. Vital 1149* (SP); Ilhéus, 1/V/1992, *Oliveira 214* (ALCB); Itanagra, Nova Itapecirica, 5/I/2008, *T.J. Porto* (ALCB84381); Jacobina, Serra do Tombador, 23/XII/1984, *Harley et al. CFCR7506* (SP); Jaguaripe, Cações, 17/II/1993, *C. Bastos 479* (ALCB); Jequié, 26/I/1980, *D.M. Vital 8734* (SP); Maracás, 26/I/1980, *D.M. Vital 8734* (SP); Maraú, Baía de Camamú, 29/III/1992, *Guimarães* (SP241995); Mata de São João, Praia do Forte, 14/VI/1992, *A. G. Neto & Schultz* (ALCB18591); Miguel Calmon, PESP, 21/IV/2003, *C. Bastos 3443* (ALCB); Milagres, 31/III/1976, *D.M. Vital 5945* (SP); Morro do Chapéu, 3/IV/1976, *D.M. Vital 6025* (SP); Mucugê, Parque Municipal de Mucugê, 18/III/1998, *M.T.S. Stradmann* (ALCB37734); Palmeiras, Vale do Capão, 14/II/2010, *Bonfim Santos 2384* (ALCB); Rio de Contas, Estrada Real, 9/II/2010, *Bonfim Santos 2381* (ALCB); Serra Preta, 2/IV/1976, *D.M. Vital 5995* (SP); **Ceará:** Itapajé, Serra do Uruburetama, *H.C. Oliveira 1906* (HUVA); **Maranhão:** Caxias, Área de Proteção Ambiental Inhamum, 29/VI/2006, *Brito & Conceição 5* (SP); **Pernambuco:** Bonito 6/VIII/1998, *Germano* (UFP23200); Brejo da Madre de Deus, Bituri Grande, 13/XI/1991, *Valdevino* (UFP8484); Caruaru, Brejo dos Cavalos, 10/VIII/1998, *D.P. Costa et al. 3392* (RB); **Piauí:** Corrente, 28/V/1978, *D.M. Vital 8232* (SP); Piracuruca, Parque Nacional das Sete Cidades, 26/I/1976, *D.M. Vital 5411* (SP); **Sergipe:** Itabaiana, Estação Ecológica da Serra de Itabaiana, 24/I/1992, *O. Yano et al. 16528* (SP).

Substrates: Soil or rocks. Environments of occurrence: Montane regions above 500 meters, Caatinga, Cerrado, Restinga, and rarely at open areas inside the Atlantic forest. Distribution: Pantropical. In Brazil: AM, BA, CE, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PE, PI, PR, RJ, RR, SE, SP, TO.

Comments: *Campylopus savannarum* is recognizable by the basal marginal laminal cells conspicuously differentiated from the internal ones, which are quadrate or even wider than longer, in 3-5 rows. This species shows the greatest variability in leaf apex morphology, among members studied. In Bahia most specimens exhibited a very long

hyaline hairpoint, reaching to $\frac{1}{3}$ of the total length of the leaf, but this character may also be completely absent.

15. *Campylopus surinamensis* Müll. Hal., Linnaea 21: 186. 1848.

Fig. 59-62

Selected specimen studied: **BRAZIL. Bahia:** Alagoinhas, Campus II/UNEB, 29/VI/1995, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 684* (ALCB); Boa Nova, Fazenda Vale das Águas, 21/IV/2008, *Bonfim Santos 2259* (ALCB); Jaguaribe, Jacuruna, 29/VI/1991, *C. Bastos 246* (ALCB); **Pernambuco:** Caruaru, Brejo dos Cavalos, 10/VIII/1987, *K.C. Pôrto 2118* (UFP).

Substrates: Soil. Environments of occurrence: Open areas of Mata Atlantica domain. Distribution: Neotropical. In Brazil: AM, BA, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PI, RJ, RO, SP. New to PE.

Comments: The main distinctive character of *C. surinamensis* is the unusual pattern of disposal of the leaves on the stem, with basal and terminal tufts, and leaves adpressed along the stem. Each of these arrangements exhibit leaves of differing morphology and anatomy.

16. *Campylopus thwaitesii* (Mitt.) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1870-71: 417 (Gen. Sp. Musc. 1: 121). 1872.

Dicranum thwaitesii Mitt., J. Proc. Linn. Soc., Bot., Suppl. 1: 19. 1859.

Fig. 63-66

Selected specimen studied: **BRAZIL. Bahia:** Miguel Calmon, PESP, 17/XII/2005, *Bonfim Santos 159* (ALCB).

Additional studied specimen: *Campylopus thwaitesii* (Mitt.) A. Jaeger: **BRAZIL: São Paulo:** São Bernardo do Campo, 13/I/1976, *D.M. Vital 5385* (SP).

Substrates: Soil. Environments of occurrence: Campos rupestres. Distribution: Widespread. In Brazil: BA, DF, MG, RJ, SC, SP.

Comments: This species resembles *C. artocarpus*, differing only in the shape of the upper laminal cells, which are oval instead of quadrate, and by the absence of tomentum.

17. *Campylopus trachyblepharon* (Müll. Hal.) Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 80. 1869.

Dicranum trachyblepharon Müll. Hal., Syn. Musc. Frond. 1: 389. 1848.

Fig. 67-70

Selected specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Cairu, Ilha de Tinharé, 28/X/1996, *M. L. Guedes & Accioly* (ALCB28554); Camaçari, Arembepe, 21/V/1998, *C. Bastos 1160* (ALCB); Caravelas, III/2006, *Saporetti Junior et al. 15* (SP); Entre Rios, 28/V/1981, *Boom & Mori 990* (SP); Eunápolis, Estação Veracruz, 10/VI/1999, *S.B. Vilas Bôas-Bastos & C. Bastos 485* (ALCB); Ilhéus, 26/V/1991, *S.L. Oliveira & A.C. Messias 110* (SP); Itacaré, Campo Cheiroso, 15/XI/1992, *Oliveira 280* (CEPEC); Jaguaripe, Jacuruna, 15/IX/1985, *C. Bastos 26* (ALCB); Mata de São João, Praia do Forte, 22/V/1998, *C. Bastos 1177* (ALCB); Miguel Calmon, PESP, 21/IV/2003, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 3440* (ALCB); Morro do Chapéu, Ferro Doido, 20/I/2006, *Bonfim Santos 328* (ALCB); Mucugê, 1/V/2001, *C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 2884* (SP); Palmeiras, Vale do Capão, 15/II/2010, *Bonfim Santos 2389* (ALCB); Salinas das Margaridas, Encarnaçãõ 8/IV/1993, *C. Bastos 483* (ALCB); Salvador, Parque Metropolitano do Abaeté, 31/XII/1997, *C. Bastos 1035* (SP); Una, 28/VII/1993, *Oliveira 331* (CEPEC); **Sergipe:** Itabaiana, Estação Ecológica da Serra de Itabaiana, 24/I/1992, *O. Yano et al. 16511* (SP).

Substrates: Sandy soil. Environments of occurrence: Mainly Restingas, but also Campos Rupestres. Distribution: Brazil and Guianas. In Brazil: BA, ES, GO, MG, PR, RJ, RS, SC, SE, SP, TO.

Comments: *Campylopus lamellinervis* specimens were frequently determined as *C. trachyblepharon*, due to the similarity of the costa structure and possibly those identifying collections examined only the transverse section of the costa, ignoring the other characters. *Campylopus trachyblepharon* has gametophytes with erect, verticillate leaves. In *C. trachyblepharon* the basal laminal cells may be pitted or not, while in *C. lamellinervis*, the cells are always pitted. Immature specimens collected at Chapada Diamantina, with very short stems, were determined as *C. trachyblepharon* since basal laminal cells pitted were absent. Due to the small size of the plants, the verticillate disposal of the leaves were not apparent, but these specimens may also represent immature forms of *C. lamellinervis*, since adult *C. trachyblepharon* have not been collected in montane regions. *C. trachyblepharon* was the only other species, besides *C. filifolius*, to be found with sporophytes in the study area.

