

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**ESTUDOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E DO  
DESENVOLVIMENTO EM CYATHEACEAE (PTERIDOPHYTA)  
NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

**JAIRO LIZANDRO SCHMITT**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Günter Windisch**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências: Botânica.

Porto Alegre, novembro de 2005.

## **Homenagem especial**

À minha amada esposa Cristina pela  
companhia nos trabalhos de campo,  
pela sua paciência, dedicação e  
incentivo.

Ao meu filho amado Matheus pelo  
seu sorriso lindo e palavras  
motivadoras.

Ao meu pai Arui C. Schmitt e à minha  
mãe Marina H. M. Schmitt por tudo.

## AGRADECIMENTOS

A gratidão tem três formas: um sentimento no coração, uma expressão em palavras e uma dádiva em retorno (George Herbert). Nesse momento especial desejo expressá-la:

Ao Dr. Paulo Günter Windisch pela valiosa orientação durante a realização desta pesquisa, por acreditar no meu potencial e investir na minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo.

Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado.

À secretaria municipal do meio ambiente de Novo Hamburgo, pela autorização para a realização da pesquisa, no Parque Henrique Luiz Roessler.

À Irene Silveira de Souza por disponibilizar as dependências da sede do Parque Henrique Luiz Roessler.

À Sra. Zalir Emília de Lima e à Sra. Janete Teresinha da Conceição por autorizarem o trabalho de campo no Turiscampo.

Ao Dr. Jorge Luiz Waechter pelos seus ensinamentos em aula, pelo esclarecimento de dúvidas, pelo auxílio para localizar populações de plantas e companhia no campo.

À Dra. Lana Sylvestre pelo auxílio na identificação das espécies de *Asplenium*.

Ao meu amigo e aluno Ismael Franz pelo seu incansável auxílio nos trabalhos de campo, na solução de vários problemas de informática e na formatação das figuras, tabelas e textos aqui apresentados.

Ao Eduardo Luiz Burmeister, Paulo Henrique Schneider e Rodrigo Fleck pelo auxílio nos trabalhos de campo.

À Maria Salete Marchioretto pela sua amizade, por abrir as portas do Herbário Achietano (PACA) e ajudar na busca de bibliografias e localização de populações de plantas.

À Maria Angélica Kielling Rubio pelo auxílio prestado no laboratório de taxonomia e no campo e por contribuir para localizar populações de plantas.

À Danielle Bauer pela companhia na ida à Porto Alegre, pelo coleguismo nas disciplinas e empréstimo de bibliografias.

Ao Jean Carlos Budke pelo seu coleguismo, pelo esclarecimento de dúvidas na utilização de programas estatísticos, e pelo auxílio prestado no campo.

Ao colega Francisco Athayde-Filho pelo auxílio na identificação das espécies de *Pecluma*.

À Denise Angela Wunder pelo auxílio para localizar populações de plantas, companhia no campo e hospedagem.

À Michele Nervo pela amizade e auxílio na elaboração dos mapas.

À Kelli Kerbem pela amizade e auxílio no laboratório de taxonomia.

À Ana Cláudia Pereira, Camila Delanhese Inácio, Claudia Giongo, Júlio Agápio, Juscelita Noetzold, Marcos Antônio Jacobs, Reny Carlos Confortin e Tâmara Ramos pelo auxílio prestado na localização de populações de plantas e nos trabalhos de campo.

À Sra. Elfride Lao, Sra. Gema Rorato Costa Beber, Sr. Tarcísio Costa Beber e Dra. Tais Canto Dorow, por autorizarem trabalhos de campo em suas propriedades.

Ao Cristiano Antunes Souza, Dr. Geraldo Ceni Coelho, Sr. Giovanni Nonnenmacher e Julian Mauhs pelo auxílio para localizar populações de plantas.

Ao Sr. Nilson Wolff pelo fornecimento dos dados climatológicos do município de Campo Bom.

Ao meu irmão Lucas Schmitt pelo auxílio nos trabalhos de campo e resolução dos problemas de informática.

A todos meus amigos (as) e familiares que ficaram no anonimato, mas que me incentivaram para realizar o presente estudo e me confortaram nos momentos de cansaço.

A Deus, pela vida, pelos dons que me deu, pela paz e proteção.

Pedi e será dado; buscai e achareis;  
batei e será aberto. Pois todo aquele  
que pede, recebe; quem procura,  
acha; e a quem bate, se abre.

**MATEUS 7: 7-8**

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	III
SUMÁRIO .....	VI
INTRODUÇÃO GERAL .....	8
Referências bibliográficas .....	13
<b>Capítulo I. Composição florística e aspectos ecológicos de pteridófitas epifíticas em Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil .....</b>	<b>22</b>
RESUMO .....	22
ABSTRACT .....	23
Introdução.....	24
Material e métodos .....	25
Resultados .....	28
Discussão.....	33
Agradecimentos.....	38
Referências bibliográficas .....	39
<b>Capítulo II. Aspectos fitogeográficos de Cyatheaceae e pteridófitas epifíticas associadas ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil .....</b>	<b>44</b>
RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	47
Resultados .....	48
Discussão.....	58
Agradecimentos.....	63
Referências bibliográficas .....	63
<b>Capítulo III. Distribuição vertical das pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil .....</b>	<b>68</b>
RESUMO .....	68
ABSTRACT .....	69
Introdução.....	70
Material e métodos .....	71
Resultados .....	72
Discussão.....	76
Agradecimentos.....	78
Referências bibliográficas .....	78
<b>Capítulo IV. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de <i>Cyathea delgadii</i> Sternb. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil.....</b>	<b>82</b>
RESUMO .....	82
ABSTRACT .....	83
Introdução.....	84
Material e métodos .....	85
Resultados .....	88
Discussão.....	96

Agradecimentos.....	103
Referências bibliográficas .....	103
<b>Capítulo V. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de <i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. &amp; Fisch.) Domin (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil.....</b>	<b>109</b>
RESUMO .....	109
ABSTRACT.....	110
Introdução.....	111
Material e métodos .....	112
Resultados .....	115
Discussão.....	123
Agradecimentos.....	130
Referências bibliográficas .....	131
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>138</b>
<b>NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS.....</b>	<b>163</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

As pteridófitas constituem um grupo de plantas com cerca de 9.000 a 12.000 espécies vivas distribuídas em todo o mundo. (Tryon & Tryon 1982; Windisch 1992), sendo que há estimativas que apontam para um total de 15.000 espécies. (Roos 1995). Cerca de 3.250 das espécies registradas ocorrem nas Américas, das quais em torno de 30% podem ser encontradas no Brasil (Tryon & Tryon 1982; Windisch 1992). Sehnem (1977) citou 493 espécies para a região sul do Brasil. Dutra (1938) listou 270 espécies para o Estado do Rio Grande do Sul. Recentemente, Falavigna (2002) apresentou uma lista com um total de 322 espécies ocorrentes nesse Estado.

As pteridófitas apresentam um amplo espectro de ocupação de habitats, sendo que estão distribuídas desde o nível do mar até quase o limite da vegetação altimontana, nas regiões tropicais (Page 1979; Windisch 1992). Para ocupar esta diversidade de habitats, as pteridófitas apresentam adaptações morfológicas, incluindo plantas de poucos milímetros de comprimento até espécies arborescentes, que podem atingir cerca de 20 metros de altura.

Os primeiros registros geológicos do hábito arborescente em pteridófitas são muito antigos e datam do período Jurássico da era Mesozóica (Holttum 1964; Sporne 1970; Tryon & Tryon 1982; Meyen 1987). A família Cyatheaceae engloba a grande maioria das pteridófitas com porte arborescente, sendo que existem entre 600 e 650 espécies (Tryon & Tryon 1982; Kramer 1990) distribuídas nas regiões paleotropicais e neotropicais do mundo. No Rio Grande do Sul, ocorrem cinco espécies: *Alsophila capensis* (L.f.) J.Sm., *A. setosa* Kaulf., *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, e *C. delgadii* Sternb..

As pteridófitas arborescentes, geralmente conhecidas por “xaxins” ou “samambaiçus”, representam um alvo de exploração extrativista, em áreas de sua maior ocorrência, especialmente no sul do Brasil. Dentre as espécies de Cyatheaceae exploradas localmente está *Cyathea atrovirens*, cujos cáudices envolvidos por bainha de raízes adventícias são utilizados para a fabricação de vasos (Fernandes 2000) ou plantas inteiras são retiradas da vegetação e empregadas na ornamentação de jardins. Os cáudices de *C. delgadii* são empregados como mourões de cerca devido ao seu fuste reto, relativamente liso e de madeira dura (Sylvestre & Kurtz 1994) ou servem de substrato para o comércio de orquídeas ou outras plantas ornamentais. *Alsophila setosa*



é empregada para ornamentar igrejas em dias de casamento (Windisch 2002). Além disso, *A. capensis* provavelmente está em uma situação mais crítica sob o ponto de vista de preservação da espécie, por ser rara no Estado e ocupar formações vegetais restritas ou não valorizadas sob o ponto de vista florístico (Fernandes 1997).

A maioria dos trabalhos de Cyatheaceae é de cunho taxonômico descritivo. Dentre os trabalhos que discutem especificamente aspectos ecológicos e/ou do desenvolvimento da geração esporofítica, podemos destacar os realizados por Stephenson (1907), Tryon & Tryon (1959), Riba (1963), Voeller (1966), Lee *et al.* (1986), Conant (1976), Seiler (1981; 1984; 1995), Pérez-Garcia & Riba (1982), Tanner (1983), Ortega (1984), Ash (1986; 1987), Young & León (1989), Walker & Aplet (1994), Poulsen & Nielsen (1995), Bittner & Breckle (1995), Nicholson (1997), Bernabe *et al.* (1999), Arens & Sánchez Baracaldo (1998; 2000), Arens (2001) e Durand & Goldstein (2001).

Trabalhos florístico-taxonômicos sobre pteridófitas brasileiras, que incluem espécies arborescentes, apresentam dados em geral sucintos sobre a ecologia e habitats das espécies. Entre estes trabalhos estão os realizados por Rosenstock (1907), Luederwaldt (1923), Hoehne (1930), Decker (1936), Veloso & Klein (1959), Klein (1979), Diesel & Siqueira (1991), Sylvestre & Kurtz (1994), Sylvestre (1997), Fernandes (1997; 2000) e Lorscheitter *et al.* (1999).

Até o presente momento, trabalhos que abordam especificamente o desenvolvimento e a ecologia de esporófitos de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul, foram desenvolvidos por Schmitt (2001) e Schmitt & Windisch (2001; 2003; 2005). Schmitt & Windisch (2001) discutiram a ação de geadas sobre o desenvolvimento das frondes; Schmitt & Windisch (2003) analisaram as relações entre altura do cáudice e comprimento do estípite e produção anual de frondes; Schmitt & Windisch (2005) caracterizaram a estrutura populacional, a arquitetura das partes subterrâneas e registraram a ação de herbívoros nas frondes e epífitos em *Alsophila setosa*.

Os cáudices dos esporófitos de Cyatheaceae oferecem um suporte para a existência de várias plantas. Algumas espécies de musgos, pteridófitas e de orquídeas que crescem exclusivamente ou preferencialmente sobre estes forófitos foram citados por Brownsey & Smith-Dodsworth (1989) na Australásia, Moran & Riba (1995) e Moran *et al.* (2003) na Mesoamérica, Richards & Argent (1968) e Beever (1984) na

África e Nova Zelândia, Sehnem (1977), Waechter (1992), Cortez (2001) e Windisch (2002) na América do Sul.

O epifitismo vascular está baseado nas interações entre duas espécies, onde o epífito utiliza-se apenas do substrato fornecido pelo forófito para o seu desenvolvimento. Os epífitos são freqüentemente confundidos com espécies parasitas, porém são independentes do forófito na obtenção e aproveitamento de água e nutrientes (Madison 1977; Benzing 1987; 1990).

Existem várias citações de pteridófitas epifíticas em estudos florísticos realizados em diversas partes do mundo, inclusive no Rio Grande do Sul (Aguiar *et al.* 1981; Waechter 1986; 1992; 1998; Gonçalves & Waechter 2002; 2003; Rogalski & Zanin 2003; Giongo & Waechter 2004). Porém, existem poucos estudos que tratam especificamente de pteridófitas epifíticas (Sota 1971; 1972; Müller *et al.* 1981; Labiak & Prado 1998), de epifitismo sobre samambaias arborescentes (Beever 1984; Rothwell 1991; Heatwole 1993; Medeiros *et al.* 1993; Cortez 2001; Ahmed & Frahm 2002; Schmitt & Windisch 2005; Schmitt *et al.* 2005) ou de pteridófitas epifíticas em samambaias arborescentes e angiospermas (Moran *et al.* 2003).

A diversidade e a abundância dos epífitos são influenciadas pela mudança de condições ecológicas ao longo de diferentes regiões fisiográficas, tipos vegetacionais, gradientes latitudinais e longitudinais. Numa grande amplitude espacial, Tryon (1972; 1986), Sota (1973) e Tryon & Gastony (1975) discutiram endemismos, especiação e biogeografia de pteridófitas, em geral. Já em menor escala espacial, Sehnem (1977) apresentou a distribuição geográfica, ecologia e rotas de migração das filicíneas do sul do Brasil. Posteriormente, Sehnem (1979) referiu semelhanças e diferenças das formações florestais sul-brasileiras, analisando as filicíneas dessas formações quanto a sua composição e dispersão. Senna & Waechter (1997) realizaram um estudo sobre a composição da pteridoflora em uma floresta com araucária, apresentando padrão de distribuição geográfica das espécies. Fernandes (1997; 2000) estudou a taxonomia e fitogeografia dos representantes de Cyatheaceae e Dicksoniaceae no sudeste e sul do Brasil.

As plantas epifíticas também apresentam um padrão de distribuição vertical específico, que provavelmente reflete tolerâncias ecológicas diferenciadas para umidade e luminosidade (Johansson 1974). Vários pesquisadores analisaram a distribuição vertical dos epífitos vasculares no interior das florestas, dentre os quais podemos

destacar os estudos de Zimmerman & Olmsted (1992) e de Hietz & Hietz-Seifert (1995a, b), no México, Hazen (1966), Ingran & Nadkarni (1993) e Kernan & Fowler (1995), na Costa Rica, Nieder *et al.* (2000), na Venezuela, Bøgh (1992), no Equador, Brown (1990), na Argentina, Tryon & Conant (1975), Fontoura (1995; 2001), Fisher & Araújo (1995) Kersten & Silva (2001; 2002), Waechter (1992; 1998), Rogalski & Zanin (2003), Gonçalves & Waechter (2002) e Giongo & Waechter (2004), no Brasil. Dentre os trabalhos sobre distribuição vertical em cáudice de pteridófitas arbóreas, destacam-se os de Heatwole (1993) sobre distribuição de epífitos em *Blechnum palmiforme* (Thouars) C.Char., na ilha Gough do Atlântico Sul, bem como o de Schmitt *et al.* (2005) sobre estratificação vertical da pteridoflora epifítica, em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook., na floresta ombrófila mista, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

Embora haja um esforço de vários pesquisadores no estudo do epifitismo, não existem trabalhos que analisam, exclusivamente, a composição da pteridoflora epifítica, bem como seus aspectos ecológicos, fitogeográficos e sua distribuição vertical em cáudices de Cyatheaceae, no Rio Grande do Sul e no Brasil. Além disso, com os problemas referentes à exploração extrativista de diversas espécies de pteridófitas arbóreas, é de especial importância à realização de estudos quanto ao desenvolvimento e à ecologia dessas plantas, para subsidiar planos de manejo, a fim de garantir a sua preservação. No entanto, esses estudos são escassos no mundo, inclusive no Brasil, sendo que as informações sobre o desenvolvimento e a ecologia dos esporófitos de *Cyathea atrovirens* e *C. delgadii* são praticamente inexistentes.

Diante desse contexto, foi proposto o presente trabalho envolvendo um estudo de Cyatheaceae, no Rio Grande do Sul, sob dois enfoques: um deles quanto à relação direta entre as ciatáceas e outras pteridófitas que ocorrem sobre seus cáudices; e um segundo enfoque relativo ao desenvolvimento dos esporófitos e sua estrutura populacional, com especial atenção à *Cyathea atrovirens* e *C. delgadii*. Os objetivos do estudo do epifitismo foram contribuir para o conhecimento da pteridoflora epifítica em cáudices de Cyatheaceae; reconhecer as espécies específicas desse tipo de forófito; comparar a distribuição das espécies forofíticas e epifíticas em relação à longitude, diferentes regiões fisiográficas e tipos vegetacionais; além de discutir a distribuição vertical das espécies epifíticas. Os objetivos do estudo da fase esporofítica foram determinar as dimensões e taxas de crescimento dos cáudices; as dimensões, taxas de

produção, expansão e senescência de frondes, relacionando-as com fatores climáticos; a fenologia da produção de esporos; e a estrutura populacional das plantas.

O conjunto de informações obtidas a partir desse estudo poderá subsidiar planos de manejo para utilização de recursos e conservação das florestas; fornece informações para a análise do estado atual de conservação dos representantes de Cyatheaceae ocorrentes no Rio Grande do Sul e, finalmente, contribui para a avaliação das conseqüências do extrativismo sobre a disponibilidade de habitats específicos de outras espécies, fato que merece especial atenção quanto à conservação de plantas.

A tese está organizada na forma de artigos, e disposta em cinco capítulos:

- I. Composição florística e aspectos ecológicos de pteridófitas epifíticas em Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
- II. Aspectos fitogeográficos de Cyatheaceae e das pteridófitas epifíticas associadas ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
- III. Distribuição vertical das pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
- IV. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil.
- V. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil.

Além do texto dos artigos, elaborados segundo as normas da Acta Botanica Brasilica, são apresentadas considerações finais e anexos com imagens e dados suplementares, que por razões editoriais não fazem parte dos textos a serem submetidos para publicação. As figuras e tabelas de cada artigo foram indexadas ao texto para facilitar a leitura dos mesmos.

## Referências bibliográficas

- Aguiar, L.W.; Citadini-Zanette, V.; Martau, L. & Backes, A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica 28**: 55-93.
- Ahmed, J. & Frahm, J.P. 2002. Moosgesellschaften auf baumfarnstämmen in südostbrasilien. **Tropical Bryology 22**: 135-178.
- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 1998. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an Andean cloud forest, Nariño, Colombia. **American Fern Journal 88**: 60-71.
- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 2000. Variation in tree fern stipe length with canopy height: tracking preferred habitat through morphological change. **American Fern Journal 90**: 1-15.
- Arens, N.C. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in Andean cloud forest. **American Journal of Botany 88**: 545-551.
- Ash, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany 34**: 207-215.
- Ash, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern in Fiji. **Australian Journal of Botany 35**: 331-342.
- Beever, J. 1984. Moss epiphytes of tree ferns in a warm temperature forest. **New Zealand Journal Hattori Botanical Laboratory 56**: 89-95.
- Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden 74**: 183-204.
- Benzing, D.H. 1990. **Vascular epiphytes**. Cambridge University Press, Cambridge. 354 p.
- Bernabe, N.; Williams-Linera, G. & Palacios-Rios, M. 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a Mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. **Biotropica 31**: 83-88.
- Bittner, J. & Breckle, S.W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. **American Fern Journal 85**: 37-42.
- Bøgh, A. 1992. The composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an ecuadorian montane rain forest. **Selbyana 13**: 25-34.

- Brown, A.D. 1990. Epiphytism in the montane forests of El Rey National Park in Argentina – Floristic composition and distribution pattern. **Revista Biología Tropical 38**: 155-166.
- Brownsey, P.J. & Smith-Dodsworth, J.C. 1989. **New Zealand ferns and allied plants**. David Bateman Ltd., Auckland.
- Conant, D.S. 1976. **Ecogeographic and systematic studies in American Cyatheaceae**. Ph.D. Thesis, Harvard University, Cambridge, Mass.
- Cortez, L. 2001. Pteridofitas epifitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. **Gayana Botanica 58**: 13-23.
- Decker, J.S. 1936. **Aspectos biológicos da flora brasileira**. Casa Editora – Rotermund & CO, São Leopoldo.
- Diesel, S. & Siqueira, J.C. 1991. Estudo fitossociológico herbáceo-arbustivo da mata ripária da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. **Pesquisas, Botânica 42**: 205-257.
- Durand, L.Z. and Goldstein, G. 2001. Growth, leaf characteristics, and spore production in native and invasive tree ferns in Hawaii. **American Fern Journal 91**: 25-35.
- Dutra, J. 1938. A flora pteridófito do Estado do Rio Grande do Sul. Pp. 19-68. In: **Anais da I Reunião Sul-Americana de Botânica**. v.II.
- Falavigna, T.J. 2002. **Diversidade, formas de vida e distribuição altitudinal das pteridófitas do Parque da Ferradura, Canela (RS), Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Fernandes, I. 1997. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fernandes, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas, Botânica 50**: 5-26.
- Fisher, E.A. & Araújo, A.C. 1995. Spatial organization of a bromeliads community in the Atlantic rainforest, South-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology 11**: 559-567.
- Fontoura, T. 1995. Distribution patterns of five Bromeliaceae genera in atlantic rainforest, Rio de Janeiro state, Brazil. **Selbyana 16**: 79-93.

- Fontoura, T. 2001. Bromeliaceae e outras epífitas – estratificação e recursos disponíveis para animais na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. **Bromélia** **6**: 33-39.
- Giongo, C. & Waechter, J.L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 563-572.
- Gonçalves, C.N. & Waechter, J.L. 2002. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasilica** **16**: 429-441.
- Gonçalves, C.N. & Waechter, J.L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasilica** **17**: 89-100.
- Hazen, W.E. 1966. Analysis of spatial pattern in epiphytes. **Ecology** **47**: 634-635.
- Heatwole, H. 1993. Distribution of epiphytes on trunks of the arborescent fern, *Blechnum palmiforme*, at Gough Island, south Atlantic. **Selbyana** **14**: 46-58.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995a. Intra and interespecific relations within an epiphyte community in an mexican humid montane forest. **Selbyana** **16**: 135-140.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995b. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. **Journal of Vegetation Science** **6**: 719-728.
- Hoehne, F.C. 1930. As plantas ornamentaes da flora brasílica e o seu papel como factores da salubridade publica, da esthética urbana e artes decorativas nacionaes. Separata do **Boletim de Agricultura**, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo: 115-130.
- Holtum, R.E. 1964. Tree-ferns of the genus *Cyathea* SM. in Asia (excluding Malaysia). **Kew Bulletin** **19**: 463-487.
- Ingran, S.W. & Nadkarni, N.M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica. **Biotropica** **25**: 370-383.
- Johansson, D.R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecia** **59**: 1-129.
- Kernan, C. & Fowler, N. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. **Journal of Ecology** **83**: 65-73.

- Kersten, R.A. & Silva, S.M. 2001. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 213-226.
- Kersten, R.A. & Silva, S.M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Bariqüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 259-267.
- Klein, R.M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia** **31**: 11-164.
- Kramer, K.U. 1990. Cyatheaceae. Pp. 69-74. In: Kramer, K.U. & Green, P.S. (eds.). **The families and genera of vascular plants. I. Pteridophytes and Gymnosperms**. Springer-Verlag, Germany.
- Labiak, P.H. & Prado, J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** **11**: 1-79.
- Lee, M.A.B.; Burroves, P.A.; Fauth, J.E.; Koella, J.C. & Peterson, S.M. 1986. The distribution of tree ferns along an altitudinal gradient in Monteverde, Costa Rica. **Brenesia** **25-26**: 45-50.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 1999. **Sonder-Abdruck aus Palaeontographica Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit. PartII. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil**. Stuttgart, E. schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Luederwaldt, Von H. 1923. Die **Cyathaceen aus der Umgebung der Stadt S. Paulo**. Zeitschrift Deutscher Verein für Wissenschaft und Kunst, São Paulo. p. 83-118.
- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana** **2**: 1-13.
- Medeiros, A.C.; Loope, L.L. & Anderson, S.J. 1993. Differential colonization by epiphytes on native (*Cibotium* spp.) and alien (*Cyathea cooperi*) tree ferns in a Hawaiian rain forest. **Selbyana** **14**: 71-74.
- Meyen, S.V. 1987. **Fundamentals of paleobotany**. Chapman and Hall, London, New York.
- Moran, R.C. & Riba, R. 1995. Psilotaceae a Salviniaceae. In: Davidse, G.; Sousa, M.; Chater, A.O. & Chiang, F. (eds.). **Flora Mesoamericana**. Vol.1. Universidad Autónoma de México, Mexico City.
- Moran, R.C.; Klimas, S. & Carlsen, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica** **35**: 48-56.



- Müller, L.; Starnecker, G. & Winkler, S. 1981. Zur Ökologie epiphytischer Farne in Südbrasilien. I. Saugschuppen. **Flora** **171**: 55-63.
- Nicholson, B. 1997. Observations on the distribution and diversity of tree ferns in the Zona Reservada de Tambopata, Madre Rios, Peru. **Fern Gazette** **15**: 153-159.
- Nieder, J.; Engwald, S.; Klawun, M. & Barthlott, W. 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. **Biotropica** **32**: 385-396.
- Ortega, F. 1984. Notas sobre la autoecología de *Sphaeropteris senilis* (KL) Tryon (Cyatheaceae) en el Parque Nacional el Avila - Venezuela. **Pittieria** **12**: 31-53.
- Page, C.M. 1979. The diversity of ferns. An ecological perspective. Pp. 10-53. In: Dyer, A.F. **The experimental biology of ferns**. Academic Press, London.
- Pérez-García, B. & Riba, R. 1982. Germinación de esporas de Cyatheaceae bajo diversas temperaturas. **Biotropica** **14**: 281-287.
- Poulsen, A.D. & Nielsen, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? **American Fern Journal** **85**: 29-35.
- Riba, R. 1963. Notas sobre los helechos arbóreos de Mexico. **Anales del Instituto de Biología XXXIV**: 151-161.
- Richards, P.W. & Argent, G.C.G. 1968. Notes on African mosses IV. New and interesting species mostly from Nigeria and the Cameroons. **Transactions of the British Bryological Society** **5**: 573-586.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**: 551-556.
- Roos, M.C. 1995. **Charting tropical plant diversity: Europe's contribution and potential**. Working document European Science Foundation/Linnean Society/Rijksherbarium Hortus Botanicus/Systematics Association workshop 'Systematics Agenda 2000: the challenge for Europe', Leiden.
- Rosenstock, E. 1907. Beiträge zur pteridophytenflora Südbrasilien. II. **Hedwigia** **46**: 57-69.
- Rothwell, G.W. 1991. *Botryopteris forensis* (Botryopteridaceae), a trunk epiphyte of the tree fern *Psaronius*. **American Journal of Botany** **78**: 782-788.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2001. Prejuízos causados pela geada no desenvolvimento de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Revista de estudos / Centro Universitário Feevale** **24**: 79-88.

- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2003. Relação entre comprimento do estípite, produção de frondes e tamanho do cáudice, em *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Pesquisas Botânica 53**: 55-63.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica 19**: 861-867.
- Schmitt, J.L. 2001. **Desenvolvimento da fase esporofítica de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae) em duas formações florestais no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Schmitt, J.L.; Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Pesquisas Botânica 56**: 161-172.
- Sehnem, A. 1977. As filicíneas do Sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. **Pesquisas Botânica 31**: 1-108.
- Sehnem, A. 1979. Semelhanças e diferenças nas formações florestais do sul do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia 1**: 111-135.
- Seiler, R.L. 1981. Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal 71**: 75-81.
- Seiler, R.L. 1984. Trunk length and frond size in a population of *Nephelea tryoniana* from El Salvador. **American Fern Journal 74**: 105-107.
- Seiler, R.L. 1995. Verification of estimated growth rates of tree-fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal 85**: 96-97.
- Senna, R.M. & Waechter, J.L. 1997. Pteridófitas de uma floresta com araucária. 1. Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. **Iheringia, Série Botânica 48**: 41-58.
- Sota, E.R. de la. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (America Central). **Nova Hedwigia 21**: 401-465.
- Sota, E.R. de la. 1972. Las pteridofitas y el epifitismo en el Departamento del Choco (Colombia). **Anales de la Sociedad Científica Argentina, Serie II, Ciencias Aplicadas 31**: 245-278.
- Sota, E.R. de la. 1973. La distribución geográfica de las pteridófitas en el cono sur de America Meridional. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 15**: 23-34.

- Sporne, K.R. 1970. **The morphology of pteridophytes. The structure of ferns and allied plants.** 3 ed. Hutchinson University Library, London.
- Stephenson, G.B. 1907. Young stages of *Dicksonia* and *Cyathea*. **Transactions of the New Zealand Institute 40:** 1-16.
- Sylvestre, L.S. & Kurtz, B.C. 1994. Cyatheaceae. Pp. 139-152. In: Lima, M.P.M. & Guedes-Bruni, R.R. (orgs.). **Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ. Aspectos florísticos das espécies vasculares.** v.1. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal/IBAMA/Jard. Bot. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Sylvestre, L.S. 1997. Pteridófitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. Pp. 41-52. In: Lima, H.C. de & Guedes-Bruni, R.R. (eds.). **Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica.** Jardim Botânico, Rio de Janeiro.
- Tanner, E.V.J. 1983. Leaf demography and growth of tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society 87:** 213-227.
- Tryon, R.M. 1972. Taxonomic ferns notes, VI – New species of american Cyatheaceae. **Rhodora 74:** 441-450.
- Tryon, R.M. 1986. The biogeography of species, with special reference to ferns. **Botanical Review 52:** 117-156.
- Tryon, R.M. & Conant, D.S. 1975. The ferns of brazilian Amazonia. **Acta Amazonica 5:** 23-34.
- Tryon, R.M. & Gastony, G.J. 1975. The biogeography of endemism in the Cyatheaceae. **Fern Gazette 11:** 73-79.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1959. Observations on cultivated ferns: The Hardy Species of Tree Ferns. **American Fern Journal 49:** 129-142.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America.** Springer Verlag, New York.
- Veloso, H.P. & Klein, R.M. 1959. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. II. Dinamismo e fidelidade das espécies em associações do Município de Brusque, Estado de Santa Catarina. **Sellowia 11:** 9-124.
- Voeller, B.R. 1966. Crozier uncoiling of ferns. **The Rockefeller University Review 4:** 14-19.
- Waechter, J.L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica 34:** 39-49.

- Waechter, J.L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Waechter, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura 20**: 43-66.
- Walker, L.R. & Aplet, G.H. 1994. Growth and fertilization responses of Hawaiian tree ferns. **Biotropica 26**: 378-383.
- Windisch, P.G. 1992. **Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões**. 2.ed. UNESP, São José do Rio Preto.
- Windisch, P.G. 2002. Fern conservation in Brazil. **Fern Gazette 16**: 295-300.
- Young, K.R. & León, B. 1989. Pteridophyte species diversity the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. **Brittonia 41**: 388-395.
- Zimmerman, J.K. & Olmsted, I.C. 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica 24**: 402-407.

## **Capítulo I**

## **Composição florística e aspectos ecológicos de pteridófitas epifíticas em Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

**RESUMO** – (Composição florística e aspectos ecológicos de pteridófitas epifíticas em Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil). Um estudo florístico das pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de Cyatheaceae, nas diferentes formações florestais do Rio Grande do Sul, Brasil, indicou a ocorrência de 34 espécies, distribuídas em 16 gêneros e sete famílias. A maior diversidade de espécies ocorreu em Polypodiaceae (13) e no gênero *Asplenium* L. (8). A categoria ecológica mais abundante foi a dos holoepífitos habituais, incluindo 56% das espécies. *Alsophila setosa* Kaulf. apresentou o maior número de espécies (31), seguida de *Cyathea delgadii* Sternb. (10), *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (10) e *C. corcovadensis* (Raddi) Domin (7). A concentração da riqueza específica em forófitos de *A. setosa* está relacionada com o tamanho, idade e textura do cáudice, bem como à diversidade ambiental em que ocorrem populações dessa espécie. Considerando que a maioria dos epífitos são habituais e que alguns deles ocorrem exclusivamente ou preferencialmente em samambaias arborescentes, a conservação dessas plantas é essencial para a conservação de espécies epifíticas.

**Palavras-chave:** diversidade, ecologia, epifitismo, conservação, sul do Brasil

**ABSTRACT** - (Floristic composition and ecological aspects of epiphytic pteridophytes on Cyatheaceae in the State of Rio Grande do Sul, Brazil). A floristic survey of the epiphytic pteridophytes associated with the caudexes of the Cyatheaceae in different forest formations in the State of Rio Grande do Sul, indicated the occurrence of 34 species representing 16 genera and seven families. The largest species diversity occurs in Polypodiaceae (13) and in the genus *Asplenium* L. (8). The most abundant ecological category was of habitual holoepiphytes, representing 56% of the species. *Alsophila setosa* Kaulf. presented the highest number of species (31) followed by *Cyathea delgadii* Sternb. (10), *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (10) and *C. corcovadensis* (Raddi) Domin (7). The concentration of the species richness on *A. setosa* phorophytes is related to the size, age and texture of the caudexes, as well as to the environment in which populations of this species occur. Considering that the majority of the epiphytes are habitual and the some of them occur exclusively or preferentially on tree ferns, the conservation of these plants is essential for the conservation of the epiphytic species.

**Key words:** diversity, ecology, epiphytism, conservation, southern Brazil

## Introdução

Os epífitos são organismos que vivem todo seu ciclo de vida ou parte dele sobre outras plantas, sendo que utilizam apenas o suporte mecânico de seus hospedeiros (forófitos), sem retirar dos mesmos nutrientes necessários a sua sobrevivência (Madison 1977; Benzing 1987; 1990). As samambaias arborescentes, geralmente conhecidas por “xaxins” ou “samambaias” apresentam cáudices que constituem microhabitats para a existência de várias plantas epifíticas. Vários estudos citam espécies de musgos, pteridófitas ou orquídeas que crescem exclusivamente ou preferencialmente sobre o cáudice dessas plantas, tal como aqueles realizados por Brownsey & Smith-Dodsworth (1989) na Australásia, Moran *et al* (2003) na Mesoamérica, Richard & Argent (1968) e Beever (1984) na África e Nova Zelândia, Sehnem (1977), Waechter (1992), Cortez (2001) e Windisch (2002) na América do Sul.

A família Cyatheaceae engloba cinco espécies de pteridófitas arborescentes do Estado do Rio Grande do Sul: *Alsophila capensis* (L.f.) J.Sm., *A. setosa* Kaulf., *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, e *C. delgadii* Sternb. Entretanto, as Cyatheaceae, ao lado de Dicksoniaceae, são alvo de exploração extrativista, sendo utilizadas para fabricação de vasos (Fernandes 2000), em ornamentação e paisagismo (Windisch 2002), como mourões de cerca (Sylvestre & Kurtz 1994), bem como substrato para cultivo de orquídeas ou outras plantas ornamentais.

Existem várias citações de pteridófitas epifíticas em estudos florísticos realizados em diversas partes do mundo, inclusive no Rio Grande do Sul (Aguiar *et al.* 1981; Waechter 1986; 1992; 1998; Gonçalves & Waechter 2002; 2003; Rogalski & Zanin 2003; Giongo & Waechter 2004). Porém, existem poucos estudos que tratam especificamente de pteridófitas epifíticas (Sota 1971; 1972; Müller *et al.* 1981; Labiak & Prado 1998), de epifitismo sobre samambaias arborescentes (Beever 1984; Rothwell 1991; Heatwole 1993; Medeiros *et al.* 1993; Cortez 2001; Ahmed & Frahm 2002; Schmitt & Windisch 2005; Schmitt *et al.* 2005) ou de pteridófitas epifíticas em samambaias arborescentes e angiospermas (Moran *et al.* 2003). Nenhum desses estudos abordou, especificamente, a pteridoflora epifítica associada aos cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul.

Considerando os problemas referentes à exploração extrativista de diversas espécies de pteridófitas arbóreas e que elas oferecem um excelente substrato para



epífitos, é de especial importância a realização de estudos sobre aspectos florísticos e ecológicos do epifitismo, em seus cáudices. Além disso, determinadas espécies de pteridófitas epifíticas são pioneiras na conquista do ambiente epifítico e formam um ambiente próprio para a ocupação de muitas comunidades de epífitos (Johansson 1989). O presente estudo aborda a pteridoflora epifítica em cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul, enfatizando sua composição florística, bem como a distribuição forofítica e a categoria ecológica das espécies encontradas.

## Material e métodos

Área de estudo - o levantamento das pteridófitas epifíticas foi realizado nos municípios de Alegrete (29°42'S e 55°31'W)<sup>1</sup>, Augusto Pestana (28°33'S e 54°00'W)<sup>1</sup>, Bozano (28°22'S e 53°41'W)<sup>1</sup>, Camaquã (30°41'S e 51°53'W)<sup>1</sup>, Capão da Canoa (29°46'S e 50°08'W)<sup>1</sup>, Caraá (29°47'S e 50°26'W)<sup>2</sup>, Derrubadas (27°14'S e 53°58'W)<sup>1</sup>, Encruzilhada do Sul (30°30'S e 52°41'W)<sup>1</sup>, Marau (28°24'S e 52°13'W)<sup>1</sup>, Morrinhos do Sul (29°21'S e 49°56'W)<sup>2</sup>, Novo Hamburgo (29°44'S e 51°04'W)<sup>1</sup>, Pelotas (31°46'S e 52°20'W)<sup>2</sup>, Riozinho (29°38'S e 50°27'W)<sup>2</sup>, Salvador do Sul (29°26'S e 51°30'W)<sup>2</sup>, Santa Maria (29°41'S e 53°48'W)<sup>2</sup>, São Francisco de Paula (29°27'S e 50°33'W)<sup>1</sup>, Sapiranga (29°38'S e 51°00'W)<sup>1</sup>, Tabai (29°38'S e 51°40'W)<sup>2</sup>, Torres (29°20'S e 49°43'W)<sup>2</sup>, Três cachoeiras (29°24'S e 49°54'W)<sup>1</sup> e Veranópolis (28°55'S e 51°33'S)<sup>1</sup>, incluindo as diferentes formações florestais do Rio Grande do Sul (Fig. 1). O clima do Estado é majoritariamente enquadrado no tipo Cfa de Koeppen, com uma pequena área de tipo Cfb nas altitudes maiores do planalto nordeste. As temperaturas médias anuais variam entre 14 a 20 °C, com temperaturas médias do mês mais frio entre 10 a 15 °C, quando geadas podem ocorrer com frequência, especialmente, nas maiores altitudes. No Rio Grande do Sul, podemos distinguir os seguintes tipos gerais de vegetação: floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta estacional decidual, floresta estacional semidecidual, formações pioneiras e campos (Quadros & Pillar 2002).

---

<sup>1</sup> Indica a medida tomada no local de coleta com GPS.

<sup>2</sup> Refere-se à sede do município.

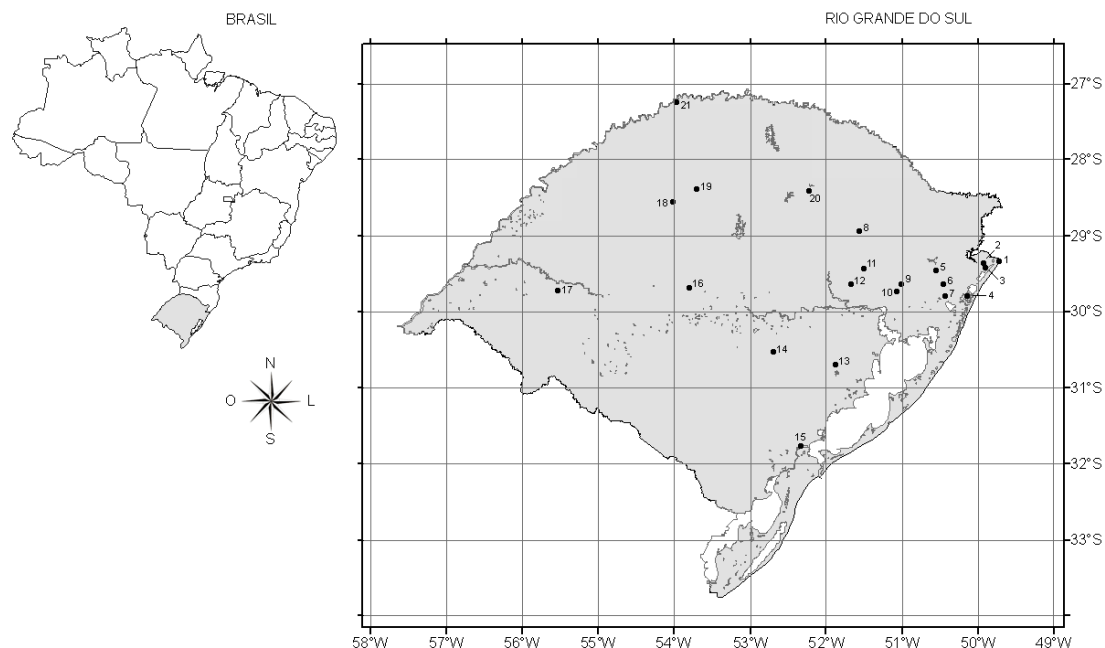


Figura 1. Localização geográfica do Rio Grande do Sul com a indicação das estações de coleta. 1 - Torres, 2 - Morrinhos do Sul, 3 - Três Cachoeiras, 4 - Capão da Canoa, 5 - São Francisco de Paula, 6 - Riozinho, 7 - Caraá, 8 - Veranópolis, 9 - Sapiranga, 10 - Novo Hamburgo, 11 - Salvador do Sul, 12 - Tabaí, 13 - Camaquã, 14 - Encruzilhada do Sul, 15 - Pelotas, 16 - Santa Maria, 17 - Alegrete, 18 - Augusto Pestana, 19 - Bozano, 20 - Marau, 21 - Derrubadas.

Forófitos - Foram estudadas quatro espécies de ciateáceas: *Alsophila setosa*, *Cyathea atrovirens*, *C. corcovadensis* e *C. delgadii*, todas apresentando hábito arborescente com cáudices eretos.

*Alsophila setosa* apresenta cáudice de até 10 m de altura, com espinhos sobre as bases de estípites remanescentes das frondes caídas. Os estípites são ascendentes, com espinhos nigrescentes e curvos na porção inferior e apresentam 2-4 pares de aflébias, na porção basal. As frondes apresentam lâmina de até cerca de 3 m de comprimento, tripinada, ao menos na parte basal.