18. *Campylopus uleanus* (Müll. Hal.) Broth., Nat. Pflanzenfam. I(3): 333. 1901.

Dicranum uleanum Müll. Hal., Hedwigia 39: 258. 1900.

Fig. 71-74

Specimens studied: **BRAZIL. Bahia:** Jacobina, 19/V/1978, *D.M. Vital* 8089 (SP); Mucugê, 3/V/2008, Bonfim Santos 2290 (ALCB); **Sergipe:** Itabaiana, Estação Ecológica da Serra de Itabaiana, 24/I/1992, *O. Yano et al.* 16510 (SP).

Substrates: Rocks. Environments of occurrence: montane regions, open vegetation.

Distribution: Brazil. In Brazil: BA, GO, RJ, SC, SP. New to SE.

Comments: *Campylopus uleanus* and *C. surinamensis* can be distinguished of other species with ventral hyalocysts and basal laminal cells incrassate, by the upper laminal cells short-rectangular. It is possible to distinguish these two species by the disposition of the leaves, equally foliate stems in *C. uleanus* and varying along the stem in *C. surinamensis*. Both species also differ in their distribution patterns in Bahia, *C. uleanus* occurring only in the interior, and *C. surinamensis* restricted to the coastal region.

Three of the species studied are widespread, *C. fragilis*, *C. pilifer*, and *C. thwaitesii*, which have their wide distributional range related to the ancestral continent of Gondwana, where they supposedly had their origin (Stech & Dohrmann 2004; Stech & Wagner 2005). One species, *C. savannarum*, has a pantropical distributional pattern. Nine species have a neotropical distribution (*C. arctocarpus*, *C. carolinae*, *C. cuspidatus*, *C. filifolius*, *C. heterostachys*, *C. lamellinervis*, *C. richardii*, *C. surinamensis*, *C. trachyblepharon*). Three species are restrict to South America (*C. gardneri*, *C. julaceus*, *C. occultus*), and two are endemic to Brazil (*C. julicaulis*, *C. uleanus*).

The species with a wider distributional range in Northeastern Brazil is *C. savannarum*, followed by *C. trachyblepharon*.

Some problematic species groups were detected: 1) *C. arctocarpus* and *C. thwaitesii*, 2) *C. fragilis*, *C. heterostachys*, and *C. occultus*, 3) *C. julaceus* and *C. pilifer*, 4) *C. lamellinervis* and *C. trachyblepharon*. These four species groups require additional studies to a better delimitation of the differences between species.

Observations on the variability of some characters may be related to the age of the gametophytes, or the environmental conditions in which they grow. Since the length of hyaline hairpoints and degree of differentiation of the alar region vary with the age, the juvenile plants can be confused with other species. Additionally the dimension of the lumen of ventral cells of the costa and color of the plants vary with environmental conditions. Some of these characteristics have been employed in taxonomic keys,

differentiating major groups of species. These are not reliable characters and should not be employed due to their variability. In the key presented in this paper, these characters were avoided whenever possible.

Other characters have been demonstrated to have great taxonomic value. For Northeastern Brazil specimens leaf costa structure in transverse section, and color, shape, and wall thickness of basal laminal cells are characters useful in separating species. It is necessary to prepare transverse sections at about the midleaf, since the upper and basal portions of the leaf may appear similar between species. Combining these two data sets, it is possible to recognize most of the *Campylopus* species which occur in Bahia, with additional observation of other characters only for a few taxa.

The Northeastern region highlights within Brazil in relation to its bryophyte flora, for the occurrence of a representative number of *Campylopus* species faced to the 33 estimated for the country (Bonfim Santos, unpublished data). The Chapada Diamantina region, in the state of Bahia, deserves special attention due to the high level of diversity of *Campylopus* species, and by representing a link between the northeastern and southeastern Brazil floras, contributing to the species richness of Northeastern region.

Due to the low sporophyte frequency, the exploration of gametophyte characters for *Campylopus* taxonomy is fundamental, what diverges of the trend observed in some other bryophyte groups, like family Bryaceae, on which the sporophyte characters are determinant in the taxonomy.

Campylopus is recognized as a difficult genus taxonomically, however systematic studies as the present paper, which examined species morphology and assessed the characters with low variability along environmental conditions and developmental stages, can contribute significantly to clarifying various aspects of the taxonomy, leading to a better definition for the limits between species.

Excluded or doubtful records

Campylopus arctocarpus var. *caldensis* (Ångström) J.-P. Frahm – Specimens cited in the literature proved to belong to the typical variety. These varieties differ in the leaves, in var. *caldensis* reference material (Frahm s.n. (SP147008), in “Additional studied material”) the leaves are hamate, while in the specimens found in the study area, which belong to the typical variety, the leaves are falcate.

Campylopus dichrostis (Müll. Hal.) Paris – The specimen cited in the literature proved to belong to *C. savannarum*.

Campylopus subfalcatus (Hornsch.) A. Jaeger – Only known for the type locality in Bahia. Frahm (1991) asserts the type material could not be located during the preparation of his treatment, so the specimen may have been lost.

Campylopus widgrenii (Müll. Hal.) Mitt. – Access to cited material was not available.

Acknowledgements

We thank curators of ALCB, CEPEC, HUVA, RB, SP, and UFP for allowing access to the plant material, and IBAMA and SEMA/BA, for the concession of collection licenses. The first author would like to acknowledge CNPq, for the undergraduate research grant, and CAPES, for the present master's grant.

References

- Ab'Sáber, A. 2005. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3rd ed., Ateliê Editorial, São Paulo.
- Ahmed, J. & Frahm, J.-P. 2002. New records of *Campylopus extinctus* J.-P. Frahm (Musci, Dicranaceae) from SE-Brazil. **Tropical Bryology** **22**: 47-48.
- Buck, W.R. & Goffinet, B. 2000. Morphology and classification of mosses. Pp. 71-123. In: A.J. Shaw & B. Goffinet (eds.). **Bryophyte Biology**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fiaschi, P. & Pirani, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of Systematics and Evolution** **47**(5): 477-496.
- Frahm, J.-P. 1978. Übersicht der *Campylopus*-Arten der Anden. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** **44**: 483-524.
- Frahm, J.-P. 1979. Die *Campylopus*-Arten Brasiliens. **Revue Bryologique et Lichénologique** **45**: 127-178.
- Frahm, J.-P. 1981a. Ergänzungen zur *Campylopus*-Flora von Brasilien. **Cryptogamie, Bryologie Lichénologie** **2**: 441-448.
- Frahm, J.-P. 1981b. Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus*. **Revue Bryologique et Lichénologique** **41**(3): 321-332.
- Frahm, J.-P. 1988. The subantarctic and southern hemispheric species of *Campylopus* (Dicranaceae), with contributions to the origin and speciation of the genus. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** **64**: 367-387.
- Frahm, J.-P. 1991. Dicranaceae: Campyloporioideae, Paraleucobryoideae. **Flora Neotropica Monograph** **54**: 1-238.