*Cyathea atrovirens* apresenta cáudice de até aproximadamente 6 m de altura, com as partes basais dos estípites persistentes formando ângulo agudo com o caule, ou apenas com restos de estípites, podendo estar engrossado por uma bainha de raízes adventícias. Os estípites são ascendentes, longos, até 1,10 m de comprimento, com espinhos. As frondes apresentam até cerca de 3 m de comprimento, bipinado-pinatífidas a pinatilobadas.

*Cyathea corcovadensis* apresenta cáudice de até aproximadamente 6 m de altura, com as partes basais dos estípites persistentes ao longo de toda a sua extensão ou envolvido por uma capa constituída por um emaranhado de raízes adventícias. Os estípites são ascendentes longos, até 80 cm de comprimento com tubérculos e espinhos fortes. As frondes apresentam até cerca de 2,70 m de comprimento, bipinadas com pínulas inteiras, denteadas ou serreadas.

*Cyathea delgadii* apresenta cáudice arborescente de até aproximadamente 8 m de altura, com cicatrizes foliares planas ao longo de toda a sua extensão. Os estípites geralmente apresentam a porção basal achatada dorsi-ventralmente e adpressa ao caule, longos, até 1,10 m de comprimento. As frondes apresentam até cerca de 3,40 m de comprimento, bipinados-pinatífidas, ovadas, com ápice agudo ou acuminado.

Não foram analisados forófitos de *Alsophila capensis* porque não foi encontrada nenhuma população da espécie. Fernandes (1997) destacou que essa espécie se encontra em situação crítica sob o ponto de vista da preservação, sendo que também não foi encontrada, na natureza, pela autora em seu estudo das espécies arborescentes ocorrentes no sul e sudeste brasileiro.

Procedimento amostral - Durante o período de janeiro/2004 a maio/2005, foram realizadas excursões em áreas florestais para localização de populações de ciateáceas. As pteridófitas epifíticas foram registradas na forma de listas florísticas. Espécimens representativos, férteis, foram coletados e herborizados conforme procedimentos propostos por Windisch (1992) e incorporados ao Herbário Anchieta (PACA), na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como espécimes testemunho das identificações. Para a identificação das espécies epifíticas foi utilizado como base o sistema de classificação de Tryon & Tryon (1982), acrescentando modificações feitas por Price (1983) para o gênero *Pecluma* M.G.Price. Para a família Cyatheaceae foi adotado o sistema de classificação de Lellinger (1987), discutido por Fernandes (1997). Os autores dos nomes científicos foram abreviados de acordo com Pichi-Sermolli (1996).

Curva de rarefação - A riqueza esperada de espécies (S) foi obtida através de uma curva de rarefação (Hurlbert 1971; Gotelli & Cowell 2001), na qual os indivíduos são aleatoriamente amostrados. O processo é repetido um grande número de vezes (1.000 interações), gerando uma média e respectiva variância de riqueza de espécies esperada. A vantagem da curva de rarefação sobre a curva de espécie-área é a utilização da abundância dos indivíduos amostrados ao invés de uma unidade amostral. Além disso, não ocorre interferência do tamanho ou do formato das unidades amostrais

(Gotelli & Entsminger 2004). Para os cálculos de rarefação, foi utilizado o programa EcoSim 700 (Gotelli & Entsminger 2004), sendo que a abundância das espécies epifíticas utilizada correspondeu à sua frequência absoluta em todos os forófitos amostrados no Estado.

Categorias ecológicas - Os epífitos foram classificados quanto ao tipo de relação com o forófito em categorias ecológicas, propostas por Benzing (1990): holoepífitos habituais ou característicos (presentes principalmente no ambiente epifítico), facultativos (ocorrem em ambiente epifítico como terrestre), acidentais (preferencialmente terrestres), hemiepífitos secundários (germinam no solo e, após estabelecimento do contato com o forófito, a porção basal do sistema radicular/caulinar sofre degeneração). Não foram consideradas como pteridófitas epifíticas plantas que não apresentam todo o seu ciclo de vida sobre o forófito e lianas rizo-escandentes, que mantêm forte conexão com o solo. O registro das espécies epifíticas na natureza foi completado com a observação da espécie forofítica em que as mesmas foram encontradas.

## Resultados

No levantamento florístico foram registradas 34 espécies de pteridófitas epifíticas (Tab. 1), distribuídas em 16 gêneros e sete famílias (Fig. 2). Em termos de riqueza específica, destacaram-se Polypodiaceae (13 espécies ou 38%), Aspleniaceae (8 espécies ou 23%), Hymenophyllaceae e Dryopteridaceae (4 espécies ou 12% cada). As famílias Blechnaceae e Pteridaceae foram representadas por duas espécies cada (6%) e Vittariaceae por apenas uma espécie (3%). Os gêneros com maior número de espécies foram *Asplenium* L. (8 espécies ou 23%), *Trichomanes* L. e *Pecluma* (4 espécies ou 12% cada).

A riqueza de espécies esperada está representada na figura 3. A curva de rarefação indicou uma estabilização a partir de 550 indivíduos amostrados, com a inclusão posterior de uma espécie (600 indivíduos) e a partir deste ponto, estabilizou-se (variância ~ zero).

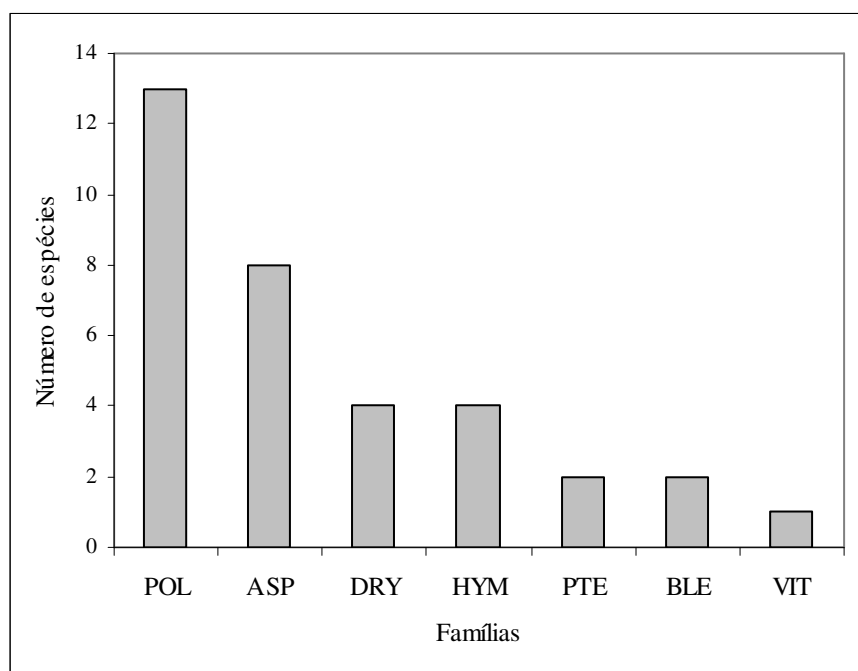


Figura 2. Número de pteridófitas epifíticas por famílias em cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul. POL = Polypodiaceae, ASP = Aspleniaceae, DRY = Dryopteridaceae, HYM = Hymenophyllaceae, PTE = Pteridaceae, BLEC = Blechnaceae, VIT = Vittariaceae.

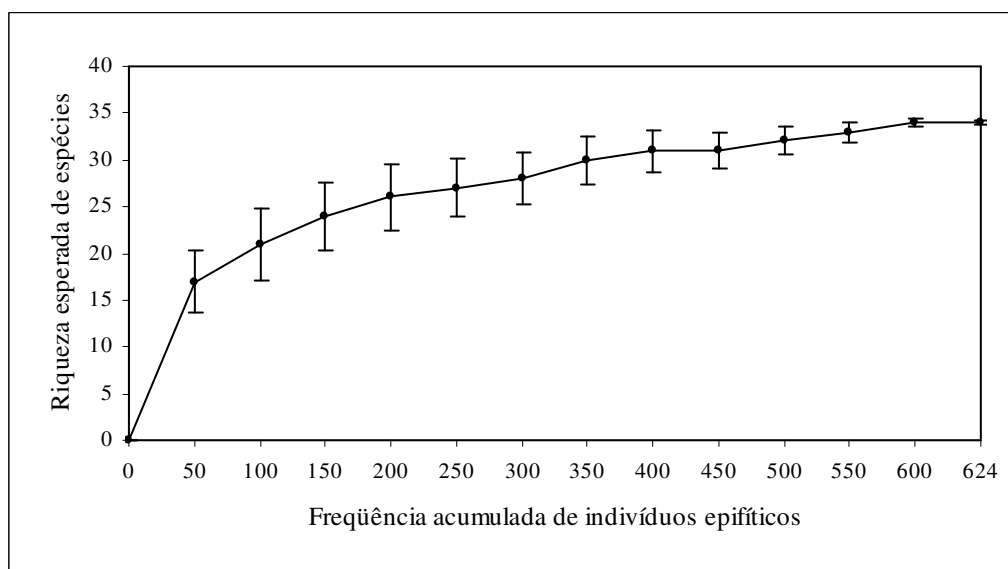


Figura 3. Curva de rarefação da riqueza de pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul. As barras indicam a variância.

A distribuição das espécies epifíticas registradas, de acordo com as categorias ecológicas de relação com o forófito (Tab. 1), evidenciou o predomínio de holoepífitos

habituais com 19 espécies (56%), seguida pela categoria de holopífitos acidentais com 10 espécies (29%), holopífitos facultativos com quatro espécies (12%) e hemiepífitos secundários com uma espécie (3%). As famílias que apresentaram apenas holopífitos habituais foram Hymenophyllaceae (4) e Vittariaceae (1). Por outro lado, a família Polypodiaceae apresentou o maior número de holopífitos habituais (10).

Na categoria de holopífitos acidentais foram excluídas as espécies que embora capazes de se estabelecer sobre os forófitos, não conseguem atingir a idade adulta e formar frondes férteis, tal como plântulas de *Didymochlaena trunculata* (Sw.) J.Sm. encontradas sobre cáudices de *Alsophila setosa*.

A única espécie da categoria dos hemiepífitos secundários foi *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V.Morton & Lellinger, observada germinando no solo e conquistando o ambiente epifítico em decorrência do crescimento vegetativo. Por vezes, a espécie foi encontrada germinando diretamente sobre o cáudice dos forófitos. As espécies de lianas rizo-escandentes *Lomagramma guianensis* (Aubl.) Ching, encontrada sobre cáudices de *Alsophila setosa*, *Olfersia cervina* (L.) Kunze, sobre os cáudices de *Cyathea delgadii* e *Polybotrya cylindrica* Kaulf. encontrada sobre cáudices de *C. atrovirens*, *C. corcovadensis* e *A. setosa*, que costumam manter a conexão com o solo foram excluídas dessa categoria.

Os cáudices de *Alsophila setosa* apresentaram o maior número de espécies epifíticas (31), distribuídas em sete famílias. *Cyathea delgadii* e *C. atrovirens* apresentaram um contingente intermediário, totalizando 10 espécies, distribuídas em seis famílias, em ambos forófitos. *C. corcovadensis* apresentou o menor número de espécies (7), distribuídas em cinco famílias. Em todos os forófitos Polypodiaceae apresentou o maior número de espécies (Fig. 4). Nos cáudices de *A. setosa* foram encontradas 20 espécies exclusivas; em *C. atrovirens* três espécies exclusivas; e em *C. delgadii* e *C. corcovadensis* nenhuma espécie foi exclusiva. *Blechnum binervatum*, *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching, *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel., *Polypodium catharine* Langsd. & Fisch. e *Vittaria lineata* (L.) Sm. foram encontradas em todas as espécies forofíticas; *Trichomanes angustatum* Carmich., *Campyloneurum nitidum* C.Presl e *M. squamulosa* (Kaulf.) de la Sota em três espécies forofíticas; *Asplenium claussenii* Hieron., *Trichomanes polypodioides* L. e *Peculuma pectinatiformis* (Lindm.) M.G.Price em duas espécies forofíticas e as demais pteridófitas epifíticas (23) foram registradas em apenas uma espécie de forófito (Tab. 1).

Tabela 1. Relação de espécies de pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul, com respectivas categorias ecológicas e espécies forofíticas.

Família/Espécie	Cat. Ecol.	Espécies forofíticas			
		SET	ATR	COR	DEL
<b>ASPLENIACEAE</b>					
<i>Asplenium claussenii</i> Hieron.	ACI	X			X
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	FAC	X			
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	HAB	X			
<i>Asplenium inaequilaterale</i> Willd.	ACI	X			
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	HAB	X			
<i>Asplenium mucronatum</i> C.Presl	HAB	X			
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	HAB	X			
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	ACI		X		
<b>BLECHNACEAE</b>					
<i>Blechnum binervatum</i> (Poir.) C.V.Morton & Lellinger	HMS	X	X	X	X
<i>Blechnum confluens</i> Schltdl. & Cham.	ACI		X		
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>					
<i>Ctenitis</i> sp.*	ACI	X			
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C.Presl) Tindale	ACI		X		
<i>Polystichum</i> sp.*	ACI	X			
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	FAC	X	X	X	X
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>					
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst.	HAB	X			
<i>Trichomanes angustatum</i> Carmich.	HAB	X	X		X
<i>Trichomanes polypodioides</i> L.	HAB	X		X	
<i>Trichomanes radicans</i> Sw.	HAB	X			
<b>PTERIDACEAE</b>					
<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	ACI	X			
<i>Doryopteris pedata</i> (L.) Fée	ACI	X			
<b>POLYPODIACEAE</b>					
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	HAB	X			
<i>Campyloneurum nitidum</i> C.Presl	FAC	X	X		X
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	HAB	X		X	X
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	HAB	X			
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	HAB	X	X	X	X
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	FAC	X			
<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	ACI	X			
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	HAB	X			X
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G.Price	HAB	X			
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	HAB	X			
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	HAB	X			
<i>Polypodium catharine</i> Langsd. & Fisch.	HAB	X	X	X	X
<i>Polypodium hirsutissimum</i> Raddi	HAB	X			
<b>VITTARIACEAE</b>					
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	HAB	X	X	X	X
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>

Cat. Ecol. = Categoria Ecológica; SET = *Alsophila setosa*; ATR = *Cyathea atrovirens*; COR = *C. corcovadensis*; DEL = *C. delgadii*; ACI = holoeplífito accidental; FAC = holoeplífito facultativo; HAB = holoeplífito habitual; HMS = hemieplífito secundário. \* plantas estéreis.

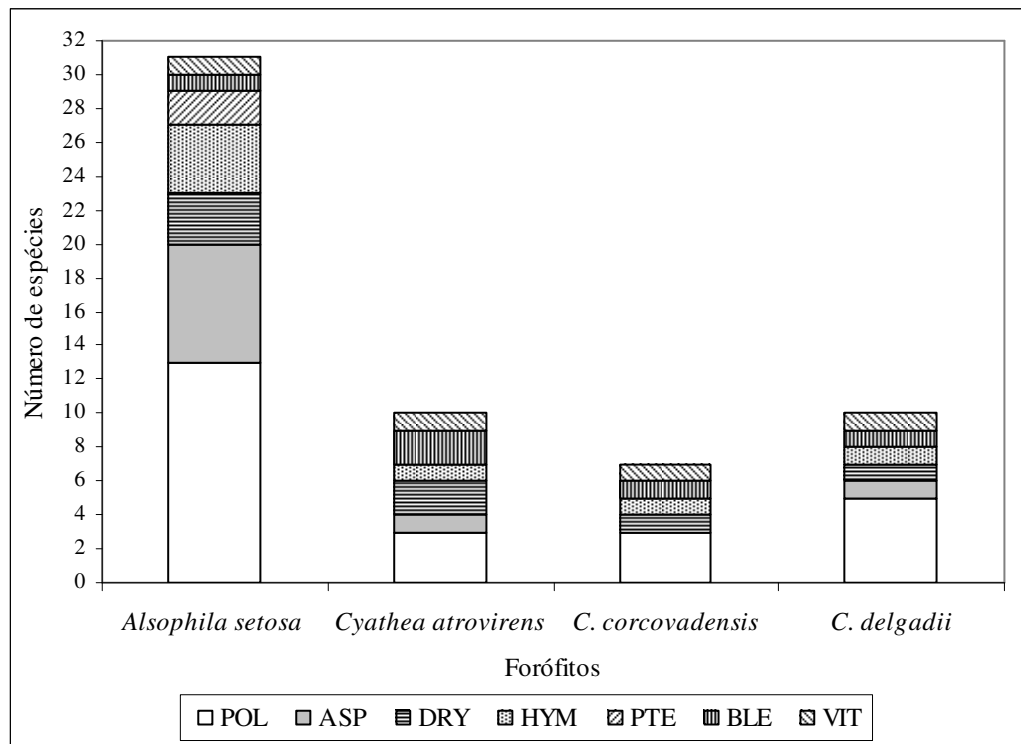


Figura 4. Número de espécies epifíticas por famílias em cada espécie forofítica. POL = Polypodiaceae, ASP = Aspleniaceae, DRY = Dryopteridaceae, HYM = Hymenophyllaceae, PTE = Pteridaceae, BLEC = Blechnaceae, VIT = Vittariaceae.

A tendência geral de distribuição da riqueza específica por espécies forofíticas também foi observada pontualmente em localidades onde ocorrem juntas populações de diferentes espécies de Cyatheaceae. Por exemplo, em floresta estacional semidecidual, no município de Novo Hamburgo, foram encontradas três espécies epifíticas em *Cyathea delgadii* e duas em *C. atrovirens*, embora a população da primeira espécie forofítica fosse muito reduzida, com apenas cinco plantas e da segunda espécie muito numerosa, ultrapassando uma centena de indivíduos. Em Caraá, foram encontradas 11 espécies sobre cáudices de *Alsophila setosa* e cinco sobre os cáudices de *C. atrovirens*, embora novamente a segunda espécie apresentasse uma população muito mais numerosa, porém com cáudices, na sua grande maioria, de menor altura. Em floresta ombrófila densa, no município de Três Cachoeiras, foram encontradas sete espécies epifíticas sobre os cáudices de *A. setosa* e de *C. corcovadensis*, porém nenhuma sobre os cáudices de *C. atrovirens* (Fig. 5).



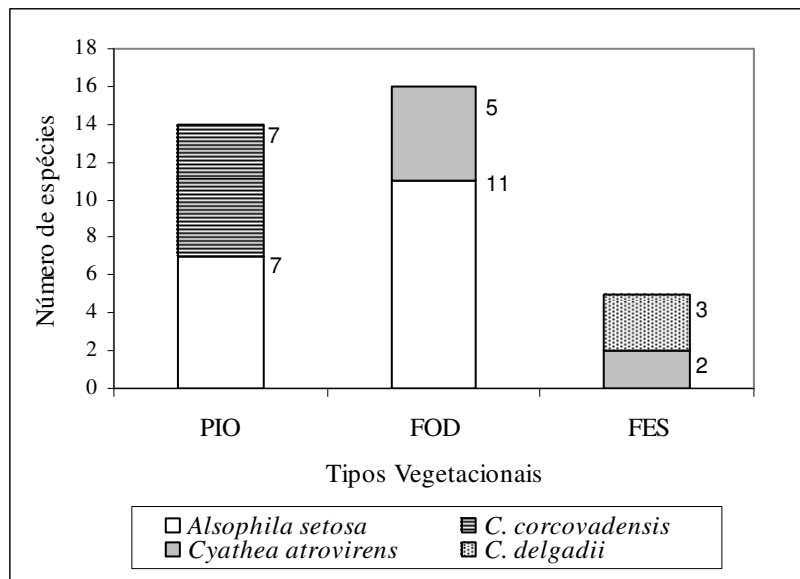


Figura 5. Distribuição da riqueza específica de pteridófitas epifíticas por forófitos, em formações florestais onde foram encontradas populações de diferentes espécies de Cyatheaceae. PIO = formações pioneiras, FOD = floresta ombrófila densa, FES = floresta estacional semidecidual.

## Discussão

Na comparação com outros levantamentos de epífitos em samambaias arborescentes, o número de espécies de pteridófitas epifíticas do presente estudo (34) foi maior que o registrado por Cortez (2001) na Venezuela. A riqueza específica também foi maior daquela encontrada em levantamentos pontuais realizados no Rio Grande do Sul (Schmitt & Windisch 2005; Schmitt *et al.* 2005). Por outro lado, foi menor que a encontrada na Costa Rica (Tab. 2).

As famílias com maior número de espécies (Polypodiaceae, Aspleniaceae, Hymenophyllaceae e Dryopteridaceae) do presente estudo, foram consideradas as de maior riqueza entre as famílias epifíticas mundialmente mais ricas (Madison 1977; Kress 1986; Benzing 1990), assim como para região neotropical (Gentry & Dodson 1997). Em outros levantamentos de pteridófitas epifíticas realizados por Sota (1971) e Moran *et al.* (2003), na Costa Rica, Sota (1972), na Colômbia, Labiak & Prado (1998), em Santa Catarina, Brasil e Cortez (2001), na Venezuela, Polypodiaceae e Hymenophyllaceae estavam entre as famílias com maior riqueza específica. Aspleniaceae estava entre as famílias mais ricas apenas no levantamento realizado por Sota (1971) e Dryopteridaceae naqueles realizados por Sota (1972) e Labiak & Prado (1998).

Tabela 2. Número de espécies de pteridófitas epifíticas, de espécies forofíticas e famílias das espécies forofíticas do presente estudo e de outros levantamentos.

Local	Nº. de spp. de pteridófitas epifíticas	Nº. de spp. forofíticas	Famílias das spp. forofíticas	Referência
Costa Rica	100	9	Cyatheaceae Dicksoniaceae	Moran <i>et al.</i> (2003)
<b>Rio Grande do Sul (RS)</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>Cyatheaceae</b>	<b>Presente estudo</b>
Venezuela	14	13	Cyatheaceae Dicksoniaceae	Cortez (2001)
Sapiranga/Morro Reuter (RS)	14	1	Cyatheaceae	Schmitt & Windisch (2005)
São Francisco de Paula (RS)	11	1	Dicksoniaceae	Schmitt <i>et al.</i> (2005)

A concentração de espécies de epífitos vasculares em poucas famílias citada por Madison (1977), Kress (1986) e Gentry & Dodson (1987) também foi observada para as pteridófitas, no presente estudo. Essa tendência da distribuição das espécies também foi encontrada em outros levantamentos de pteridófitas epifíticas realizados na região neotropical (Sota 1971; 1972; Labiak & Prado 1998; Cortez 2001; Moran *et al.* 2003).

Os gêneros *Asplenium* e *Trichomanes* com maior número de espécies no presente estudo, foram considerados mundialmente mais ricos (com mais de 100 espécies epifíticas) por Madison (1977) e Kress (1986). No levantamento pontual realizado por Moran *et al.* (2003) o gênero *Asplenium* apresentou maior riqueza específica, tal como no presente estudo.

A concentração da riqueza da pteridoflora epifítica em *Alsophila setosa* está relacionada a fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são altura, idade e textura do cáudice dos forófitos. Os fatores extrínsecos correspondem à diversidade ambiental em que ocorrem populações de *A. setosa* no Rio Grande do Sul.

*Alsophila setosa* foi a espécie que apresentou populações com indivíduos mais altos (>10 m) em relação às outras Cyatheaceae, provavelmente, de maior idade, oferecendo condições mais diferenciadas de temperatura e de suprimento hídrico favorecendo a distribuição espacial e temporal dos epífitos. Nieder *et al.* (1999) destacaram que forófitos velhos, estruturalmente mais diversos, com muitos microhabitats diferenciados apresentam maior diversidade de epífitos. As populações de *A. setosa* incluídas no levantamento ocupam diferentes formações florestais do Estado:

floresta ombrófila densa, formações pioneiras, floresta ombrófila mista, estacional semidecidual e estacional decidual. Portanto, a grande diversidade ambiental em que foram encontrados forófitos dessa espécie, contribuíram para que um maior número de espécies com exigências e tolerâncias ecológicas diferentes pudessem colonizar seus cáudices. Além disso, como as plantas dessa espécie apresentam em geral cáudices de maior altura, a mesma tende a ocorrer em formações florestais mais antigas ou em estágios de sucessão mais avançados. Segundo Yeaton & Galdstone (1982), o tempo de disponibilidade do substrato é um fator determinante para a colonização dos forófitos pelas plantas epifíticas.

*Cyathea atrovirens* e *C. delgadii* apresentaram riqueza específica intermediária. As populações de *C. atrovirens* incluídas no levantamento apresentavam plantas, geralmente, com menos de 2 m de altura. O cáudice de menor tamanho, além do fato da espécie crescer preferencialmente em lugares expostos ao sol pleno ou moderado, entre vegetação herbácea ou herbáceo-arbustiva ou no interior de matilhas baixas (Fernandes 1997), contribuem para explicar o número reduzido de espécies epifíticas encontrado. Já *C. delgadii*, embora apresente maior porte (~ 8 m de altura), possui seu cáudice relativamente liso, duro, sem bases de estípites das frondes caídas, aparentemente retendo menos água e assim dificultando, provavelmente, a germinação de esporos e o estabelecimento de esporófitos a partir dos gametófitos. Kernan & Fowler (1995) destacaram que um dos fatores que afetam a capacidade de um epífito se aderir ao seu substrato é a textura. Além disso, *C. delgadii* foi encontrada apenas em áreas de floresta estacional decidual e semidecidual, em habitats mais sujeitos à exposição na época em que ocorre a queda das folhas da sinúsia arbórea. Além disso, as populações somente foram encontradas ao longo de linhas de drenagem, cobertas de solo raso arenoso, ou seja, em condições ambientais menos diversas, quando comparada com *A. setosa*.

*Cyathea corcovadensis*, espécie forofítica com o menor número de espécies de epífitos, apresentou populações com indivíduos mais baixos (até 5 m de altura) em relação à *A. setosa* e *C. delgadii*. No Rio Grande do Sul, a espécie ocorre apenas no litoral norte, já na fronteira com Santa Catarina (Fernandes 1997). Foi encontrada uma população muito reduzida (com três indivíduos), em floresta ombrófila densa, no município de Torres, e outra com, aproximadamente, 18 indivíduos adultos, em formação pioneira, no município de Três Cachoeiras. Além disso, nas áreas de ocorrência dessa espécie forofítica, havia sinais de devastação causada pelo extrativismo de palmito e de pastoreio do gado, que se alimentava das frondes de

plantas jovens, bem como das de outras plantas do estrato herbáceo e das próprias espécies epifíticas. Portanto, o cáudice de menor porte, as populações com pequeno número de indivíduos, associada à ação antrópica e de pastoreio, contribuíram para minimizar a riqueza específica de epífitos.

Medeiros *et al.* (1993) encontraram um maior número de epífitos em *Cibotium* spp. (Dicksoniaceae) que em *Cyathea cooperi* (F.Muell.) Domin e apontaram como possíveis razões a diferença de idade e do tipo de substrato oferecido pelas espécies, sendo que os esporófitos da primeira espécie seriam, provavelmente mais velhos (por apresentarem maior tamanho), enquanto que a segunda apresentaria algum mecanismo químico ou mecânico resistente ao estabelecimento de epífitos, no cáudice (substrato).

A maior participação de holoepífitos habituais ocorrentes entre as espécies registradas também foi encontrada em outros levantamentos de pteridófitas epifíticas realizados por Sota (1971; 1972), Labiak & Prado (1998) e Schmitt *et al.* (2005). A predominância de holoepífitos habituais também ocorreu em levantamentos de epífitos vasculares em geral realizados no Rio Grande do Sul, por Aguiar *et al.* (1981), Waechter (1986; 1992; 1998), Rogalski & Zanin (2003), Gonçalves & Waechter (2003) e Schmitt & Windisch (2005).

Os holoepífitos habituais apresentam as adaptações vegetativas mais especializadas e diversificadas permitindo uma ocorrência mais generalizada. Nesse sentido, a poiquiloidria constitui uma das principais estratégias das pteridófitas (Benzing 1987; 1990), observada nos períodos de estresse hídrico em espécies de *Polypodium* L., *Pleopeltis* Willd. e *Pecluma*. Waechter (1992) destacou que rizoma suculento em *Microgramma* C.Presl e o hábito nidular em *Niphidium* J.Sm. e *Campyloneurum* C.Presl, que favorece a captação e retenção de material orgânico, respectivamente, pela arquitetura das frondes e o emaranhamento das raízes, também são possíveis mecanismos de regulação hídrica. Müller *et al.* (1981) destacaram que tricomas nas frondes de várias espécies de Polypodiaceae podem completar a função de absorção realizada pelas raízes.

Embora os holoepífitos acidentais tenham constituído o segundo maior contingente, totalizando 10 espécies, eles foram encontrados em apenas uma espécie forofítica, com exceção de *Asplenium clausenii*, que ocorreu em *Alsophila setosa* e *Cyathea delgadii*. A ocorrência restrita desta categoria ecológica deve estar relacionada com ausência de adaptações especiais dessas espécies para o epifitismo.

*Lastreopsis amplissima* (C.Presl) Tindale foi considerada como holoepífita acidental porque foi encontrada preferencialmente como terrícola, em áreas de maior ocorrência no Estado, tal como já observado por Schmitt *et al.* (2005), em floresta ombrófila mista de São Francisco de Paula. A preferência por esse tipo de substrato pode explicar o fato da sua ocorrência em cáudices de pequeno porte de *Cyathea atrovirens*, espessados por uma capa fibrosa de raízes adventícias.

*Rumohra adiantiformis* foi considerada facultativa porque esta espécie ocorre tanto no ambiente epifítico como no solo da área estudada, tal como citado por Waechter (1992) e por Gonçalves & Waechter (2003), na planície costeira; Schmitt *et al.* (2005), em floresta ombrófila mista de São Francisco de Paula; e por Schmitt & Windisch (2005) em floresta estacional semidecidual de Sapiranga e de Morro Reuter, no Rio Grande do Sul. Por outro lado, foi considerada holoepífita acidental, em floresta ombrófila mista, no Paraná, por Kersten & Silva (2002).

*Asplenium serra* Langsd. & Fisch. foi considerada como holoepífita acidental porque foi encontrada preferencialmente crescendo sobre o solo, em área de restinga, no litoral do Rio Grande do Sul, embora Labiak & Prado (1998) tenham considerado a espécie como facultativa, em floresta atlântica, no litoral norte de Santa Catarina.

*Asplenium clausenii* foi considerada como holoepífita facultativa por Kersten & Silva (2002) e Borgo e Silva (2003), em floresta ombrófila mista, Paraná. Porém, neste estudo esta espécie foi considerada como acidental. Sylvestre (2001) destaca que raramente *A. clausenii* ocorre como epífita.

Na prática, a delimitação entre holoepífitos acidentais e facultativos não é fácil e a classificação das espécies em determinada categoria pode variar segundo a região ou o tipo de formação florestal considerado. A classificação em categorias ecológicas, no presente estudo, está baseada em observações mais frequentes de ocorrência no ambiente epifítico ou terrestre, porém que não foram quantificadas.

O grande predomínio de holoepífitos habituais, ou seja, de plantas que completam todo o seu ciclo de vida habitualmente no ambiente epifítico, destaca a importância do suporte físico oferecido pelos cáudices das samambaias arborescentes, nos remanescentes florestais do Rio Grande do Sul. Além disso, algumas plantas epifíticas, encontradas no presente estudo, são específicas ou ocorrem preferencialmente sobre os cáudices de samambaias arborescentes, tal como *Asplenium mucronatum* C.Presl, *A. scandicinum* Kaulf., *Pecluma truncorum* (Lindm.) M.G.Price, *Trichomanes anadromum* Rosenst., *T. angustatum* e *T. polypodioides* (Sehnem 1977; Waechter 1992;

Cortez 2001). O substrato oferecido pelos cáudices das samambaias arborescentes apresenta, aparentemente, condições ótimas de disponibilidade hídrica e porosidade para as espécies epifíticas (Cortez 2001), oferecendo microhabitats mais favoráveis para o estabelecimento de gametófitos e um substrato para a fixação de esporófitos de pteridófitas epifíticas (Moran *et al.* 2003).

O fato da especificidade epífito-forófito envolver espécies pteridofíticas pode significar uma interação relativamente antiga sob o ponto de vista evolutivo, condicionada por um substrato peculiar (Waechter 1992). Características químicas do substrato, tal como presença de inibidores para algas e fungos, que competem por luz nutrientes e espaço, pH, presença de taninos e capacidade de retenção de água devem ser investigados experimentalmente em relação ao estabelecimento de gametófitos, para buscar explicar esta especificidade epífito-forófito (Moran *et al.* 2003). Até o presente momento, não existem estudos sobre a influência das propriedades físicas e químicas do substrato oferecido pelas samambaias arborescentes na germinação, desenvolvimento do gametófito e estabelecimento do esporófito de pteridófitas epifíticas. Por outro lado, em forófitos arbóreos, Ranal (1995) destacou que as pteridófitas epifíticas estão submetidas a um grande número de fatores que podem dificultar o estabelecimento de novas plantas, tais como oscilações térmicas, condições severas de ressecamento, pouca disponibilidade de substrato e forte fluxo de água.

O extrativismo, com o conseqüente desaparecimento das plantas adultas de samambaias arborescentes, associado à destruição da vegetação para a realização de práticas agrícolas e à pressão de pastagem do gado, que se alimenta das frondes de plantas jovens, aumentando, conseqüentemente, a mortalidade das mesmas, compromete a disponibilidade de microhabitats específicos para espécies epifíticas, sendo que este fato merece especial atenção no que tange à conservação de espécies.

## **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo. Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado. À Dra. Lana Sylvestre pelo auxílio na identificação de Aspleniaceae. À Maria A. K. Rúbio pelo

auxílio nos trabalhos de campo e de laboratório. Ao Ismael Franz pela formatação das figuras. Aos professores, colegas do pós-graduação, alunos, familiares e amigos que auxiliaram na localização de populações de plantas e ou no campo, durante o levantamento florístico.

### **Referências bibliográficas**

- Aguiar, L.W.; Citadini-Zanette, V.; Martau, L. & Backes, A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica 28**: 55-93.
- Ahmed, J. & Frahm, J.P. 2002. Moosgesellschaften auf baumfarnstämmen in südostbrasilien. **Tropical Bryology 22**: 135-178.
- Beever, J. 1984. Moss epiphytes of tree ferns in a warm temperature forest. **New Zealand Journal Hattori Botanical Laboratory 56**: 89-95.
- Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden 74**: 183-204.
- Benzing, D.H. 1990. **Vascular epiphytes**. Cambridge University Press, Cambridge. 354 p.
- Borgo, M. & Silva, S.M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 26**: 391-401.
- Brownsey, P.J. & Smith-Dodsworth, J.C. 1989. **New Zealand ferns and allied plants**. David Bateman Ltd., Auckland.
- Cortez, L. 2001. Pteridofitas epífitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. **Gayana Botanica 58**: 13-23.
- Fernandes, I. 1997. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fernandes, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas, Botânica 50**: 5-26.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden 74**: 205-233.

- Giongo, C. & Waechter, J.L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 563-572.
- Gonçalves, C.N. & Waechter, J.L. 2002. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasílica** **16**: 429-441.
- Gonçalves, C.N. & Waechter, J.L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasílica** **17**: 89-100.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** **4**: 379-391.
- Gotelli, N.J. & Entsminger, G.L. 2004. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Jericho, Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Heatwole, H. 1993. Distribution of epiphytes on trunks of the arborescent fern, *Blechnum palmiforme*, at Gough Island, south Atlantic. **Selbyana** **14**: 46-58.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecological Monographs** **54**: 187-211.
- Johansson, D.R. 1989. Vascular epiphytism in Africa. Pp. 7-53. In: Lieth, H. & Werger, M.J. (eds.). **Tropical rain forest ecosystems, Ecosystems of the world**. Vol.14b. Amsterdam.
- Kernan, C. & Fowler, N. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. **Journal of Ecology** **83**: 65-73.
- Kersten, R.A. & Silva, S.M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Bariqüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 259-267.
- Kress, W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana** **9**: 2-22.
- Labiak, P.H. & Prado, J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** **11**: 1-79.
- Lellinger, D.B. 1987. The disposition of Trichopteris (Cyatheaceae). **American Fern Journal** **77**: 90-94.



- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana 2**: 1-13.
- Medeiros, A.C.; Loope, L.L. & Anderson, S.J. 1993. Differential colonization by epiphytes on native (*Cibotium* spp.) and alien (*Cyathea cooperi*) tree ferns in a Hawaiian rain forest. **Selbyana 14**: 71-74.
- Moran, R.C.; Klimas, S. & Carlsen, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica 35**: 48-56.
- Müller, L.; Starnecker, G. & Winkler, S. 1981. Zur Ökologie epiphytischer Farne in Südbrasilien. I. Saugschuppen. **Flora 171**: 55-63.
- Nieder, J.; Engwald, S. & Barthlott, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana 20**: 66-75.
- Pichi-Sermolli, R.E.G. 1996. **Authors of scientific names in pteridophyta**. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Price, M.G. 1983. Pecluma, a new tropical american fern genus. **American Fern Journal 73**: 109-116.
- Quadros, F.L.F. & Pillar, V. de P. 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente 24**: 109-118.
- Ranal, M.A. 1995. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. **Revista Brasileira de Biologia 55**: 777-787.
- Richards, P.W. & Argent, G.C.G. 1968. Notes on African mosses IV. New and interesting species mostly from Nigeria and the Cameroons. **Transactions of the British Bryological Society 5**: 573-586.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 26**: 551-556.
- Rothwell, G.W. 1991. *Botryopteris forensis* (Botryopteridaceae), a trunk epiphyte of the tree fern *Psaronius*. **American Journal of Botany 78**: 782-788.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica 19**: 861-867.
- Schmitt, J.L.; Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Pesquisas Botânica 56**: 161-172.

- Sehnm, A. 1977. As filicíneas do Sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. **Pesquisas Botânica 31**: 1-108.
- Sota, E. R. de la. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (America Central). **Nova Hedwigia 21**: 401-465.
- Sota, E. R. de la. 1972. Las pteridofitas y el epifitismo en el Departamento del Choco (Colombia). **Anales de la Sociedad Científica Argentina, Serie II, Ciencias Aplicadas 31**: 245-278.
- Sylvestre, L.S. 2001. **Revisão taxonômica das espécies da Família Aspleniaceae A. B. Frank ocorrentes no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sylvestre, L.S. & Kurtz, B.C. 1994. Cyatheaceae. Pp. 139-152. In: Lima, M.P.M. & Guedes-Bruni, R.R. (orgs.). **Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ. Aspectos florísticos das espécies vasculares**. v.1. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal/IBAMA/Jard. Bot. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tryon, R.M & Tryon, A.F. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to tropical America**. Springer, New York.
- Waechter, J.L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica 34**: 39-49.
- Waechter, J.L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Waechter, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura 20**: 43-66.
- Windisch, P.G. 1992. **Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões**. 2.ed. UNESP, São José do Rio Preto.
- Windisch, P.G. 2002. Fern conservation in Brazil. **Fern Gazette 16**: 295-300.
- Yeaton, R.I. & Gladstone, D.E. 1982. The pattern of colonization of epiphytes on Calabash Trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. **Biotropica 14**: 137-140.

## Capítulo II

**Aspectos fitogeográficos de Cyatheaceae e pteridófitas epifíticas associadas  
ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

**RESUMO** – (Aspectos fitogeográficos de Cyatheaceae e pteridófitas epifíticas associadas ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil). É analisada a distribuição de espécies de Cyatheaceae e das pteridófitas epifíticas associadas, em diferentes regiões fisiográficas, tipos de vegetação e em relação à longitude no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Alsophila setosa* Kaulf. e *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin são as pteridófitas arborescentes mais amplamente distribuídas, ocorrendo em um maior número de regiões fisiográficas e formações florestais. As pteridófitas arborescentes na floresta ombrófila densa, formações pioneiras, floresta ombrófila mista (com *Araucaria*) e estacional semidecidual foram mais ricas em epífitos de que a floresta estacional decidual. *A. setosa* apresentou grande heterogeneidade de pteridófitas epifíticas associadas em relação às *Cyathea* spp., indicando uma forte influência do cáudice de *A. setosa* como causa de diferenciação florística. A Encosta Inferior do Nordeste apresentou o maior número de espécies epifíticas (23), sendo que geralmente as regiões fisiográficas com maior número de pteridófitas epifíticas coincidiram com aquelas que apresentaram também os tipos vegetacionais mais ricos em epífitos e espécies forofíticas. A riqueza de espécies epifíticas bem como de Cyatheaceae diminui gradativamente com o aumento da continentalidade, em direção às regiões mais secas e interiores no extremo oeste do Estado.

**Palavras-chave:** distribuição, epífitos, fitogeografia, pteridófita arborescente, sul do Brasil

**ABSTRACT** – (Phytogeographic aspects of Cyatheaceae and associated epiphytic ferns in the State of Rio Grande do Sul, Brazil). The distribution of the Cyatheaceae species and associated epiphytic ferns in the different physiographic regions, types of vegetation and geographic (longitude) within the State of Rio Grande do Sul, Brazil, is analyzed. *Alsophila setosa* Kaulf. and *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch) are the most widely distributed tree ferns, occurring in a larger number of physiographic regions and floristic formations. Tree ferns growing in the dense humid broadleaved forest, pioneer formations, mixed (with *Araucaria*) humid forest, and semi-deciduous forest were richer in epiphytes than the seasonal deciduous forest. *A. setosa* presents greater heterogeneity as to the associated epiphytic ferns, than *Cyathea* spp., indicating a stronger influence of the caudex of *A. setosa* as cause of floristic differentiation. The lower slope of the northeastern highlands presented a larger number of epiphytic species (23), and generally the physiographic regions with a larger number of epiphytic ferns coincided with those also richer vegetation types in epiphytic and phorophytic species. The epiphytic species richness as well as that of Cyatheaceae diminishes gradually inland (continentality) in direction to the dryer regions in the western part of the State.

**Key words:** distribution, epiphytes, phytogeography, tree-ferns, southern Brazil

## Introdução

A família Cyatheaceae engloba a grande maioria das pteridófitas com porte arborescente, sendo que existem entre 600 e 650 espécies distribuídas nas regiões paleotropicals e neotropicais, atingindo ao sul, os subtrópicos (Tryon & Tryon 1982; Kramer 1990). No sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, ocorrem cinco espécies de Cyatheaceae: *Alsophila capensis* (L.f.) J.Sm., *A. setosa* Kaulf., *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, e *C. delgadii* Sternb.

As Cyatheaceae são, geralmente, de médio a grande porte, podendo alcançar cerca de 20 m de altura. O cáudice normalmente é ereto e massivo, por vezes coberto por uma capa de raízes adventícias, encimado por uma coroa de frondes. As frondes podem atingir alguns metros de comprimento e apresentar lâmina bipinada a mais decomposta. Essas plantas podem ocupar uma diversidade de habitats, tais como encostas de morros, beira de cursos d'água, borda de florestas, restingas e margens de estradas, sendo que a maioria delas ocorre, preferencialmente, no interior das florestas.

No sub-bosque florestal, os cáudices das Cyatheaceae desempenham uma função ecológica importante, servindo de suporte mecânico para a ocorrência de vários epífitos. As plantas epifíticas são típicas de florestas tropicais e subtropicais (Madison 1977; Gentry & Dodson 1987), sendo que a diversidade e abundância são influenciadas pela mudança de condições ecológicas ao longo de diferentes regiões fisiográficas, tipos vegetacionais, gradientes latitudinais e longitudinais.

Dentre os principais estudos taxonômicos envolvendo as espécies de Cyatheaceae destacam-se os realizados por Riba (1967; 1969), Tryon (1971; 1976), Gastony (1973), Stolze (1974), Windisch (1977; 1978), Barrington (1978), Conant (1983) e Lellinger (1987). Contemporaneamente, no Brasil, Fernandes (1997; 2000) desenvolveu um estudo taxonômico das pteridófitas arborescentes do sul e sudeste, discutindo alguns aspectos da fitogeografia das espécies. Existem poucos trabalhos que discutem especificamente a fitogeografia de pteridófitas do Rio Grande do Sul (Sehnen 1977; 1979; Senna & Waechter 1997), sendo que nenhum deles aborda aspectos fitogeográficos da pteridoflora epifítica em cáudices de Cyatheaceae. Considerando que as plantas epifíticas representam uma categoria ecológica dependente dos forófitos, este

estudo tem por objetivo discutir aspectos fitogeográficos das espécies de Cyatheaceae e das pteridófitas epifíticas encontradas em seus cáudices, no Rio Grande do Sul, Brasil.

## **Material e Métodos**

Área de estudo – O Estado do Rio Grande do Sul situa-se entre os paralelos 27° e 34°S e os meridianos 49° e 58°W, ou seja, em uma zona subtropical. O clima é do tipo Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen, com exceção de uma pequena área mais elevada do planalto nordeste que é enquadrada no tipo Cfb. As temperaturas médias anuais oscilam de 14 a 20°C, sendo que as temperaturas médias do mês mais frio oscilam de 10 a 15°C, principalmente em altitudes mais elevadas. No verão, podem ocorrer déficits hídricos consideráveis em áreas ao sudoeste e leste, sendo que a região nordeste do Estado é menos afetada (Quadros & Pillar 2002). De norte em direção à latitude sul, ocorre um decréscimo gradual das médias de precipitação e de temperatura e um aumento da média do número de dias com geadas (Moreno 1961; Nimer 1990).

Aspectos fitogeográficos - Os dados de distribuição dos representantes de Cyatheaceae foram obtidos através de revisão bibliográfica, de análise de coleções de herbários e, principalmente, de excursões de coleta a campo. A nomenclatura taxonômica da família baseou-se no tratamento taxonômico proposto por Lellinger (1987) e discutido por Fernandes (1997). O estudo dos aspectos fitogeográficos das espécies de pteridófitas epifíticas, em cáudice de Cyatheaceae, baseou-se no levantamento florístico realizado por Schmitt (2005, vide capítulo I) em diferentes regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul.

A distribuição vegetacional baseou-se na classificação do Projeto RADAMBRASIL (Teixeira *et al.* 1986), que reconhece floresta estacional decidual, estacional semidecidual, ombrófila densa, ombrófila mista e formações pioneiras. A ocorrência de epífitos em vegetação campestre, na região da estepe, considerou a existência de uma formação florestal restrita dentro de uma ravina, denominada no presente estudo de floresta de ravina. Também, na região da savana uma área florestada foi considerada como floresta estacional semidecidual, em decorrência da composição florística similar com este tipo vegetacional.

As espécies epifíticas foram separadas em grupos, combinando o tipo vegetacional e a espécie forofítica em que foram encontradas. Para comparação florística entre esses grupos empregou-se distância euclidiana, seguida de uma análise

de agrupamento pelo método de Ward no programa estatístico Palaeontological Statistics – PAST (Hammer *et al.* 2003). Nessa análise, foi excluída uma estação de coleta (floresta de ravina) onde foi encontrado apenas um epífito acidental que não havia sido registrado em nenhuma outra localidade.

A distribuição geográfica seguiu as regiões fisiográficas propostas por Fortes (1959), que incluem Litoral, Depressão Central, Campanha, Serra do Sudeste, Encosta do Sudeste, Alto Uruguai, Campos de Cima da Serra, Planalto Médio, Encosta Inferior do Nordeste e Encosta Superior do Nordeste. A única região excluída foi a das Missões pelo fato de não serem encontrados registros de ocorrência de Cyatheaceae nessa área.

A análise da continentalidade no Estado baseou-se na distribuição em quatro intervalos delimitados pelos meridianos de longitude oeste: entre 49 e 51° W; 51 e 53° W; 53 e 55° W; e 55 e 57° W. Em cada uma das análises de distribuição foi considerada a presença (1) e a ausência (0) das espécies, a fim de constituir uma matriz qualitativa de dados binários.

## **Resultados**

Considerando a amplitude de distribuição vegetacional, *Cyathea atrovirens* e *Alsophila setosa* foram as Cyatheaceae comuns a todos os tipos vegetacionais, com exceção da segunda espécie que não ocorreu em floresta de ravina. *A. capensis* apresentou registros de ocorrência em áreas de floresta ombrófila mista, *C. corcovadensis* ocorreu em formações pioneiras e de floresta ombrófila densa e *C. delgadii*, nas florestas estacionais (Tab. 1). Uma única espécie de Cyatheaceae foi registrada em floresta de ravina. Nos demais tipos vegetacionais foram registradas três espécies (Fig. 1).



Tabela 1. Distribuição vegetacional das espécies de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices no Rio Grande do Sul.

Família/Espécie	Formações					
	FES	FOD	FOM	PIO	FED	FRA
<b>CYATHEACEAE</b>						
<i>Alsophila capensis</i> (L.f.) J.Sm.	0	0	1	0	0	0
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	1	1	1	1	1	0
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	1	1	1	1	1	1
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	0	1	0	1	0	0
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	1	0	0	0	1	0
<b>ASPLENIACEAE</b>						
<i>Asplenium claussenii</i> Hieron.	1	0	1	1	1	0
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	1	0	1	0	1	0
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	1	0	0	0	0	0
<i>Asplenium inaequilaterale</i> Willd.	0	0	1	0	1	0
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	1	0	0	0	0	0
<i>Asplenium mucronatum</i> C.Presl	0	1	0	1	0	0
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	1	1	1	0	1	0
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	0	0	0	1	0	0
<b>BLECHNACEAE</b>						
<i>Blechnum binervatum</i> (Poir.) C.V.Morton & Lellinger	1	1	1	1	1	0
<i>Blechnum confluens</i> Schltld. & Cham.	0	0	0	0	0	1
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>						
<i>Ctenitis</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C.Presl) Tindale	1	0	0	0	0	0
<i>Polystichum</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	1	1	1	1	0	0
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>						
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst.	0	1	0	0	0	0
<i>Trichomanes angustatum</i> Carmich.	1	1	1	1	1	0
<i>Trichomanes polypodioides</i> L.	0	1	0	1	0	0
<i>Trichomanes radicans</i> Sw.	1	0	0	0	0	0
<b>PTERIDACEAE</b>						
<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	0	0	1	0	0	0
<i>Doryopteris pedata</i> (L.) Fée	0	0	0	0	1	0
<b>POLYPODIACEAE</b>						
<i>Campyloneurum austrobrasiliense</i> (Alston) de la Sota	1	1	1	0	0	0
<i>Campyloneurum nitidum</i> C.Presl	1	1	1	1	1	0
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	1	1	1	1	1	0
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	0	1	0	0	0	0
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	1	1	0	1	0	0
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	1	0	1	0	1	0
<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	0	0	0	1	0	0
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	1	1	1	1	1	0
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G.Price	0	1	1	0	0	0
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	1	1	0	1	0	0
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1	0	0	1	0	0
<i>Polypodium catharine</i> Langsd. & Fisch.	1	1	0	1	0	0
<i>Polypodium hirsutissimum</i> Raddi	1	0	1	0	0	0
<b>VITTARIACEAE</b>						
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	1	1	1	1	1	0

Floresta Estacional Semidecidual (FES); Floresta Ombrófila Densa (FOD); Floresta Ombrófila Mista (FOM); Formação Pioneira (PIO); Floresta Estacional Decidual (FED); Floresta de Ravina (FRA).

As famílias com representantes epifíticos formaram três grupos principais: um grupo comum a todos os tipos vegetacionais formado apenas por Blechnaceae; um segundo grupo comum a todos os tipos vegetacionais, com exceção da floresta de ravina, formado pelas famílias Aspleniaceae, Dryopteridaceae, Hymenophyllaceae, Polypodiaceae e Vittariaceae; e um terceiro grupo restrito à floresta ombrófila mista e estacional decidual formado pela família Pteridaceae (Tab.1). A floresta estacional semidecidual apresentou o maior número de espécies (21), ao contrário da floresta de ravina, onde foi registrada apenas uma espécie (Fig. 1).

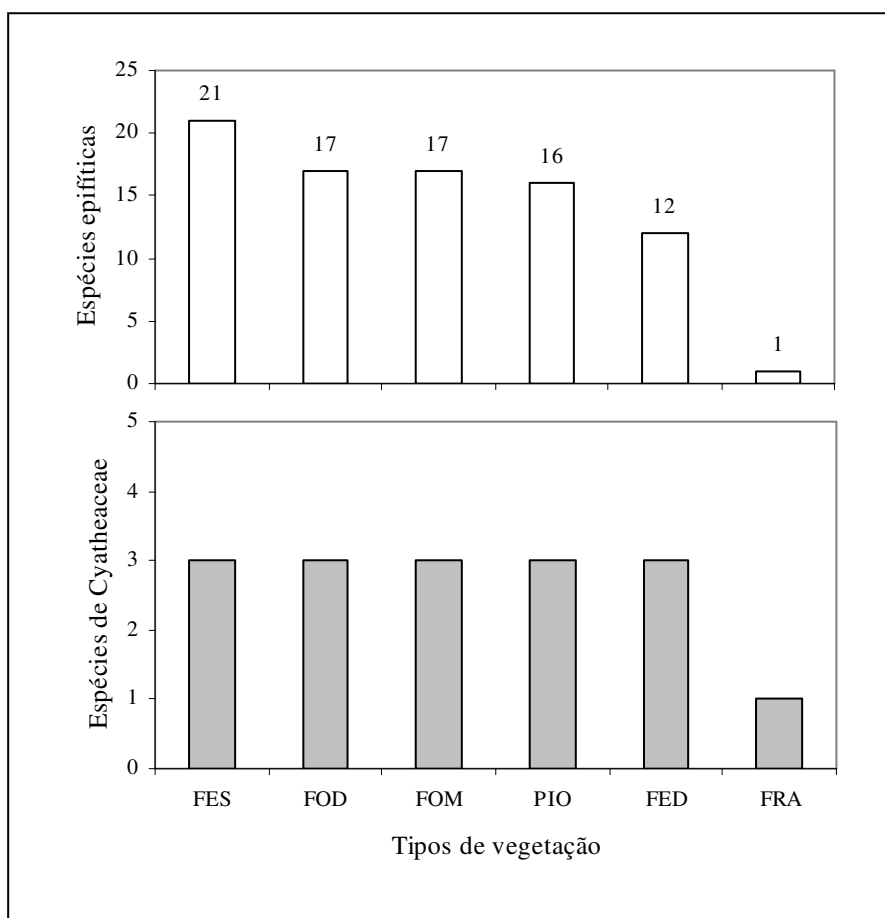


Figura 1. Riqueza específica de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices por tipo vegetacional, no Rio Grande do Sul. Floresta Estacional Semidecidual (FES); Floresta Ombrófila Densa (FOD); Floresta Ombrófila Mista (FOM); Formações Pioneiras (PIO); Floresta Estacional Decidual (FED); Floresta de Ravina (FRA).

O resultado mais importante na análise de similaridade florística, evidenciado no dendograma, foi a separação dos epífitos de *Alsophila setosa* de todos os epífitos de *Cyathea* spp. Dentro dos dois grupos formados, foi verificada uma afinidade entre os

epífitos de floresta ombrófila densa e formações pioneiras, tanto para *A. setosa* como para *Cyathea* spp., com exceção dos epífitos de *C. atrovirens*, em floresta ombrófila densa com os de *C. delgadii*, em floresta estacional semidecidual. Os epífitos em floresta estacional decidual de *C. delgadii* e em floresta estacional semidecidual de *C. atrovirens* demonstraram afinidade entre si (Fig. 2).

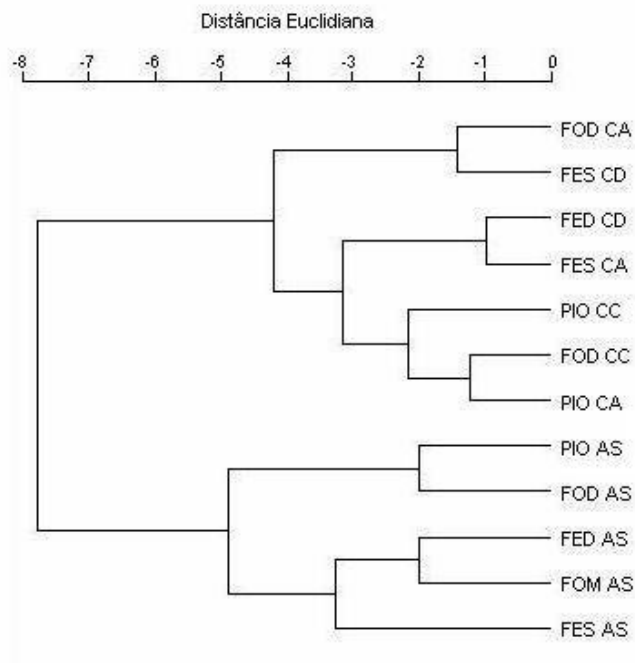


Figura 2. Dendrograma de similaridade florística entre grupos de pteridófitas epifíticas, em diferentes tipos vegetacionais e espécies forofíticas do Rio Grande do Sul. Floresta ombrófila densa (FOD); Formações pioneiras (PIO); Floresta ombrófila mista (FOM); Floresta estacional semidecidual (FES); Floresta estacional decidual (FED); *Alsophila setosa* (AS); *Cyathea atrovirens* (CA); *C. corcovadensis* (CC) e *C. delgadii* (CD).

Considerando a distribuição em regiões fisiográficas (Tab. 2, Figs. 3 e 4), as espécies de Cyatheaceae mais amplamente distribuídas foram *Alsophila setosa* e *Cyathea atrovirens*. *C. corvadensis* apresentou distribuição restrita ao Litoral, *Alsophila*

Tabela 2. Distribuição por regiões fisiográficas das espécies de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices no Rio Grande do Sul.

Família/Espécie	Regiões fisiográficas									
	EIN	Lit	CCS	EnS	PIM	ESN	AIU	DeC	SeS	Cam
<b>CYATHEACEAE</b>										
<i>Alsophila capensis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alsophila setosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cyathea atrovirens</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Cyathea corcovadensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea delgadii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>ASPLENIACEAE</b>										
<i>Asplenium claussenii</i>	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Asplenium gastonis</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Asplenium harpeodes</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium inaequilaterale</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Asplenium incurvatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium mucronatum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium scandicinum</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Asplenium serra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BLECHNACEAE</b>										
<i>Blechnum binervatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Blechnum confluens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>										
<i>Ctenitis</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lastreopsis amplissima</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Rumohra adiantiformis</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>										
<i>Trichomanes anadromum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomanes angustatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Trichomanes polypodioides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomanes radicans</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PTERIDACEAE</b>										
<i>Adiantum raddianum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Doryopteris pedata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>POLYPODIACEAE</b>										
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campyloneurum nitidum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Microgramma squamulosa</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Microgramma tecta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Niphidium rufosquamatum</i>	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Pecluma paradiseae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
<i>Pecluma recurvata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pecluma truncorum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleopeltis angusta</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium catharine</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Polypodium hirsutissimum</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<b>VITTARIACEAE</b>										
<i>Vittaria lineata</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0

Encosta Inferior do Nordeste (EIN); Litoral (Lit); Campos de Cima da Serra (CCS); Encosta do Sudeste (EnS); Planalto Médio (PIM); Encosta Superior do Nordeste (ESN); Alto Uruguai (AIU); Depressão Central (DeC); Serra do Sudeste (SeS); Campanha (Cam).

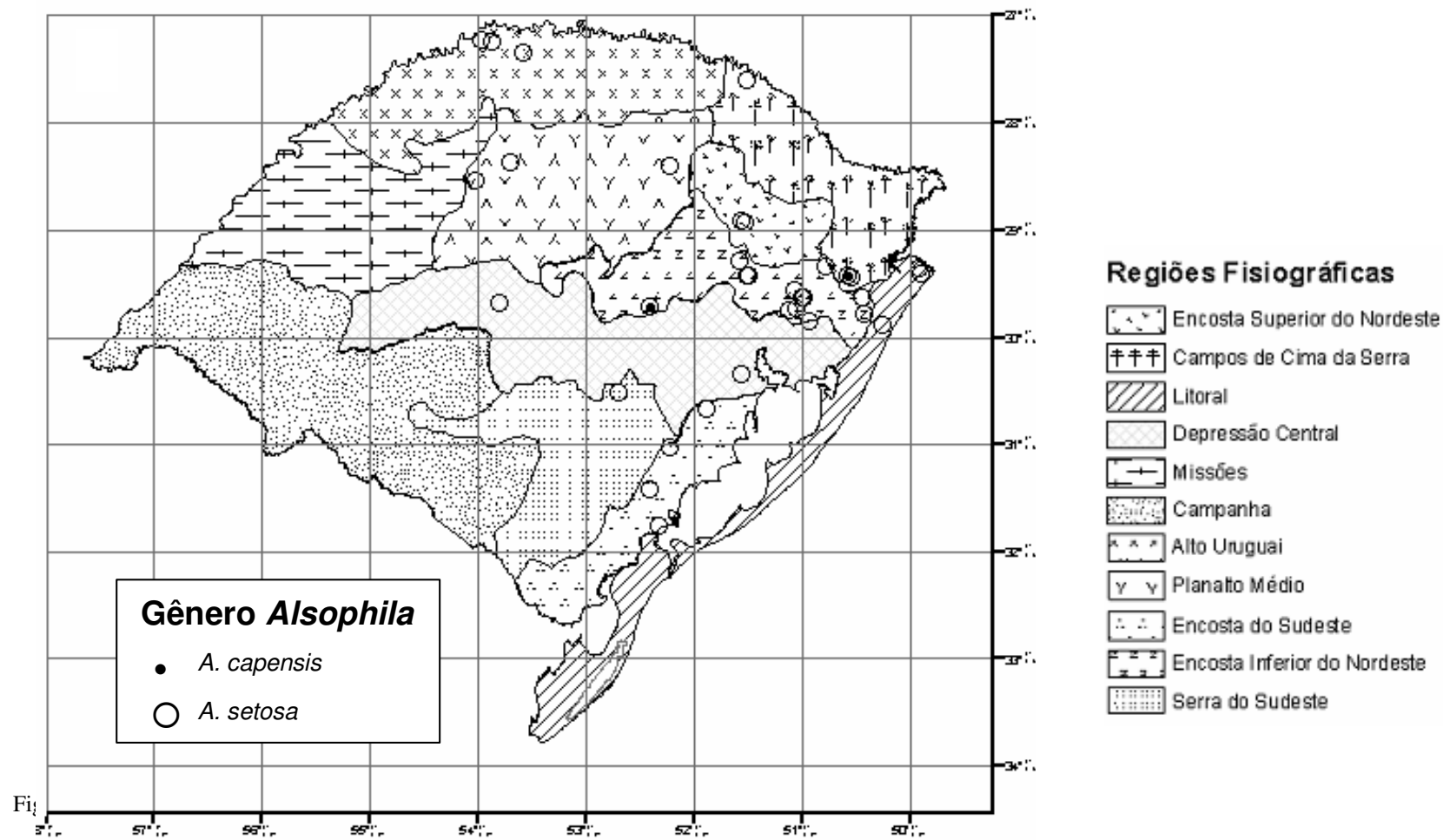


Figura 3. Mapa da distribuição das espécies do gênero *Alsophila* por regiões fisiográficas no Rio Grande do Sul.

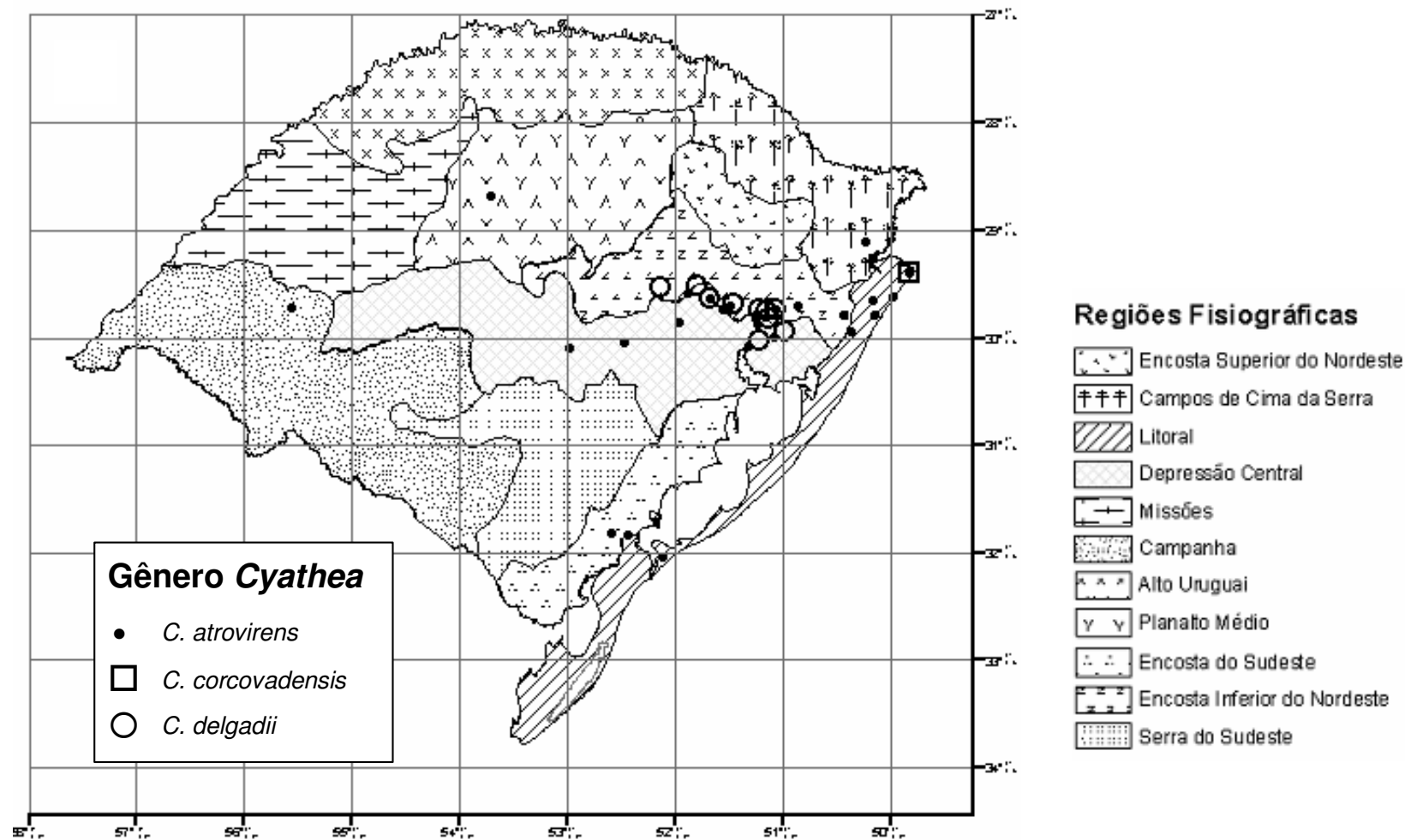


Figura 4. Mapa da distribuição das espécies do gênero *Cyathea* por regiões fisiográficas no Rio Grande do Sul.

*capensis* à Encosta Inferior do Nordeste e aos Campos de Cima da Serra e *C. delgadii* à Depressão Central e Encosta Inferior do Nordeste.

As famílias com representantes epifíticos formaram três grupos principais: um comum em nove ou 10 regiões, formado por Blechnaceae (10), Aspleniaceae, Hymenophyllaceae e Polypodiaceae (9); um segundo grupo intermediário em seis ou sete regiões, formado por Vittariaceae (7) e Dryopteridaceae (6); e um terceiro grupo restrito a duas regiões, formado por Pteridaceae. Um maior número de epífitos foi registrado na Encosta Inferior do Nordeste (23), enquanto que o menor número foi registrado na Campanha (1). De uma maneira geral, regiões fisiográficas com maior riqueza de Cyatheaceae apresentaram maior riqueza de pteridoflora epifítica (Tab. 2 e Fig. 5).

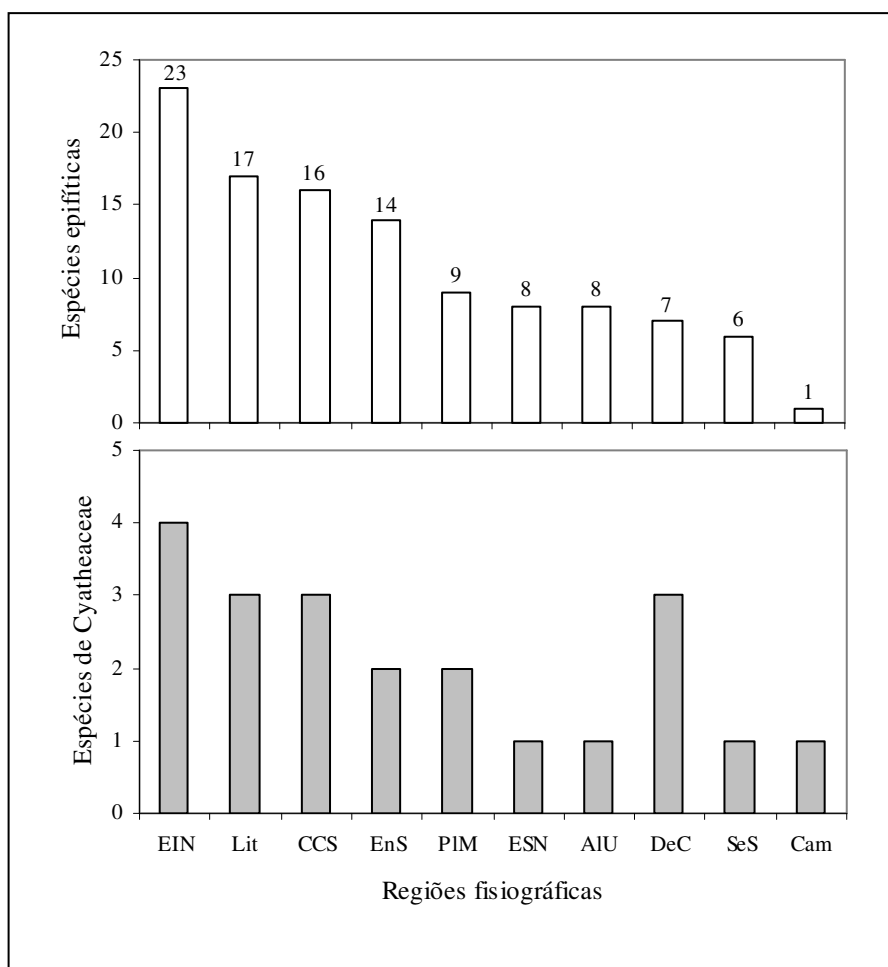


Figura 5. Riqueza específica de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices por região fisiográfica, no Rio Grande do Sul. Encosta Inferior do Nordeste (EIN); Litoral (Lit); Campos de Cima da Serra (CCS); Encosta do Sudeste (EnS); Planalto Médio (PIM); Encosta Superior do Nordeste (ESN); Alto Uruguai (AIU); Depressão Central (DeC); Serra do Sudeste (SeS); Campanha (Cam).

Considerando a continentalidade no Estado, *Cyathea atrovirens* e *Alsophila setosa* foram as espécies de Cyatheaceae mais interioranas, ocorrendo em todos os intervalos longitudinais, com exceção da segunda espécie que não foi registrada depois de 55° de longitude oeste. *A. capensis* e *C. delgadii* ocorreram apenas na metade oriental do Estado, ou seja, até 53° de longitude oeste. *C. corcovadensis* foi a espécie que menos avançou em direção oeste, ficando restrita a formações florestais bem próximas do oceano (Tab. 3).

As famílias com representantes epifíticos formaram três grupos principais: um grupo comum ao longo de todos os intervalos formado pela família Blechnaceae; um segundo grupo intermediário distribuído em três intervalos, que incluiu Aspleniaceae, Dryopteridaceae, Hymenophyllaceae, Polypodiaceae e Vittariaceae; e um terceiro grupo restrito a dois intervalos, formado pela família Pteridaceae (Tab. 3). A distribuição restrita de Pteridaceae em formações florestais, regiões fisiográficas e em intervalos longitudinais deveu-se ao fato da família incluir apenas duas espécies que alcançaram, acidentalmente, a condição de epifitismo. O número de espécies de Cyatheaceae, bem como de pteridófitas epifíticas registradas em relação à longitude constituiu uma seqüência decrescente em direção ao oeste (Fig. 5).

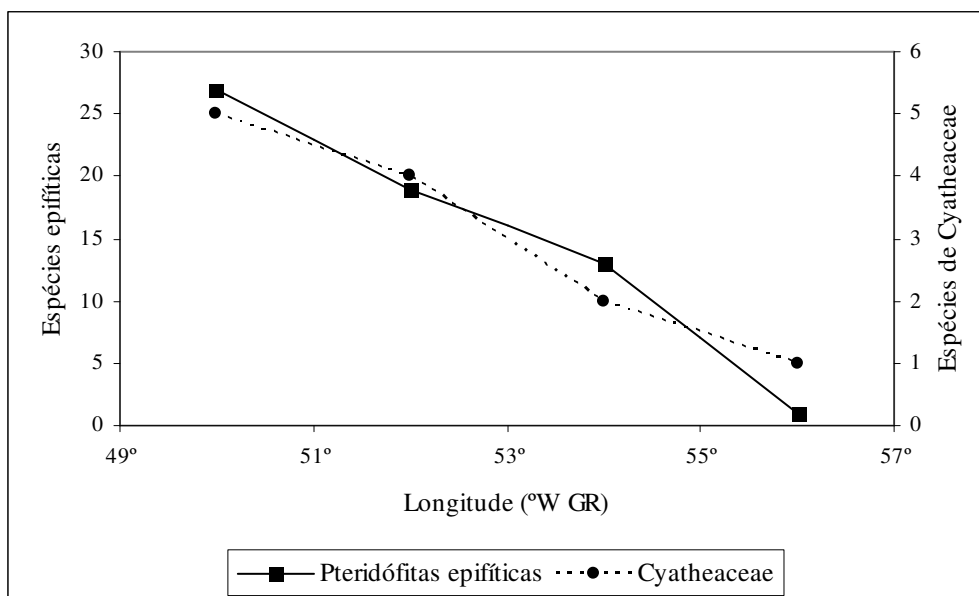


Figura 5. Riqueza específica de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices em relação à continentalidade (longitude), no Rio Grande do Sul.



Tabela 3. Distribuição em relação à continentalidade (longitude) das espécies de Cyatheaceae e de pteridófitas epifíticas em seus cáudices no Rio Grande do Sul.

Família/Espécie	Intervalos longitudinais (°W GR)			
	49-51	51-53	53-55	55-57
<b>CYATHEACEAE</b>				
<i>Alsophila capensis</i>	1	1	0	0
<i>Alsophila setosa</i>	1	1	1	0
<i>Cyathea atrovirens</i>	1	1	1	1
<i>Cyathea corcovadensis</i>	1	0	0	0
<i>Cyathea delgadii</i>	1	1	0	0
<b>ASPLENIACEAE</b>				
<i>Asplenium clausenii</i>	1	1	1	0
<i>Asplenium gastonis</i>	1	0	1	0
<i>Asplenium harpeodes</i>	1	0	0	0
<i>Asplenium inaequilaterale</i>	1	0	1	0
<i>Asplenium incurvatum</i>	1	0	0	0
<i>Asplenium mucronatum</i>	1	0	0	0
<i>Asplenium scandicinum</i>	1	1	1	0
<i>Asplenium serra</i>	1	0	0	0
<b>BLECHNACEAE</b>				
<i>Blechnum binervatum</i>	1	1	1	0
<i>Blechnum confluens</i>	0	0	0	1
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>				
<i>Ctenitis</i> sp.	0	0	1	0
<i>Lastreopsis amplissima</i>	0	1	0	0
<i>Polystichum</i> sp.	0	1	0	0
<i>Rumohra adiantiformis</i>	1	1	0	0
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>				
<i>Trichomanes anadromum</i>	1	0	0	0
<i>Trichomanes angustatum</i>	1	1	1	0
<i>Trichomanes polypodioides</i>	1	0	0	0
<i>Trichomanes radicans</i>	0	1	0	0
<b>PTERIDACEAE</b>				
<i>Adiantum raddianum</i>	1	0	0	0
<i>Doryopteris pedata</i>	0	0	1	0
<b>POLYPODIACEAE</b>				
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i>	1	1	0	0
<i>Campyloneurum nitidum</i>	1	1	1	0
<i>Microgramma squamulosa</i>	1	1	1	0
<i>Microgramma tecta</i>	1	0	0	0
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	1	1	0	0
<i>Niphidium rufosquamatum</i>	1	1	1	0
<i>Pecluma paradiseae</i>	1	0	0	0
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	1	1	1	0
<i>Pecluma recurvata</i>	1	0	0	0
<i>Pecluma truncorum</i>	1	1	0	0
<i>Pleopeltis angusta</i>	0	1	0	0
<i>Polypodium catharine</i>	1	1	0	0
<i>Polypodium hirsutissimum</i>	1	1	0	0
<b>VITTARIACEAE</b>				
<i>Vittaria lineata</i>	1	1	1	0

## Discussão

A riqueza de Cyatheaceae foi igual em diferentes tipos vegetacionais, com exceção da floresta de ravina onde foi registrada apenas *Cyathea atrovirens*. Contudo, é necessário salientar que foram incluídas na floresta ombrófila mista *Alsophila capensis*, não mais encontrada *in situ* no presente estudo, bem como um registro excepcional de *C. atrovirens*, citado por Fernandes (1997).

A floresta ombrófila densa é considerada como a formação vegetacional mais rica em epífitos das florestas sul-brasileiras, seguida da floresta ombrófila mista e das florestas estacionais (Rambo 1954; Klein 1975; Roderjan *et al.* 2002), sendo que o mesmo é observado para a riqueza de filicíneas (Sehnen 1977; 1979). Porém, no presente estudo foi observada uma riqueza específica de epífitos um pouco maior em floresta estacional semidecidual, similar entre floresta ombrófila densa, formações pioneiras e ombrófila mista e menor nas florestas decíduais e formações de ravina (no extremo oeste do Estado). As diferenças observadas na riqueza do epifitismo em relação ao encontrado por outros autores, nos diferentes tipos vegetacionais, podem estar relacionadas com o grau de conservação das formações florestais, a exclusão de outros grupos de plantas com epífitos vasculares, bem como com a especificidade, verticalidade e localização do forófito no sub-bosque. Segundo Johansson (1989), em poucos anos, a alteração das condições ambientais das florestas, decorrentes de sua fragmentação e a redução de substrato ocasionada pela retirada de plantas que oferecem suporte mecânico para os epífitos, resulta no empobrecimento da flora epifítica. A riqueza de pteridófitas epifíticas diminui proporcionalmente ao grau de destruição das florestas (Johansson 1989), sendo que florestas secundárias iniciais e tardias apresentam pouca riqueza e abundância de epífitos (Budowski 1965). Os cáudices recebem pouca luminosidade, em relação às copas das árvores, especialmente porque se desenvolvem no sub-bosque e a sua verticalidade impede a deposição de grande quantidade de substrato, dificultando o epifitismo.

Diante das observações de Christ (1910) e de Sehnen (1977) de que florestas de encostas são ricas em filicíneas; e de Dislich & Mantovani (1998) e Nieder *et al.* (1999) de que a riqueza de epífitos em áreas mais próximas a cursos d'água é maior, pode-se supor que esses fatores contribuíram para explicar o número um pouco superior de pteridófitas epifíticas na floresta estacional semidecidual. As estações de coleta nessa

formação florestal, sempre incluíram populações de ciataáceas ao longo de cursos d'água e ou em encostas de morros, o que proporcionou uma umidade local maior, favorecendo o epifitismo. Schmitt & Windisch (2005) registraram num levantamento de epífitos vasculares em cáudices de *Alsophila setosa*, na floresta estacional semidecidual de Morro Reuter e de Sapiranga (RS), um total de 16 espécies, das quais 14 eram pteridófitas, ou seja, 67% do total de espécies encontrado no presente estudo, para esse tipo vegetacional.

Embora as formações pioneiras sejam florestas de planície, que apresentam elementos xeromórficos, sua riqueza específica foi praticamente igual à da floresta ombrófila densa, possivelmente por encontrar-se em regiões onde ocorre maior precipitação de chuvas e temperaturas elevadas (litoral norte do Estado), pelo contato de seus limites com floresta ombrófila densa e pela ocorrência de várias espécies em comum. A afinidade florística entre formações pioneiras e floresta ombrófila densa pode ser evidenciada na figura 2.

Senna e Waechter (1997) realizaram um levantamento geral de pteridófitas em floresta ombrófila mista, no município de São Francisco de Paula (RS) e encontraram 23 espécies epifíticas, incluindo forófitos de angiospermas e gimnospermas, ou seja, seis espécies a mais daquelas inventariadas no presente estudo, restrito às ciataáceas. Os autores comentaram que o predomínio de epífitos em relação às formas biológicas terrestres, encontrado na área estudada, demonstra uma certa tropicalidade no ambiente florestal. Em outra área de floresta ombrófila mista do mesmo município, Schmitt *et al.* (2005) registraram 11 espécies de pteridófitas epifíticas tendo como forófito *Dicksonia sellowiana*, ampliando para um total de 19 espécies quando foram incluídas espécies epifíticas sobre forófitos arbóreos da mesma área. Tal fato demonstrou que a restrição do forófito implica numa tendência de diminuição da riqueza epifítica.

A pobreza de epífitos na floresta estacional decidual está de acordo com as observações de Sehnem (1977; 1979) para as diferentes formas biológicas de filicíneas. Segundo esse autor, a baixa riqueza específica decorre da falta de ligações entre floresta estacional decidual e ombrófila densa, ou no caso da existência delas é porque não houve tempo suficiente para ocorrer a migração das espécies, em grande número, por essa via. Em um levantamento pontual de epífitos vasculares realizado por Rogalski & Zanin (2003), na floresta estacional decidual do Rio Uruguai, desfalcada de espécies arbóreas de interesse econômico, foram encontradas sete espécies de pteridófitas, que

corresponderam a 10% do total de espécies epifíticas registradas. Esse número de espécies pteridofíticas é mais baixo do que encontrado no presente estudo. Em floresta de ravina (no extremo oeste do Estado), a ocorrência de uma espécie epifítica apenas deve-se principalmente ao fato de que na estação de coleta havia uma população reduzida de ciatáceas e de baixo porte. Além disso, especialmente no verão, podem ocorrer déficits hídricos consideráveis nessa área (Quadros & Pillar 2002), dificultando o epifitismo.

A partir da análise de similaridade florística, foi comprovada a heterogeneidade de pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de *Alsophila setosa* em relação às de *Cyathea* spp., bem como a forte influência dessa espécie forofítica como causa de diferenciação florística. Além disso, demonstra que o tipo vegetacional é um fator com influência menor nessa diferenciação. A afinidade entre os epífitos encontrados entre floresta ombrófila densa e estacional semidecidual e entre essa última com a floresta estacional decidual confirma a continuidade das florestas atlânticas e estacionais citadas por Rambo (1961), Sehnem (1977) e Marchiori (2004). Também a similaridade entre epífitos encontrados na floresta estacional decidual e ombrófila mista confirma o contato de seus limites descrito por Teixeira et al. (1986) e a ocorrência de algumas espécies da pteridoflora em comum como já citado por Sehnem (1977; 1979).

De um modo geral as regiões fisiográficas com maior número de epífitos coincidiram com aquelas que apresentaram os tipos vegetacionais com o maior número de pteridófitas epifíticas, bem como maior riqueza específica de Cyatheaceae. A Encosta Inferior do Nordeste, região fisiográfica com maior número de pteridófitas epifíticas, abriga áreas de floresta estacional semidecidual ao longo de encostas de morros ou de cursos d'água, com populações de Cyatheaceae, favorecendo o epifitismo, tal como discutido anteriormente. Para essa região, há registros de ocorrência de *Alsophila capensis*, *A. setosa*, *Cyathea atrovirens* e *C. delgadii*, sendo que foram registrados epífitos em forófitos das três últimas espécies. O Litoral, região fisiográfica com o segundo maior número de epífitos, abriga áreas de floresta ombrófila densa e de formações pioneiras, que também apresentaram uma alta diversidade de epífitos. Além disso, também foram encontradas populações de três espécies de Cyatheaceae (*A. setosa*, *C. atrovirens* e *C. corcovadensis*). A diversidade epifítica dos Campos de Cima da Serra, região fisiográfica com o terceiro maior número de epífitos, equivale àquela

encontrada em floresta ombrófila mista na escarpa da serra, apenas sobre forófitos de *A. setosa*, embora existam registros de ocorrência de *A. capensis* e de *C. atrovirens*.