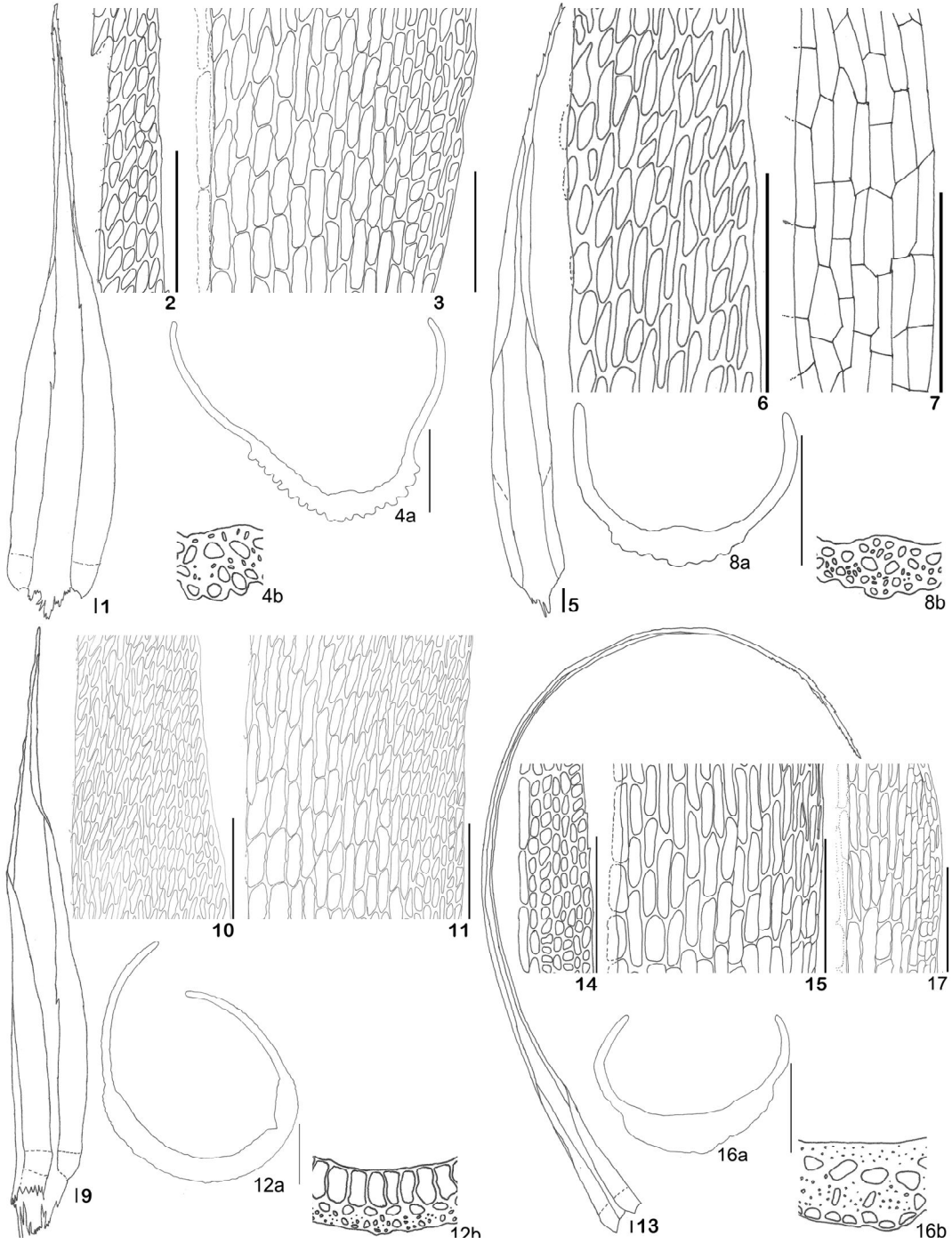
- Frahm, J.-P. 1996. *Campylopus extinctus* n. sp. (Musci, Dicranaceae), an apparently extinct species from Brazil. **The Bryologist** **99**: 218-220.
- Frahm, J.-P. 1999a. A type catalogue of Campylopodioideae and Paraleucobryoideae (Musci, Dicranaceae), Part II, *Campylopus*. **Tropical Bryology** **16**: 17-102.
- Frahm, J.-P. 1999b. Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVIII. **Tropical Bryology** **17**: 19-20.
- Frahm, J.-P. & Vitt, D.H. 1978. A taxonomic study of *Campylopus schimperi* and *C. subulatus* (Bryopsida: Dicranaceae) in North America. **Brittonia** **30**: 365-372.
- Goffinet, B. & Buck, W.R. 2004. Systematics of the Bryophyta (Mosses): from molecules to a revised classification. **Monographs on Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden** **98**: 205-239.
- Goffinet, B.; Buck, W.R. & Shaw, A.J. 2009. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. Pp. 55-138. In: B. Goffinet & A.J. Shaw (eds.). **Bryophyte Biology**, 2nd edition. Cambridge University Press, New York.
- Gradstein, S.R. & Sipman, H.J.M. 1978. Taxonomy and world distribution of *Campylopus introflexus* and *C. pilifer* (= *C. polytrichoides*): a new synthesis. **The Bryologist** **81**: 114-121.
- La Farge, C.; Mishler, B.D.; Wheeler, J.A.; Wall, D.P.; Johannes, K.; Schaffer, S. & Shaw, A.J. 2000. Phylogenetic relationships within the haplolepidaceous mosses. **The Bryologist** **103**: 257-276.
- La Farge, C.; Shaw, A.J. & Vitt, D.H. 2002. The circumscription of the Dicranaceae (Bryopsida) based on the chloroplast regions trnL-trnF and rps4. **Systematic Botany** **27**: 435-452.
- Sharp, A.J.; Crum, H. & Eckel, P.M. 1994. The moss flora of Mexico. **Memoirs of The New York Botanical Garden** **69**: 1-1113.
- Stech, M. 1999. A reclassification of Dicranaceae (Bryopsida) based on non-coding cpDNA sequence data. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** **86**: 137-159.
- Stech, M. 2004. Supraspecific circumscription and classification of *Campylopus* (Dicranaceae, Bryopsida) based on inferences from sequence data. **Systematic Botany** **29**: 817-824.
- Stech, M. & Dohrmann, J. 2004. Molecular relationships and biogeography of two Gondwanan *Campylopus* species, *C. pilifer* and *C. introflexus* (Dicranaceae).

Monographs on Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 98:
415-432.

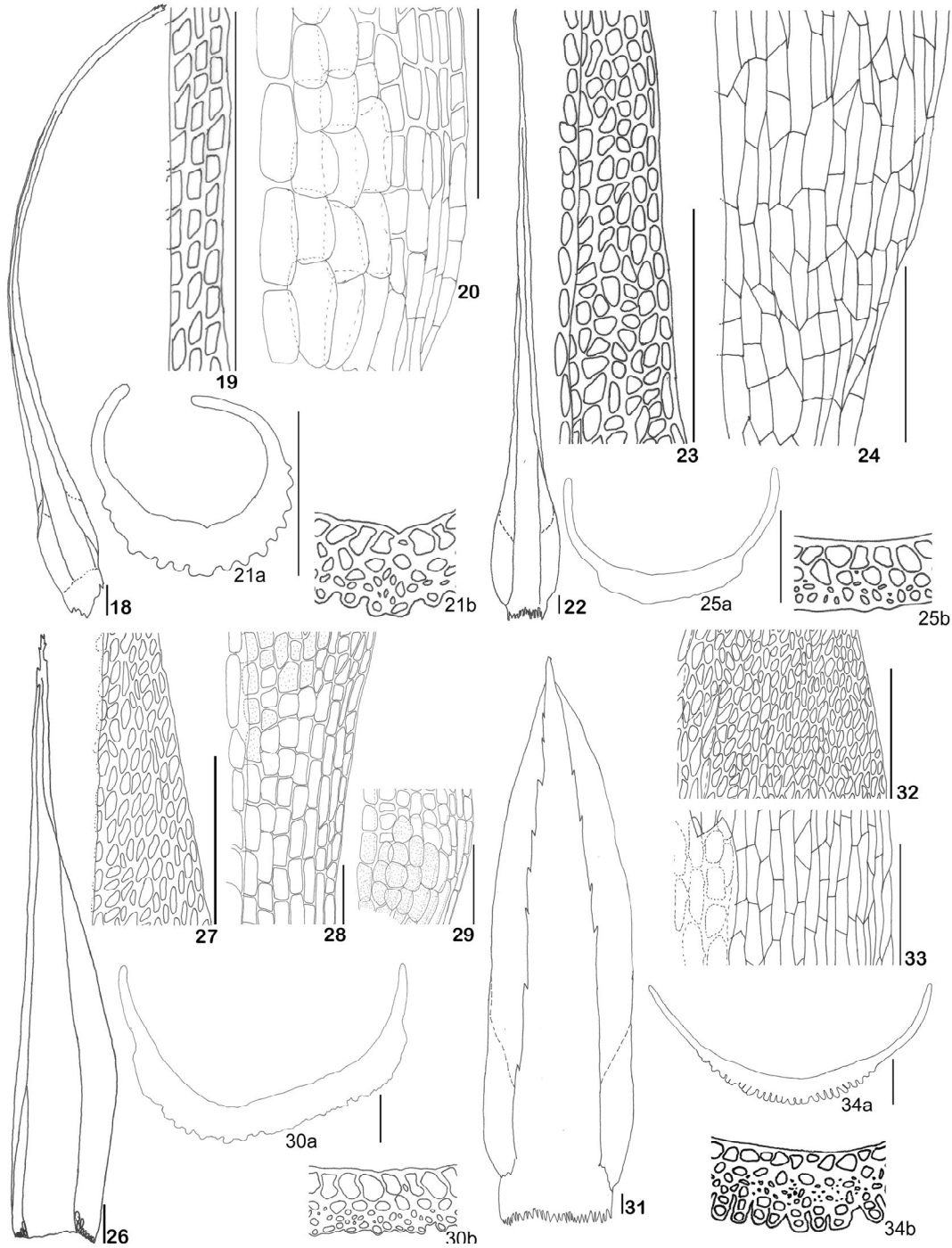
- Stech, M. & Wagner, D. 2005. Molecular relationships, biogeography, and evolution of Gondwanan *Campylopus* species (Dicranaceae, Bryopsida). **Taxon 54**: 377-382.
- Takaki, N. 1967. A revision of Japanese *Campylopus*. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory 30**: 231-248.
- Yano, O. 1981. A checklist of Brazilian mosses. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory 50**: 279-456.
- Yano, O. 1989. An additional checklist of Brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory 66**: 371-434.
- Yano, O. 1995. A new additional annotated checklist of Brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory 78**: 137-182.
- Yano, O. 2006. Novas adições ao catálogo de briófitas brasileiras. **Boletim do Instituto de Botânica 17**: 1-142.
- Yano, O. 2010. **Levantamento de novas ocorrências de briófitas brasileira**. 1st ed., Arbeit, São Paulo.
- Yano, O. & Peralta, D.F. 2006a. Briófitas coletadas por Daniel Moreira Vital no Estado da Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica 18**: 33-73.
- Yano, O. & Peralta, D.F. 2006b. Novas ocorrências de briófitas para os estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro 64**: 287-297.
- Yano, O. & Pôrto, K.C. 2006. Diversidade das briófitas das matas serranas do Ceará, Brasil. **Hohnea 33**: 7-39.
- Yano, O.; Bordin, J. & Peralta, D.F. 2009. Briófitas dos estados do Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte (Brasil). **Hoehnea 36**: 387-415.

Legends of the figures

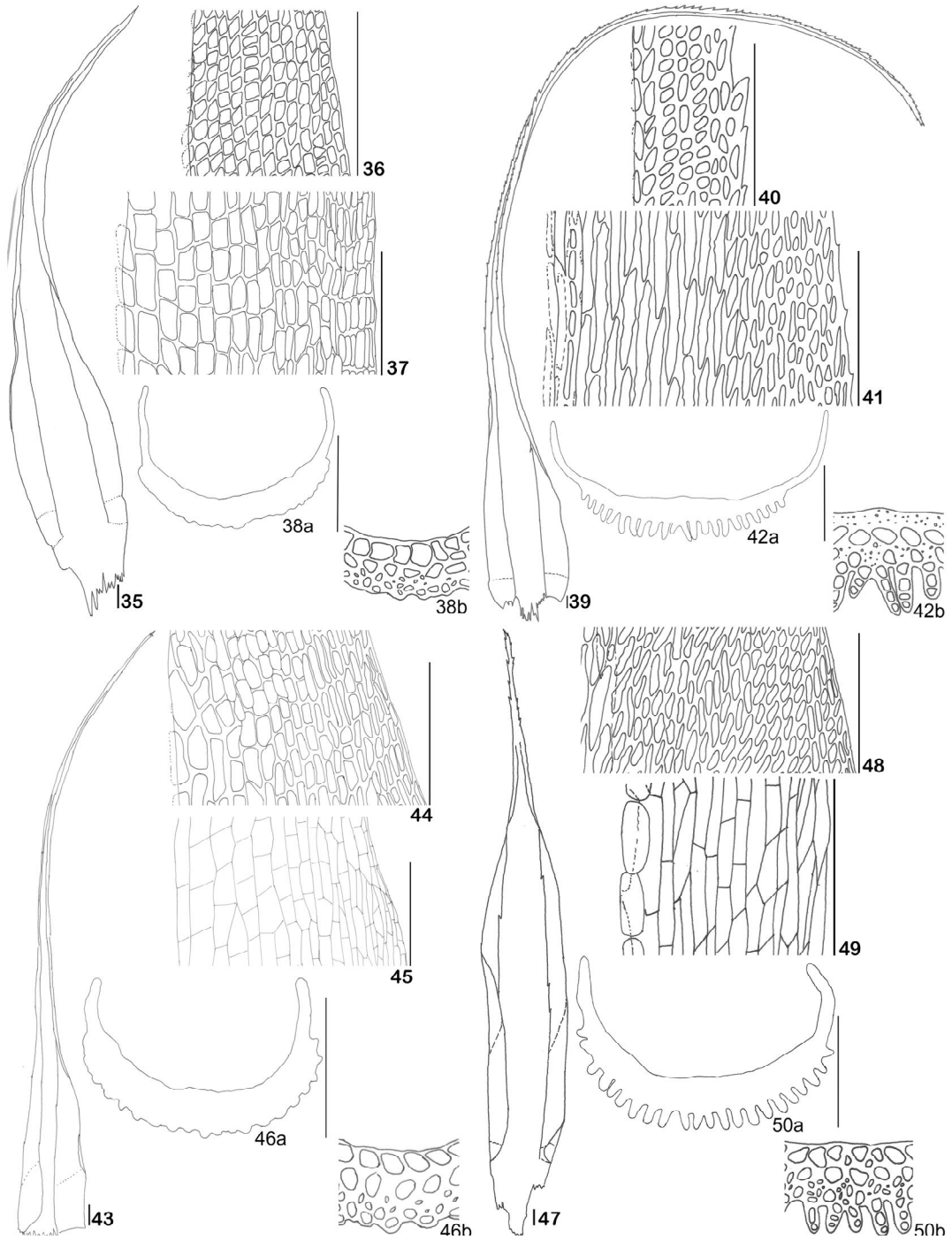
Figures 1-4. *Campylopus arctocarpus* (Hornsch.) Mitt. (*Visnadi & D.M. Vital 2616*). 1. Leaf. 2. Upper laminal cells. 3. Basal laminal cells. 4. Transverse section of leaf. 4a. General view. 4b. Detail. 5-8. *C. carolinae* Grout (*Schäfer-Verwimp & Verwimp 8700*). 5. Leaf. 6. Upper laminal cells. 7. Basal laminal cells. 8. Transverse section of leaf. 8a. General view. 8b. Detail. 9-12. *C. cuspidatus* (Hornsch.) Mitt. (*C. Bastos 3783*). 9. Leaf. 10. Upper laminal cells. 11. Basal laminal cells. 12. Transverse section of leaf. 12a. General view. 12b. Detail. 13-16. *C. filifolius* var. *humilis* (Mont.) J.-P. Frahm (*D.M. Vital 8033*). 13. Leaf. 14. Upper laminal cells. 15. Basal laminal cells. 16. Transverse section of leaf. 16a. General view. 16b. Detail. 17. *C. filifolius* (Hornsch.) Mitt. var. *filifolius* (*E.B. Valente 518*), basal laminal cells. Unlabeled scale bars = 100 μm .