De um modo geral, as regiões fisiográficas com menor número de epífitos coincidiram com aquelas que apresentaram os tipos vegetacionais com menor número de pteridófitas epifíticas, bem como menor riqueza específica de Cyatheaceae. Na região da Campanha, foi encontrada apenas uma espécie epifítica (acidental) em *Cyathea atrovirens*, numa floresta de ravina, que em decorrência da continentalidade de sua posição não favorece o epifitismo, tal como discutido anteriormente. Regiões fisiográficas com floresta estacional decidual, tal como Depressão Central e Alto Uruguai, também não apresentaram um número alto de pteridófitas epifíticas.

Na Serra do Sudeste, os epífitos foram coletados em floresta estacional semidecidual, sendo que essa região apresentou o segundo menor número de epífitos, também sobre apenas uma espécie forofítica (*Alsophila setosa*). A Serra do Sudeste localiza-se depois do paralelo 30°, onde há um predomínio da vegetação campestre, que por sua vez não é um hábitat favorável para um grande número de pteridófitas, sendo que o número de espécies vai se diluindo cada vez mais, em direção às latitudes mais austrais (Sehnem 1977). Além disso, a deficiência hídrica nos meses de verão, a diminuição gradual das temperaturas médias e o aumento do número de geadas anuais estão fortemente relacionados com a riqueza decrescente de epífitos vasculares em direção ao sul (Waechter 1992; 1998).

Foi encontrado um gradiente decrescente de diversidade epifítica no sentido leste-oeste, ao longo de todo o Estado. A riqueza específica dos epífitos e dos forófitos diminui gradativamente com o aumento da continentalidade, em direção às regiões mais secas e interiores, até o extremo oeste. Vieder *et al.* (1997) destacaram que a diversidade da vegetação epifítica é maior em áreas com maiores precipitações, tal como observado no presente estudo. Sehnem (1977; 1979) observou que as pteridófitas, bem como os epífitos em geral são pouco abundantes nas florestas do oeste, sendo que as espécies que lá ocorrem são as mais vastamente dispersas no Estado. De fato, todas as espécies encontradas na metade oeste (a partir de 53° W) não foram exclusivas, ocorrendo em dois ou mais intervalos (Tab. 3), com exceção de três epífitos acidentais (*Blechnum confluens*, *Ctenitis* sp e *Doryopteris pedata* (L.) Fée) registrados apenas em um intervalo de longitude. De uma maneira geral, o aumento gradual das médias de temperatura, da deficiência hídrica, da existência de formações campestres, bem como a

redução da riqueza e abundância de Cyatheaceae são concomitantes à diminuição da riqueza de pteridófitas epifíticas, à medida que aumenta a distância relativa do oceano, em direção ao oeste do Rio Grande do Sul.

Pela análise da distribuição vegetacional, geográfica e longitudinal percebeu-se que as espécies de Cyatheaceae amplamente distribuídas no Rio Grande do Sul foram *Alsophila setosa* e *Cyathea atrovirens*. O presente estudo ampliou o limite de distribuição oeste de *C. atrovirens*, até a região da Campanha, visto que até então não havia registro dessa espécie, em área tão interiorana e afastada do oceano Atlântico. Além disso, essa espécie foi a que apresentou registros mais austrais. *A. capensis* e *C. delgadii* apresentaram seu limite de distribuição até 53° de longitude. Considerando que *C. delgadii* foi encontrada nas formações florestais da Depressão Central, juntamente com *Euterpe edulis* Mart., fica evidenciado o seu vínculo com a floresta ombrófila densa (Atlântica) e sua interiorização no Rio Grande do Sul. Por outro lado, *C. corcovadensis* foi encontrada apenas no litoral norte, sendo que se trata também de uma espécie atlântica que poderá avançar para o interior no Estado, com o decorrer do tempo. Contudo, *C. corcovadensis* é uma espécie bastante vulnerável à extinção no Estado, em decorrência de sua distribuição restrita e de seu tamanho populacional local reduzido. Nas formações florestais onde a espécie foi encontrada foi registrada intensa ação antrópica e de pastoreio do gado, que inclusive se alimentava das frondes jovens das plantas, contribuindo para a redução do número de indivíduos da população. Além disso, *C. corcovadensis* apresenta uma germinação relativamente baixa, o que contribui para explicar sua distribuição reduzida no Estado (A. M. Randi, comunicação pessoal). *A. capensis* provavelmente desapareceu totalmente da vegetação, visto que não foram encontrados registros atuais de ocorrência de populações da espécie, indicando um problema sério de conservação da mesma no Rio Grande do Sul. Para proteger as ciateáceas do Estado é necessário conservar os remanescentes florestais em que as espécies ainda são atualmente encontradas.

A composição da pteridoflora epifítica em cáudices de Cyatheaceae também sugere que as espécies seguiram a rota leste como principal caminho de migração, proposta por Sehnem (1977; 1979) para as filicíneas, por Rambo (1951; 1961) e Klein (1975) para as florestas do sul do Brasil. Segundo Rambo (1961) e Sehnem (1977; 1979), essa rota migratória, mais nova de que a oeste, entrou no Estado por uma passagem muito estreita, localizada entre os “Aparados da Serra” e o oceano, chamada

de “Porta de Torres”. As espécies mais típicas dessa rota encontradas no presente estudo e citadas por Sehnem (1977; 1979) foram: *Asplenium serra* Langsd. & Fisch., *A. claussenii* Hieron., *Campyloneurum nitidum* C.Presl, *Microgramma tecta* (Kaulf.) Alston, *M. vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel., *Pecluma paradiseae* (Langsd. & Fisch.) M.G.Price, *P. pectinatiformis* (Lindm.) M.G.Price, *P. recurvata* (Kaulf.) M.G.Price, *Polypodium catharine* Langsd & Fisch., *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching, *Trichomanes angustatum* Carmich. e *T. polypodioides* L. Dentre essas espécies as mais austrais foram *A. claussenii*, *C. nitidum*, *M. vacciniifolia*, *P. pectinatiformis*, *R. adiantiformis*, *T. angustatum*, além de *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V. Morton & Lellinger e *M. squamulosa* (Kaulf.) de la Sota.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo. Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado. Ao Ismael Franz pela formatação das figuras. À Michele Nervo pela elaboração dos mapas. Aos professores, colegas do pós-graduação, alunos, familiares e amigos que auxiliaram na localização de populações de plantas e ou no campo.

### **Referências bibliográficas**

- Barrington, D.S. 1978. A revision of the genus *Trichipteris*. **Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University** 208: 3-91.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba** 15: 40-43.
- Christ, H. 1910. **Die Geographie der Farne**. Verlag, Jena.
- Conant, D.S. 1983. A revision of the genus *Alsophila* (Cyatheaceae) in the Americas. **Journal of the Arnold Arboretum** 64: 333-379.
- Dislich, R. & Mantovani, W. 1998. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 17: 61-83.

- Fernandes, I. 1997. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fernandes, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas Botânica 50**: 5-26.
- Fortes, A.B. 1959. **Geografia física do Rio Grande do Sul**. Globo, Porto Alegre.
- Gastony, G.J. 1973. A revision of the fern genus *Nephelea*. **Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 203**: 81-148.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden 74**: 205-233.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2003. Paleontological Statistics – PAST. Version 1.18. <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- Johansson, D.R. 1989. Vascular epiphytism in Africa. Pp. 7-53. In: H. Lieth & Werger, M.J. (eds.). **Tropical rain forest ecosystems, Ecosystems of the world**. Vol.14b. Amsterdam.
- Klein, R.M. 1975. Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências 33**: 67-88.
- Kramer, K.U. 1990. Cyatheaceae. Pp. 69-74. In: Kramer, K.U. & Green, P.S. (eds.). **The Families and Genera of Vascular Plants. I. Pteridophytes and Gymnosperms**. Springer-Verlag, Germany.
- Lellinger, D.B. 1987. The disposition of *Trichopteris* (Cyatheaceae). **American Fern Journal 77**: 90-94.
- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana 2**: 1-13.
- Marchiori, J.N.C. 2004. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. EST, Porto Alegre.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nieder, J.; Engwald, S. & Barthlott, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana 20**: 66-75.
- Nimer, E. 1990. Clima. Pp. 151-187. In: **Geografia do Brasil: região sul**. Vol.2. IBGE, Rio de Janeiro.



- Quadros, F.L.F. & Pillar, V. de P. 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente 24**: 109-118.
- Rambo, B. 1951. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 3**: 55-91.
- Rambo, B. 1954. História da flora do litoral riograndense. **Sellowia 6**: 113-172.
- Rambo, B. 1961. Migration routes of the south brazilian rain forest. **Pesquisas Botânica 5**: 1-54.
- Riba, R. 1967. Revisión monografica del complejo *Alsophila swartziana* Mart. (Cyatheaceae). **Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 38**: 61-100.
- Riba, R. 1969. The *Alsophila swartziana* complex (Cyatheaceae). **Rhodora 71**: 7-17.
- Roderjan, C.V.; Galvão, F.; Kuniyoshi, Y.S. & Hatschback, G.G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente 24**: 75-92.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 26**: 551-556.
- Schmitt, J.L.; Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Pesquisas Botânica 56**: 161-172.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica 19**: 861-867.
- Sehnen, A. 1977. As filicíneas do Sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. **Pesquisas Botânica 31**: 1-108.
- Sehnen, A. 1979. Semelhanças e diferenças nas formações florestais do sul do Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia 1**: 111-135.
- Senna, R.M. & Waechter, J.L. 1997. Pteridófitas de uma floresta com araucária. 1. Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. **Iheringia, Série Botânica 48**: 41-58.
- Stolze, R. 1974. The taxonomic revision of the genus *Cnemidaria* (Cyatheaceae) **Fieldiana, Botany 37**: 1-98.
- Teixeira, M.B.; Coura Neto, A.B.; Pastore, U. & Rangel Filho, A.L.R. 1986. Vegetação. Pp. 541-620. In: **Levantamento de recursos naturais**. Vol.33. IBGE, Rio de Janeiro.

- Tryon, R. 1971. The american tree ferns allied to *Sphaeropteris horrida*. **Rhodora** **73**: 1-19.
- Tryon, R. 1976. A revision of the genus *Cyathea*. **Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University** **206**: 19-98.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. Springer Verlag, New York.
- Vieder, J.; Ibisch, P.L. & Barthlott, W. 1997. Biodiversidad de epífitas – una cuestión de escala. **Revista del Jardín Botánico Nacional** **18**: 59-61.
- Waechter, J.L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Waechter, J.L. 1998. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. Pp. 332-341. **Proceedings of the 15<sup>th</sup> World Orchid Conference**, Rio de Janeiro, Brasil.
- Windisch, P.G. 1977. Synopsis of the genus *Sphaeropteris* (Cyatheaceae) with a revision of the neotropical exindusiate species. **Botanische Jahrbücher für Systematik** **98**: 176-198.
- Windisch, P.G. 1978. *Sphaeropteris* (Cyatheaceae), the systematics of the group of *Sphaeropteris hirsuta*. **Memoirs of the New York Botanical Garden** **29**: 2-22.

## **Capítulo III**

**Distribuição vertical das pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no  
Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

**RESUMO** – (Distribuição vertical das pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil). A estrutura da pteridoflora epifítica em cáudices de Cyatheaceae, no Rio Grande do Sul, Brasil, foi analisada em relação à distribuição vertical das espécies. O número mínimo, máximo e a média de espécies por cáudice foi, respectivamente, um, sete e 2,34. A correlação fraca entre altura do forófito e número de espécies indica uma pequena tendência de aumentar a riqueza em plantas mais altas. As famílias com menor amplitude vertical são aquelas que preferem ou toleram muita umidade e pouca luz (Hymenophyllaceae), hemiepifíticas (Blechnaceae) ou de epífitas acidentais (Pteridaceae). O contrário foi observado para Aspleniaceae e Polypodiaceae, cujas espécies são predominantemente holoepifíticas habituais e que possuem adaptações para tolerar menos umidade e mais exposição à luz.

**Palavras-chave:** samambaias arborescentes, estratificação vertical, epifitismo, pteridoflora, sul do Brasil.

**ABSTRACT** – (Vertical distribution of epiphytic pteridophytes on caudexes of Cyatheaceae in the State of Rio Grande do Sul, Brazil). The structure of the epiphytic pteridoflora on caudexes of Cyatheaceae in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, has been analyzed as to the vertical distribution of the species. The maximal, minimal and average numbers of species by caudex were one, seven, and 2.34. The weak correlation between the phorophytes height and the number of species indicates a small tendency of increase the richness in taller plants. The families with smaller vertical amplitude are those that prefer or tolerate high humidity and low light levels (Hymenophyllaceae), hemiepiphytes (Blechnaceae) or the accidental epiphytes (Pteridaceae). The contrary was observed for Aspleniaceae and Polypodiaceae, where the species predominantly habitual holoepiphytes and present adaptations tolerating less humid and more light-exposed conditions.

**Key words:** tree-ferns, vertical stratification, epiphytism, pteridoflora, southern Brasil

## Introdução

As pteridófitas constituem um importante grupo de plantas com cerca de 9.000 a 12.000 espécies vivas distribuídas em todo o mundo (Tryon & Tryon 1982; Windisch 1992), sendo que há estimativas que apontam para um total de 15.000 espécies (Roos 1995). Dessas, cerca de 2600 são epifíticas (Kress 1986). Apesar do epifitismo destacar-se dentro desse grupo de plantas, ele ainda é pouco estudado.

Define-se como epífita a planta que utiliza apenas o suporte mecânico oferecido pela espécie hospedeira, durante todo o seu ciclo de vida ou parte dele (Madison 1977; Benzing 1987; 1989). Os cáudices das samambaias arborescentes servem como suporte para a existência de várias plantas epifíticas. No Brasil, especialmente no Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem cinco espécies arborescentes de Cyatheaceae (*Alsophila capensis* (L.f.) J.Sm., *A. setosa* Kaulf., *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, e *C. delgadii* Sternb.) e uma de Dicksoniaceae (*Dicksonia sellowiana* Hook.).

As plantas epifíticas apresentam um padrão de distribuição vertical específico, que provavelmente reflete tolerâncias ecológicas diferenciadas para umidade e luminosidade (Johansson 1974). No mundo, vários pesquisadores analisaram a distribuição vertical dos epífitos vasculares no interior das florestas, dentre os quais podemos destacar Hazen (1966), Johansson (1974), Benzing (1989; 1990), Brown (1990), Bøgh (1992), Zimmerman & Olmsted (1992), Ingran & Nadkarni (1993), Hietz & Hietz-Seifert (1995a, b), Kernan & Fowler (1995) e Nieder *et al.* (1999; 2000). No Brasil, Tryon & Conant (1975) apresentaram a distribuição vertical de *Elaphoglossum glabellum* J.Sm. e *Polypodium nanum* Fée em árvores da Amazônia. Fontoura (1995) estudou a distribuição vertical de Bromeliaceae em Macaé de Cima, Rio de Janeiro. Posteriormente, no mesmo Estado, Fontoura (2001) estudou a estratificação e a contribuição na disponibilização de recursos para a fauna de epífitos vasculares, na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá. Ainda na região sudeste, Fisher & Araújo (1995) investigaram a organização espacial de uma comunidade de bromélias da floresta atlântica. No Paraná, Kersten & Silva (2001) analisaram a estrutura vertical do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea, na Ilha do Mel. Ainda no mesmo estado, Kersten & Silva (2002) investigaram a distribuição vertical de epífitos vasculares, na floresta ombrófila mista. Waechter (1992; 1998) apresentou

aspectos interessantes da distribuição vertical de epífitos vasculares no litoral do Rio Grande do Sul. Rogalski & Zanin (2003) realizaram um estudo da estratificação vertical de epífitos vasculares na floresta estacional do rio Uruguai. Gonçalves & Waechter (2002) apresentaram padrões de distribuição e abundância de plantas epifíticas em figueiras isoladas, no litoral do Estado. Giongo e Waechter (2004) analisaram a estrutura comunitária de epífitos vasculares em floresta de galeria, no município de Eldorado do Sul. Embora haja um esforço de vários pesquisadores no estudo da distribuição vertical da flora epifítica, trabalhos analisando exclusivamente a distribuição de epífitos em geral ou de pteridófitas epifíticas em samambaias arborescentes são praticamente inexistentes. Nesse contexto, destacam-se os trabalhos de Heatwole (1993) sobre distribuição de epífitos em *Blechnum palmiforme* (Thouars) C.Char., na ilha Gough do Atlântico Sul, bem como o de Schmitt et al. (2005) sobre estratificação vertical da pteridoflora epifítica, em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook., na floresta ombrófila mista, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

O presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição vertical das pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae, em diferentes formações florestais, no Estado do Rio Grande do Sul.

## **Material e métodos**

Área de estudo – O Estado do Rio Grande do Sul está situado entre os paralelos 27° e 34°S e os meridianos 49° e 58°W, ou seja, em uma zona subtropical. O clima é essencialmente do tipo Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen, com exceção de uma área mais elevada do planalto nordeste que é enquadrada no tipo Cfb.

Distribuição vertical – O estudo da distribuição vertical considerou as espécies de pteridófitas epifíticas registradas durante o levantamento florístico realizado por Schmitt (2005, vide capítulo I), em diferentes formações florestais do Rio Grande do Sul. Foi registrada a espécie e a altura total do forófito, bem como o seu número de espécies de pteridófitas epifíticas. Para se avaliar se há correlação entre altura total e número de espécies foi realizado teste de correlação de Pearson ( $r$ ) ou produto-momento (Zar 1999). Para cada espécie epifítica foi registrada a altura mínima e máxima de localização no forófito, sendo que quando ocorria apenas um espécime foi atribuído o mesmo valor para ambas alturas. Posteriormente, foram calculadas as médias de altura mínima e máxima das espécies. As médias das espécies com frequência maior ou igual

a sete foram comparadas entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a um nível de significância de 5%.

## Resultados

Distribuição vertical – Foram amostrados um total de 281 forófitos, medindo em média 4,03 m ( $\pm 1,90$ ) de altura. Foram registrados epífitos em forófitos com, no mínimo, 30 cm e, no máximo, 9 m de altura. O número total de pteridófitas epifíticas foi 34. O número mínimo e máximo de espécies por cáudice foi, respectivamente, um e sete. O número máximo observado foi em um forófito de *Alsophila setosa*, medindo 5,50 m de altura. As samambaias arborescentes sem epífitos foram excluídas da amostra, visto que em muitas estações de coleta haviam populações com muitos indivíduos sem essa categoria ecológica associada. Em média, foram encontradas 2,34 ( $\pm 1,33$ ) espécies por forófito. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) encontrado entre a altura do forófito e número de espécies foi de 0,326 ( $p < 0,001$ ,  $n = 281$ ). Embora o resultado encontrado seja significativo, estatisticamente, altura e número de espécies estão fracamente correlacionados (Fig. 1).

De acordo com a distribuição vertical nos forófitos as famílias pteridofíticas com representantes epifíticos no Rio Grande do Sul formaram três grupos principais: um grupo de menor amplitude vertical, formado por Pteridaceae, Hymenophyllaceae e Blechnaceae; um segundo grupo de amplitude vertical intermediária, formado por Vittariaceae e Dryopteridaceae; e um terceiro grupo de maior amplitude vertical, formado por Polypodiaceae e Aspleniaceae (Fig. 2).



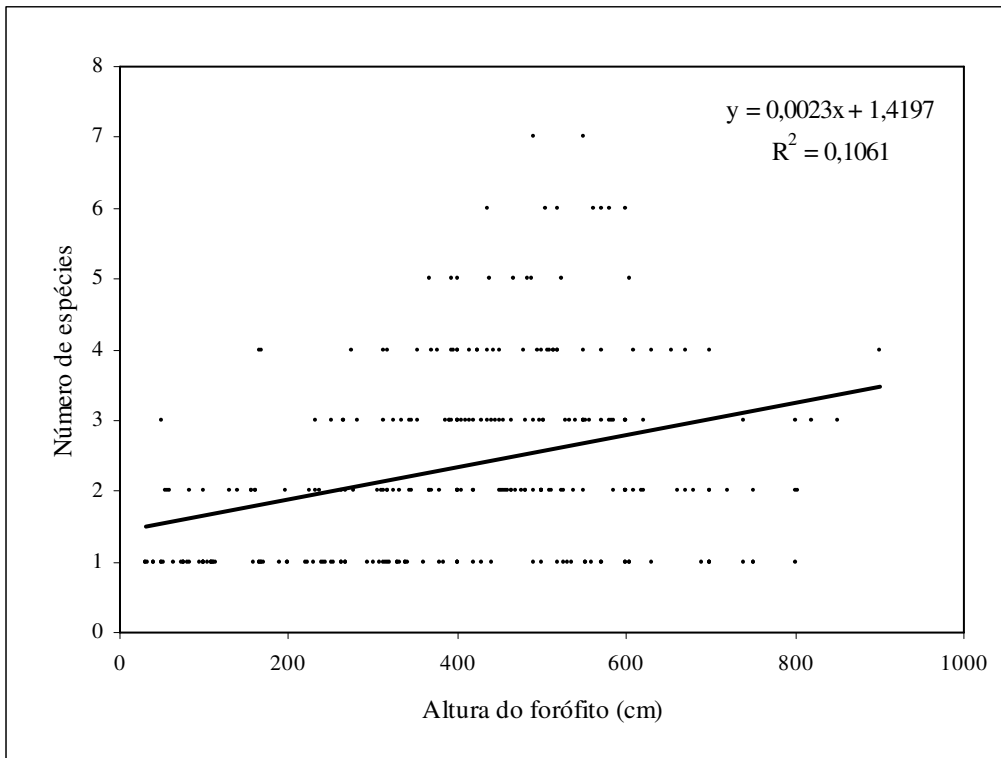


Figura 1. Correlação entre altura dos forófitos e número de espécies de pteridófitas epifíticas em cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul.

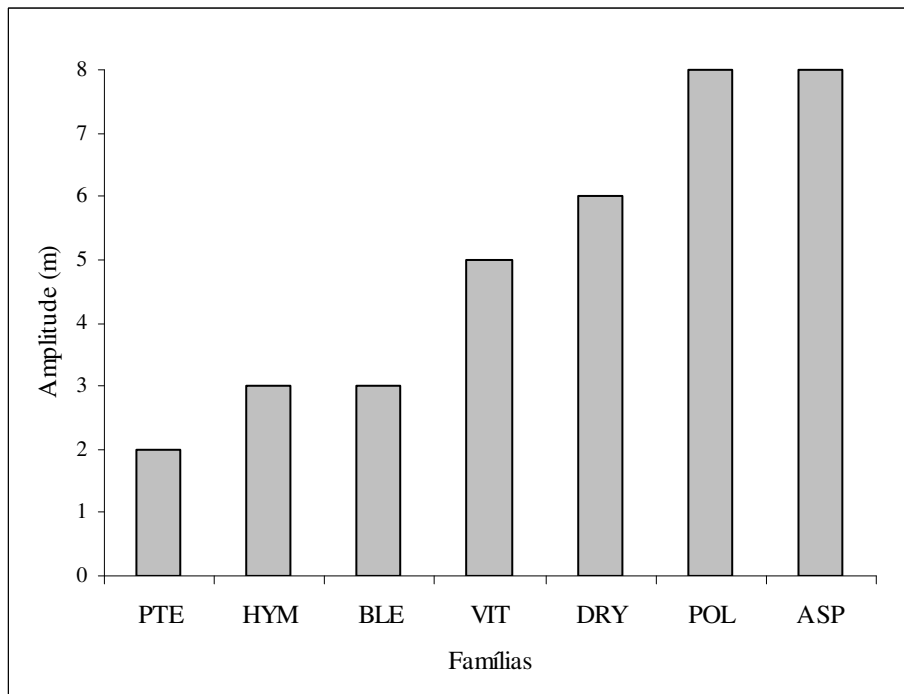


Figura 2. Amplitude vertical das famílias de pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul. ASP = Aspleniaceae, BLEC = Blechnaceae, DRY = Dryopteridaceae, HYM = Hymenophyllaceae, POL = Polypodiaceae PTE = Pteridaceae, VIT = Vittariaceae.

De acordo com a análise estatística, as médias mínimas das alturas de localização das espécies de Polypodiaceae nos cáudices de Cyatheaceae não foram significativamente diferentes entre si, com exceção de *Polypodium catharine* Langsd. & Fisch. que apresentou uma média menor de que *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota. O mesmo fato foi constatado para a família Aspleniaceae, com exceção de *Asplenium claussenii* Hieron. que apresentou média menor de que *A. scandicinum* Kaulf. Da mesma forma, para as espécies de Polypodiaceae, a análise estatística mostrou que as médias máximas das alturas de localização das plantas nos cáudices de Cyatheaceae não foram significativamente diferentes entre si, com exceção de *P. catharine* que apresentou uma média menor que *Pecluma truncorum* (Lindm.) M.G.Price. O mesmo fato foi constatado para a família Aspleniaceae, com exceção de *A. claussenii* que apresentou média menor de que de *A. scandicinum* e *A. gastonis* Fée. As médias das alturas mínimas e máximas das espécies de Hymenophyllaceae foram estatisticamente iguais entre si. Além disso, as médias das mínimas tanto de *Trichomanes polypodioides* L. como de *T. angustatum* Carmich. foram estatisticamente iguais a de *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V.Morton & Lellinger e *A. claussenii* (Tab. 1).

Analisando-se a distribuição vertical das espécies desconsideradas na análise estatística (Tab. 1), observou-se a tendência de holoepífitos acidentais (*Asplenium inaequilaterale* Wild., *Asplenium serra* Langsd. & Fisch., *Blechnum confluens* Schldtl. & Cham., *Ctenitis* sp., *Lastreopsis amplissima* (C.Presl) Tindale, *Polysticum* sp., *Adiantum raddianum* C.Presl e *Pecluma paradiseae* (Langsd. & Fisch.) M.G.Price) ou de espécies de Hymenophyllaceae (*Trichomanes anadromum* Rosenst. e *T. radicans* Sw.) apresentarem as menores médias mínimas e máximas de altura de estabelecimento nos cáudices de Cyatheaceae. O contrário foi observado para holoepífitos habituais das famílias Polypodiaceae (*Microgramma tecta* (Kaulf.) Alston, *Niphidium rufosquamatum* Lellinger, *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Polypodium hirsutissimum* Raddi) e Aspleniaceae (*Asplenium incurvatum* Fée).

Tabela 1. Médias das alturas mínimas e máximas de localização nos cáudices de Cyatheaceae, e frequência sobre indivíduos forofíticos das espécies de pteridófitas epifíticas.

Família/Espécie	X h mín ± DP (cm)	X h máx ± DP (cm)	FAi
<b>ASPLENIACEAE</b>			
<i>Asplenium claussenii</i>	55,79 ± 57,48 (a,b)*	78,04 ± 70,39 (a)	24
<i>Asplenium gastonis</i>	175,85 ± 79,07 (b,c,d)	349,57 ± 121,78 (b,c)	7
<i>Asplenium harpeodes</i>	131,66 ± 59,65	147,66 ± 55,19	3
<i>Asplenium inaequilaterale</i>	62 ± 48,08	91 ± 59,25	4
<i>Asplenium incurvatum</i>	390	390	1
<i>Asplenium mucronatum</i>	99,25 ± 47,58 (b,c)	168,12 ± 67,22 (a,b)	8
<i>Asplenium scandicinum</i>	195,25 ± 127,39 (c,d)	249,88 ± 148,99 (b,c)	51
<i>Asplenium serra</i>	22,2 ± 28,54	22,2 ± 28,54	5
<b>BLECHNACEAE</b>			
<i>Blechnum binervatum</i>	40,13 ± 45,63 (a,b)	88,73 ± 64,90 (a)	106
<i>Blechnum confluens</i>	10	10	1
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>			
<i>Ctenitis</i> sp.	45	45	1
<i>Lastreopsis amplissima</i>	62	62	1
<i>Polystichum</i> sp.	4	4	1
<i>Rumohra adiantiformis</i>	187,17 ± 115,96 (c,d)	242,52 ± 117,03 (b,c)	40
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>			
<i>Trichomanes anadromum</i>	15,33 ± 12,22	29,66 ± 20,55	3
<i>Trichomanes angustatum</i>	21,11 ± 43,82 (a,b)	81,80 ± 57,22 (a)	62
<i>Trichomanes polypodioides</i>	15,41 ± 11,97 (a)	105,88 ± 72,79 (a,b)	17
<i>Trichomanes radicans</i>	9	125	1
<b>PTERIDACEAE</b>			
<i>Adiantum raddianum</i>	101	101	1
<i>Doryopteris pedata</i>	210	260	1
<b>POLYPODIACEAE</b>			
<i>Campyloneurum austrobrasilianum</i>	175,42 ± 62,36 (b,c,d)	211,14 ± 89,78 (a,b,c)	7
<i>Campyloneurum nitidum</i>	153,95 ± 105,63 (b,c,d)	247,95 ± 158,83 (b,c)	87
<i>Microgramma squamulosa</i>	226,81 ± 118,52 (d)	334,90 ± 155,47 (b,c)	22
<i>Microgramma tecta</i>	380	400	1
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	147,32 ± 97,66 (b,c,d)	283,7 ± 159,13 (b,c)	40
<i>Niphidium rufosquamatum</i>	315,66 ± 102,07	337,33 ± 96,43	6
<i>Pecluma paradiseae</i>	18,33 ± 7,63	18,33 ± 7,63	3
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	195,64 ± 112,87 (c,d)	311,28 ± 146,87 (b,c)	39
<i>Pecluma recurvata</i>	113,66 ± 33,43	113,66 ± 33,43	6
<i>Pecluma truncorum</i>	208,78 ± 115,55 (c,d)	383,95 ± 162,38 (c)	23
<i>Pleopeltis angusta</i>	248,25 ± 42,67	258,5 ± 53,25	4
<i>Polypodium catharine</i>	95,65 ± 111,63 (b,c)	119,06 ± 122,95 (a,b)	32
<i>Polypodium hirsutissimum</i>	295,5 ± 155,87	300,25 ± 157,27	4
<b>VITTARIACEAE</b>			
<i>Vittaria lineata</i>	174,90 ± 116,89 (b,c,d)	196,22 ± 108,78 (a,b)	22

X = média; DP = desvio-padrão; FAi = frequência sobre indivíduos forofíticos; \* médias com pelo menos uma letra em comum não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) e as seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Kruskal Wallis; médias que não apresentam letras em seguida foram excluídas do teste porque FAi < 7.

## Discussão

O número mínimo de espécies de pteridófitas sobre o forófitos de Cyatheaceae foi igual e o número máximo foi inferior ao encontrado por Heatwole (1993) em *Blechnum palmiforme* (5), e por Schmitt *et al.* (2005) em *Dicksonia sellowiana* (6). A média de espécies epifíticas foi menor daquela encontrada por Heatwole (1993) em *B. palmiforme* (3,1 espécies de pteridófitas/cáudice) e por Gonçalves e Waechter (2002) em figueiras isoladas (3,35 espécies de epífitos vasculares/fuste). Por outro lado, Rogalski & Zanin (2003) e Giongo & Waechter (2004) encontraram, respectivamente, um total de quatro e nove espécies de pteridófitas nos fustes das árvores. O número total (34) de espécies pteridofíticas do presente estudo expressivamente maior daquele registrado em fustes de forófitos arbóreos, ressalta a importância da conservação das Cyatheaceae para a preservação de uma parte da flora epifítica do Rio Grande do Sul. Embora fustes e cáudices sejam semelhantes quanto à verticalidade, possivelmente esses últimos devem ter condições mais favoráveis para a pteridoflora epifítica.

Heatwole (1993) e Schmitt *et al.* (2005) encontraram correlação entre riqueza da pteridoflora epifítica e altura de samambaia arborescente, tal como no presente estudo. A fraca correlação encontrada entre riqueza e altura no presente estudo, deve-se ao fato de que a maioria dos forófitos (172) apresentou, independentemente da altura, apenas uma ou duas espécies epifíticas. Foram observados cáudices com grandes áreas disponíveis para colonização de epífitos e outros com extensas áreas cobertas por um número reduzido de espécies extremamente abundantes. Apesar de não ser objetivo do presente trabalho, percebeu-se que *Campyloneurum nitidum* C.Presl, *Microgramma squamulosa*, *M. vacciniifolia* (Kaulf.) de la Sota, *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G.Price e *P. truncorum*, todas espécies de crescimento reptante da família Polypodiaceae, cobriam grandes áreas nos forófitos. Ao contrário do presente estudo, Waechter (1998) e Kersten & Silva (2002) não encontraram correlação entre altura e riqueza específica de epífitos vasculares em forófitos arbóreos.

As famílias com menor amplitude vertical são aquelas que predominantemente preferem ou toleram muita umidade e pouca luminosidade (Hymenophyllaceae), hemiepifíticas (Blechnaceae) ou que apresentaram epifitismo accidental. Benzing (1987) destacou que as espécies de Hymenophyllaceae possuem frondes com ponto de saturação luminosa baixo, permitindo que as espécies possam ocupar os estratos inferiores. Nos estudos realizados por Hietz & Hietz-Seifert (1995b), Nieder *et al.*

(1999) e Schmitt *et al.* (2005) as frondes de Hymenophyllaceae encontravam-se restritas aos menores intervalos de altura. As menores médias de altura de estabelecimento de espécies de Blechnaceae nos cáudices de Cyatheaceae deveram-se ao fato de que *Blechnum binervatum* (hemiepífito) germina no solo e, posteriormente, estabelece ligação com o forófito, ocupando, conseqüentemente, estratos inferiores e de que *B. confluens* apresenta epifitismo accidental. As espécies de Dryopteridaceae (com exceção de *Rumohra adiantiformis*) e Pteridaceae são epífitos accidentais ocorreram nos estratos inferiores, em decorrência das condições semelhantes de umidade e luminosidade entre solo e base dos forófitos.

O padrão intermediário de amplitude vertical em Vittariaceae resultou da participação de apenas uma espécie (*Vittaria lineata* (L.) Sm.). Em Dryopteridaceae resultou da ocorrência de *Rumohra adiantiformis* (epífito facultativo), em estratos de maior altura, uma vez que as demais espécies da família apresentaram médias de altura inferiores.

As famílias de maior amplitude vertical (Aspleniaceae e Polypodiaceae) são também as que apresentaram maior riqueza específica, sendo que as espécies que ocupam as porções mais apicais dos cáudices são predominantemente holoepífitas habituais e apresentam estratégias e adaptações para tolerar maior luminosidade e menor umidade. Dentre essas estratégias e adaptações, destacam-se a poiquiloidria, rizomas suculentos, hábito nidular e tricomas (Müller *et al.* 1981; Benzing 1987; 1990; Waechter 1992). O número reduzido de espécies com baixas médias de altura de estabelecimento nos cáudices, observado em espécies de Aspleniaceae e Polypodiaceae coincidiu com o número reduzido de espécies preferencialmente terrestres, a saber: *Asplenium claussenii*, *A. inaequilaterale* Willd., *A. serra* e *Pecluma paradiseae*.

De modo geral, considerando os requerimentos de umidade e luminosidade das espécies pode-se separá-las em dois grandes grupos: um formado por aquelas que necessitam ou toleram mais umidade e menos luz (com médias mínimas e máximas <150 cm); e outro formado por aquelas que necessitam ou toleram menos umidade e mais luz (com médias mínimas e máximas >150 cm). Os cáudices das samambaias arborescentes representam um habitat vertical no interior das florestas, com condições microclimáticas diferenciadas para os epífitos. A luz aumenta e a umidade diminui do solo ao dossel da floresta (Parker 1995), formando gradientes ambientais ao longo dos forófitos que são explorados por grupos específicos de plantas epifíticas (Rogalski & Zanin 2003). A ocorrência de muitas espécies, inclusive de famílias diferentes, com

médias de altura mínimas e máximas semelhantes, encontradas no presente estudo, reflete a similaridade de suas exigências e tolerâncias ecológicas na conquista do ambiente epifítico.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo. Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado. Ao Ismael Franz pela formatação das figuras e tabelas.

### **Referências bibliográficas**

- Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **74**: 183-204.
- Benzing, D.H. 1989. Vascular epiphytism in America. Pp. 133-154. In: H. Lieth & Werger, M.J. (eds.). **Tropical rain forest ecosystems, Ecosystems of the world**. Vol.14b. Amsterdam.
- Benzing, D.H. 1990. **Vascular epiphytes**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bøgh, A. 1992. The composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an ecuadorian montane rain forest. **Selbyana** **13**: 25-34.
- Brown, A.D. 1990. Epiphytism in the montane forests of El Rey National Park in Argentina – Floristic composition and distribution pattern. **Revista Biología Tropical** **38**: 155-166.
- Fisher, E.A. & Araújo, A.C. 1995. Spatial organization of a bromeliads community in the Atlantic rainforest, South-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **11**: 559-567.
- Fontoura, T. 1995. Distribution patterns of five Bromeliaceae genera in atlantic rainforest, Rio de Janeiro state, Brazil. **Selbyana** **16**: 79-93.
- Fontoura, T. 2001. Bromeliaceae e outras epífitas – estratificação e recursos disponíveis para animais na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. **Bromélia** **6**: 33-39.

- Giongo, C. & Waechter, J.L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 563-572.
- Gonçalves, C.N. & Waechter, J.L. 2002. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasílica** **16**: 429-441.
- Hazen, W.E. 1966. Analysis of spatial pattern in epiphytes. **Ecology** **47**: 634-635.
- Heatwole, H. 1993. Distribution of epiphytes on trunks of the arborescent fern, *Blechnum palmiforme*, at Gough Island, south Atlantic. **Selbyana** **14**: 46-58.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995a. Intra and interespecific relations within an epiphyte community in an mexican humid montane forest. **Selbyana** **16**: 135-140.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995b. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. **Journal of Vegetation Science** **6**: 719-728.
- Ingran, S.W. & Nadkarni, N.M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica. **Biotropica** **25**: 370-383.
- Johansson, D.R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecia** **59**: 1-129.
- Kernan, C. & Fowler, N. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. **Journal of Ecology** **83**: 65-73.
- Kersten, R.A. & Silva, S.M. 2001. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 213-226.
- Kersten, R.A. & Silva, S.M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Bariqüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 259-267.
- Kress, W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana** **9**: 2-22.
- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana** **2**: 1-13.
- Müller, L.; Starnecker, G. & Winkler, S. 1981. Zur Ökologie epiphytischer Farne in Südbrasilien. I. Saugschuppen. **Flora** **171**: 55-63.

- Nieder, J.; Engwald, S. & Barthlott, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana** **20**: 66-75.
- Nieder, J.; Engwald, S.; Klawun, M. & Barthlott, W. 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. **Biotropica** **32**: 385-396.
- Parker, G.G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. Pp. 73-106. In: Lowman, M.D. & Nadkarni, N.M. (eds.). **Forest canopies**. Academic Press, San Diego.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**: 551-556.
- Roos, M.C. 1995. **Charting tropical plant diversity: Europe's contribution and potential**. Working document European Science Foundation/Linnean Society/Rijksherbarium Hortus Botanicus/Systematics Association workshop 'Systematics Agenda 2000: the challenge for Europe', Leiden.
- Schmitt, J.L.; Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Pesquisas Botânica** **56**: 161-172.
- Tryon, R.M. & Conant, D.S. 1975. The ferns of brazilian Amazonia. **Acta Amazonica** **5**: 23-34.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. Springer Verlag, New York.
- Waechter, J.L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Waechter, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura** **20**: 43-66.
- Windisch, P.G. 1992. **Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões**. 2.ed. UNESP, São José do Rio Preto.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Zimmerman, J.K. & Olmsted, I.C. 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica** **24**: 402-407.



## **Capítulo IV**

**Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil**

**RESUMO** – (Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil). *Cyathea delgadii* Sternb. é uma pteridófita arborescente que ocorre em florestas primárias e secundárias da região nordeste até o sul do Brasil. O presente estudo discute a estrutura populacional e o desenvolvimento da fase esporofítica (crescimento do cáudice, produção de frondes, fenologia da produção de esporos) de *C. delgadii*, em floresta secundária, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, baseado na observação de 41 plantas, durante 13 meses. A espécie apresentou padrão espacial agregado e uma frequência expressivamente alta de indivíduos de menor altura, indicando um grande potencial de regeneração da população. O crescimento do cáudice foi de 4,65 cm.ano<sup>-1</sup>, sendo que plantas mais altas apresentaram uma variação maior na sua altura. As taxas de produção de frondes novas (5,75 frondes.ano<sup>-1</sup>) e de senescência (4,92 frondes.ano<sup>-1</sup>) similares evidenciaram uma capacidade de manter um número de frondes estável. Poucas plantas formaram frondes férteis, sendo que a produção e liberação dos esporos ocorreram assincronicamente.

**Palavras-chave:** samambaias arborescentes, ecologia, distribuição espacial, fenologia, taxas de crescimento

**ABSTRACT** - (Populational structure and development of the sporophytic phase of *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Pteridophyta) in Southern Brazil). *Cyathea delgadii* Sternb. is a tree-fern which grows in primary and secondary forests from Northeastern to Southern Brazil. The present study discusses the population structure and the development of the sporophytic phase (caudex growth, frond production, phenology of spore production) of *C. delgadii*, in a secondary forest in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, based on the observation of 41 plants, during a 13 month period. The species presented an aggregated spatial distribution pattern and an expressive higher frequency of smaller individuals, indicating a great potential for the regeneration of the population. The caudex growth was of  $4.65 \text{ cm}\cdot\text{year}^{-1}$ , while the taller plants presented a larger variation of their height. The similar frond production rate ( $5.75 \text{ fronds}\cdot\text{year}^{-1}$ ) and senescence ( $4.92 \text{ fronds}\cdot\text{year}^{-1}$ ) rate, reflect the capacity of maintaining a stable number of fronds. Only a few plants formed fertile fronds, while the production and liberation of the spores occurs in an asynchronous pattern.