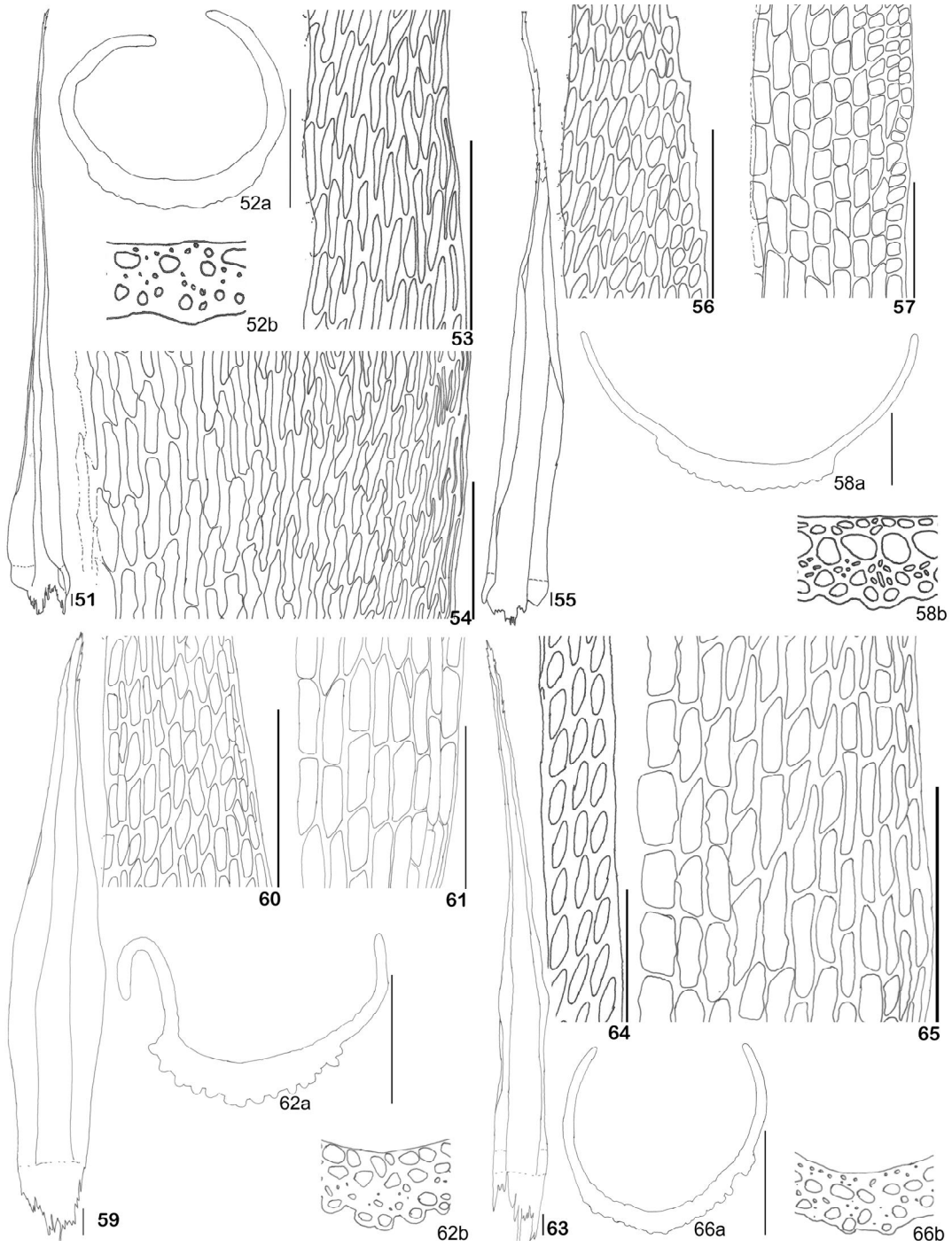
Figures 18-21. *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. (M. Bonfim Santos 247).
18. Leaf. 19. Upper laminal cells. 20. Basal laminal cells. 21. Transverse section of leaf.
21a. General view. 21b. Detail. 22-25. *C. gardneri* (Müll. Hal.) Mitt. (D.M. Vital 6095).
22. Leaf. 23. Upper laminal cells. 24. Basal laminal cells. 25. Transverse section of leaf.
25a. General view. 25b. Detail. 26-30. *C. heterostachys* (Hampe) A. Jaeger (E.B. Valente 703).
26. Leaf. 27. Upper laminal cells. 28. Basal laminal cells. 29. Alar cells.
30. Transverse section of leaf. 30a. General view. 30b. Detail. 31-34. *C. julaceus* A. Jaeger (D.M. Vital 6045).
31. Leaf. 32. Upper laminal cells. 33. Basal laminal cells. 34. Transverse section of leaf.
34a. General view. 34b. Detail. Unlabeled scale bars = 100 μm .



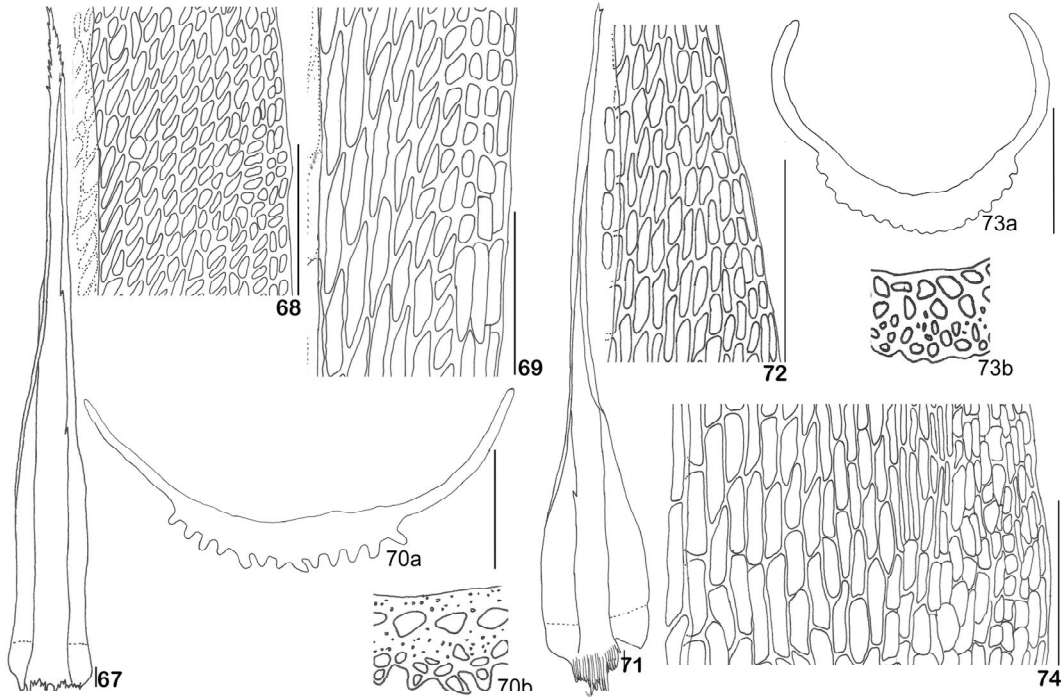
Figs. 35-38. *Campylopus julicaulis* Broth. (A. Mendonça s.n.). 35. Leaf. 36. Upper laminal cells. 37. Basal laminal cells. 38. Transverse section of leaf. 38a. General view. 38b. Detail. 39-42. *C. lamellinervis* (Müll. Hal.) Mitt. (D.M. Vital 6026). 39. Leaf. 40. Upper laminal cells. 41. Basal laminal cells. 42. Transverse section of leaf. 42a. General view. 42b. Detail. 43-46. *C. occultus* Mitt. (C. Bastos & S.B. Vilas Bôas-Bastos 3459). 43. Leaf. 44. Upper laminal cells. 45. Basal laminal cells. 46. Transverse section of leaf. 46a. General view. 46b. Detail. 47-50. *C. pilifer* Brid. (Visnadi & D.M. Vital 2624). 47. Leaf. 48. Upper laminal cells. 49. Basal laminal cells. 50. Transverse section of leaf. 50a. General view. 50b. Detail. Unlabeled scale bars = 100 μm .



Figs. 51-54. *Campylopus richardii* Brid. (*Boom & Mori 1154*). 51. Leaf. 52. Transverse section of leaf. 52a. General view. 52b. Detail. 53. Upper laminal cells. 54. Basal laminal cells. 55-58. *C. savannarum* (Müll. Hal.) Mitt. (*D.M. Vital 1149*). 55. Leaf. 56. Upper laminal cells. 57. Basal laminal cells. 58. Transverse section of leaf. 58a. General view. 58b. Detail. 59-62. *C. surinamensis* Müll. Hal. (*C. Bastos 246*). 59. Leaf. 60. Upper laminal cells. 61. Basal laminal cells. 62. Transverse section of leaf. 62a. General view. 62b. Detail. 63-66. *C. thwaitesii* (Mitt.) A. Jaeger (*M. Bonfim Santos 159*). 63. Leaf. 64. Upper laminal cells. 65. Basal laminal cells. 66. Transverse section of leaf. 66a. General view. 66b. Detail. Unlabeled scale bars = 100 µm.



Figs. 67-70. *Campylopus trachyblepharon* (Müll. Hal.) Mitt. (S.L. Oliveira & A.C. Messias 110). 67. Leaf. 68. Upper laminal cells. 69. Basal laminal cells. 70. Transverse section of leaf. 71a. General view. 71b. Detail. 71-74. *C. uleanus* (Müll. Hal) Broth. (D.M. Vital 8089). 71. Leaf. 72. Upper laminal cells. 73. Basal laminal cells. 74. Transverse section of leaf. 74a. General view. 74b. Detail. Unlabeled scale bars = 100 μm .



5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na região Nordeste do Brasil, 18 espécies do gênero *Campylopus* Brid. tiveram ocorrência confirmada.

Campylopus fragilis (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. *fragilis* foi registrada pela primeira vez para o Brasil, anteriormente só havendo registros da subsp. *fragiliformis*, considerada uma vicariante, para o Sudeste do país (Frahm 1990). Algumas espécies foram registradas pela primeira vez para os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Sergipe (Tabela 1).

A maior parte das espécies ocorreu em regiões de maior altitude, com destaque para a região da Chapada Diamantina, no estado da Bahia, com 15 das 18 espécies registradas para toda a região Nordeste do Brasil. É interessante destacar este dado, pois a literatura publicada discute que a origem do gênero *Campylopus* possivelmente ocorreu na região temperada subantártica, e a ocupação das regiões tropicais decorreu posteriormente com transição das plantas aproveitando as regiões de maior altitude, com clima mais similar às condições originais do gênero. Poucas espécies conseguiram sofrer modificações se adaptando às regiões de menor altitude nos trópicos (Frahm 1988, 1990). Os resultados deste trabalho de certa maneira corroboram esta concepção da origem e evolução do gênero, pois a maior riqueza de espécies na Chapada Diamantina pode ser interpretada como resultado deste processo. As espécies conseguiram ascender nas latitudes menores vindo do Sudeste do Brasil, desde Minas Gerais, pela Cadeia do Espinhaço, e teriam limitações em alcançar as demais regiões no Nordeste devido à descontinuidade de ambientes com maior altitude. Além disso, as altitudes encontradas são menores que na Chapada Diamantina, o que dificultaria a adaptação das plantas.

As espécies encontradas colonizaram principalmente substratos rochosos e arenosos. A ocorrência em outros substratos (troncos vivos ou em decomposição) se restringiu a poucos táxons (*C. arctocarpus*, *C. filifolius*, *C. julicaulis*, *C. occultus*), sendo rara mesmo entre estes.

Com este estudo, verificou-se que os caracteres mais relevantes taxonomicamente em espécimes de *Campylopus* estão na estrutura da costa em secção transversal e no padrão de areolação das células laminares basais e superiores. As células das quatro camadas que em geral compõem a costa do filídio variam em forma, número, e em seu arranjo. As camadas ventral e dorsal se apresentam em combinações

de características típicas para cada espécie. Já as células laminares variam em forma, grau de espessamento da parede, e na ausência ou frequência de pontuações na parede celular. Os padrões de células existentes na lâmina do filídio, especialmente na porção basal, são fixos para cada espécie. Já outras características das plantas como ápices hialinos pilíferos ou regiões alares diferenciadas podem contribuir para a determinação de espécimes, porém devem ser utilizadas com cautela em chaves de identificação, pois podem variar segundo condições ambientais ou idade dos gametófitos estudados.

O guia de estudo apresentado neste trabalho esclarece a morfologia do gênero e se propõe a servir como um auxílio na compreensão das descrições morfológicas das espécies.

Tabela 1. Táxons de *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) ocorrentes no Nordeste do Brasil, e sua distribuição na região, no país, e no mundo. Estados marcados com * representam novos registros obtidos a partir deste trabalho.

Táxon	Distribuição no Nordeste do Brasil	Distribuição no Brasil	Distribuição geral
<i>C. arctocarpus</i> (Hornsch.) Mitt.	BA, CE*, PE*, PI	GO, MG, RJ, RS, SC, SP	Neotropical
<i>C. carolinae</i> Grout	BA, PE*	DF, MG, MT, PA, SP	Disjunta no Brasil e SE América do Norte
<i>C. cuspidatus</i> (Hornsch.) Mitt.	BA	MG, RJ	Sudeste do Brasil e América Central
<i>C. filifolius</i> (Hornsch.) Mitt. var. <i>filifolius</i>	BA, CE, PE	AM, ES, MG, PR, RJ, RR, RS, SC, SP	Neotropical
<i>C. filifolius</i> var. <i>humilis</i> (Mont.) J.-P. Frahm	BA, CE, PE*	AM, MG, PR, RJ, SC, SP	Neotropical
<i>C. fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. <i>fragilis</i>	BA*, PI*		Subcosmopolita
<i>C. gardneri</i> (Müll. Hal.) Mitt.	BA, CE, PE, PI	GO, MT, PA, RJ	Brasil e Paraguai
<i>C. heterostachys</i> (Hampe) A. Jaeger	BA, CE, PI	GO, MG, MT, PR, RJ, RR, RS, SP	Neotropical
<i>C. julaceus</i> A. Jaeger	BA	MG, PR, RJ, RS, SC, SP	América do Sul
<i>C. julicaulis</i> Broth.	BA	PR, RJ, RS, SC, SP	Sudeste do Brasil
<i>C. lamellinervis</i> (Müll. Hal.) Mitt.	BA, PE, PI, SE*	MG, PR, RJ, RS, SC, SP	Neotropical
<i>C. occultus</i> Mitt.	BA, MA	DF, ES, GO, MG, MS, PA, PR, RJ, RR, RS, SC, SP	América do Sul
<i>C. pilifer</i> Brid.	AL, BA, CE, PE*	ES, MG, MT, PA, RJ, RR, RS, SP	Subcosmopolita
<i>C. richardii</i> Brid.	AL*, BA, CE, PE	MG, PR, RJ, RS, SC, SP	Neotropical
<i>C. savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	BA, CE, MA, PE, PI, SE	AM, GO, MG, MS, MT, PA, PR, RJ, RR, SP, TO	Pantropical
<i>C. surinamensis</i> Müll. Hal.	BA, MA, PE*, PI	AM, ES, GO, MG, MT, PA, RJ, RO, SP	Neotropical
<i>C. thwaitesii</i> (Mitt.) A. Jaeger	BA	DF, MG, RJ, SC, SP	Subcosmopolita
<i>C. trachyblepharon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	BA, SE	ES, GO, MG, PR, RJ, RS, SC, SP, TO	Brasil e Guianas
<i>C. uleanus</i> (Müll. Hal.) Broth.	BA, SE*	GO, RJ, SC, SP	Brasil