**Key words:** tree-ferns, ecology, spatial distribution, phenology, growth rates

## Introdução

Existem relativamente poucos estudos sobre a ecologia e desenvolvimento de pteridófitas arborescentes (Gomez 1983; Walker & Aplet 1994; Bittner & Breckle 1995; Schmitt & Windisch 2005), sendo que essas plantas são um componente importante das florestas tropicais e subtropicais do mundo (Tryon & Tryon 1982; Ash 1987; Arens & Smith 1998).

*Cyathea delgadii* Sternb. é uma ciateácea de porte arborescente, que ocorre na Costa Rica, Panamá, ao redor da bacia Amazônica e nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (Holttum & Edwards 1983; Tryon 1986). No Rio Grande do Sul, *C. delgadii* cresce em baixas altitudes (30 a 290m), nas florestas dos taludes dos morros da depressão central (Fernandes 1997) e na encosta inferior do nordeste, ao longo de linhas de drenagem ou em vertentes rochosas úmidas, com cobertura rasa de solo arenoso. A espécie está desaparecendo em decorrência da fragmentação e destruição dos habitats florestais, sendo que atualmente, no Rio Grande do Sul, suas populações são reduzidas e muitas vezes desfalcadas de indivíduos jovens. Além disso, *C. delgadii* representa um alvo de exploração extrativista, sendo que seus cáudices são utilizados como substrato para cultivo de orquídeas, bem como mourões de cerca, por apresentarem um fuste reto, relativamente liso e de alta dureza (Sylvestre & Kurtz 1994).

O manejo das florestas tropicais para utilização de seus recursos ou conservação depende da compreensão da dinâmica populacional (Van Groenendael *et al.* 1996), mediante a realização de estudos sobre a caracterização da estrutura populacional (Caldato *et al.* 1999; Nascimento *et al.* 2001; 2002) e o desenvolvimento das plantas. Estudos sobre a caracterização de populações de pteridófitas arborescentes, de diversas regiões do mundo, foram realizados por Tanner (1983), Young & León (1989; 1991), Poulsen & Nielsen (1995), Nicholson (1997) e Arens e Sánchez Baracaldo (1998). Por outro lado, trabalhos que apresentam informações sobre o desenvolvimento da fase esporofítica das samambaias arborescentes foram realizados por Wick & Hashimoto (1971), Conant (1976), Seiler (1981; 1984; 1995), Tanner (1983), Ortega (1984), Ash (1986; 1987), Walker & Aplet (1994), Bittner & Breckle (1995), Arens & Smith (1998), Bernabe *et al.* (1999), Arens & Sánchez Baracaldo (2000), Arens (2001) e Durand & Goldstein (2001). Dentre esses trabalhos, apenas o realizado por Bittner & Breckle

(1995), na Costa Rica, apresentou informações sobre *Cyathea delgadii*, relacionando habitat, crescimento do cáudice e idade das plantas.

No trópico e subtropico úmido brasileiro, são escassos os trabalhos que discutem a caracterização populacional (Schmitt & Windisch 2005) ou o desenvolvimento (Schmitt & Windisch 2001; Schmitt & Windisch 2003) das ciatáceas, sendo que apenas Marcondes-Ferreira & Felipe (1984), Randi & Crozier (1991) e Randi & Felipe (1988a,b,c,d,e,f) apresentaram informações sobre *Cyathea delgadii*, com especial atenção à germinação de esporos. Trabalhos de taxonomia (Holttum & Edwards 1983), de estrutura e dinâmica (Mantovani 1993), de florística (Klein 1979; Sylvestre & Kurtz 1994) ou de plantas ornamentais (Hoehne 1930) contém dados sucintos sobre *C. delgadii*. No entanto, conhecimentos sobre a estrutura populacional, taxas de crescimento do cáudice, das frondes e a fenologia da produção de esporos dessa espécie são praticamente inexistentes.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivos: (1) caracterizar a estrutura populacional, indicando o padrão de distribuição espacial e em classes de altura; (2) descrever o desenvolvimento de esporófitos, apresentando diferentes parâmetros de crescimento e da fenologia da produção de esporos; (3) contribuir para a compreensão da dinâmica populacional de *Cyathea delgadii*, crescendo em floresta secundária, no sul do Brasil.

## **Material e métodos**

Área de estudo - O trabalho de campo foi conduzido em uma formação vegetal secundária, localizada na zona rural do município de Novo Hamburgo (29°43'S e 50°58'W; alt. 47m), no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Fig. 1). A área de estudo é um remanescente florestal classificado como floresta estacional semidecidual (Teixeira *et al.* 1986), que ainda preserva algumas árvores originais, localizado ao longo de uma linha de drenagem, que atravessa transversalmente o local. O estrato arbóreo forma um dossel contínuo e no sub-bosque, encontra-se uma população de *Cyathea delgadii*. O solo é raso e arenoso, com pequenos afloramentos de arenito. As áreas adjacentes, atualmente, são utilizadas para fins agrícolas e turismo rural.

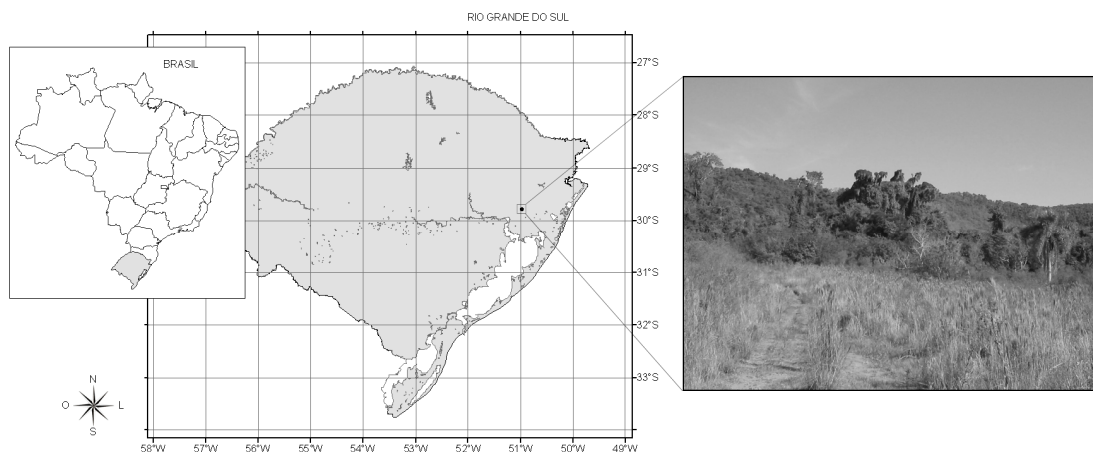


Figura 1. Área de estudo.

Nessa área, de acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Cfa (Moreno 1961). Durante o ano de 2004, a temperatura média do mês mais frio (julho) foi de 12,9 °C e do mês mais quente (janeiro) foi de 25,1 °C. A menor média das temperaturas mínimas foi de 7,8 °C (julho) e a maior média das temperaturas máximas foi de 33,3 °C (janeiro). As precipitações mínima, máxima e anual foram, respectivamente, de 43,6 mm (dezembro), 232,2 mm (novembro) e 1423,3 mm (Fig. 2). Esses dados climatológicos foram coletados na estação meteorológica mais próxima, localizada no município de Campo Bom (29°41'S e 51°03'W; alt. 25,8 m).

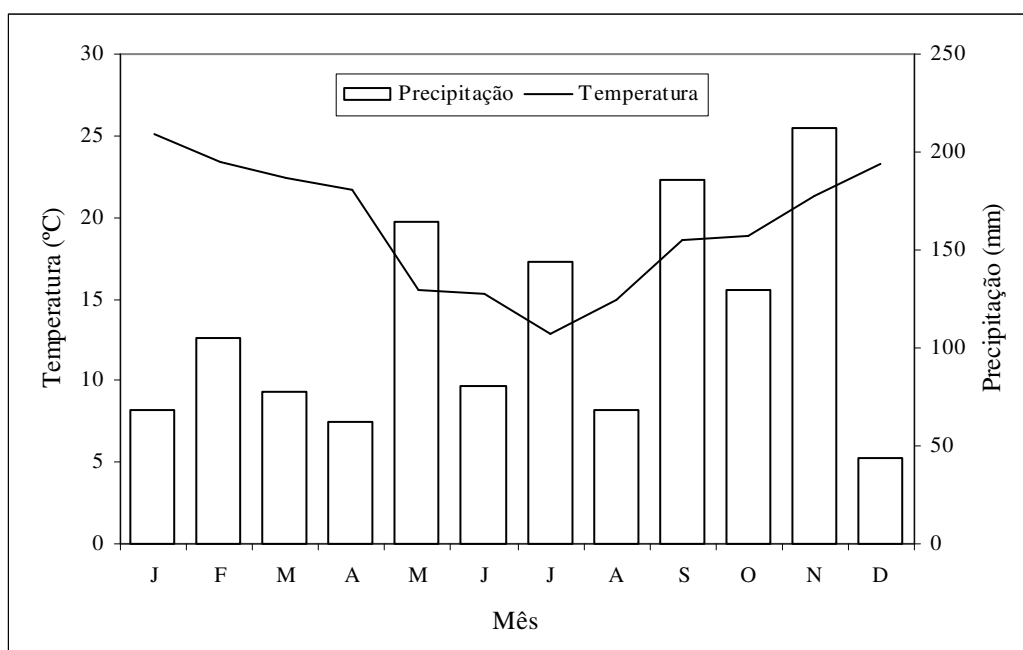


Figura 2. Temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada durante o ano de 2004. Dados da estação meteorológica de Campo Bom, RS.

Material testemunho e terminologia – O material testemunho encontra-se depositado no Herbário Anchieta (PACA), na Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Os termos pteridológicos cáudice, estípite e fronde, utilizados neste estudo e definidos por Lellinger (2002), correspondem, respectivamente, a caule, pecíolo e folha, das angiospermas. No presente estudo, o sistema de classificação adotado para Cyatheaceae foi o proposto por Lellinger (1987).

Caracterização populacional – Foram demarcadas 38 parcelas de 10 m<sup>2</sup> (2X5 m), arranjadas em duas transecções, com 20 e 18 parcelas cada, paralelas ao longo da linha de drenagem. Em janeiro de 2005, foi realizada a contagem de indivíduos e registrada a altura dos cáudices vivos de *Cyathea delgadii*, presentes nas parcelas. As plantas não-férteis foram consideradas jovens e as plantas férteis adultas. O número total de indivíduos amostrados foi distribuído em classes de tamanho, empregando intervalos de altura adotados por Tanner (1983) e Schmitt & Windisch (2005): 0 a 0,8 m (Classe 1), >0,8 a 1,6 m (Classe 2), >1,6 a 2,4 m (Classe 3), >2,4 a 3,2 m (Classe 4), >3,2 a 4,0 m (Classe 5), >4,0 a 4,8 m (Classe 6), >4,8 a 5,6 m (Classe 7) e >5,6 a 6,4 m (Classe 8). A densidade da população correspondeu ao número médio de indivíduos por 10 m<sup>2</sup>. O índice de Morisita (IM) e a razão (R) variância/média (Krebs 1989) foram utilizados para determinar o padrão de distribuição espacial da espécie. A significância estatística foi constatada através do teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) para um nível de significância de 5%. Os valores de IM e R menores que 1,0 indicam distribuição aleatória, iguais a 1 distribuição uniforme e maiores que 1 distribuição agrupada.

Desenvolvimento da fase esporófitica – Em janeiro de 2004, foi iniciado o período de acompanhamento mensal do desenvolvimento de 41 espécimes de *Cyathea delgadii*, que se estendeu até janeiro de 2005. As plantas foram marcadas utilizando-se estacas de madeira, com placas de alumínio numeradas, afixadas no substrato próximo ao seu cáudice. Por questões de segurança e de difícil acesso, não foi possível analisar plantas com mais de 4 m de altura.

A altura das plantas foi mensurada do ápice do cáudice até o nível do solo, em janeiro de 2004, e posteriormente, a um intervalo de 12 meses, para determinar a taxa de crescimento do cáudice. Além disso, os diâmetros da base, à altura do peito (1,3 m acima do solo) e na região apical dos cáudices foram registrados.

O número de báculos, frondes maduras (totalmente expandida com pinas verdes) e senescentes (com todas pinas secas ou somente bases de estípites) foram contados mensalmente, a fim de se determinar taxas de produção e de senescência de frondes. Báculos jovens foram marcados utilizando-se argolas de plástico e o seu desenvolvimento foi acompanhado para se determinar taxas de expansão de frondes. Foi registrado o comprimento do estípite, da lâmina e total dessas frondes recém expandidas. As frondes completamente senescidas foram removidas das plantas a cada mês. Foi registrado o número de frondes férteis, o período em que havia esporângios em formação, completamente cerrados, liberando esporos ou com a maioria dos esporos já liberados.

Os dados coletados foram analisados utilizando-se teste de correlação de Pearson e teste de t para amostras dependentes, descritas por Vieira (1980) e Zar (1999).

## **Resultados**

Caracterização populacional - Na população estudada foram amostrados 44 indivíduos em 380 m<sup>2</sup> de área, distribuídos em oito classes de altura. O maior cáudice registrado foi de 6 m. A classe de menor altura (classe 1) incluiu a grande maioria dos indivíduos. Nenhum indivíduo foi incluído na classe 7. As demais classes apresentaram no máximo quatro espécimes (Fig. 3). Foram encontrados 36 indivíduos não-férteis (jovens) e apenas oito férteis (adultos). As alturas mínima, máxima e média das plantas férteis foram, respectivamente, de 1,7 m, 6 m e 3,65 ( $\pm 1,24$ ) m. A densidade da população de *Cyathea delgadii* foi de 1,15 ( $\pm 2,18$ ) indivíduos por 10 m<sup>2</sup>, sendo encontrados no máximo 10 indivíduos por parcela. Não foram encontrados indivíduos em 22 parcelas. A espécie apresentou padrão de distribuição espacial agregado, tanto pelo índice de Morisita (IM = 3,69) quanto pela razão (R) variância/média (R = 4,15). A significância estatística foi constatada através do valor de Qui-Quadrado calculado ( $\chi^2 = 152,90$ ) maior que o tabelado, para ambos os índices.



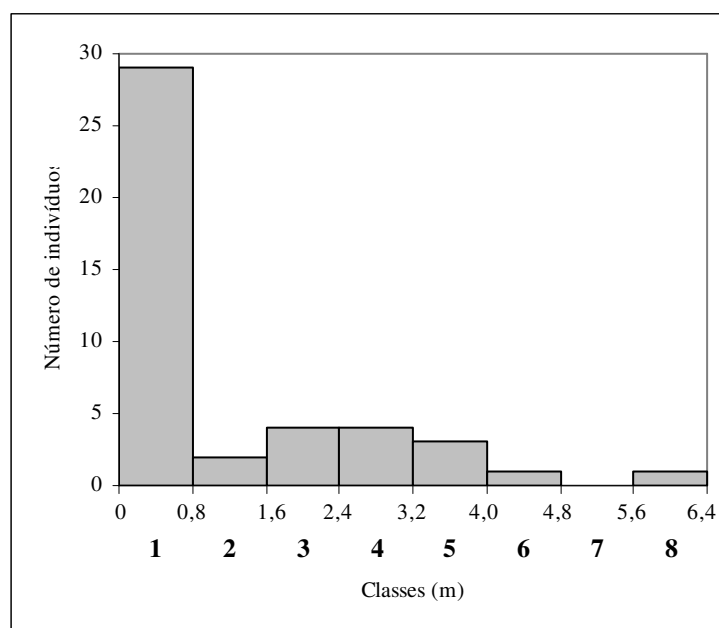


Figura 3. Distribuição de indivíduos de *Cyathea delgadii* em classes de altura.

Desenvolvimento do cáudice – Considerando as plantas marcadas, os cáudices de *Cyathea delgadii* apresentaram até 354 cm de altura, 13,2 cm de diâmetro da base, 10,4 cm de diâmetro à altura do peito e 11,7 cm de diâmetro no ápice (Tab. 1).

Tabela 1. Dimensões dos cáudices de *Cyathea delgadii*.

Dimensões (cm)	n	Mínimo	Máximo	Média	DP
Altura	41	7	354	83,12	93,65
DB	34	2	13,2	5,61	3,04
DAP	10	5,3	10,4	7,84	1,8
DA	35	2,5	11,7	5,5	2,56

DB = diâmetro da base; DAP = diâmetro à altura do peito; DA = diâmetro do ápice; n = número de cáudices.

O cáudice das plantas apresentou uma taxa média de crescimento absoluto em altura igual a 4,65 ( $\pm 8,1$ ) cm.ano<sup>-1</sup>, sendo que 40 cm.ano<sup>-1</sup> foi o valor máximo registrado. A taxa média de crescimento relativo em altura foi de 5,16% ( $\pm 6,44$ ), sendo que 28,57% foi o valor máximo registrado. Durante o período estudado, 16 plantas não apresentaram incremento em sua altura. O crescimento absoluto do cáudice correlacionou-se fortemente com a altura ( $r = 0,742$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ), ou seja, plantas mais altas apresentaram uma variação de altura maior do que aquelas de menor altura (Fig. 4). Contudo, não houve correlação entre crescimento relativo do cáudice e altura ( $r = 0,062$ ,  $p = 0,700$ ,  $n = 41$ ) das plantas.

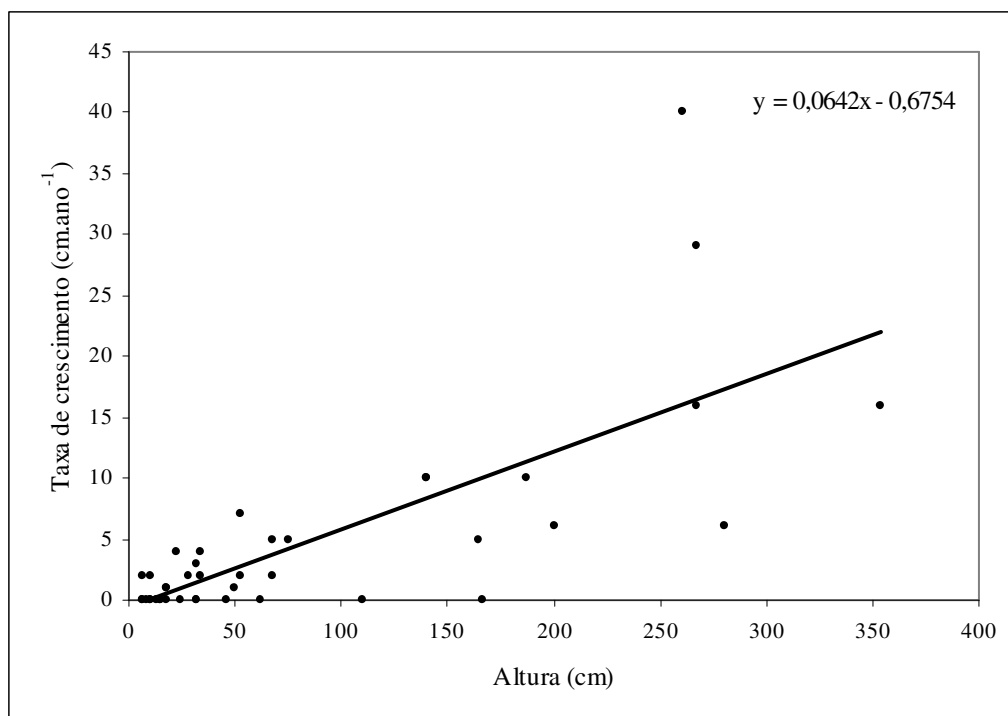


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto por altura do cáudice de *Cyathea delgadii* ( $r = 0,742$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ).

Desenvolvimento da fronde - O comprimento total máximo de fronde registrado foi de 345 cm. A maior lâmina e o maior estípite apresentaram, respectivamente, 232 cm e 113 cm de comprimento (Tab. 2).

Tabela 2. Dimensões das frondes de *Cyathea delgadii*.

Comprimento (cm)	n	Mínimo	Máximo	Média	DP
Estípite	36	12	113	59,58	30,04
Lâmina	36	19	232	104,77	56,65
Total	36	31	345	164,36	85,34

n = número de frondes.

A altura do cáudice apresentou correlação regular ( $r = 0,547$ ,  $p = 0,001$ ,  $n = 36$ ) com comprimento do estípite, forte com comprimento da lâmina ( $r = 0,706$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 36$ ) e com o comprimento total da fronde ( $r = 0,661$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 36$ ), tal como mostra a figura 5.

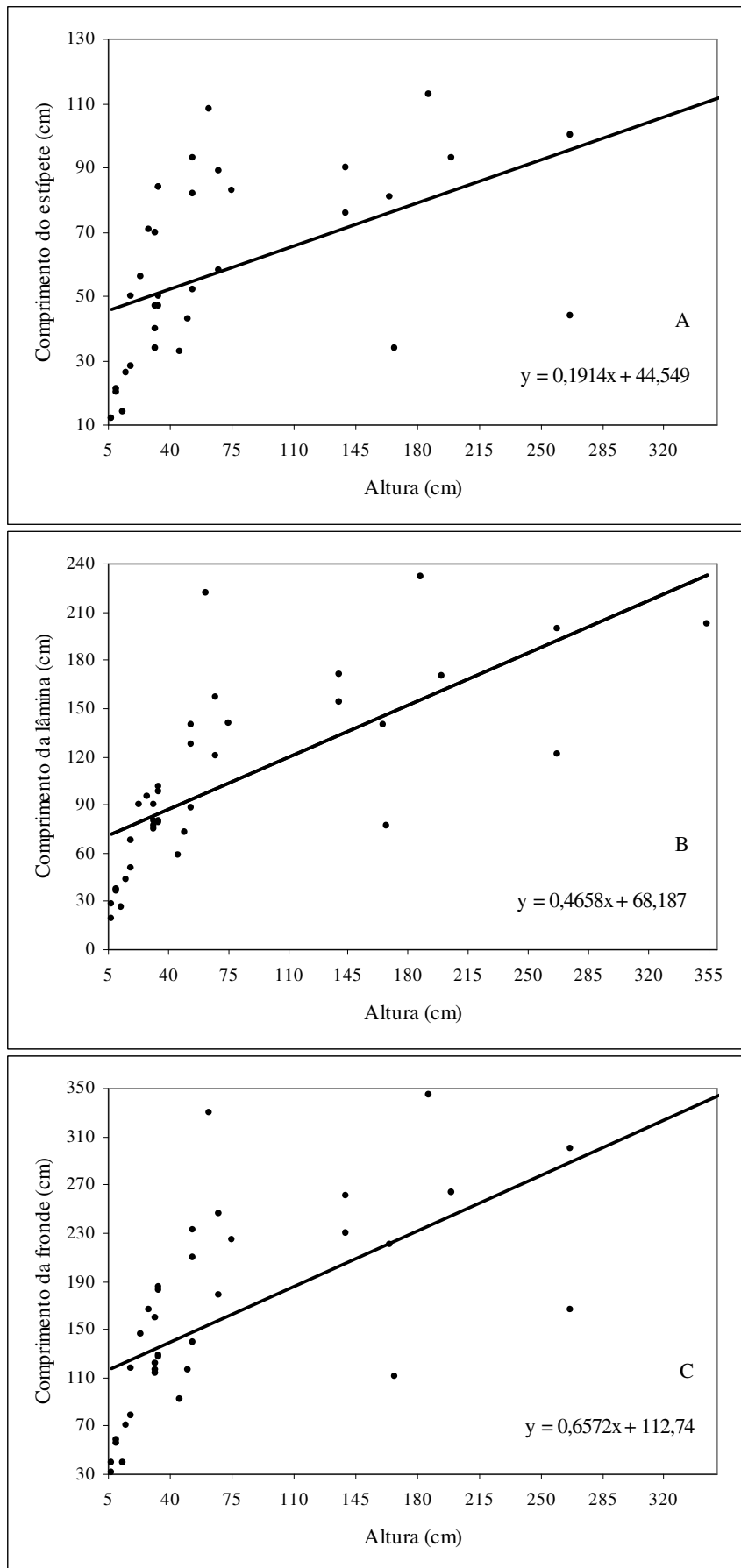


Figura 5. A - Comprimento do estípite por altura do cáudice ( $r = 0,547$ ,  $p = 0,001$ ); B - Comprimento da lâmina por altura do cáudice ( $r = 0,706$ ,  $p < 0,001$ ); C - Comprimento total da fronde por altura do cáudice ( $r = 0,661$ ,  $p < 0,001$ );  $n = 36$ .

Portanto, de uma maneira geral, plantas mais altas apresentaram frondes com estípites, lâmina e comprimento total maior de que as plantas menores.

As plantas, em média, produziram 5,75 ( $\pm 5,28$ ) frondes novas por ano, sendo que nos meses de janeiro, junho, setembro e outubro foram registradas as maiores médias mensais. A menor média de produção foliar foi registrada em novembro 0,12 ( $\pm 0,39$ ) frondes.planta<sup>-1</sup>. Durante todos os meses do ano foram observadas plantas que produziram frondes novas (Fig. 6). No máximo, foram produzidas 23 frondes novas por planta. Apenas uma planta não apresentou produção foliar. A altura das plantas apresentou forte correlação ( $r = 0,865$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ) com produção anual de frondes novas (Fig. 7).

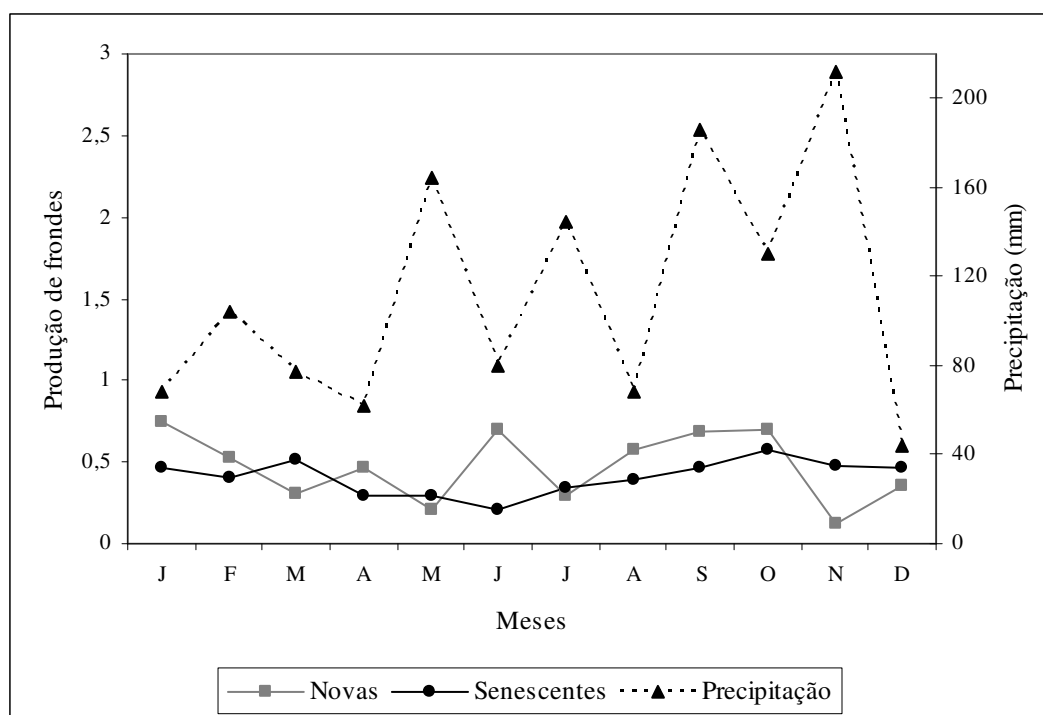


Figura 6. Taxas de produção mensal de frondes novas e de senescência foliar de *Cyathea delgadii* comparada com a precipitação mensal total, no ano de 2004.

As plantas, em média, apresentaram 4,92 ( $\pm 4,84$ ) frondes senescentes por ano, sendo que no mês de outubro foi registrada a média máxima de 0,58 ( $\pm 0,92$ ) e em junho a média mínima de 0,21 ( $\pm 0,47$ ). Durante todos os meses do ano foram observadas plantas com senescência foliar, sendo que a média mensal oscilou fracamente no decorrer do período estudado (Fig. 9). Durante um ano, foram registradas no mínimo uma e no máximo 20 frondes senescentes por planta. A altura apresentou forte

correlação ( $r = 0,877$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ) com a senescência anual de frondes por planta (Fig. 8).

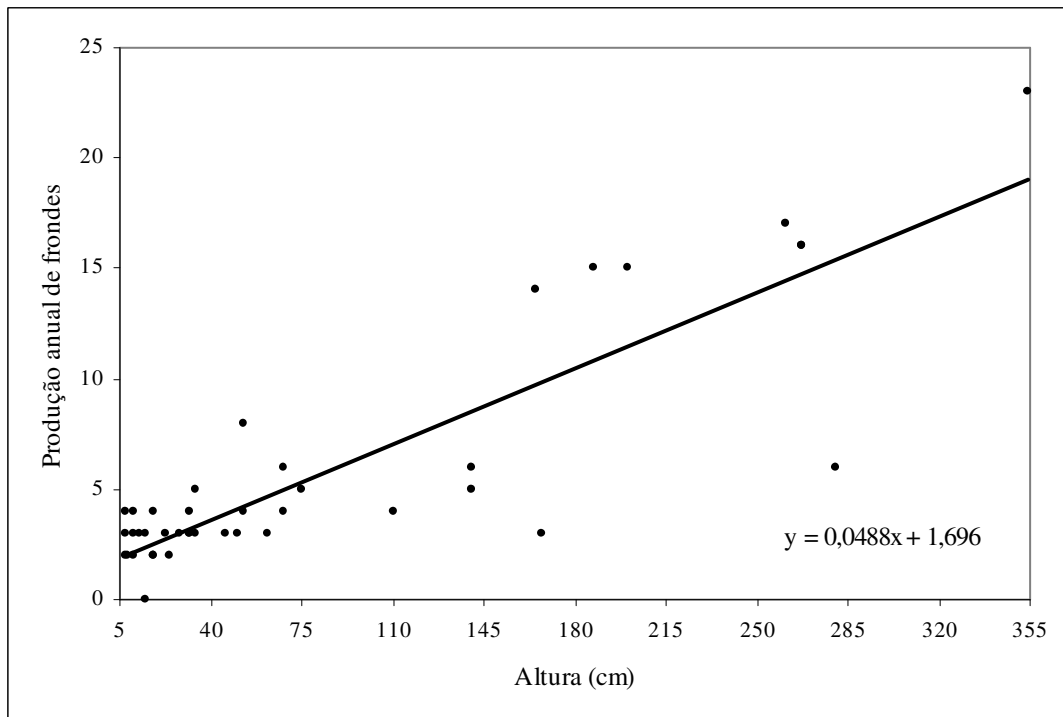


Figura 7. Produção anual de frondes novas por altura do cáudice de *Cyathea delgadii* ( $r = 0,865$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ).

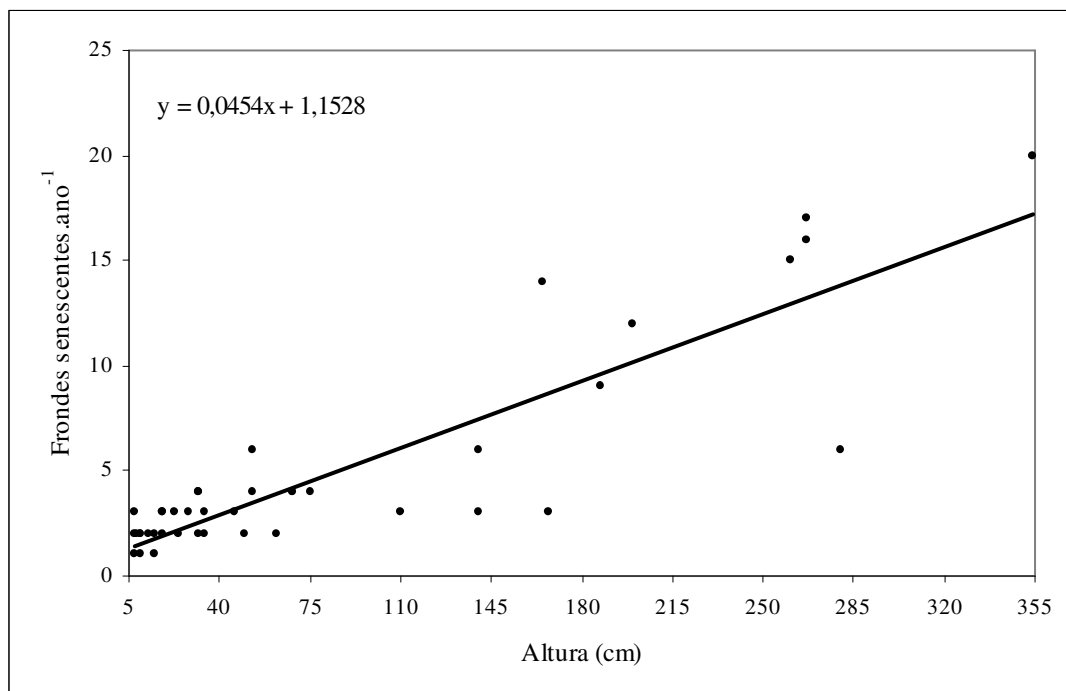


Figura 8. Senescência anual de frondes por altura do cáudice de *Cyathea delgadii* ( $r = 0,877$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 41$ ).

Analisando-se a figura 6 verificou-se que aumentos na produção de frondes novas não coincidem com meses de altas precipitações. Aumentos de produção foliar, geralmente, foram posteriores aos meses mais chuvosos. As médias de frondes senescentes oscilaram menos em relação à de frondes novas e não demonstraram correlação com a pluviosidade, que apresentou fortes oscilações no decorrer do ano. Testes de correlação de Pearson indicaram que a média mensal de frondes novas ( $r = -0,356$ ,  $p = 0,257$ ) e de senescentes ( $r = 0,146$ ,  $p = 0,650$ ) não estão correlacionadas, respectivamente, com precipitação mensal.

Durante o ano, as médias de frondes maduras e férteis por planta praticamente não oscilaram, indicando não estarem correlacionadas com as médias mensais de temperatura (Fig. 9). De fato, testes de correlação de Pearson confirmaram que a média mensal de frondes maduras ( $r = 0,197$ ,  $p = 0,540$ ) e de frondes férteis ( $r = 0,309$ ,  $p = 0,329$ ) não estão correlacionadas com a temperatura. O número mínimo e máximo de frondes maduras por esporófito foi zero e 20, respectivamente. No máximo foram registradas 19 frondes férteis por planta.

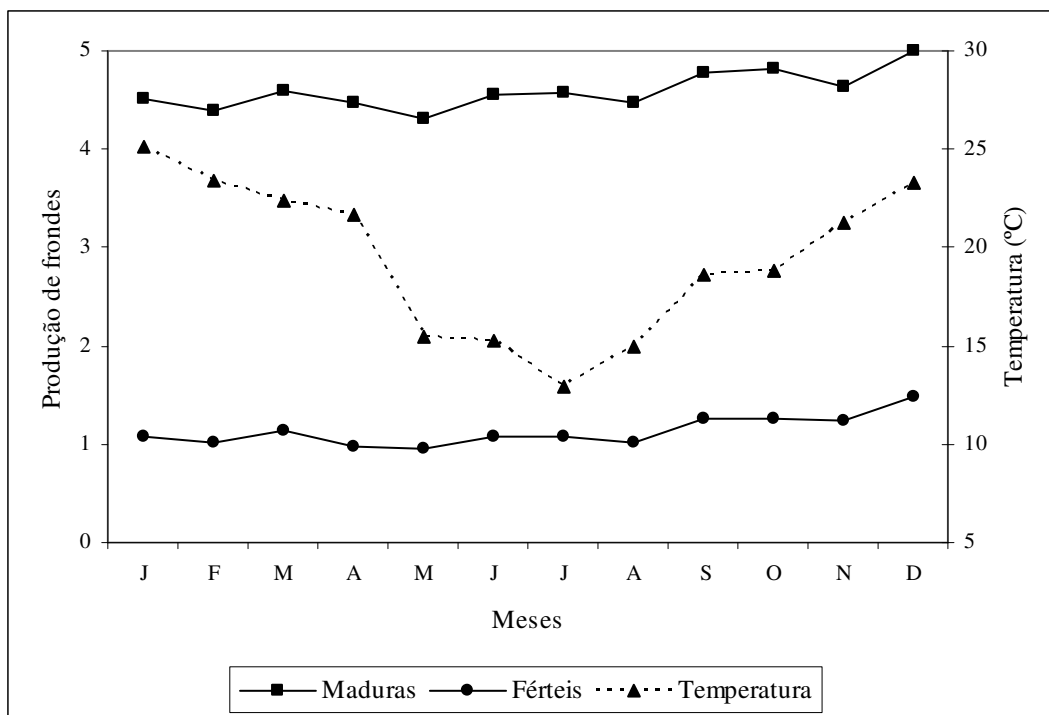


Figura 9. Média mensal de frondes férteis e maduras de *Cyathea delgadii* comparada com a média mensal de temperatura, durante o ano de 2004.

Comparando-se a média de frondes maduras de janeiro/2004 com a de janeiro/2005, foi constatado, estatisticamente, que são iguais ( $p = 0,421$ ,  $n = 41$ ), indicando a manutenção do número de frondes maduras da coroa dos esporófitos, no ano de estudo (Fig. 10).

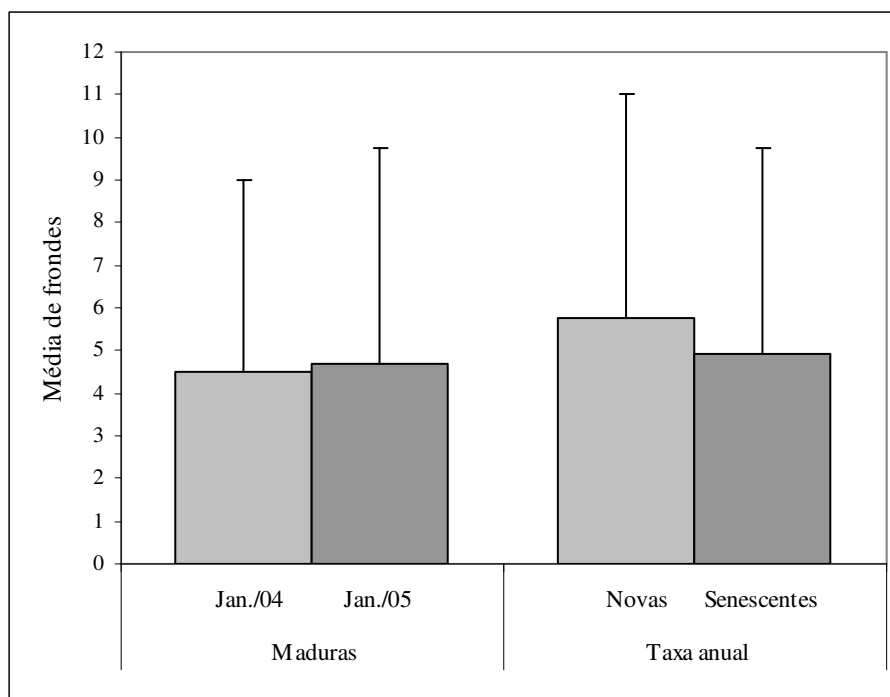


Figura 10. Média de frondes maduras, em janeiro de 2004 e 2005, e média de produção e senescência anual de frondes. As barras indicam o desvio-padrão.

Os 20 báculos marcados de *Cyathea delgadii* se expandiram em média  $3,13 (\pm 1,39) \text{ cm.dia}^{-1}$  no primeiro mês e  $1,14 (\pm 1,05) \text{ cm.dia}^{-1}$ , no segundo mês. No terceiro mês, oito frondes continuaram a aumentar  $0,14 (\pm 0,42) \text{ cm.dia}^{-1}$ , em média, seu comprimento. No quarto mês, apenas duas frondes aumentaram, em média,  $0,005 (\pm 0,016) \text{ cm.dia}^{-1}$ . No primeiro mês, foi registrada a taxa máxima de expansão ( $6,71 \text{ cm.dia}^{-1}$ ). Portanto, os báculos expandiram-se, rapidamente, em 60 dias, sendo que posteriormente poucas frondes continuaram a se expandir, muito mais lentamente (Fig. 11). Considerando o total de báculos das plantas monitoradas, apenas seis se apresentaram necrosados, nos meses de abril (2), maio (1), novembro (1) e dezembro (2).

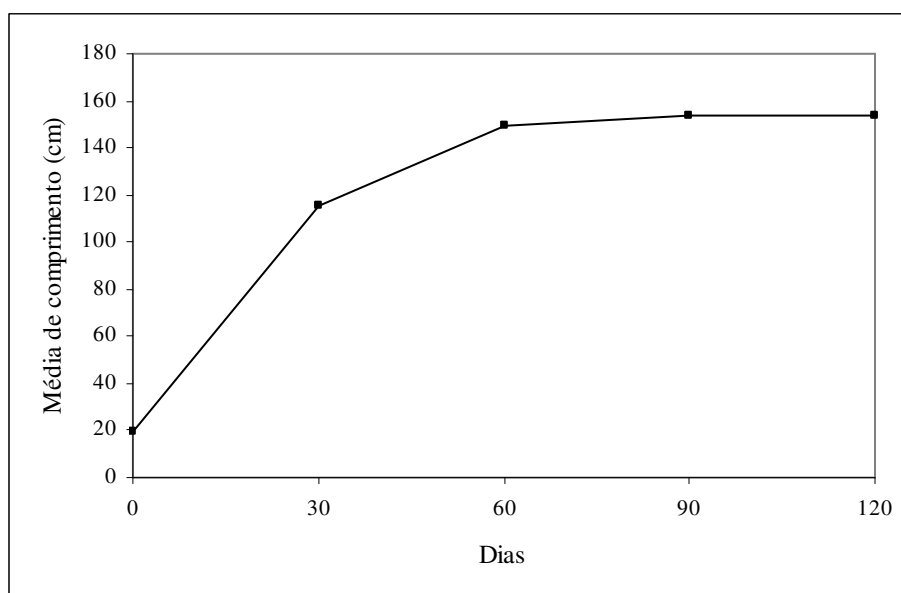


Figura 11. Média de comprimento do báculo/fronde de *Cyathea delgadii* em intervalos de 30 dias.