6. CONCLUSÕES GERAIS

A região Nordeste, com 18 espécies de *Campylopus*, abriga mais da metade das 33 espécies estimadas para o Brasil. Considerando este dado, o presente estudo consiste numa contribuição significativa para o conhecimento do gênero no país.

Apesar de *Campylopus* ser um gênero reconhecido pela sua taxonomia, estudos sistemáticos do gênero, como este trabalho, que investiguem a morfologia das espécies em busca de caracteres com baixa variabilidade em função do estágio de vida e condições ambientais, podem contribuir significativamente para o esclarecimento desta taxonomia, conduzindo a uma melhor definição dos limites entre espécies.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRAHM, J.-P. 1988. The Subantarctic and Southern Hemispheric species of *Campylopus* (Dicranaceae), with contributions to the origin and speciation of the genus. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 64: 367-387.
- FRAHM, J.-P. 1990. *Campylopus*, a modern and successful genus !? Tropical Bryology, 2: 91-101.

8. RESUMO

O gênero *Campylopus* Brid. possui ca. 165 espécies no mundo. Trata-se de um gênero com diversos problemas taxonômicos. No que tange à sua circunscrição, é difícil separá-lo de outros gêneros proximamente relacionados, e quanto à delimitação entre espécies, existem muitas descrições convergentes, que chegam a impossibilitar a identificação de espécimes. Em decorrência da desatualização do conhecimento acerca da ocorrência do gênero no Brasil, justifica-se a realização deste trabalho, cujos objetivos são: fornecer uma lista revisada e atualizada das espécies com ocorrência na região Nordeste, com dados sobre a distribuição das espécies, incluindo comentários das espécies, ilustrações representativas e uma chave de identificação adequada, e alcançar um maior nível de delimitação taxonômica entre as espécies trabalhadas, contribuindo para o esclarecimento da taxonomia do gênero, facilitando a identificação dos espécimes coletados na região e no restante do país. Cerca de 600 amostras foram estudadas, a partir das quais foi identificada a ocorrência de 18 espécies de *Campylopus* para a área de estudo. *C. fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. *fragilis* é reportada pela primeira vez para o Brasil, e algumas espécies são referidas pela primeira vez para estados do Nordeste. A região Nordeste possui mais de metade da riqueza de espécies do gênero *Campylopus* estimada para o Brasil, o que garante a importância deste estudo para o conhecimento do gênero no país. Para os espécimes estudados, a estrutura da costa do filídio em secção transversal, e os padrões de coloração, espessamento, pontuações e forma das células laminares basais são os caracteres mais eficientes taxonomicamente, sendo bastante úteis na separação entre espécies. Além da flora do gênero para a região, foi produzido um guia de estudo do gênero, para facilitar o estudo de espécimes. Apesar de *Campylopus* ser reconhecido por sua complexidade taxonômica, estudos sistemáticos do gênero, como este trabalho, que investiguem a morfologia das espécies em busca de caracteres com baixa variabilidade em função do estágio de desenvolvimento e condições ambientais, podem contribuir significativamente para o esclarecimento desta taxonomia, conduzindo a uma melhor definição dos limites entre espécies.

9. ABSTRACT

The genus *Campylopus* Brid. has about 165 species around the world. This is a genus where many taxonomical problems can be recognized. These problems are related to its circumscription, being hard to separate *Campylopus* from other closely related genera, and also related to the species delimitation, with many convergent descriptions, that can impossibilite determination of specimens. Considering the outdated of the knowledge on the occurrence of the genus in Brazil, the realization of this work is justified. The objectives are: to provide a revised and updated list of species with occurrence at the Northeastern region of Brazil, with data on species distribution, including comments on the species, representative illustrations and an adequate taxonomic key, and reach a higher level of taxonomic delimitation between the species treated, contributing to the understanding of the genus taxonomy, facilitating the determination of specimens collected in the region and elsewhere in the country. Above 600 specimens were studied, from which was recognized the occurrence of 18 species of *Campylopus* for the study area. *C. fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. *fragilis* is reported for the first time to Brazil, and some species are reported for the first time to States within the Northeastern region. This region possess more than half of the species richness of genus *Campylopus* estimated to Brazil, what guarantees the importance of this study to the knowledge of the genus in the country. For the specimens studied, leaf costa structure in transverse section, and patterns of color, thickening, pitted walls and shape of basal laminal cells are the characteristics most efficient taxonomically, being very useful in the separation of species. Besides the flora of the genus for the region, it was produced a study guide for the genus, to facilitate the study of specimens by other researchers. Although *Campylopus* is a genus recognized by its taxonomic complexity, systematic studies as this work, that investigate species morphology searching for characteristics with low variability from development state or environmental conditions, may contribute significantly for the understanding of this taxonomy, leading to a better definition of the boundaries between species.

10. ÍNDICE REMISSIVO DOS TÁXONS DE *CAMPYLOPUS* BRID. COM OCORRÊNCIA NO NORDESTE DO BRASIL

C. arctocarpus 29, 31, **32**, 42, 44, 49, 50, 59, 61

C. carolinae 29, 30, **33**, 36, 44, 49, 50, 61

C. cuspidatus 30, **33**, 40, 44, 49, 50, 61

C. filifolius 29, 31, 32, **33**, 34, 35, 44, 49, 50, 59, 61

C. filifolius var. *filifolius* 32, **34**, 35, 49, 50, 61

C. filifolius var. *humilis* 29, 34, **35**, 49, 50, 61

C. fragilis subsp. *fragilis* 26, 29, 30, **35**, 36, 37, 39, 44, 51, 52, 59, 61, 63, 64

C. gardneri 16, 30, 33, **36**, 44, 51, 52, 61

C. heterostachys 29, **36**, 37, 39, 44, 51, 52, 61

C. julaceus 30, **37**, 40, 44, 51, 52, 61

C. julicaulis 30, **38**, 44, 53, 54, 59, 61

C. lamellinervis 29, 30, **38**, 43, 44, 53, 54, 61

C. occultus 30, 37, 38, **39**, 44, 53, 54, 59, 61

C. pilifer var. *pilifer* 14, 29, 30, 37, **39**, 40, 44, 53, 54, 61

C. richardii 29, 30, 33, **40**, 44, 55, 56, 61

C. savannarum 16, 31, 38, **40**, 41, 44, 45, 55, 56, 61

C. surinamensis 19, 29, 30, **42**, 44, 55, 56, 61

C. thwaitesii 31, **42**, 44, 55, 56, 61

C. trachyblepharon 14, 30, **42**, 43, 44, 57, 58, 61

C. uleanus 29, 30, **43**, 44, 57, 58, 61

ANEXOS

ANEXO 1. NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO PARA A TROPICAL BRYOLOGY

Instructions to Authors

General Information. Manuscripts covering all aspects of bryological research in the tropics can be submitted for publication in *Tropical Bryology*. The preferred manuscript language is English. Alternatively manuscripts can be submitted in French, Spanish, or Portuguese, in this case however, an extensive English summary is required with English tables, figures and legends. Authors writing in English as their non-native language should consult a native speaker for help.

Before submission, authors should consult a recent issue of *Tropical Bryology* as a guideline for style and format. We encourage authors to submit manuscripts via e-mail attachments to one of the editors. Manuscripts incompatible with the following instructions will not be accepted for review or publication.

Manuscript Layout. The text of the manuscript should be a MS Word document using a common font such as Times (12 pt). Manuscripts should be typed double-spaced on numbered pages in standard A4 format with a 2.5 cm margin all around. The title should be followed by the name and address of each author and a short, informative abstract (max. 300 words) as well as max. of 6 Keywords. Acknowledgements may be inserted near the end of the paper, preceding the references. Literature cited, tables and figure legends should be at the end of the manuscript. Figures need to be submitted in a separate file in jpg, tif or pdf format.

Avoid footnotes and any character type formatting (e.g. underlining) other than boldface for headings and italics for scientific names at genus level and below or for gene descriptors (e.g. *trnL*). Measurement results should be given in metric-system units and carried out to the same decimal level (e.g. 5.3-6.0 mm, not 5.3-6 mm).

References. References should be cited in the text by author and date as Smith (1988), Smith & Smith (1988), Smith et al. (1988), (Smith 1988, Smith & Smith 1988). At the end of the paper references should be given in alphabetical order and in full; titles of journals are *not* to be abbreviated.

Specimen and Sequence Data. Each taxon treated in detail should be cited with taxonomic authorship in at least one appropriate location (e.g. at first mention, or in a table). Authors should be abbreviated following Brummitt and Powell's Authors of Plant Names. It may be appropriate to cite a reference indicating what

nomenclature is being followed. However, nomenclature must conform to the currently effective regulations in the International Code of Botanical Nomenclature. Citation of specimens must be very concise. Instead of long detailed lists of specimens, briefly state representative specimens or distribution maps, or both. The date of collection is given only if a collection number is lacking. Herbarium designations are those of Index Herbariorum. Authors of manuscripts based upon author-collected specimens must have legally collected the specimens. Evidence of collections made without proper authorization or where the collector has violated conditions upon which the permission was given will result in manuscripts being rejected prior to review. Molecular sequence data must be available from a public database (e.g. GenBank,) when the corresponding paper is published. Whenever possible, sequences should be associable with publicly accessible morphological voucher specimens. Provide the respective accession and collection numbers. For phylogenetic data such as trees and matrices, the editors also sincerely recommend deposition in a public database (e.g. www.treebase.org).

Tables and Figures. Tables and Figures should be numbered sequentially as they are mentioned throughout the article. Within figures, letters, numbers, or arrows may be used to indicate features of special interest. Magnifications should be indicated directly on the illustrations by means of scale bars. Tables should follow the figure legends at the end of the manuscript. Table legends should explain the content of the table fully, and should be placed above the table. All explanatory material must be in the legend, and not placed in footnotes. **Tables, figures and legends need to be in English.**

Editing and Printing. Upon acceptance of the manuscript, the authors must provide a revised (and "ready to publish") electronic version. Proofs will be sent directly to the corresponding author as an e-mail attachment from the editors. Proofs must be printed out, corrected immediately and returned to the Editor by fax or priority mail or can be marked electronically and returned that way.

Authors will receive a free facsimile file in pdf-format. The latter allows the distribution of reprints by e-mail or to post the file on homepages for downloading.

ANEXO 2. NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO PARA A ACTA BOTANICA BRASILICA

<http://www.botanica.org.br/acta/ojs>

ISSN 1677-941X (online) / 0102-3306 (print)

**ACTA
BOTANICA
BRASILICA****DIRETRIZES PARA AUTORES**

A Acta Botanica Brasilica (Acta bot. bras.) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à Acta bot.bras. devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

Sumário do Processo de Submissão. Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente [Submissões On-line](#). **Não envie documentos impressos pelo correio.** O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação.

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como **documentos suplementares**. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de '[Cadastro](#)' e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em '[Esqueceu sua senha](#)'.

O processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso [Suporte Técnico](#).

Custos de publicação. O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for **associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será

cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, **sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es)**. Aos autores não-associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados)**. Consulte o Editor-Chefe para maiores detalhes.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

Publicação e processo de avaliação. Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, **desde que esteja logado no sistema da Revista**.

Preparando os arquivos. Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente.

O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC. O documento deverá ser compatível com a versão 2002. Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. **O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela.** Estas deverão ser submetidas como **documentos suplementares**, separadamente.

O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e

tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o [Editor-Chefe](#).

Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. DOCUMENTO PRINCIPAL

1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações:

a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo.

b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.

c) Autor para contato e respectivo e-mail. **O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.**

1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações:

a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.

b) ABSTRACT: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética.

Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.

1.3. Terceira página e subseqüentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em **Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas**, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).

1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter:

- abordagem e contextualização do problema;
- problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;
- conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;
- objetivos.

1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra

em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.

1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. **Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares.** Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). **Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.**

Exemplos:

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae. Hoehnea* 33(2): 38-45.

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: *Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica*. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Oxford, Pergamon Press.

Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. *Evolution of microsporogenesis in Angiosperms*. <http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> (acesso em 03/01/2006).

Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes.

1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada

figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico.

Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo).

Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg⁻¹, µmol m⁻² s⁻¹, mg L⁻¹. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas.

Para normatização do uso de **notações matemáticas**, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado.

Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).

Exemplo:

BRASIL. São Paulo: Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente,

indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm. 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr. 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em *itálico*. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

2.1. Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da *Acta Botanica Brasilica*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como "figuras". **Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.**

Não envie figuras com legendas na base das mesmas. **As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.**

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig. 1, por exemplo).

As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna.

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores

apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível.

Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). **Contudo, atenção!** Como na editoração final dos trabalhos, o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels.

Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho.

As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A *Acta Botanica Brasílica* não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades 'Máxima' (Maximum).

O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft® Word.

Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras.

É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

2.3. Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser sequencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público.

Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.

ANEXO 3. COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DE MANUSCRITO À ACTA BOTANICA
BRASILICA



Marina Santos <marinabs@gmail.com>

[ABB] Agradecimento pela Submissão

Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos <acta@botanica.org.br>
Para: Marina Bonfim Santos <marinabs@gmail.com>

15 de janeiro de 2011 22:15

Prezado(a) Marina Bonfim Santos,

Informamos que o processo de submissão do manuscrito "The genus *Campylopus* Brid. (Bryophyta, Leucobryaceae) in Northeastern Brazil" no Sistema de Submissões Eletrônicas da Acta Botanica Brasilica foi concluído com sucesso.

A partir de agora sempre que precisar consultar a situação de seu manuscrito, basta se logar no sistema utilizando os dados oferecidos:

URL do Manuscrito:

<http://acta.botanica.org.br/ojs/index.php/acta/author/submission/1686>

Login: marinabs

Em caso de dúvidas, ou algum tipo de dificuldade, por favor, pedimos que encaminhe um e-mail para a srta. Queila Cardoso, assistente da editoria, por meio do endereço acta@botanica.org.br.

Agradecemos pela confiança na escolha da Revista Acta Botanica Brasilica para submeter o seu trabalho e ratificamos que nossa Equipe Editorial tomará todas as providências para que a tramitação de seu manuscrito ocorra sem nenhum tipo de dificuldade.

Cordialmente,

Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

Editor Chefe da Acta Botanica Brasilica
Departamento de Ciências Biológicas – UEFS
Feira de Santana - BA, Brasil
tel. + 55 75 3226-1113
acta@botanica.org.br

Acta Botanica Brasilica
www.acta.botanica.org.br/ojs/index.php/acta
ou
www.scielo.br/abb