Fenologia da produção de esporos – Apenas 9,75% das plantas marcadas produziram frondes férteis, sendo que as mesmas no mínimo apresentavam 165 cm de altura. Foram encontradas frondes com esporângios imaturos durante todo o ano, com exceção de janeiro, abril e maio; com esporângios cerrados de janeiro a abril e de setembro a dezembro; liberando esporos de janeiro a julho e de outubro a dezembro. A maioria dos esporos foi produzida do final do inverno até o início do verão, sendo que mais de 50% das plantas férteis apresentaram esporângios imaturos. A grande maioria dos esporos foi liberada a partir do verão até o início do inverno, período em que 100% das plantas férteis apresentaram frondes com esporângios abertos. Foi assincrônica a liberação de esporos em uma mesma planta, sendo que parte dos esporângios liberou seus esporos, enquanto a outra permaneceu imatura ou cerrada. De uma maneira geral, o período de maturação dos esporos foi de 60 dias, sendo que os esporângios maduros permaneceram cerrados até aproximadamente 120 dias, antes de iniciar a liberação dos esporos.

## Discussão

A população de *Cyathea delgadii* apresentou um padrão de distribuição de indivíduos nas classes de altura, seguindo, aproximadamente, o modelo do J-invertido.



Esse modelo caracterizado por uma frequência expressivamente superior nas classes de menor altura e uma frequência menor nas classes de maior altura, indica um grande potencial de recomposição da população, no local estudado, através da regeneração natural da vegetação. Resultados similares de distribuição em classes de altura de pteridófitas arborescentes neotropicais foram obtidos por Tanner (1983) para *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn, na Jamaica; Ortega (1984) para uma população de *Sphaeropteris senilis* (Klotzsch) R.M. Tryon, na Venezuela; Seiler (1984) para *Alsophila tryoniana* (Gastony) D.S. Conant (= *Nephelea tryoniana* Gastony), em El Salvador; Young & León (1989; 1991) e Poulsen & Nielsen (1995) para *C. lasiosora* (Mett. ex Kuhn) Domin (= *Trichipteris nigra* (Mart.) R.M. Tryon), no Peru e Equador, respectivamente; Nicholson (1997) para *A. cuspidata* (Kunze) D.S. Conant (= *N. cuspidata* (Kunze) R.M. Tryon) e *Trichipteris* sp associada a *Cyathea* sp., no Peru. No sul do Brasil, Schmitt & Windisch (2005) encontraram o mesmo modelo de distribuição para *A. setosa* Kaulf. e Athayde Filho (2002) para *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin.

O grande número de indivíduos jovens pode estar relacionado com a presença de sítios com condições adequadas para o estabelecimento de novas plantas de *Cyathea delgadii*. Ash (1986) comentou que uma população de pteridófitas arborescentes com poucas plantas jovens pode ser decorrente da escassez de sítios favoráveis para o estabelecimento de novos esporófitos a partir de gametófitos. Em populações de *C. lasiosora*, o grande número de espécimes jovens pode ser devido às condições edáficas e topográficas favoráveis (Poulsen & Nielsen 1995) ou representa uma estratégia para compensar a alta mortalidade ou supressão no crescimento das plantas, evidenciada pelo número reduzido de plantas que conseguem alcançar a maturidade (Young & León 1989). De fato, no presente estudo, 16 espécimes apresentaram uma supressão no crescimento, além de um número reduzido de plantas adultas, embora não tenha sido observada morte de indivíduos, na população.

A variação da densidade de *Cyathea delgadii* foi consideravelmente alta dentro das parcelas (zero a 10) e resultou numa alta agregação da população. Quando uma espécie apresenta muitos indivíduos em pequenos grupos, formando manchas na vegetação é verificada a distribuição agregada (Nascimento *et al.* 2001). O grande número de parcelas sem plantas de *C. delgadii*, na área estudada demonstrou a tendência da espécie de formar agrupamentos, em nichos com condições adequadas e espaçados dentro da formação florestal. Nas áreas mais maduras e sombrias da

formação florestal foi encontrada a maioria dos indivíduos adultos de *C. delgadii*, enquanto que a maioria dos indivíduos jovens ocorreu em manchas mais imaturas. Tal observação pode estar relacionada com o fato de que os esporos de *C. delgadii* não germinam no escuro (Randi & Felipe 1988e), uma vez que as manchas imaturas são mais abertas e iluminadas. Outras espécies de pteridófitas arborescentes do Estado do Rio Grande do Sul, tal como *C. atrovirens* (Athayde-Filho 2002) e *Alsophila setosa* (Schmitt & Windisch 2005) apresentaram também padrão de distribuição espacial agregado.

Embora a taxa média de crescimento do cáudice de *Cyathea delgadii* tenha sido expressivamente menor daquelas indicadas por Bittner & Breckle (1995) para a mesma espécie em formações florestais primárias e secundárias, na Costa Rica, os valores encontrados estão dentro do padrão indicado por outros autores, para outras espécies do gênero (Tab. 3). O crescimento lento dessa espécie foi observado, porém não quantificado, por Fernandes (1997), no Estado de São Paulo. Ao contrário, Hoehne (1930) destacou que *C. delgadii* crescia com rapidez, podendo atingir de 10 a 15 m de altura, num período de 15 a 20 anos. Por outro lado, a taxa de crescimento máxima (40 cm.ano<sup>-1</sup>) registrada para *C. delgadii*, no presente estudo, está dentro da faixa média de crescimento encontrada para a espécie por Bittner & Breckle (1995), foi igual a registrada por Ash (1987) para *C. hornei* (Baker) Copel., no Fiji, e se aproximou do valor registrado por Arens (2001) para *C. caracasana* (Klotzsch) Domin (~30 cm.ano<sup>-1</sup>), na Colômbia. As diferenças nas taxas de crescimento de *C. delgadii* em diferentes sítios, obtidas a partir da comparação do presente estudo com o de Bittner & Breckle (1995), sugerem que diferenças no dossel e nos estágios de sucessão das formações florestais, bem como incidência de luz e competição influenciam o crescimento da espécie. Nesse sentido, Arens (2001) apresentou dados sobre diferenças no crescimento do cáudice de *C. caracasana*, em locais com diferentes estágios de sucessão, indicando que em formações florestais secundárias mais antigas as plantas crescem menos em altura. Além disso, a estrutura em classes de altura das plantas monitoradas influenciou a taxa de crescimento do cáudice de *C. delgadii*, visto que esta se correlaciona fortemente com a altura das plantas. Possivelmente as discrepâncias entre as taxas de crescimento de *C. delgadii*, em diferentes localidades, também estejam relacionadas com diferenças na estrutura das populações monitoradas por outros autores.

Tabela 3. Comparação de taxas de crescimento do cáudice de *Cyathea delgadii* com outras espécies do gênero.

Espécie	TC (cm.ano <sup>-1</sup> )	Habitat (tipo de floresta)	Autor
<i>Cyathea atrovirens</i>	2,48	secundária	Presente estudo**
<b><i>Cyathea delgadii</i></b>	<b>4,65</b>	<b>secundária</b>	<b>Presente estudo</b>
<i>Cyathea caracasana</i>	4,8*	secundária alta	Arens (2001)
<i>Cyathea pubescens</i>	6,66	?	Tanner (1983)
<i>Cyathea delgadii</i>	21,3	primária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea arborea</i>	28,6	secundária	Conant (1976)
<i>Cyathea delgadii</i>	81,9	secundária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea trichiata</i>	89,7	secundária	Bittner & Breckle (1995)

TC = taxa de crescimento; \* valor calculado a partir da média mensal; \*\*Capítulo V da tese.

O fato de espécimes de *Cyathea delgadii* mais altos apresentarem taxas de crescimento absoluto do cáudice maiores, não significa que os mesmos cresceram mais, proporcionalmente, de que espécimes menores. A partir da ausência de correlação entre crescimento relativo e altura das plantas ficou evidenciado que, de maneira geral, plantas de diferentes alturas apresentam crescimento, proporcionalmente, semelhantes.

As dimensões dos cáudices e das frondes registrados para *Cyathea delgadii* por Fernandes (1997) se aproximam daqueles registrados no presente estudo. Os esporófitos de *C. delgadii* de maior altura apresentaram frondes com estípite de maior comprimento, contrariando a tendência geral das pteridófitas arborescentes apresentarem estípites de menor comprimento (Tryon & Tryon 1959). Estípites mais curtos em plantas mais altas também foram registrados por Seiler (1984) para *Alsophila tryoniana* e por Schmitt & Windisch (2003) para *A. setosa*. Porém, Arens & Sánchez Baracaldo (2000) não encontraram correlações significativas entre altura do cáudice e comprimento do estípite para *C. caracasana*. Além de plantas mais altas de *C. delgadii* apresentarem estípites mais longos, a lâmina e o comprimento total da fronde também correlacionaram fortemente com a altura dos indivíduos. Seiler (1984) verificou uma correlação regular entre altura do cáudice e comprimento da lâmina para *A. tryoniana*, bem como Arens & Sánchez Baracaldo (2000) para *C. caracasana*. A ocorrência de boas correlações entre as dimensões das frondes com a altura das plantas de *C. delgadii*, sugerem que as diferenças no tamanho foliar estão relacionadas com classes de tamanho-idade dos cáudices. Por razões mecânicas, as frondes podem ser maiores, em plantas mais altas, porque os cáudices, mais desenvolvidos, especialmente de maior diâmetro, podem suportar maior massa foliar. Estudos adicionais são necessários para

determinar quais fatores ambientais e de desenvolvimento interno são preponderantes para explicar as correlações encontradas entre altura e dimensões das frondes. A idade do meristema apical (Seiler 1984) e, principalmente, a intensidade e a qualidade de luz (Seiler 1984; Arens & Sánchez Baracaldo 2000) influenciam o desenvolvimento das frondes em pteridófitas arborescentes.

*Cyathea delgadii* apresentou produção anual de frondes novas e número de frondes maduras por planta similar àquelas registradas para outras espécies do mesmo gênero (Tab. 4). As médias de frondes maduras por mês foram menores daquelas encontradas para a mesma espécie por Bittner & Breckle (1995) em floresta secundária (11-13) e primária (6-8).

Tabela 4. Comparação de número de frondes maduras e de produção foliar de *Cyathea delgadii* com outras espécies do gênero.

Espécie	Fronde maduras nº.ano <sup>-1</sup>	Fronde novas nº.ano <sup>-1</sup>	Autor
<i>Cyathea caracasana</i>	nd	7,7- 14	Arens (2001)
<b><i>Cyathea delgadii</i></b>	<b>0-20</b>	<b>5,75</b>	<b>Presente estudo</b>
<i>Cyathea hornei</i>	3-11	3-9	Ash (1987)
<i>Cyathea pubescens</i>	6-8	8	Tanner (1983)

Nd = não determinado.

A produção de novas frondes de *Cyathea delgadii* foi assincrônica e similar ao observado em *C. pubescens* (Tanner 1983), *C. hornei* (Ash 1987) e *C. caracasana* (Arens 2001). A assincronia na produção de frondes não é típica de todas as pteridófitas arborescentes neotropicais, sendo as frondes de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Hoehne 1930) e *Alsophila setosa* (Schmitt & Windisch 2001) desenrolam-se, sincronicamente, na primavera. Similarmente ao observado em *C. caracasana* (Arens 2001) e *Cibotium* spp. (Wick & Hashimoto 1971; Durand & Goldstein 2001), a produção de frondes em *C. delgadii* não apresentou correlação com precipitação.

Os resultados mostraram que há um aumento de produção de frondes em indivíduos de *C. delgadii* de maior altura, sendo que essa tendência também foi obtida por Tanner (1983) para esporófitos de *C. pubescens*, na Jamaica e por Schmitt & Windisch (2003) para *Alsophila setosa*, no sul do Brasil. Contrariamente, a produção de frondes foi constante para a altura de *A. salvinii* Hook. (Seiler 1981), em El Salvador.

A senescência foliar de *Cyathea delgadii* foi assincrônica e praticamente constante ao longo de todo o ano, não demonstrando estar correlacionada com fatores

climáticos. A assincronia na senescência foliar também foi observada em *C. pubescens* (Tanner 1983), *C. hornei* (Ash 1987), *Cibotium glaucum* (Sm.) Hook. & Arn. (Walker & Aplet 1994) e *Alsophila salvinii* (Seiler 1981). Similarmente ao registrado para *C. delgadii*, a senescência das frondes também foi menos sazonal para *C. hornei* (Ash 1987). Ao contrário, *A. salvinii* (Seiler 1981) e *A. setosa* (Schmitt 2001) apresentaram sazonalidade na senescência foliar. As plantas mais altas de *C. delgadii* apresentaram uma forte tendência de apresentar maior número de frondes senescentes. Esta observação está relacionada ao fato de que indivíduos mais altos apresentam um maior número de frondes (em decorrência de maiores taxas de produção foliar) expostas às condições de ressecamento (frio, geadas e luz) de que as plantas menores, mais protegidas no sub-bosque da formação florestal.

O número de frondes maduras e férteis de *Cyathea delgadii* praticamente não oscilou durante o ano, e não foi influenciado significativamente pelas mudanças de temperatura. Bittner & Breckle (1995) também registraram uma estabilidade nas médias de frondes maduras, durante um ano inteiro, em *C. delgadii* e *C. trichiata* (Maxon) Domin, crescendo em floresta secundária. Taxas anuais de produção foliar e de senescência praticamente iguais resultaram em um número médio de frondes maduras de janeiro/2005, estatisticamente, igual à de janeiro/2004 e evidenciaram uma capacidade de manutenção de frondes da espécie, a cada ano. Da mesma forma *C. hornei* (Ash 1987), *A. setosa* (Schmitt & Windisch 2001), *Sphaeropteris senilis* (Ortega 1984) apresentam capacidade de recuperar praticamente todas as frondes perdidas, mantendo o número de frondes maduras relativamente estável, a cada ciclo.

A assincronia, bem como as fracas oscilações observadas na produção foliar e senescência, associadas às médias de frondes maduras e férteis praticamente constantes de *Cyathea delgadii* indicaram que o desenvolvimento das frondes não está correlacionado significativamente com variações de precipitação e de temperatura. Possivelmente, o dossel contínuo, serviu de proteção contra o frio, geadas e incidência da radiação excessiva, bem como o córrego manteve a umidade local, resultando em condições ambientais mais uniformes, no sub-bosque, onde foi realizado o presente estudo, contribuindo para a manutenção da coroa de frondes das plantas, no decorrer do ano inteiro.

A expansão das frondes muito rápida durante a maturação e, posteriormente, muito mais lenta observada para *Cyathea delgadii* também foi registrada para *C.*

*pubescens* (Shreve 1914) e *Alsophila setosa* (Schmitt 2001). No presente estudo, o valor máximo de expansão foi superior ao encontrado por Shreve (1914) para *C. pubescens* (4,94 cm.dia<sup>-1</sup>). Por outro lado, *C. delgadii* apresentou valor máximo inferior ao de *A. setosa* (7,48 cm.dia<sup>-1</sup>), indicado por Schmitt (2001). Os báculos de *C. delgadii* são resistentes às variações de temperatura e de precipitação, bem como à incidência de geadas, visto que o número de báculos necrosados foi extremamente reduzido, durante o ano inteiro. Dentre os fatores que exercem proteção dos báculos pode-se destacar: o efeito tamponante do dossel no sub-bosque, amenizando as variações climáticas e protegendo quanto à ação de geadas; a cobertura de escamas castanho-claras ou ferrugíneas sobre o meristema apical; e, em plantas mais altas, com coroa de frondes maior, a matéria orgânica depositada na porção apical do cáudice, constituída basicamente de restos vegetais. As escamas protegem o meristema apical e podem absorver água da umidade atmosférica ou da chuva, hidratando as frondes já expandidas (Barrington 1978; Tryon & Tryon 1982).

Poucos indivíduos produziram esporos na população de *Cyathea delgadii*, sendo que um dos fatores limitantes da produção de frondes férteis foi a frequência de indivíduos que chegaram na idade reprodutiva, uma vez que as classes de menor altura foram as mais numerosas. O mesmo fato foi observado para *C. lasiosora* (Young & León 1989) e *Alsophila setosa* (Rosenstock 1907; Schmitt & Windisch 2005), porém não é regra geral para todas as ciatáceas, uma vez que espécimes de *C. atrovirens*, com 10 cm de altura, podem começar a sua produção de esporos (Schmitt 2005, vide capítulo V). O número de frondes férteis por plantas praticamente não oscilou o ano inteiro, sendo que não foi evidenciada boa correlação com temperatura, sugerindo que fatores climáticos não exercem uma forte influência sobre sua ocorrência. Corroborando com essa observação em *C. delgadii*, Ortega (1984) observou que aparentemente a presença de frondes férteis em *Sphaeropteris senilis* não tem nenhuma relação com mudanças climáticas. Randii & Felipe (1988a) comentaram que a produção de esporos de *C. delgadii* ocorre o ano inteiro, similarmente ao registrado no presente estudo. A assincronia na produção e liberação de esporos evita que toda a produção seja perdida, em um período desfavorável, permite o aproveitamento de mais microhabitats recém expostos (Ranal 1995) e pode compensar o baixo número de indivíduos férteis, na população de *C. delgadii*.

## Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo. Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado. À Sra. Zalir Emília de Lima e à Sra. Janete Teresinha da Conceição por autorizarem o trabalho de campo no Turiscampo. Ao Nilson Wolff, pelo fornecimento dos dados climatológicos. À Cristina L. J. Schmitt, demais familiares e alunos do curso de Ciências Biológicas da FEEVALE pelo auxílio prestado e estímulos para a realização do presente trabalho.

## Referências bibliográficas

- Arens, N.C. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in Andean cloud forest. **American Journal of Botany** **88**: 545-551.
- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 1998. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an Andean cloud forest, Nariño, Colombia. **American Fern Journal** **88**: 60-71.
- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 2000. Variation in tree fern stipe length with canopy height: tracking preferred habitat through morphological change. **American Fern Journal** **90**: 1-15.
- Arens, N.C. & Smith, A.R. 1998. *Cyathea planadae*, a remarkable new creeping tree fern from Colombia, South America. **American Fern Journal** **88**: 49-59.
- Ash, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany** **34**: 207-215.
- Ash, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern in Fiji. **Australian Journal of Botany** **35**: 331-342.
- Athayde Filho, F. de P. 2002. **Análise da pteridoflora em uma mata da restinga no município de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

- Barrington, D.S. 1978. A revision of the genus *Trichipteris*. **Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 208**: 3-91.
- Bernabe, N.; Williams-Linera, G. & Palacios-Rios, M. 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a Mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. **Biotropica 31**: 83-88.
- Bittner, J. & Breckle, S.W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. **American Fern Journal 85**: 37-42.
- Caldato, S.L.; Longui, S.J. & Floss, P.A. 1999. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma floresta ombrófila mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal 9**: 89-101.
- Conant, D.S. 1976. **Ecogeographic and systematic studies in American Cyatheaceae**. Ph.D. Thesis, Harvard University, Cambridge, Mass.
- Durand, L.Z. and Goldstein, G. 2001. Growth, leaf characteristics, and spore production in native and invasive tree ferns in Hawaii. **American Fern Journal 91**: 25-35.
- Fernandes, I. 1997. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gomez, L.D. 1983. Cyatheaceae & Dicksoniaceae (Rabos de Mico, Tree Ferns). Pp. 225-226. In: Janzen, D.H. (ed.). **Costa Rican Natural History**. University of Chicago Press, Chicago.
- Hoehne, F.C. 1930. As plantas ornamentaes da flora brasílica e o seu papel como factores da salubridade publica, da estética urbana e artes decorativas nacionaes. Separata do **Boletim de Agricultura**, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo: 115-130.
- Holttum, R.E. & Edwards, P.J. 1983. The tree-ferns of Mount Roraima and neighbouring areas of the Guayana highlands with comments on the family Cyatheaceae. **Kew Bulletin 38**: 155-188.
- Klein, R.M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia, 31**: 11-164.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper Collins, New York.
- Lellinger, D.B. 1987. The disposition of *Trichopteris* (Cyatheaceae). **American Fern Journal 77**: 90-94.



- Lellinger, D.B. 2002. **A modern multilingual glossary for taxonomic pteridology. Pteridologia n.3.** American Fern Society, Washington.
- Mantovani, W. 1993. **Estrutura e dinâmica da floresta atlântica na Juréia, Iguape – SP.** Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Marcondes-Ferreira, W. & Felipe, G.M. 1984. Effects of light and temperature on the germination of spores of *Cyathea delgadii*. **Revista Brasileira de Botânica 7:** 53-56.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nascimento, A.R.T.; Longui, S.J. & Brena, D.A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal 11:** 105-119.
- Nascimento, N.A.; Carvalho, J.O.P. & Leão, N.V.M. 2002. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionada ao manejo de florestas naturais. **Revista Ciência Agrária 37:** 175-194.
- Nicholson, B. 1997. Observations on the distribution and diversity of tree ferns in the Zona Reservada de Tambopata, Madre Rios, Peru. **Fern Gazette 15:** 153-159.
- Ortega, F. 1984. Notas sobre la autoecología de *Sphaeropteris senilis* (KL) Tryon (Cyatheaceae) en el Parque Nacional el Avila - Venezuela. **Pittieria 12:** 31-53.
- Poulsen, A.D. & Nielsen, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? **American Fern Journal 85:** 29-35.
- Ranal, M.A. 1995. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. **Revista Brasileira de Biologia 55:** 777-787.
- Randi, A.M. & Crozier, A. 1991. Gibberellins, indole3-acetic acid and the germination of spores of the tree fern *Cyathea delgadii* Sternb. **Revista Brasileira de Botânica 14:** 67-72.
- Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988a. Efeito do armazenamento de esporos, da aplicação de DCMU e da pré-embebição em PEG na germinação de *Cyathea delgadii*. **Ciência e Cultura 40:** 484-489.
- Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988b. Lipid content during germination of spores of the fern *Cyathea delgadii*. **Revista Brasileira de Botânica 11:** 37-39.
- Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988c. Effect of red light and far-red on the germination of spores of *Cyathea delgadii*. **Revista Brasileira de Botânica 11:** 41-45.

- Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988d. Germinação de esporos de *Cyathea delgadii* sob luz azul e aplicações longas de vermelho. **Revista Brasileira de Biologia** **48**: 979-984.
- Randi, A. M. & Felipe, G. M. 1988e. Efeito da pré-embebição em atmosfera úmida na fotossensibilidade de esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. **Hoehnea** **15**: 20-27.
- Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988f. Efeitos da temperatura durante a pré e a pós-indução e do período de armazenamento na germinação de esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. **Hoehnea** **15**: 10-19.
- Rosenstock, E. 1907. Beiträge zur pteridophytenflora Südbrasilens. II. **Hedwigia** **46**: 57-69.
- Schmitt, J.L. 2001. **Desenvolvimento da fase esporofítica de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae) em duas formações florestais no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2001. Prejuízos causados pela geada no desenvolvimento de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Revista de estudos / Centro Universitário Feevale** **24**: 79-88.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2003. Relação entre comprimento do estípite, produção de frondes e tamanho do cáudice, em *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Pesquisas Botânica** **53**: 55-63.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**: 861-867.
- Seiler, R.L. 1981. Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **71**: 75-81.
- Seiler, R.L. 1984. Trunk length and frond size in a population of *Nephelea tryoniana* from El Salvador. **American Fern Journal** **74**: 105-107.
- Seiler, R.L. 1995. Verification of estimated growth rates of tree-fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **85**: 96-97.
- Shreve, F. 1914. **A Montane Rain-Forest: A contribution to the physiological plant geography of Jamaica.** Carnegie Institution of Washington, Washington D.C.
- Sylvestre, L.S. & Kurtz, B.C. 1994. Cyatheaceae. Pp. 139-152. In: Lima, M.P.M. & Guedes-Bruni, R.R. (orgs.). **Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ. Aspectos florísticos das espécies vasculares.** v.1. Ministério do Meio

- Ambiente e da Amazônia Legal/IBAMA/Jard. Bot. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tanner, E.V.J. 1983. Leaf demography and growth of tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society** **87**: 213-227.
- Teixeira, M.B.; Coura Neto, A.B.; Pastore, U. & Rangel Filho, A.L.R. 1986. Vegetação. Pp. 541-620. In: **Levantamento de recursos naturais**. Vol.33. IBGE, Rio de Janeiro.
- Tryon, R. 1986. The biogeography of species, with special reference to ferns. **Botanical Review** **52**: 117-156.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1959. Observations on cultivated ferns: The Hardy Species of Tree Ferns. **American Fern Journal** **49**: 129-142.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. Springer Verlag, New York.
- Van Groenendael, J.M.; Bullock, S.H. & Pérez-Jiménez, L.A. 1996. Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia elaeagnoides* in mexican tropical deciduous Forest. **Journal of Tropical Ecology** **12**: 11-24.
- Vieira, S. 1980. **Introdução à Bioestatística**. 3.ed. Campus, Rio de Janeiro.
- Walker, L.R. & Aplet, G.H. 1994. Growth and fertilization responses of Hawaiian tree ferns. **Biotropica** **26**: 378-383.
- Wick, H.L. & Hashimoto, G.T. 1971. **Leaf development and stem growth of treefern in Hawaii**. U.S. For. Serv. Res. Note PSW-237, Pacific Southwest For. and Range Expt. Sta., Berkeley, California.
- Young, K.R. & León, B. 1989. Pteridophyte species diversity the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. **Brittonia** **41**: 388-395.
- Young, K.R. & León, B. 1991. Diversity ecology and distribution of high-elevation pteridophytes within Abiseo National Park, north-central Peru. **Fern Gazette** **14**: 25-39.
- Zar, J.H. 1999. **Bioestatistical analysis**. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall.

## **Capítulo V**

**Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil**

**RESUMO** – (Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil). *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin é uma pteridófita arborescente que ocorre em florestas primárias e secundárias, bem como em clareiras, barrancos, beiras de estradas e campos abandonados, no sudeste e sul do Brasil. A estrutura populacional e o desenvolvimento da fase esporofítica (crescimento do cáudice, produção de frondes, fenologia da produção de esporos) de *C. atrovirens*, crescendo em floresta secundária, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, foi analisada a partir da observação de 50 plantas, durante 13 meses. A espécie apresentou padrão espacial agregado e uma distribuição das classes de altura tendendo ao modelo de J-invertido, indicando um grande potencial de regeneração. O crescimento em altura do cáudice foi de 2,48 cm.ano<sup>-1</sup> e pode estar relacionado com a plasticidade morfológica da espécie, que geralmente apresenta no máximo 2 m de altura, em formações florestais secundárias. Foi observada uma assincronia na produção de frondes sendo que a maioria das frondes novas foi produzida em setembro e outubro, enquanto que altas taxas de senescência de frondes foram verificadas no final do inverno e início da primavera (agosto, setembro e outubro). A produção de frondes novas (8,6 frondes.ano<sup>-1</sup>) e a taxa de senescência (8,76 frondes.ano<sup>-1</sup>) foram equivalentes e evidenciaram uma capacidade da espécie de recuperar a perda foliar, em curto espaço de tempo, mantendo, conseqüentemente, o seu número de frondes estável. Todas as plantas estavam férteis, sendo que a produção de esporângios e liberação de esporos foi assincrônica numa mesma planta, bem como na população.

**Palavras-chave:** samambaias arborescentes, distribuição espacial, fenologia, produção de frondes, taxas de crescimento

**ABSTRACT** - (Populational structure and development of the sporophytic phase of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae, Pteridophyta) in Southern Brazil). *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin is a tree-fern that occurs in primary and secondary forests, as well as in clearings, road sides, embankments and abandoned fields in southeastern and south Brazil. The structure of a population and the development of the sporophytic phase (caudex growth, frond production, phenology of spore production) of *C. atrovirens*, growing in a secondary forest in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, was analyzed based on the observation of 50 plants during a 13 month period. The species presented an aggregated spatial distributional pattern and a J-inverted distribution of the height classes, indicating a great potential for the regeneration. The height growth of the caudex was of 2.48 cm.year<sup>-1</sup> and this may be related to the morphological plasticity of the species, which plants usually present a maximum height of 2 m in secondary forests. An asynchrony in the frond production was observed, with most of the new fronds produced in September and October, while the highest senescence rate was observed at the end of winter and beginning of Spring (August, September and October). The production of new fronds (8.6 fronds.year<sup>-1</sup>) and the senescence rate (8.76 fronds.year<sup>-1</sup>) were equivalent and indicated the capacity of this species to recover the loss of fronds in a short period of time, and so keeping a stable number of fronds. All the plants were fertile, while the production of sporangia and liberation of spores was asynchronous in single plants as well as in the population.

**Key words:** tree-ferns, spatial distribution, phenology, frond production, growth rates

## Introdução

As samambaias arborescentes representam um componente importante das florestas tropicais e subtropicais (Page 1979; Tryon & Tryon 1982; Ash 1987), formando, muitas vezes, um sub-bosque nas formações florestais. Além disso, colonizam clareiras dentro das florestas (Holtum 1938; Seiler 1981; Tanner 1983), campos de pastagem abandonados (Arens & Sánchez Baracaldo 2000), beiras de estradas, ravinas e pântanos (Conant & Cooper-Driver 1980; Tryon & Tryon 1982; Kramer 1990).

A família Cyatheaceae engloba a grande maioria das pteridófitas com porte arborescente, distribuídas nas regiões paleotropicals e neotropicais do mundo. No Brasil, principalmente na região sul, essas plantas, conhecidas por “xaxins” ou “samambaias”, representam um alvo de exploração extrativista. Dentre as espécies de samambaias exploradas está *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, cujos cáudices envolvidos por bainha de raízes adventícias são utilizados para a fabricação de artefatos em fibras (Fernandes 2000), cujas frondes são cortadas para fins comerciais ou decorativos (Tryon & Tryon 1982) ou plantas inteiras são removidas da vegetação e empregadas na jardinagem. No Rio Grande do Sul, *Cyathea atrovirens* é comum na região da planície costeira, ocupada por vegetação de restinga, na floresta ombrófila densa (Sehnem 1978), na Depressão Central e Encosta Inferior do Nordeste, que constituem áreas de contato entre vários tipos de formações florestais. Raramente é encontrada na Campanha (observação pessoal) e nos Campos de Cima da Serra (Fernandes 1997). Além disso, a espécie cresce em áreas úmidas ao longo de beira de estradas, barrancos úmidos desprovidos ou não de vegetação, campos abandonados, bastante expostos à luz.

Dentre os trabalhos que abordam a caracterização populacional de samambaias arborescentes destacam-se os realizados por Tanner (1983), Young & León (1989; 1991), Poulsen & Nielsen (1995), Nicholson (1997), Arens & Sánchez Baracaldo (1998) e Schmitt & Windisch (2005). Por outro lado, estudos que apresentam informações sobre diferentes aspectos do desenvolvimento da fase esporofítica de várias espécies de pteridófitas de porte arborescente foram realizados por Wick & Hashimoto (1971), Conant (1976), Seiler (1981; 1984; 1995), Tanner (1983), Ortega (1984), Ash (1986; 1987), Walker & Aplet (1994), Bittner & Breckle (1995), Arens & Smith (1998), Bernabe *et al.* (1999), Arens & Sánchez Baracaldo (2000), Arens (2001), Durand &

Goldstein (2001), Schmitt (2001) e Schmitt & Windisch (2001; 2003; 2005). Nenhum desses estudos, inclusive aqueles realizados no sul do Brasil, incluiu *Cyathea atrovirens*. Portanto, informações sobre essa espécie são sucintas e se encontram espalhadas em trabalhos de taxonomia (Tryon & Tryon 1982; Fernandes 2000), de florística (Rosenstock 1907; Luederwaldt 1923), de plantas ornamentais (Hoehne 1930) ou de fitossociologia (Athayde-Filho 2002).

Considerando a lacuna de informações sobre a ecologia e o desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea atrovirens*, seu potencial ornamental, sua importância florística, bem como a redução das populações da espécie em decorrência da destruição e fragmentação dos habitats, além da exploração humana, é urgente a realização de estudos abordando aspectos ecológicos e do crescimento das plantas. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivos caracterizar a estrutura populacional, bem como o desenvolvimento do cáudice, das frondes e a fenologia da produção de esporos de *C. atrovirens*, crescendo em condições naturais, no Estado do Rio Grande do Sul.

## **Material e métodos**

Área de estudo - O trabalho de campo foi desenvolvido no parque municipal Henrique Luiz Roessler (29°41'S e 51°06'W; alt. 16,4 m), que se constitui na maior área verde (51,2 ha) inserida no perímetro urbano de Novo Hamburgo, no Estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1). Antigamente, a área do parque foi utilizada para fins agrícolas, industriais e urbanos e, atualmente, apresenta raros agrupamentos florestais originais (Weisheimer *et al.* 1996), desfalcada de espécies arbóreas de maior interesse econômico sendo classificada como floresta estacional semidecidual de terras baixas (Teixeira *et al.* 1986). A área de estudo é um trecho de formação secundária, com estrato arbóreo de cerca de 6-8 m de altura, formando um dossel descontínuo, localizada junto ao arroio que atravessa longitudinalmente o parque. O sub-bosque é diversificado e em pontos mais úmidos são freqüentemente encontradas populações de *Cyathea atrovirens*.



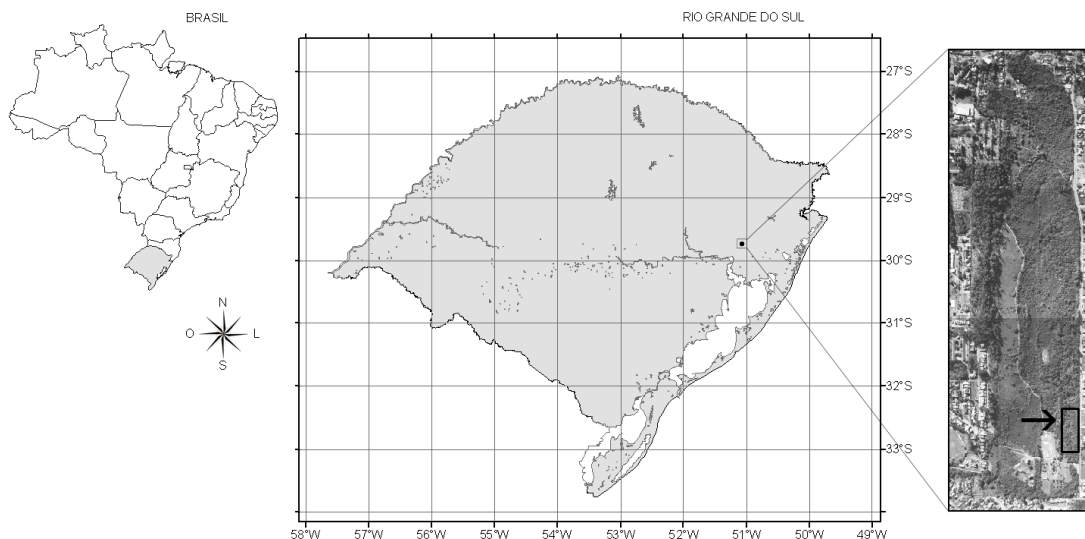


Figura 1. Área de estudo.

O clima da região é do tipo Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen (Moreno 1961). Dados provenientes da estação meteorológica mais próxima, localizada no município de Campo Bom (29°41'S e 51°03'W; alt. 25,8 m), indicaram, no período de 2004, que a temperatura média do mês mais frio (julho) foi de 12,9 °C e do mês mais quente (janeiro) de 25,1 °C (Fig. 2).

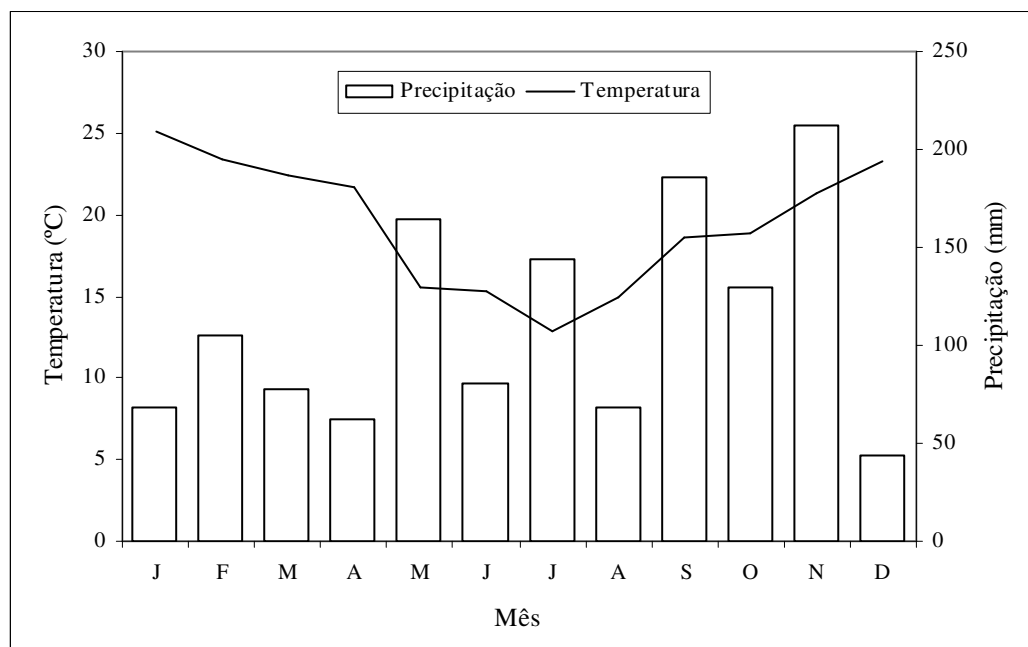


Figura 2. Temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada durante o ano de 2004. Dados da estação meteorológica de Campo Bom, RS.

A menor média das temperaturas mínimas foi de 7,8 °C, em julho, e a maior média das temperaturas máximas foi de 33,3 °C, em janeiro. A pluviosidade anual foi de 1423,3 mm, sendo que as precipitações mínimas e máximas foram, respectivamente, de 43,6 mm (dezembro) e de 232,2 mm (novembro), conforme mostra a figura 2.

Material testemunho e terminologia – O material testemunho encontra-se depositado no Herbário Anchieta (PACA), na Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Os termos cáudice, estípite e fronde, utilizados neste estudo e definidos por Lellinger (2002) para pteridófitas, correspondem, respectivamente, a caule, pecíolo e folha, das angiospermas. O sistema de classificação adotado para Cyatheaceae foi proposto por Lellinger (1987) e discutido por Fernandes (1997), no trabalho sobre pteridófitas arborescentes do sul e sudeste do Brasil.

Caracterização populacional – Foram demarcadas 32 parcelas de 10 m<sup>2</sup> (2X5 m), arranjadas em duas transecções, com 18 e 14 parcelas cada, paralelas ao curso do arroio. Em janeiro de 2005, foi realizada a contagem de indivíduos e registrada a altura dos cáudices vivos de *Cyathea atrovirens*, presentes nas parcelas. Posteriormente, o número total de indivíduos amostrados foi distribuído nas seguintes classes de altura: 0 a 0,4 m (Classe 1), >0,4 a 0,8 m (Classe 2), >0,8 a 1,2 m (Classe 3), >1,2 a 1,6 m (Classe 4). As plantas não-férteis foram consideradas jovens e as plantas férteis adultas. A densidade da população foi calculada a partir do número médio de indivíduos por 10 m<sup>2</sup>. O padrão de distribuição espacial foi determinado através do índice de Morisita (IM) e da razão (R) variância/média (Krebs 1989), com significância estatística constatada, através do teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) para um nível de significância de 5%. Os valores de IM e R menores que 1,0 indicam distribuição aleatória, iguais a 1 distribuição uniforme e maiores que 1 distribuição agrupada.

Desenvolvimento da fase esporofítica – Em janeiro de 2004, foram marcadas 50 espécimes de *Cyathea atrovirens*, utilizando-se estacas de madeira, com placas de alumínio numeradas, afixadas no substrato próximo à planta. No início do estudo, as plantas apresentavam no máximo 185 cm de altura. O acompanhamento das plantas estendeu-se até janeiro de 2005, sendo que mensalmente foram registrados dados sobre o desenvolvimento de sua fase esporofítica.

O diâmetro da base, à altura do peito (1,3 m acima do solo) e do ápice dos cáudices foram registrados. Para calcular a taxa de crescimento, a altura das plantas foi

mensurada do ápice do cáudice até o nível do solo, em janeiro de 2004, e posteriormente, a um intervalo de 12 meses.

Báculos, frondes maduras (totalmente expandidas e com pinas verdes) e senescentes (com todas pinas secas ou somente bases de estípites) foram contadas mensalmente, a fim de se determinar taxas de produção e de senescência de frondes. Báculos jovens foram marcados utilizando-se argolas de plástico e o seu desenvolvimento foi acompanhado para se determinar taxas de expansão de frondes. Foi registrado o comprimento do estípite, da lâmina e total dessas frondes recém expandidas. As frondes senescentes foram removidas das plantas a cada mês. Foi registrado o número de frondes férteis, o período em que havia esporângios em formação, completamente cerrados, liberando esporos ou ainda com a maioria dos esporos já liberados.

Os dados coletados foram analisados utilizando-se teste de correlação de Pearson e teste de t para amostras dependentes, descritas por Vieira (1980) e Zar (1999).

## **Resultados**

Caracterização populacional - Na população estudada foram amostrados 47 indivíduos em 320 m<sup>2</sup> de área, distribuídos em quatro classes de altura. O maior cáudice registrado foi de 1,48 m. Nas classes de menor altura (classes 1 e 2) ocorreu um número maior de indivíduos e nas classes de maior altura (classes 3 e 4) ocorreu um número menor de indivíduos (Fig. 3). Todos os indivíduos na população foram encontrados férteis.

A densidade da população de *Cyathea atrovirens* foi de 1,46 ( $\pm 1,52$ ) indivíduos por 10 m<sup>2</sup>, sendo encontrados no máximo cinco indivíduos por parcela. Em 13 parcelas, não foram encontrados indivíduos. A espécie apresentou padrão de distribuição espacial agregado, tanto pelo índice de Morisita (IM = 1,39) quanto pela razão (R) variância/média (R = 1,58). A significância estatística foi constatada através do valor de Qui-Quadrado calculado ( $\chi^2 = 48,98$ ) maior que o tabelado, para ambos os índices.

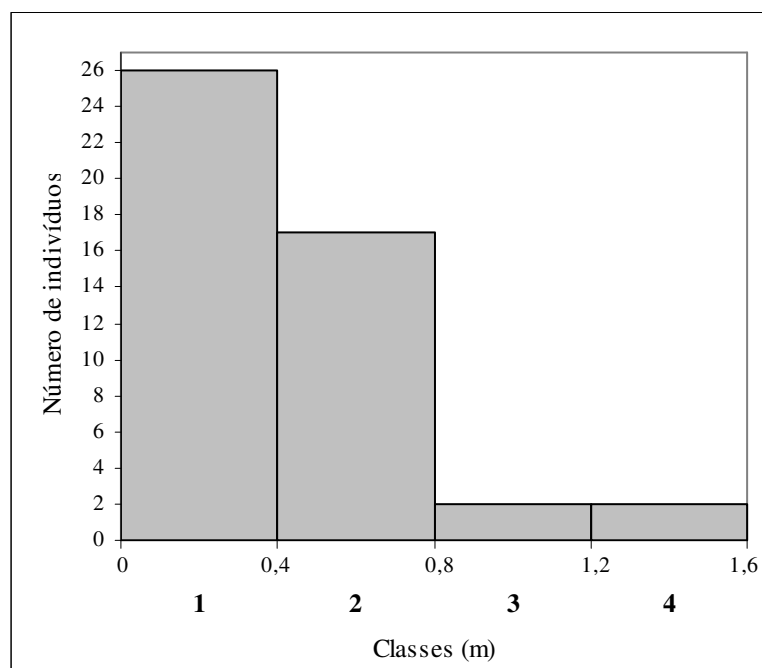


Figura 3. Distribuição de indivíduos de *Cyathea atrovirens* em classes de altura.

Desenvolvimento do cáudice - Entre as plantas marcadas, os cáudices de *Cyathea atrovirens* apresentaram até 185 cm de altura, 24,7 cm de diâmetro da base, 14,6 cm de diâmetro à altura do peito e 15,4 cm de diâmetro do ápice (Tab. 1).

Tabela 1. Dimensões dos cáudices de *Cyathea atrovirens*.

Dimensões (cm)	n	Mínimo	Máximo	Média	DP
Altura	50	10	185	71,9	44,81
DB	47	5,5	24,7	11,77	3,20
DAP	5	11,8	14,6	13,72	1,10
DA	45	5,6	15,4	11,47	1,99

DB = diâmetro da base; DAP = diâmetro à altura do peito; DA = diâmetro do ápice; n = número de cáudices.

A taxa média de crescimento absoluto em altura das plantas foi de 2,48 ( $\pm 2,0$ ) cm.ano<sup>-1</sup>, sendo que 10 cm.ano<sup>-1</sup> foi o valor máximo registrado. A taxa média de crescimento relativo em altura foi de 5,13% ( $\pm 6,63$ ), sendo que 37,03% foi o valor máximo registrado. No período de acompanhamento, nove espécimes não apresentaram um incremento em sua altura. Houve uma correlação regular inversa entre crescimento relativo do cáudice e altura ( $r = -0,417$ ,  $p = 0,003$ ,  $n = 50$ ) para as plantas da população estudada (Fig. 3). A correlação evidenciou que algumas plantas de menor altura cresceram mais, proporcionalmente, do que aquelas mais altas. Ao contrário,

crescimento absoluto do cáudice e altura não se correlacionaram significativamente ( $r = -0,1$ ,  $p = 0,487$ ,  $n = 50$ ).

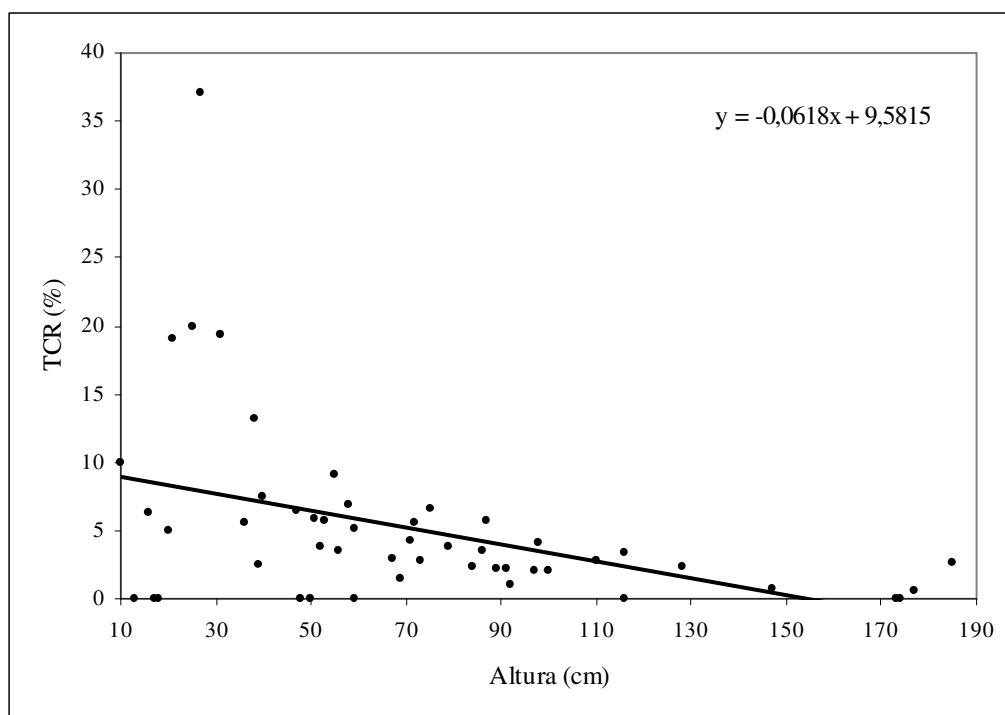


Figura 3. Taxa de crescimento relativo (TCR) por altura do cáudice de *Cyathea atrovirens* ( $r = -0,417$ ,  $p = 0,003$ ,  $n = 50$ ).

Desenvolvimento da fronde - O comprimento total máximo de fronde registrado foi de 272 cm. A maior lâmina e o maior estípite apresentaram, respectivamente, 163 cm e 126 cm de comprimento (Tab. 2).

Tabela 2. Dimensões das frondes de *Cyathea atrovirens*.

Comprimento (cm)	n	Mínimo	Máximo	Média	DP
Estípite	50	22	126	48,22	18,66
Lâmina	50	49	163	109,14	24,83
Total	50	71	272	157,36	39,31

n = número de frondes.

Não foram encontradas correlações significativas entre altura do cáudice e comprimento do estípite ( $r = 0,097$ ,  $p = 0,504$ ,  $n = 50$ ), bem como entre altura do cáudice e comprimento total da fronde ( $r = 0,246$ ,  $p = 0,085$ ,  $n = 50$ ). Por outro lado, a altura do cáudice apresentou correlação regular ( $r = 0,317$ ,  $p = 0,025$ ,  $n = 50$ ) com o comprimento da lâmina (Fig. 4).

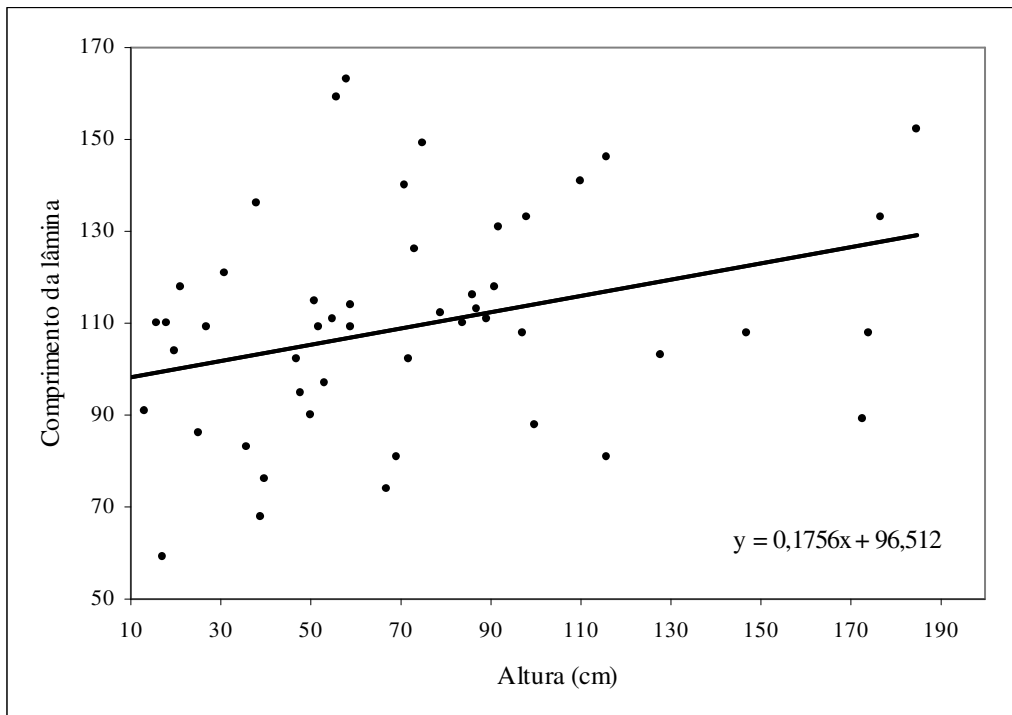


Figura 4. Comprimento da lâmina por altura do cáudice de *Cyathea atrovirens* ( $r = 0,317$ ,  $p = 0,025$ ,  $n = 50$ ).

As plantas, em média, produziram 8,6 ( $\pm 3,46$ ) frondes novas por ano, sendo que no mês de setembro foi registrada a média máxima de 2,16 ( $\pm 1,21$ ). As menores médias de produção de frondes foram registradas de janeiro a junho e as maiores de julho a dezembro. No mês de maio nenhuma planta produziu frondes (Fig. 5). Durante um ano, no mínimo e no máximo, foram produzidas, respectivamente, 3 e 19 frondes novas por planta. Não foi encontrada correlação significativa entre altura das plantas e produção anual de frondes novas ( $r = 0,269$ ,  $p = 0,059$ ,  $n = 50$ ).

As plantas, em média, apresentaram 8,76 ( $\pm 4,25$ ) frondes senescentes por ano, sendo que no mês de setembro foi registrada a média máxima de 2,02 ( $\pm 1,44$ ) e em março a média mínima de 0,2 ( $\pm 0,53$ ). De um modo geral, as médias menores e maiores de frondes senescentes foram registradas, concomitantemente, com as médias menores e maiores de produção de frondes novas (Fig. 5). Durante um ano, no mínimo e no máximo, foram registradas, respectivamente, 3 e 27 frondes senescentes por planta. A altura das plantas correlacionou-se regularmente ( $r = 0,420$ ,  $p = 0,002$ ,  $n = 50$ ) com a senescência anual de frondes (Fig. 6).

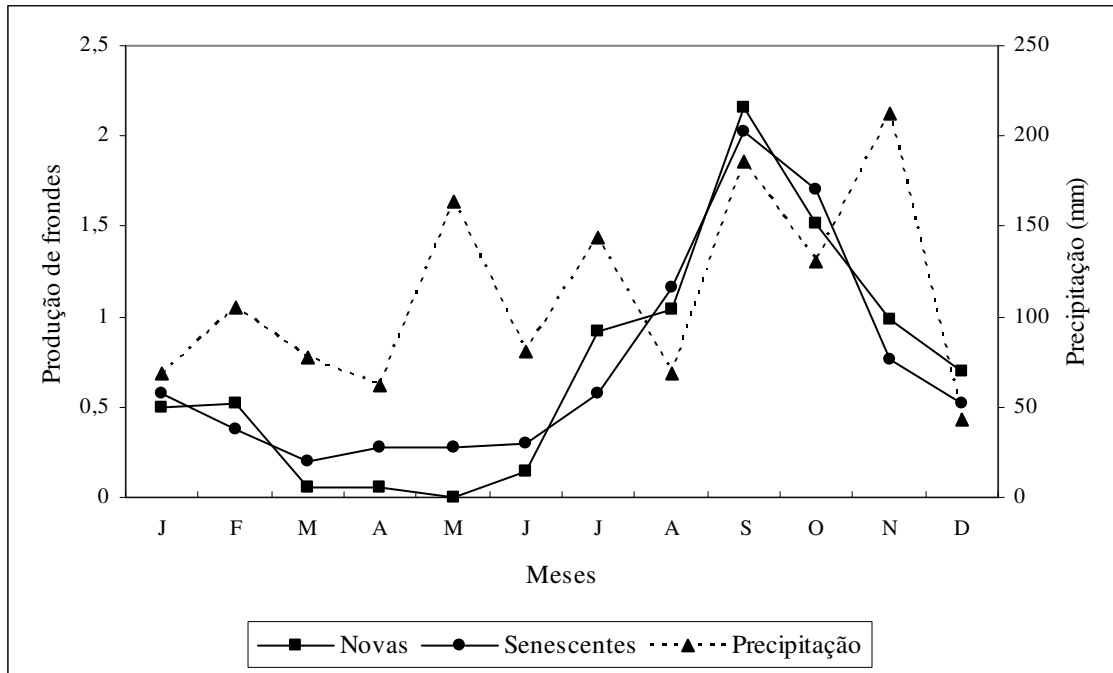


Figura 5. Taxas de produção mensal de frondes novas e de senescência foliar de *Cyathea atrovirens* comparada com a precipitação mensal total, no ano de 2004.

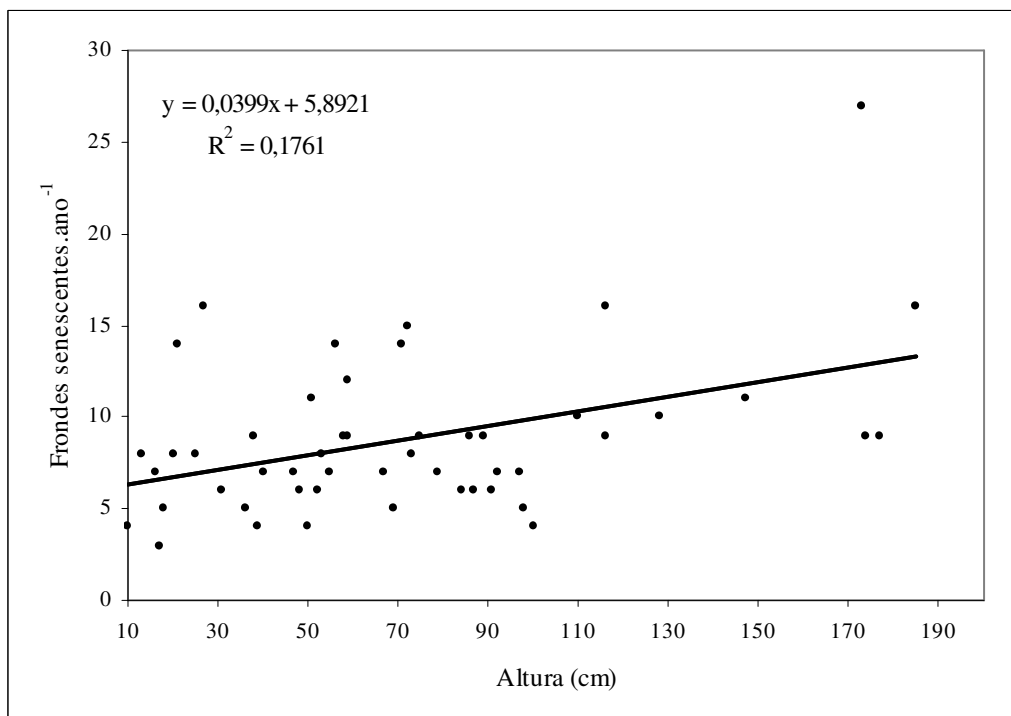


Figura 6. Senescência anual de frondes por altura do cáudice de *Cyathea atrovirens* ( $r = 0,420$ ,  $p = 0,002$ ,  $n = 50$ ).

Analisando-se a figura 5 percebeu-se que no mês de setembro ocorreu alta precipitação, pico de produção de frondes novas e de senescência, sugerindo uma correlação entre médias mensais de produção foliar com precipitação mensal. Contudo, o teste de correlação de Pearson indicou que a média mensal de produção de frondes novas ( $r = 0,479$ ,  $p = 0,115$ ) e de senescentes ( $r = 0,413$ ,  $p = 0,182$ ) não estão correlacionadas, respectivamente, com precipitação mensal.

O número mínimo e máximo de frondes maduras por esporófito foi de um e 17, respectivamente. A média do número de frondes maduras por planta não oscilou fortemente durante o ano. Comparando-se a média de frondes maduras de janeiro/2004 com a de janeiro/2005, constatou-se, estatisticamente, que são iguais ( $p = 0,414$ ,  $n = 50$ ). Portanto, o número de frondes maduras da coroa dos esporófitos foi mantido durante o período do estudo (Fig. 7).

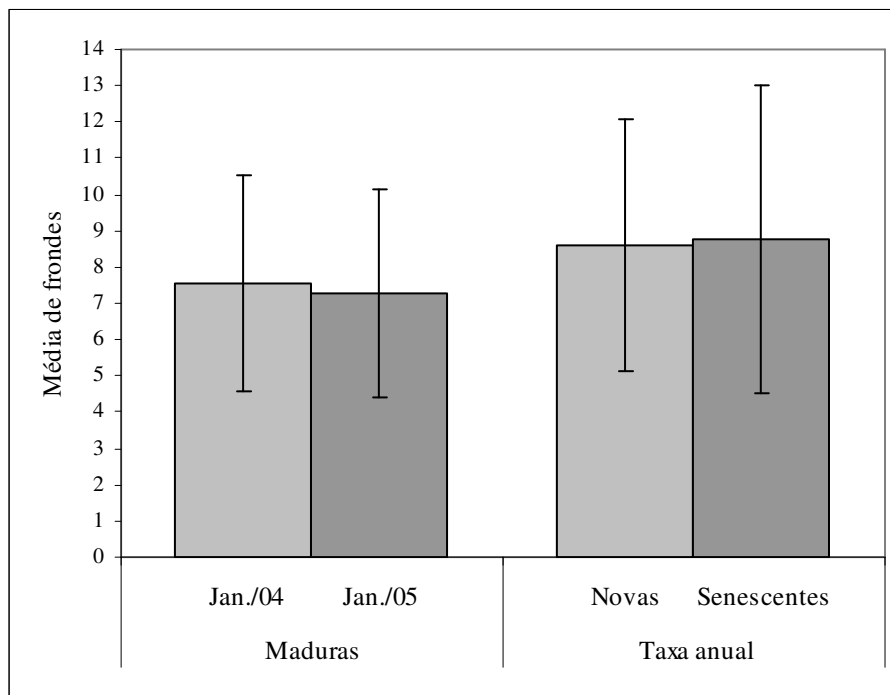


Figura 7. Média de frondes maduras de *Cyathea atrovirens*, em janeiro de 2004 e 2005, e média de produção e senescência anual de frondes. As barras indicam o desvio-padrão.

Analisando-se a figura 8 percebeu-se que de uma maneira geral a diminuição e o aumento da temperatura coincidiu, respectivamente, com a diminuição e o aumento de frondes maduras e férteis, sugerindo uma correlação entre médias mensais de frondes com temperatura. O teste de correlação de Pearson indicou que a média mensal de



frondes maduras está fortemente correlacionada com a temperatura ( $r = 0,630$ ,  $p = 0,028$ ). Não foi encontrada uma correlação significativa entre média mensal de frondes férteis com temperatura ( $r = 0,534$ ,  $p = 0,074$ ).

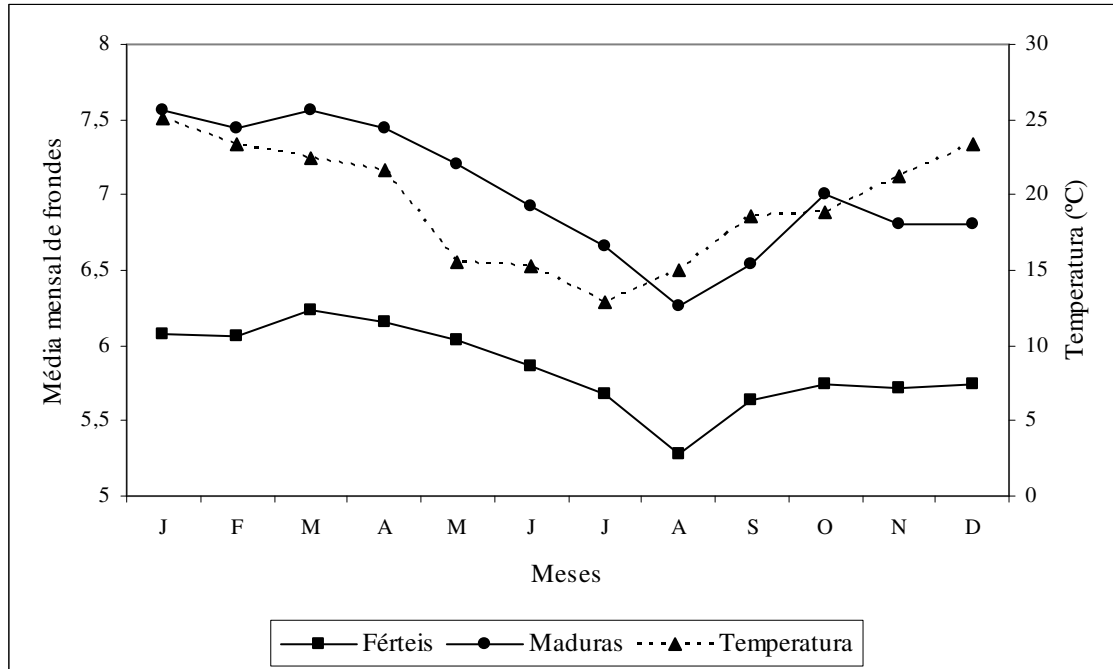


Figura 8. Média mensal de frondes férteis e maduras de *Cyathea atrovirens* comparada com a média mensal de temperatura, durante o ano de 2004.

Os 29 báculos marcados de *Cyathea atrovirens* se expandiram em média  $2,53 (\pm 0,93)$   $\text{cm.dia}^{-1}$  no primeiro mês,  $1,50 (\pm 0,91)$   $\text{cm.dia}^{-1}$ , no segundo mês. No terceiro mês, 15 frondes continuaram a aumentar seu comprimento, porém a uma média muito menor e igual a  $0,14 (\pm 0,42)$   $\text{cm.dia}^{-1}$ . A taxa máxima registrada foi de  $5,18 \text{ cm.dia}^{-1}$ , no primeiro mês de expansão dos báculos. Portanto, os báculos desenrolaram-se, mais rapidamente, nos primeiros 60 dias e, com lenta expansão, no mês subsequente. Posteriormente, as frondes cessaram sua expansão (Fig. 9). No inverno (agosto) foi registrada a morte de um báculo e no verão (janeiro/2005), três báculos morreram por ressecamento.

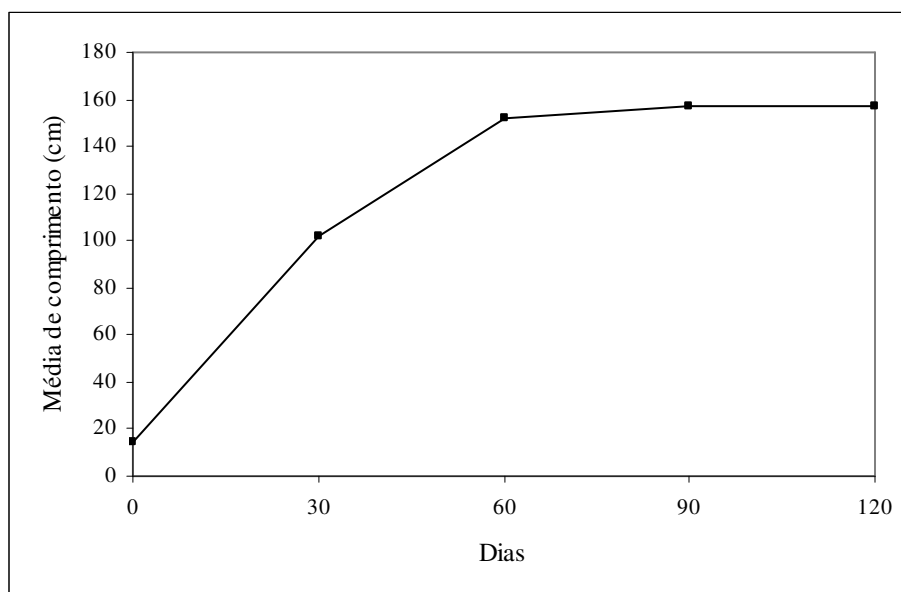


Figura 9. Média de comprimento do báculo/fronde de *Cyathea atrovirens* em intervalos de 30 dias.

Fenologia da produção de esporos - Todos os espécimes marcados estavam férteis e apresentavam um cáudice com no mínimo 10 cm de altura. Não houve sincronia quanto à liberação de esporos em uma mesma planta, sendo que parte dos esporângios liberou seus esporos, enquanto a outra permaneceu imatura ou cerrada. Nos meses de outubro a janeiro, mais de 50% das plantas apresentaram esporângios imaturos; em dezembro, janeiro, fevereiro e março os esporângios estavam completamente cerrados; em fevereiro, março e abril ocorreu a liberação da maioria dos esporos (Fig. 10).

Nos meses de junho, julho e agosto praticamente não ocorreu produção de esporos e, conseqüentemente, de agosto a outubro praticamente não havia esporângios cerrados. A maioria das plantas não liberou esporos de setembro a dezembro. Nenhuma planta apresentou frondes com esporângios imaturos em julho, cerrados em setembro e liberando esporos em novembro (Fig. 10). De uma maneira geral, o período de maturação dos esporos foi de 60 dias, sendo que os esporângios maduros permaneceram cerrados por mais dois meses, até iniciar a liberação dos esporos.

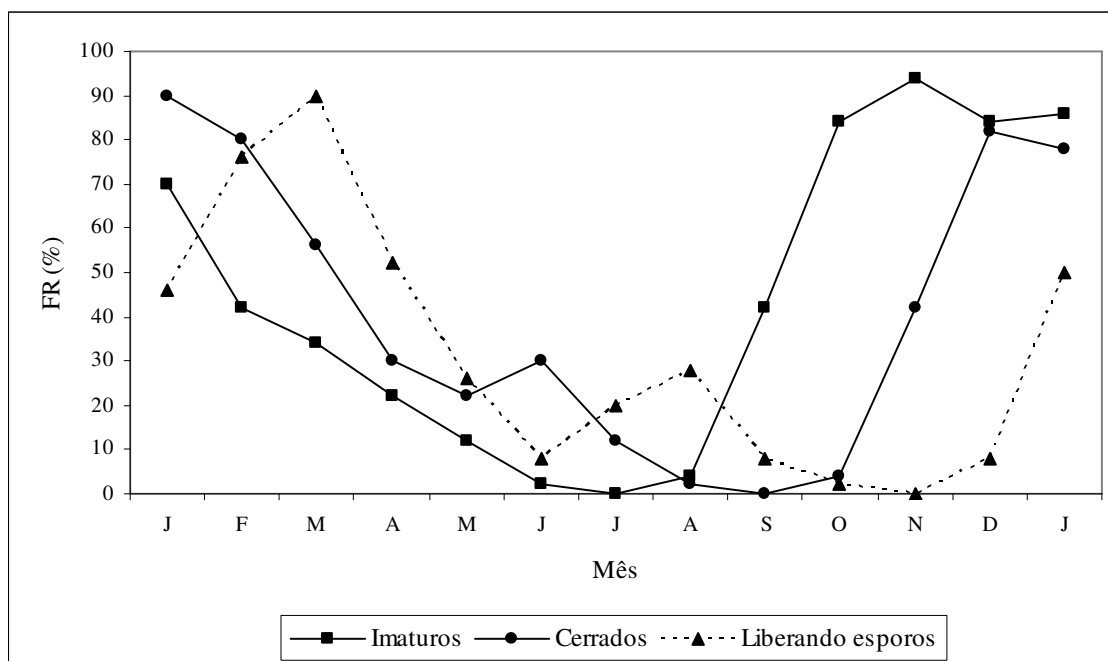


Figura 10. Frequência relativa (FR) de indivíduos de *Cyathea atrovirens* com esporângios imaturos, cerrados e liberando esporos por mês, durante o período compreendido entre janeiro de 2004 e de 2005.

## Discussão

A população de *Cyathea atrovirens* apresentou distribuição das classes de altura tendendo ao modelo de J-invertido, indicando um grande potencial de auto-regeneração das plantas na floresta secundária, onde foi realizado o presente estudo. Este modelo de distribuição caracterizado por um grande número de indivíduos nas classes de menor altura e um número menor nas classes de maior altura, também foi observado para a espécie em floresta de restinga, às margens da Lagoa das Malvas, no município de Capão da Canoa, no Estado do Rio Grande do Sul (Athayde Filho 2002). Resultados similares de distribuição em classes de altura foram obtidos para outras espécies do gênero, nos estudos desenvolvidos por Tanner (1983) com *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn, na Jamaica; Young & Leon (1989; 1991) e Poulsen & Nielsen (1995) com *Cyathea lasiosora* (Mett. ex Kuhn) Domin (= *Trichipteris nigra* (Mart.) R.M.Tryon), no Peru e Equador, respectivamente; Nicholson (1997) com o complexo *Cyathea/Trichipteris*, também no Peru; e Schmitt (2005, vide capítulo IV) com *Cyathea delgadii* Sternb., no sul do Brasil. Embora não tenham distribuído os indivíduos em classes de altura, Arens & Sánchez Baracaldo (1998) encontraram uma população de

*Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin com a maioria dos indivíduos medindo, aproximadamente, um metro de altura, em floresta secundária, na Colômbia. O grande número de indivíduos em classes de menor altura pode estar relacionado com a abundância de sítios com condições adequadas para o estabelecimento de indivíduos jovens de *C. atrovirens*. A grande umidade do local é um dos fatores que pode favorecer o estabelecimento de esporófitos jovens a partir de gametófitos, aumentando o número de indivíduos na população. O estudo realizado por Ranal (1999) sobre germinação de esporos, em floresta estacional semidecidual, indicou que a água é o fator limitante mais importante para o estabelecimento de pteridófitas. A exigência de grande umidade do solo para o estabelecimento de esporófitos jovens de samambaias arborescentes, a partir de gametófitos, foi citada por Gomez (1983), Poulsen & Nielsen (1995) e Nicholson (1997).

A densidade de *Cyathea atrovirens* variou dentro das parcelas (de zero a cinco) e está relacionada com a agregação encontrada para a espécie. Athayde Filho (2002) encontrou índices mais altos de agregação para *C. atrovirens*, em floresta de restinga e Schmitt (2005, vide capítulo IV) para *C. delgadii*, no Rio Grande do Sul. Segundo Nascimento *et al.* (2001), quando uma espécie apresenta muitos indivíduos em pequenos grupos pode ocorrer o padrão de distribuição agregado. Além disso, espécies que pertencem aos estágios iniciais de sucessão, que habitam locais alterados apresentam adaptações às variadas condições ecológicas e tendem a apresentar um padrão de distribuição espacial agregado (Nasi 1993). Tryon & Tryon (1982) comentaram que agrupamentos de *C. atrovirens* (= *Trichipteris atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Tryon), próximos ao topo da Serra do Mar, em São Paulo, sobreviveram inclusive à ação do fogo, que deixa o solo praticamente descoberto de vegetação. O mesmo fato foi observado durante o desenvolvimento do presente trabalho, em barrancos junto à beira de estradas, em locais próximos ao das plantas monitoradas. Considerando o adensamento de indivíduos de *Cyathea atrovirens* no sub-bosque úmido da floresta secundária, bem como em outras áreas úmidas desprovidas de cobertura florestal (observação pessoal), associada à grande fertilidade das plantas, fica evidenciada a importância da espécie no ciclo natural de regeneração da vegetação.

A taxa média de crescimento do cáudice de *Cyathea atrovirens* é menor daquelas indicadas por outros autores para outras espécies do gênero (Tab. 3), com exceção do valor mínimo registrado para *Cyathea hornei* (Baker) Copel., no Fiji (Ash 1987). Os resultados aqui apresentados estão de acordo com Fernandes (1997) que

observou, durante seis anos, um crescimento muito lento de *C. atrovirens*, na cidade de São Paulo, embora a autora não tenha apresentado dados quantitativos sobre o desenvolvimento das plantas. Percebe-se que o crescimento de *C. atrovirens* se aproxima mais daqueles registrados para outras espécies do gênero que crescem em florestas primárias, embora o estudo tenha sido realizado em floresta secundária, contrariando a tendência das samambaias arborescentes crescerem rapidamente em florestas secundárias (Bittner & Breckle 1995; Arens 2001). Tal fato pode estar relacionado com a plasticidade da espécie que geralmente apresenta cáudices pouco desenvolvidos (até ~ 80 cm) quando cresce em alagados ao longo de estradas e barrancos úmidos com luminosidade plena, de médio porte (até ~ 2 m) em florestas secundárias e maiores (até ~ 6 m) em florestas primárias ou em estágio avançado de sucessão. Essa hipótese poderia ser testada transplantando-se plantas de um ambiente para outro, a fim de verificar as mudanças na taxa de crescimento, num experimento que foge a proposta deste trabalho.

Tabela 3. Comparação de taxas de crescimento do cáudice de *Cyathea atrovirens* com outras espécies do gênero.

Espécie	TC (cm.yr <sup>-1</sup> )	Habitat (tipo de floresta)	Autor
<i>Cyathea hornei</i>	1,5-40	primária	Ash (1987)
<b><i>Cyathea atrovirens</i></b>	<b>2,48</b>	<b>secundária</b>	<b>Presente estudo</b>
<i>Cyathea aracasana</i>	4,8*	secundária alta	Arens (2001)
<i>Cyathea pubescens</i>	6,66	?	Tanner (1983)
<i>Cyathea pinnula</i>	10,4	primária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea caracasana</i>	16,8*	secundária baixa	Arens (2001)
<i>Cyathea nigripes</i>	17,1	primária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea delgadii</i>	21,3	primária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea arborea</i>	28,6	secundária	Conant (1976)
<i>Cyathea delgadii</i>	81,9	secundária	Bittner & Breckle (1995)
<i>Cyathea trichata</i>	89,7	secundária	Bittner & Breckle (1995)

TC = taxa de crescimento; \* valor calculado a partir da média mensal.

O crescimento lento não exclui a possibilidade de cultivo da espécie visto que apresenta grande potencial ornamental, sendo utilizada em projetos paisagísticos, especialmente, nos municípios em que ocorre naturalmente. Além disso, a espécie pode apresentar caracteres heliomórficos, tal como lâmina coriácea, brilhante e reduzida (Fernandes 1997), adaptando-se bem a diferentes condições de luminosidade. Hoehne

(1930) destacou que *Cyathea atrovirens* é uma espécie rústica, com frondes decorativas, fácil de cultivar, que pode ser plantada em terrenos, mesmo descobertos, uma vez que suporta a luz do sol sem sofrer dano. Apesar disso, não foram obtidas informações sobre o cultivo da espécie para fins comerciais e paisagísticos.

Contudo, o cálculo da taxa de crescimento relativo é mais adequado para se avaliar o crescimento real das plantas. Duas plantas podem ter o mesmo valor de crescimento absoluto, porém, como o aumento baseia-se na altura inicial de cada espécime, o valor relativo mostra qual das duas cresceu mais proporcionalmente. A partir dessa análise, percebeu-se que, proporcionalmente, plantas de menor altura cresceram mais de que as plantas de maior altura. O fato de plantas menores crescerem mais aumenta a possibilidade das mesmas interceptarem a luz no sub-bosque, permitindo uma atividade fotossintetizante maior, favorecendo o crescimento.

O comprimento máximo do estípite e total da fronde encontrados para as plantas estudadas são próximos àqueles citados por Fernandes (1997), cujos valores foram 110 e 300 cm, respectivamente. Os esporófitos de *Cyathea atrovirens* de menor altura não apresentaram frondes com estípite de maior comprimento, ao contrário do registrado para *Alsophila tryoniana* (Gastony) D.S.Conant (= *Nephelea tryoniana* Gastony), *A. setosa* Kaulf. (Seiler 1984; Schmitt & Windisch 2003) e comentado para pteridófitas arborescentes, em geral, por Tryon & Tryon (1959). Segundo Arens & Sánchez Baracaldo (2000), *C. caracasana* também não apresentou correlações significativas entre altura do cáudice e comprimento do estípite, largura da lâmina ou distância entre as pinas das frondes. A única exceção registrada pelos autores foi uma correlação regular entre altura do cáudice e comprimento da lâmina, tal como registrado para *C. atrovirens*. A ausência de boas correlações entre as dimensões das frondes com a altura das plantas de *C. atrovirens*, indica que as diferenças no tamanho foliar não estão relacionadas com classes de tamanho-idade dos cáudices. Os resultados dos estudos de Arens & Sánchez Baracaldo (2000) observaram que a qualidade da luz recebida pelo meristema apical das frondes de *C. caracasana* influencia o alongamento dos estípites das plantas. Fica evidenciado pelas observações de campo que não é regra geral para todas as espécies de Cyatheaceae, que plantas de menor altura apresentem frondes com estípites de maior comprimento.

A taxa de produção anual de frondes novas *Cyathea atrovirens*, bem como o número de frondes maduras por planta é similar àquelas registradas para outras espécies do mesmo gênero (Tab. 4).

Tabela 4. Comparação de número de frondes maduras e de produção foliar de *Cyathea atrovirens* com outras espécies do gênero.

Espécie	Fronde maduras n°.ano <sup>-1</sup>	Fronde novas n°.ano <sup>-1</sup>	Autor
<i>Cyathea atrovirens</i>	<b>1-17</b>	<b>8,6</b>	<b>Presente estudo</b>
<i>Cyathea caracasana</i>	nd	7,7- 14	Arens (2001)
<i>Cyathea delgadii</i>	0-20	5,75	Presente estudo*
<i>Cyathea hornei</i>	3-11	3-9	Ash (1987)
<i>Cyathea pubescens</i>	6-8	8	Tanner (1983)

Nd = não determinado. \*Capítulo IV.

Foi observada uma assincronia na produção de frondes novas de *Cyathea atrovirens*, tal como registrado para *C. pubescens* (Tanner 1983), *C. hornei* (Ash 1987) *C. caracasana* (Arens 2001) e *C. delgadii* (Schmitt 2005, vide capítulo IV). Além disso, a produção foliar demonstrou uma variação sazonal, sendo que a maioria das frondes foi produzida na primavera (setembro e outubro). A sazonalidade na produção de frondes também foi registrada para outras espécies de *Cyathea* (Tanner 1983; Ash 1987), bem como para outros gêneros de samambaias arborescentes (Hoehne 1930; Wick & Hashimoto 1971; Seiler 1981; Ortega 1984; Walker & Aplet 1994; Durand & Goldstein 2001; Schmitt 2001; Schmitt & Windisch 2001). Tal como observado no presente estudo, embora ocorram picos de produção foliar com valores de precipitação elevados, altas taxas de produção de frondes não estão correlacionadas, significativamente, com pluviosidade para *C. caracasana* (Arens 2001). Da mesma forma, para *Cibotium* spp. a produção de frondes não parece corresponder com a precipitação (Wick & Hashimoto 1971; Durand & Goldstein 2001).

Apesar do espécime de *Cyathea atrovirens* mais alto (185 cm) registrado neste trabalho, ter apresentado a maior taxa anual de produção de frondes (19), altas taxas de produção foliar não estão, significativamente, correlacionadas com plantas mais altas. Tanner (1983) também verificou que a produção de frondes de *C. pubescens* é maior em plantas altas e menor em plantas baixas, embora altas taxas de produção foliar não apresentarem boa correlação com altura. Schmitt & Windisch (2003) evidenciaram uma correlação regular entre produção anual de frondes e altura do cáudice de *Alsophila setosa*, em floresta secundária, no Rio Grande do Sul. Por outro lado, Schmitt (2005,

vide capítulo IV) verificou uma forte correlação entre produção anual de frondes e altura das plantas de *C. delgadii*.

A senescência de frondes de *Cyathea atrovirens* também foi assincrônica, tal como registrado para *C. pubescens* (Tanner 1983), *C. hornei* (Ash 1987), *C. delgadii* (Schmitt 2005, vide capítulo VI), *Cibotium glaucum* (Sm.) Hook. & Arn. (Walker & Aplet 1994) e *Alsophila salvinii* Hook. (Seiler 1981). A senescência das frondes não demonstrou estar correlacionada, estatisticamente, com a precipitação. Porém, demonstrou uma variação sazonal, sendo que a maioria das frondes senescentes foi observada no final do inverno e início da primavera (agosto, setembro e outubro). A sazonalidade na senescência de frondes também foi registrada para *A. salvinii* (Seiler 1981) e *A. setosa* (Schmitt 2001).

As plantas mais altas de *Cyathea atrovirens* apresentaram uma tendência regular para apresentarem mais frondes senescentes. Tal fato pode estar relacionado com a estrutura da vegetação onde plantas mais altas expõem mais sua coroa de frondes às condições de ressecamento (frio, geadas e luz) de que as plantas menores, uma vez que o dossel da floresta não é fechado, que as árvores são de média altura (6-8 m) e que há muita vegetação herbácea-arbustiva.

Ao se analisar a influência da temperatura sobre a média do número de frondes maduras por planta, verificou-se que nos meses mais quentes a média de frondes é um pouco maior e vice-versa. Em agosto, posteriormente, ao mês mais frio do ano (julho) foi registrada a menor média de frondes maduras por planta, sugerindo que as temperaturas baixas e a incidência de geadas, no inverno, contribuíram para o secamento foliar e, conseqüentemente, para a redução da média de frondes. Apesar disso, o número médio de frondes maduras de *Cyathea atrovirens* variou fracamente, durante o ano de observações, porque a produção de frondes novas e a senescência ocorreram, paralelamente, durante todo o ano, além de que os valores máximos de ambas foram registrados no mesmo mês (setembro). Também, considerando que a média de frondes maduras em janeiro/2004 foi, estatisticamente, igual à de janeiro/2005 ficou evidenciada a capacidade da espécie de recuperar a perda de frondes, em curto espaço de tempo, mantendo, conseqüentemente, o seu número de frondes estável, a cada ano. Schmitt & Windisch (2001) registraram em duas localidades próximas a do presente estudo, porém em altitudes mais elevadas (500 e 700 m), abscisão foliar total e necrose de báculos de *Alsophila setosa*, causada pelo frio e ação de geadas. Porém, os



autores registraram que *A. setosa* apresenta uma capacidade de recuperar praticamente todas as frondes perdidas, na primavera, mantendo o número de frondes maduras relativamente estável, a cada ciclo. A manutenção anual de frondes também foi registrada por Ortega (1984) para *Sphaeropteris senilis* (Klotzsch) R.M.Tryon, na Venezuela, Schmitt (2005, vide capítulo IV) para *C. delgadii*, no sul do Brasil.

Dentro de aproximadamente 60 dias os báculos de *Cyathea atrovirens* apresentaram todas as suas pinas expandidas. Posteriormente, algumas frondes recém expandidas continuaram aumentando seu comprimento, lentamente. A expansão foliar muito rápida durante a maturação e, posteriormente, muito mais lenta foi também observada por Schmitt (2001) para *Alsophila setosa*; por Shreve (1914) para *C. pubescens* e outras samambaias arborescentes; e por Schmitt (2005, vide capítulo IV) para *C. delgadii*. A expansão mais rápida, registrada por Shreve (1914), foi de 4,94 cm.dia<sup>-1</sup> para báculos de *C. pubescens*. Esse valor se aproxima muito da expansão máxima encontrada para *C. atrovirens* (5,18 cm.dia<sup>-1</sup>). Seiler (1981) comentou que frondes de *A. salvinii* levaram de 60 a 120 dias para maturar. Os báculos de *C. atrovirens* são resistentes ao frio do inverno e às altas temperaturas do verão, visto que o número de báculos necrosados foi extremamente reduzido (4), durante todos os meses de observação.

Todos indivíduos da população de *Cyathea atrovirens* estudados produziram frondes férteis, mesmo aqueles com cáudices de menor altura. Ash (1986) registrou que *Leptopteris wilkesiana* (Brack.) H.Christ (Osmundaceae), samambaia arborescente do Fiji, começa a produção de esporos com 30 – 45 cm de altura e que a mesma se intensifica com o aumento da altura e número de frondes. Ao contrário do registrado para *C. atrovirens*, um número reduzido de indivíduos férteis, devido ao baixo número de plantas altas foi encontrado em populações de *C. lasiosora* (Young & León 1989), *C. delgadii* (Schmitt 2005, vide capítulo IV) e *Alsophila setosa* (Schmitt & Windisch 2005). Page (1979) destacou que a produção de esporos pode ser alta quando a planta está sob condições ecológicas mais severas, competindo com outras, e talvez, quando o grupo atinge maturidade.

De uma maneira geral, a produção e liberação de esporos foi assíncrona numa mesma planta, bem como na população, ao longo de todo o período estudado. Porém, a partir de outubro, na primavera, foi iniciada a produção de grande parte dos esporos, estendendo-se até o mês de janeiro. Posteriormente, de fevereiro a abril, grande

parte do lote produzido foi liberada. O início e parte da época da nova produção, coincidiram com meses de precipitação máxima. O período de liberação da maior parte dos esporos foi anterior a um mês de precipitação mais elevada (maio). A produção de grande parte dos esporos em períodos de alta pluviosidade foi registrada por Ranal (1995) para espécies de Polypodiaceae e Pteridaceae, em floresta estacional semidecidual, do Estado de São Paulo. Tal fato também foi observado por Schmitt (2001) para *Alsophila setosa*, no mesmo tipo de formação florestal, porém no Estado do Rio Grande do Sul. A assincronia na liberação de esporos pode ser um aspecto positivo para manutenção da espécie, pois evita que toda a produção seja perdida, em caso de haver seca prolongada, permitindo o aproveitamento de um maior número de microhabitats recém expostos (Ranal 1995).

Nos meses de inverno (junho, julho e agosto), com menores temperaturas, praticamente não ocorreu nova produção de esporos. Contudo, não foi encontrada boa correlação entre médias de temperatura e número de frondes férteis por plantas de *Cyathea atrovirens*. Sato (1982) sugeriu que o clima frio tem efeito restritivo na expansão das frondes das pteridófitas, bem como no período de produção de esporos. Por outro lado, Ortega (1984) observou que não há uma constância de frondes férteis de *Sphaeropteris senilis* por planta e aparentemente sua existência não tem nenhuma relação com mudanças climáticas, porém nesse caso os estudos foram realizados em sítios de clima tropical.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade de realização deste estudo. Ao Centro Universitário FEEVALE, pela concessão de bolsa auxílio-doutorado. À secretaria municipal do meio ambiente de Novo Hamburgo, pela autorização para a realização da pesquisa, no parque Henrique Luiz Roessler. Ao Nilson Wolff, pelo fornecimento dos dados climatológicos. À Cristina L. J. Schmitt, demais familiares e alunos do curso de Ciências Biológicas pelo auxílio prestado e estímulos para realização do presente trabalho.

## Referências bibliográficas

- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 1998. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an Andean cloud forest, Nariño, Colombia. **American Fern Journal 88**: 60-71.
- Arens, N.C. & Sánchez Baracaldo, P. 2000. Variation in tree fern stipe length with canopy height: tracking preferred habitat through morphological change. **American Fern Journal 90**: 1-15.
- Arens, N.C. & Smith, A.R. 1998. *Cyathea planadae*, a remarkable new creeping tree fern from Colombia, South America. **American Fern Journal 88**: 49-59.
- Arens, N.C. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in Andean cloud forest. **American Journal of Botany 88**: 545-551.
- Ash, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany 34**: 207-215.
- Ash, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern in Fiji. **Australian Journal of Botany 35**: 331-342.
- Athayde Filho, F. de P. 2002. **Análise da pteridoflora em uma mata da restinga no município de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.
- Bernabe, N.; Williams-Linera, G. & Palacios-Rios, M. 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a Mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. **Biotropica 31**: 83-88.
- Bittner, J. & Breckle, S.W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. **American Fern Journal 85**: 37-42.
- Conant, D.S. & Cooper-Driver, G. 1980. Autogamous allohomoploidy in *Alsophila* and *Nephelea* (Cyatheaceae): a new hypothesis for speciation in homoploid homosporous ferns. **American Journal of Botany 67**: 1269-1288.
- Conant, D.S. 1976. **Ecogeographic and systematic studies in American Cyatheaceae**. Ph.D. Thesis, Harvard University, Cambridge, Mass.
- Durand, L.Z. and Goldstein, G. 2001. Growth, leaf characteristics, and spore production in native and invasive tree ferns in Hawaii. **American Fern Journal 91**: 25-35.

- Fernandes, I. 1997. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fernandes, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas Botânica 50**: 5-26.
- Gomez, L.D. 1983. Cyatheaceae & Dicksoniaceae (Rabos de Mico, Tree Ferns). Pp 225-226. In: Janzen, D.H. (ed.) **Costa Rican Natural History**. University of Chicago Press, Chicago.
- Hoehne, F.C. 1930. As plantas ornamentaes da flora brasílica e o seu papel como factores da salubridade publica, da estética urbana e artes decorativas nacionaes. Separata do **Boletim de Agricultura**, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo: 115-130.
- Holtum, R.E. 1938. The ecology of tropical pteridophytes. Pp. 420-450. In: Verdoorn, C. **Manual of pteridology**. The Hague, Martinus Nijhoff.
- Kramer, K.U. 1990. Cyatheaceae. Pp. 69-74. In: Kramer, K.U. & Green, P.S. (eds.). **The families and genera of vascular plants. I. Pteridophytes and Gymnosperms**. Springer-Verlag, Germany.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper Collins, New York.
- Lellinger, D.B. 1987. The disposition of *Trichopteris* (Cyatheaceae). **American Fern Journal 77**: 90-94.
- Lellinger, D.B. 2002. **A modern multilingual glossary for taxonomic pteridology. Pteridologia n.3**. American Fern Society, Washington.
- Luederwaldt, Von H. 1923. Die **Cyathaceen aus der Umgebung der Stadt S. Paulo**. Zeitschrift Deutscher Verein für Wissenschaft und Kunst, São Paulo. p. 83-118.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nascimento, A.R.T.; Longui, S.J. & Brena, D.A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal 11**: 105-119.
- Nasi, R. 1993. Analysis of the spatial structure of a rattan population in a mixed dipterocarp forest of Sabah (Malaysia). **Acta Oecologica 34**: 73-85.
- Nicholson, B. 1997. Observations on the distribution and diversity of tree ferns in the Zona Reservada de Tambopata, Madre Rios, Peru. **Fern Gazette 15**: 153-159.

- Ortega, F. 1984. Notas sobre la autoecología de *Sphaeropteris senilis* (KL) Tryon (Cyatheaceae) en el Parque Nacional el Avila - Venezuela. **Pittieria** **12**: 31-53.
- Page, C.M. 1979. Experimental aspects of fern ecology. Pp. 552-581. In: Dyer, A.F. **The experimental biology of ferns**. Academic Press, London.
- Poulsen, A.D. & Nielsen, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? **American Fern Journal** **85**: 29-35.
- Ranal, M.A. 1995. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. **Revista Brasileira de Biologia** **55**: 777-787.
- Ranal, M.A. 1999. Effects of temperature on spore germination in some fern species from Semideciduous Mesophytic Forest. **American Fern Journal** **89**: 149-158.
- Rosenstock, E. 1907. Beiträge zur pteridophytenflora Südbrasilien. II. **Hedwigia** **46**: 57-69.
- Sato, T. 1982. Phenology and wintering capacity of sporophytes and gametophytes of ferns native to Northern Japan. **Oecologia** **55**: 53-61.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2001. Prejuízos causados pela geada no desenvolvimento de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Revista de estudos / Centro Universitário Feevale** **24**: 79-88.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2003. Relação entre comprimento do estípite, produção de frondes e tamanho do cáudice, em *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Pesquisas Botânica** **53**: 55-63.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**: 861-867.
- Schmitt, J.L. 2001. **Desenvolvimento da fase esporofítica de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae) em duas formações florestais no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Sehnem, A. 1978. Ciataáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Seiler, R.L. 1981. Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **71**: 75-81.
- Seiler, R.L. 1984. Trunk length and frond size in a population of *Nephelea tryoniana* from El Salvador. **American Fern Journal** **74**: 105-107.

- Seiler, R.L. 1995. Verification of estimated growth rates of tree-fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **85**: 96-97.
- Shreve, F. 1914. A Montane Rain-Forest: A contribution to the physiological plant geography of Jamaica. Carnegie Institution of Washington, Washington D.C.
- Tanner, E.V.J. 1983. Leaf demography and growth of tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society** **87**: 213-227.
- Teixeira, M.B.; Coura Neto, A.B.; Pastore, U. & Rangel Filho, A.L.R. 1986. Vegetação. Pp. 541-620. In: **Levantamento de recursos naturais**. Vol.33. IBGE, Rio de Janeiro.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1959. Observations on cultivated ferns: The Hardy Species of Tree Ferns. **American Fern Journal** **49**: 129-142.
- Tryon, R. & Tryon, A. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. Springer Verlag, New York.
- Vieira, S. 1980. **Introdução à Bioestatística**. 3.ed. Campus, Rio de Janeiro.
- Walker, L.R. & Aplet, G.H. 1994. Growth and fertilization responses of Hawaiian Tree Ferns. **Biotropica** **26**: 378-383.
- Weisheimer, C.; Mauhs, J. & Saul, P.F. de A. 1996. **Plano de Manejo: Parque Municipal Henrique Luiz Roessler**. Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, Novo Hamburgo.
- Wick, H.L. & Hashimoto, G.T. 1971. **Leaf development and stem growth of treefern in Hawaii**. U.S. For. Serv. Res. Note PSW-237, Pacific Southwest For. and Range Expt. Sta., Berkeley, California.
- Young, K.R. & León, B. 1989. Pteridophyte species diversity the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. **Brittonia** **41**: 388-395.
- Young, K.R. & León, B. 1991. Diversity ecology and distribution of high-elevation pteridophytes within Abiseo National Park, north-central Peru. **Fern Gazette** **14**: 25-39.
- Zar, J.H. 1999. **Bioestatistical analysis**. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A família Cyatheaceae está representada no Estado do Rio Grande do Sul por cinco espécies: *Alsophila capensis* (L.f.) J.Sm., *A. setosa* Kaulf., *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin e *C. delgadii* Sternb.. As espécies amplamente distribuídas são *A. setosa* Kaulf. e *C. atrovirens*. No caso de *C. corcovadensis* foram encontradas duas populações e sua distribuição foi restrita ao litoral norte. Em relação à *A. capensis* foram encontrados registros da espécie na Encosta Inferior do Nordeste e nos Campos de Cima da Serra. Contudo, nos levantamentos florísticos, *A. capensis* não foi encontrada *in situ*, evidenciando que a espécie encontra-se criticamente em perigo ou provavelmente extinta no Estado. *C. delgadii* ocorre na Depressão Central e Encosta Inferior do Nordeste.

O presente estudo ampliou o conhecimento do limite de distribuição oeste de *C. atrovirens*, até a região da Campanha, visto que até então não havia registro dessa espécie, em área tão interiorana e afastada do oceano Atlântico.

O extrativismo, o tamanho populacional local pequeno, a destruição e a fragmentação dos habitats para a realização de práticas agrícolas, bem como o pastoreio do gado que se alimenta das frondes das plantas jovens são os principais fatores relacionados com a redução das populações de Cyatheaceae. Para proteger as ciateáceas do Estado é necessário conservar os remanescentes florestais em que as espécies ainda são atualmente encontradas.

Sobre os cáudices dos representantes de Cyatheaceae foram registradas 34 espécies de pteridófitas epifíticas, distribuídas em 16 gêneros e sete famílias. Apresentaram o maior número de espécies a família Polypodiaceae (13) e o gênero *Asplenium* L. (8). A categoria ecológica mais abundante foi a dos holoepífitos habituais, incluindo 56% das espécies. *Alsophila setosa* apresentou o maior número de espécies (31), seguida de *Cyathea delgadii* (10), *C. atrovirens* e *C. corcovadensis* (7). A concentração da riqueza específica em forófitos de *A. setosa* pode estar relacionada com a distribuição geográfica, tamanho, idade e textura do cáudice da espécie.

A floresta ombrófila densa, formações pioneiras, floresta ombrófila mista e estacional semidecidual foram mais ricas em epífitos de que a floresta estacional decidual. Foi comprovada a heterogeneidade de pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de *Alsophila setosa* em relação às de *Cyathea* spp., bem como a forte

influência dessa espécie forofítica como causa de diferenciação florística. A Encosta Inferior do Nordeste apresentou o maior número de espécies epifíticas (23), sendo que de modo geral as regiões fisiográficas com maior riqueza coincidiram com aquelas que apresentam os tipos vegetacionais mais ricos em epífitos e espécies forofíticas. A riqueza epifítica e de Cyatheaceae em relação à longitude, constituiu uma seqüência decrescente em direção às regiões mais secas e interiores, no extremo oeste do Estado.

O número máximo de espécies epifíticas ocorrentes em um dado cáudice foi sete. A correlação fraca entre altura do forófito e número de epífitos indicou uma pequena tendência de aumentar a riqueza em plantas mais altas. As famílias com menor amplitude vertical foram aquelas que predominantemente preferem ou toleram muita umidade e pouca luz (Hymenophyllaceae), hemiepifíticas (Blechnaceae) ou que apresentaram epifitismo acidental (Pteridaceae). O contrário foi observado para as famílias (Aspleniaceae e Polypodiaceae), cujas espécies são predominantemente holoepifitas habituais e que possuem adaptações para tolerar menos umidade e mais luz.

Considerando que a maioria dos epífitos registrados são habituais e que alguns destes crescem, exclusivamente ou preferencialmente, sobre os cáudices de samambaias arborescentes (*Asplenium mucronatum* C.Presl, *A. scandicum* Kaulf., *Pecluma truncorum* (Lindm.) M.G.Price, *Trichomanes anadromum* Rosenst., *T. angustatum* Carmich. e *T. polypodioides* L.), o desaparecimento de plantas adultas de pteridófitas arbóreas, nas formações florestais do Estado, compromete a disponibilidade de microhabitats específicos para espécies epifíticas, sendo que este fato merece especial atenção no que tange à conservação de espécie.

As populações de *Cyathea atrovirens* e de *C. delgadii* apresentaram distribuição das classes de altura tendendo ao modelo de J-invertido, indicando um grande potencial de auto-regeneração das plantas, nas áreas estudadas. A heterogeneidade dos microhabitats favorece o adensamento dos espécimes de *C. atrovirens* e de *C. delgadii*, que formam manchas no sub-bosque florestal, resultando numa distribuição espacial agregada. O crescimento lento do cáudice de ambas as espécies pode ser influenciado pelas condições ambientais, tais como diferenças no dossel e nos estágios de sucessão das formações florestais, incidência de luz e competição.

*Cyathea atrovirens* e de *C. delgadii* apresentaram produção anual de frondes e número de frondes maduras por planta similar àquelas registradas para outras espécies do mesmo gênero. Além disso, a produção foliar e senescência de frondes foi



assincrônica, sendo que as duas espécies evidenciaram capacidade de manutenção do número de frondes na coroa, a cada ano.

Foi observada uma assincronia na produção e liberação de esporos em esporófitos de *Cyathea atrovirens* e de *C. delgadii*, que pode contribuir para o aproveitamento de um maior número de microhabitats recém expostos e evitar a perda total da produção, num período desfavorável. Poucos indivíduos férteis foram encontrados na população de *C. delgadii*, em decorrência da baixa frequência de plantas que atingiram a idade reprodutiva, uma vez que as classes de maior altura foram expressivamente menos numerosas. O contrário foi registrado para *C. atrovirens*, sendo que todos os indivíduos foram encontrados férteis, independentemente de sua altura. Portanto, não é regra geral para todas as ciatáceas a tendência de apenas os indivíduos mais altos da população produzirem frondes férteis.

*Cyathea atrovirens* apresenta grande potencial ornamental, podendo ser utilizada em jardinagem, em decorrência de suas frondes decorativas, que apresentam capacidade de suportar luminosidade plena, evidenciada pelo fato de crescer em ambientes totalmente desprovidos de vegetação, beiras de estradas e barrancos. Por outro lado, *C. delgadii* desaparece da vegetação com a ação antrópica intensa e cresce, preferencialmente, no sub-bosque, ao longo de linhas de drenagem, em solo raso e arenoso, dificultando a sua utilização no paisagismo, em decorrência de suas exigências e tolerância ecológicas.

Como o desenvolvimento de *Alsophila setosa* já foi objeto de investigação em outro projeto de pesquisa, o presente estudo ampliou o conhecimento do crescimento da geração esporofítica de outras espécies da família, com a análise do desenvolvimento de *Cyathea atrovirens* e *Cyathea delgadii*. Infelizmente como já foi citado, no caso de *C. corcovadensis* apenas algumas plantas puderam ser observadas, em ambiente altamente antropizado, e no caso de *A. capensis* não há registro recente da ocorrência de população no Rio Grande do Sul.

## **Anexos**

Anexo 1. Pteridoflora associada aos cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul<sup>1</sup>.



1. *Asplenium clausenii* Hieron.



2. *Asplenium inaequilaterale* Willd.



3. *Asplenium mucronatum* C.Presl



4. *Asplenium scandicinum* Kaulf.

<sup>1</sup> Anexos de 1 a 3 são referentes ao capítulo I.

Anexo 1. Continuação.



5. *Asplenium serra* Langsd. & Fisch.



6. *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V.Morton & Lellinger



7. *Lastreopsis amplissima* (C.Presl) Tindale



8. *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching

Anexo 1. Continuação.



9. *Trichomanes angustatum* Carmich.



10. *Trichomanes polypodioides* L.



11. *Campyloneurum nitidum* C.Presl



12. *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota

Anexo 1. Continuação.



13. *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.)  
Copel.



14. *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G.Price



15. *Niphidium rufosquamatum* Lellinger



16. *Didymochlaena trunculata* (Sw.) J.Sm.

Anexo 1. Continuação.



17. *Pecluma recurvata* (Kaulf.) M.G.Price



18. *Pecluma truncorum* (Lindm.) M.G.Price



19. *Polypodium catharine* Langsd & Fisch.

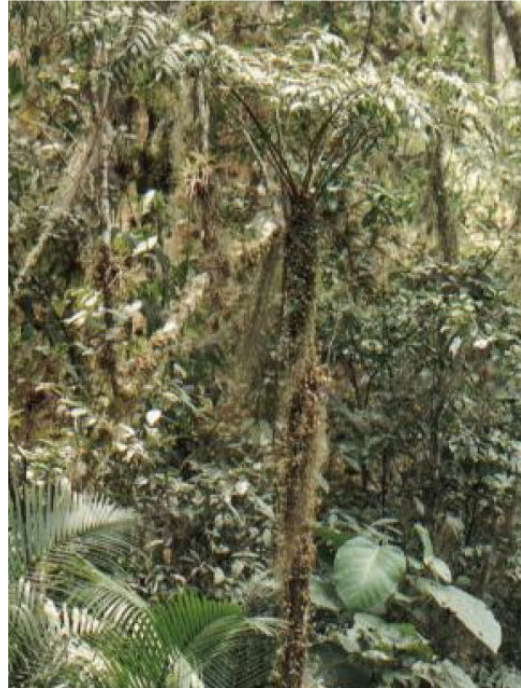


20. *Vittaria lineata* (L.) Sm.

Anexo 2. Espécies de Cyatheaceae do Rio Grande do Sul.



1. *Alsophila setosa* Kaulf.



2. *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin



3. *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin



4. *Cyathea delgadii* Sternb.



Anexo 3. Espécies de pteridófitas epifíticas associadas aos cáudices de Cyatheaceae no Rio Grande do Sul encontradas nas estações de coleta do levantamento florístico.

Família/Espécie	Estações de coleta																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>ASPLENIACEAE</b>																					
<i>Asplenium claussenii</i>	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Asplenium gastonis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium harpeodes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium inaequilaterale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium incurvatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium mucronatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Asplenium scandicinum</i>	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Asplenium serra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BLECHNACEAE</b>																					
<i>Blechnum binervatum</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Blechnum confluens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>																					
<i>Ctenitis</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lastreopsis amplissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rumohra adiantiformis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>																					
<i>Trichomanes anadromum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomanes angustatum</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Trichomanes polypodioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Trichomanes radicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>PTERIDACEAE</b>																					
<i>Adiantum raddianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Doryopteris pedata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>POLYPODIACEAE</b>																					
<i>Campyloneurum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Campyloneurum nitidum</i>	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Microgramma squamulosa</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1

continua

Tabela 4 (continuação)

<i>Microgramma tecta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Niphidium rufosquamatum</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pecluma paradiseae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Pecluma recurvata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pecluma truncorum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Pleopeltis angusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Polypodium catharine</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Polypodium hirsutissimum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
VITTARIACEAE																					
<i>Vittaria lineata</i>	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
TOTAL	1	8	6	13	4	11	8	6	6	14	10	10	10	5	7	16	14	2	3	11	8

Legenda. Estações de coleta: 1 - Alegrete, 2 - Augusto Pestana, 3 - Bozano, 4 - Camaquã, 5 - Capão da Canoa, 6 - Caraá, 7 - Derrubadas, 8 - Encruzilhada do Sul, 9 - Marau, 10 - Morrinhos do Sul, 11 - Novo Hamburgo, 12 - Pelotas, 13 - Riozinho, 14 - Salvador do Sul, 15 - Santa Maria, 16 - São Francisco de Paula, 17 - Sapiranga, 18 - Tabaí, 19 - Torres, 20 - Três cachoeiras, 21 - Veranópolis.

Anexo 4. Matriz de presença e ausência utilizada para construção do dendograma de similaridade florística entre grupos de pteridófitas epifíticas, em diferentes tipos vegetacionais e espécies forófitas do Rio Grande do Sul.<sup>2</sup>

Família/Espécie	Formações/Forófitos											
	FOD CC	FOD AS	FOD CA	PIO AS	PIO CC	PIO CA	FED AS	FED CD	FES AS	FES CD	FES CA	FOM AS
<b>ASPENIACEAE</b>												
<i>Asplenium clausenii</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Asplenium gastonis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Asplenium harpeodes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Asplenium inaequilaterale</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Asplenium incurvatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Asplenium mucronatum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium scandicinum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Asplenium serra</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>BLECHNACEAE</b>												
<i>Blechnum binervatum</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Blechnum confluens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>												
<i>Ctenitis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lastreopsis amplissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polystichum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rumohra adiantiformis</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
<b>HYMENOPHYLLACEAE</b>												
<i>Trichomanes anadromum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomanes angustatum</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Trichomanes polypodioides</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomanes radicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>PTERIDACEAE</b>												
<i>Adiantum raddianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Doryopteris pedata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

continua

<sup>2</sup> Anexo 4 é referente ao capítulo II.

Tabela 4 (continuação)

POLYPODIACEAE												
<i>Campyloneurum austrobrasilianum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Campyloneurum nitidum</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Microgramma squamulosa</i>	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
<i>Microgramma tecta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microgramma vacciniifolia</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Niphidium rufosquamatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Pecluma paradiseae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Pecluma recurvata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pecluma truncorum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pleopeltis angusta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Polypodium catharine</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Polypodium hirsutissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
VITTARIACEAE												
<i>Vittaria lineata</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
TOTAL	3	17	5	13	7	4	13	2	20	9	2	17

Legenda. Presença (1), ausência (0), Floresta ombrófila densa (FOD), Formações pioneiras (PIO), Floresta ombrófila mista (FOM), Floresta estacional semidecidual (FES), Floresta estacional decidual (FED), *Alsophila setosa* (AS), *Cyathea atrovirens* (CA), *C. corcovadensis* (CC) e *C. delgadii* (CD).

Anexo 5. Dimensões dos cáudices de *Cyathea delgadii*<sup>3</sup>.

Planta	DB (cm)	DAP (cm)	DA (cm)	Alt 1 (cm)	Alt 2 (cm)	TCA (cm.ano <sup>-1</sup> )	TCR (%)
1	10,6	10,4	11	261	301	40	15,32
2	4,6	-	5,3	62	62	0	0
3	10,2	8	9	187	197	10	5,34
4	6,1	-	5,1	50	51	1	2
5	7,2	-	8,7	140	150	10	7,14
6	13,2	10,1	11,7	354	372	16	4,51
7	5,4	-	6,1	110	110	0	0
8	x	-	-	7	9	2	28,57
9	2,3	-	2,5	13	13	0	0
10	4	-	6,6	68	73	5	7,35
11	-	-	-	7	7	0	0
12	2,6	-	2,8	18	19	1	5,55
13	8,5	8,6	9,1	200	206	6	3
14	-	-	-	10	10	0	0
15	3,4	-	3,8	18	19	1	5,55
16	2	-	2,5	10	12	2	20
17	4,7	-	5,3	34	36	2	5,88
18	5,2	-	5,1	53	55	2	3,77
19	4,5	-	5,8	68	70	2	2,94
20	3,2	-	4,3	34	38	4	11,76
21	2,5	-	3	15	15	0	0
22	-	-	2,7	8	8	0	0
23	5,8	-	6,2	75	80	5	6,66
24	2,7	-	2,6	15	15	0	0
25	4	-	4,2	32	32	0	0
26	3,5	-	4,4	32	35	3	9,37
27	6,4	-	5,6	53	60	7	13,2
28	4	-	4,1	28	30	2	7,14
29	-	-	-	10	10	0	0
30	-	-	-	7	7	0	0
31	11,5	9,7	11,7	267	283	16	5,99
32	9	5,9	8,1	165	170	5	3,03
33	5,6	6,6	4,5	167	167	0	0
34	3,8	-	3,8	32	32	0	0
35	-	-	5	23	27	4	17,39
36	4,5	-	3,8	46	46	0	0
37	11,6	5,3	4	280	286	6	2,14
38	6,5	7	7	140	150	10	7,14
39	8,5	6,8	6	267	296	29	10,86
40	3,6	-	3,6	18	18	0	0
41	2	-	3	24	24	0	0
Médias (DP)	5,68 (3,04)	7,84 (1,80)	5,5 (2,56)	83,12 (93,65)	87,82 (99,95)	4,65 (8,10)	5,16 (6,44)

Diâmetro da base (DB); diâmetro à altura do peito (DAP); diâmetro do ápice (DA); altura em jan/2004 (Alt 1); altura em jan/2005 (Alt 2); taxa de crescimento absoluto (TCA); taxa de crescimento relativo (TCR).

<sup>3</sup> Anexos de 5 a 11 são referentes ao capítulo IV.

Anexo 6. Produção de frondes novas por esporófito de *Cyathea delgadii*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	1	0	4	1	0	0	5	0	0	5	0	0	2
2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
3	2	2	2	0	1	1	1	1	2	0	3	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
5	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
6	0	4	1	0	5	0	4	2	0	5	0	0	2
7	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	2	0	0	2	3	0	0	0	5	1	0	0	4
14	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
17	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
18	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1
20	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
21	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
23	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
26	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	0	2	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1
28	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
29	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
31	5	0	0	5	0	0	5	0	0	4	0	0	2
32	0	4	0	0	3	0	0	0	4	0	1	2	0
33	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
34	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
35	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
36	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
37	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
38	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
39	0	3	3	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0
40	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
41	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Médias	0,46	0,75	0,53	0,31	0,46	0,21	0,70	0,29	0,58	0,68	0,70	0,12	0,36
(DP)	(0,92)	(1,01)	(0,86)	(0,87)	(1,02)	(0,41)	(1,41)	(0,55)	(1,04)	(1,25)	(0,92)	(0,39)	(0,82)

Desvio padrão (DP).

Anexo 7. Frondes maduras por esporófito de *Cyathea delgadii*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	17	15	14	15	15	15	15	15	18	18	15	20	18
2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3
3	8	9	11	12	12	11	12	13	13	13	12	13	13
4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2
5	9	8	6	7	7	7	6	7	7	8	9	8	8
6	18	14	18	15	14	19	18	18	23	19	19	19	19
7	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
8	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
9	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
11	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
12	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1
13	12	10	11	11	11	14	13	13	12	12	13	13	12
14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
15	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
16	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1
17	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
18	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
19	5	5	5	4	3	3	4	3	3	3	4	4	2
20	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4
21	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
22	2	2	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
23	5	4	5	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0
25	2	2	2	2	3	2	3	2	1	1	1	2	2
26	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3
27	5	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	5	5
28	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3
29	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	2
31	15	17	15	15	15	20	19	17	20	18	15	19	16
32	11	10	12	12	12	14	15	14	12	16	14	14	15
33	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	2
34	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	4
35	4	4	4	3	2	2	2	3	3	4	4	5	5
36	2	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	3	2
37	6	6	6	4	5	5	5	6	6	5	4	5	3
38	6	7	8	9	9	8	7	7	7	8	8	8	9
39	10	10	12	10	9	9	9	8	11	10	7	10	9
40	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Médias	4,51	4,39	4,6	4,48	4,31	4,56	4,58	4,48	4,78	4,82	4,63	5	4,7
(DP)	(4,47)	(4,06)	(4,36)	(4,22)	(4,19)	(5,06)	(4,92)	(4,82)	(5,54)	(5,23)	(4,72)	(5,31)	(5,06)

Desvio padrão (DP).

Anexo 8. Frondes férteis por esporófito de *Cyathea delgadii*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	18	14	16	13	13	13	13	13	19	19	19	19	19
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	8	10	10	10	10	15	14	12	14	14	14	18	16
32	9	9	11	11	11	11	12	12	12	13	13	14	15
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	9	9	10	6	5	5	5	5	7	6	5	10	9
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Médias	1,07	1,02	1,14	0,97	0,95	1,07	1,07	1,02	1,26	1,26	1,24	1,48	1,43
(DP)	(3,54)	(3,22)	(3,61)	(3,11)	(3,07)	(3,5)	(3,48)	(3,31)	(4,13)	(4,17)	(4,14)	(4,71)	(4,57)

Desvio padrão (DP).



Anexo 9. Taxa mensal de senescência foliar por esporófito de *Cyathea delgadii*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	3	1	3	0	1	0	0	2	0	3	0	2
2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
3	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	1	2
4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
6	4	0	4	1	0	1	0	1	4	2	3	0
7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
8	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
10	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
11	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
13	4	0	0	0	1	2	0	0	2	2	0	1
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
18	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
19	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
20	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
22	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
26	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
27	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
28	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
31	3	2	0	0	0	1	2	2	2	3	0	2
32	1	2	0	0	1	0	1	2	0	2	4	1
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
35	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
37	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2
38	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
39	0	0	4	1	1	0	3	0	1	3	2	1
40	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
41	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Médias (DP)	0,46 (1,07)	0,41 (0,70)	0,51 (1,02)	0,29 (0,46)	0,29 (0,46)	0,21 (0,47)	0,34 (0,65)	0,39 (0,62)	0,46 (0,83)	0,58 (0,92)	0,48 (0,89)	0,46 (0,71)

Desvio padrão (DP).

Anexo 10. Fenologia da produção de esporos de *Cyathea delgadii*.

Estado		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
IMA	FA	0	1	1	0	0	1	2	3	2	3	2	4	4
	FR	0	2,43	2,43	0	0	2,43	4,87	7,31	4,87	7,31	4,87	9,75	9,75
CER	FA	3	2	1	1	0	0	0	0	3	2	4	4	4
	FR	7,31	4,87	2,43	2,43	0	0	0	0	7,31	4,87	9,75	9,75	9,75
LIB	FA	4	4	4	4	4	4	3	0	0	1	2	1	4
	FR	9,75	9,75	9,75	9,75	9,75	9,75	7,31	0	0	2,43	4,87	2,43	9,75
MAL	FA	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	1	0	0
	FR	0	0	0	0	0	0	2,43	9,75	2,43	2,43	2,43	0	0
VEG	FA	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	FR	90,24	90,2	90,2	90,2	90,2	90,2	90,2	90,2	90,2	90,24	90,2	90,2	90,2

Esporângios imaturos (IMA); cerrados (CER); liberando esporos (LIB); com a maioria dos esporos liberados (MAL); vegetativo (VEG); frequência absoluta (FA); frequência relativa (FR).

Anexo 11. Comprimento e velocidade de expansão de báculos/frondes de *Cyathea delgadii*, por intervalos de 30 dias

Fronde	Comprimento báculo/fronde (cm)					Velocidade de expansão (cm.mês <sup>-1</sup> )			
	1ª med.	2ª med.	3ª med.	4ª med.	5ª med.	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês
1	8	102	227	243	246	3,48	3,47	0,57	0,07
2	11	76	79	79	79	1,96	0,1	0	0
3	13	119	127	127	127	3,21	0,28	0	0
4	35	122	139	140	140	3,1	0,62	0,02	0
5	14	102	175	182	182	3,14	2,7	0,19	0
6	20	69	70	70	70	1,19	0,03	0	0
7	17	160	220	224	224	3,97	2,14	0,09	0
8	30	73	101	105	105	1,53	1,03	0,11	0
9	13	117	122	122	122	4,38	0,27	0	0
10	15	103	154	160	160	2,44	1,82	0,14	0
11	53	109	186	209	210	2	2,85	0,63	0,03
12	34	191	233	233	233	5,06	1,27	0	0
13	9	140	166	166	166	4,22	0,78	0	0
14	10	152	210	221	221	3,94	2,07	0,26	0
15	17,5	115	117	117	117	3,75	0,11	0	0
16	10	121	145	146	146	2,7	0,77	0,03	0
17	28	87	92	92	92	2,18	0,13	0	0
18	7	31	78	87	87	0,85	1,74	0,25	0
19	23	211	228	230	230	6,71	0,62	0,05	0
20	30	112	114	118	118	2,92	0,07	0,11	0
Médias (DP)	19,87 (11,85)	115,6 (41,59)	149,15 (54,19)	153,55 (56,84)	153,75 (57,15)	3,13 (1,39)	1,14 (1,05)	0,12 (0,18)	0,005 (0,01)

Desvio padrão (DP); medição (med.).

Anexo 12. Fenologia da produção de esporos de *Cyathea atrovirens*<sup>4</sup>.

Estado		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
IMA	FA	35	21	17	11	6	1	0	2	21	42	47	42	43
	FR	70	42	34	22	12	2	0	4	42	84	94	84	86
CER	FA	45	40	28	15	11	15	6	1	0	2	21	41	39
	FR	90	80	56	30	22	30	12	2	0	4	42	82	78
LIB	FA	23	38	45	26	13	4	10	14	4	1	0	4	25
	FR	46	76	90	52	26	8	20	28	8	2	0	8	50
MAL	FA	0	1	18	37	43	45	46	47	29	9	1	0	0
	FR	0	2	36	74	86	90	92	94	58	18	2	0	0
VEG	FA	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
	FR	4	4	4	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2

Esporângios imaturos (IMA); cerrados (CER); liberando esporos (LIB); com a maioria dos esporos liberados (MAL); vegetativo (VEG); frequência absoluta (FA); frequência relativa (FR).

<sup>4</sup> Anexos de 12 a 18 são referentes ao capítulo V.

Anexo 13. Dimensões dos cáudices de *Cyathea atrovirens*.

Planta	DB (cm)	DAP (cm)	DA (cm)	Alt 1 (cm)	Alt 2 (cm)	TCA (cm.ano <sup>-1</sup> )	TCR (%)
1	10	-	12	27	37	10	37,03
2	12	-	12,5	25	30	5	20
3	-	-	-	21	25	4	19,04
4	10	-	11,4	55	60	5	9,09
5	15	-	13,5	56	58	2	3,57
6	12,2	-	10,8	67	69	2	2,98
7	10,6	-	8,5	52	54	2	3,84
8	5,5	-	5,6	13	13	0	0
9	9,1	-	-	16	17	1	6,25
10	10,4	-	11,3	31	37	6	19,35
11	12	-	13	48	48	0	0
12	12,5	-	14	36	38	2	5,55
13	15	14,2	14	147	148	1	0,68
14	17	-	12	128	131	3	2,34
15	11	-	10,5	69	70	1	1,44
16	8,1	-	9,3	84	86	2	2,38
17	7,6	-	8	39	40	1	2,56
18	10	-	11	51	54	3	5,88
19	10,3	-	10,5	73	75	2	2,73
20	13,2	-	11	72	76	4	5,55
21	10,4	-	11	38	43	5	13,15
22	11	-	12,5	58	62	4	6,89
23	14	-	12	79	82	3	3,79
24	10,5	-	10	59	59	0	0
25	9,7	-	9	40	43	3	7,5
26	17	-	14,5	59	62	3	5,08
27	12,5	-	12	98	102	4	4,08
28	11,4	-	11	100	102	2	2
29	11	-	11	92	93	1	1,08
30	12	-	14	53	56	3	5,66
31	12	-	11	86	89	3	3,48
32	24,7	-	15,4	110	113	3	2,72
33	12,1	-	13	75	80	5	6,66
34	14	-	10,5	97	99	2	2,06
35	-	-	10	116	116	0	0
36	8,5	-	10,3	91	93	2	2,19
37	15,5	-	12,1	116	120	4	3,44
38	10,2	11,8	11	174	174	0	0
39	12	14,6	14,5	177	178	1	0,56
40	12,5	14	13,5	173	173	0	0
41	9	-	9,3	50	50	0	0
42	14	-	11,3	71	74	3	4,22
43	7,7	-	13	47	50	3	6,38
44	12,5	-	10,5	87	92	5	5,74
45	9,6	-	11,5	89	91	2	2,24
46	9,2	-	-	10	11	1	10
47	11,1	-	-	18	18	0	0
48	9,6	-	-	20	21	1	5
49	-	-	8,5	17	17	0	0
50	18,1	14	15	185	190	5	2,7
Médias (DP)	11,77 (3,20)	13,72 (1,10)	11,47 (1,99)	71,9 (44,81)	74,38 (44,66)	2,48 (2,00)	5,13 (6,63)

Diâmetro da base (DB); diâmetro à altura do peito (DAP); diâmetro do ápice (DA); altura em jan/2004 (Alt 1) e jan/2005 (Alt 2); taxa de crescimento absoluto (TCA); taxa de crescimento relativo (TCR).

Anexo 14. Produção de frondes novas por esporófito de *Cyathea atrovirens*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	2	2	1	0	0	2	3	2	2	3	0	0	0
2	1	0	0	0	0	2	3	2	0	0	3	0	0
3	1	3	1	0	0	0	3	1	2	2	1	1	2
4	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	0	0
5	3	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0
7	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	2
8	2	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	0
9	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	2	0
12	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	0
13	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	2	0
14	0	1	0	0	0	0	1	1	3	2	0	2	1
15	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
16	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	0
17	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1
18	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	1	2	0
19	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	1	0
20	0	0	0	0	0	0	4	3	2	3	1	2	0
21	2	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0
22	1	2	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0
23	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0
24	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0
26	2	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0
29	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	2	1	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	2	1	0
31	2	1	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	0
32	0	0	0	0	0	0	2	1	1	3	0	2	0
33	1	0	0	0	0	2	2	1	0	2	1	0	0
34	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0
37	2	0	0	0	0	0	5	0	4	4	2	0	0
38	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1
39	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1	0
40	0	0	0	3	0	0	3	0	3	2	3	0	0
41	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
42	1	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	1	0
43	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
44	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0
45	1	0	0	0	0	1	1	3	0	1	1	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1
47	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	0	0
49	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
50	1	1	0	0	0	0	3	1	5	4	2	2	0
Médias	0,5	0,52	0,06	0,06	0	0,14	0,92	1,04	2,16	1,52	0,98	0,7	0,18
(DP)	(0,78)	(0,78)	(0,23)	(0,42)		(0,49)	(1,27)	(1,00)	(1,21)	(1,07)	(0,84)	(0,76)	(0,48)

Desvio padrão (DP).

Anexo 15. Frondes maduras por esporófito de *Cyathea atrovirens*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12	16	12	11
2	8	9	9	9	9	9	8	8	11	10	9	8	10
3	11	12	12	13	13	13	13	12	15	13	13	13	12
4	7	7	7	7	7	7	7	7	9	8	8	7	7
5	14	12	13	13	13	13	13	13	12	17	16	9	8
6	7	5	5	5	5	5	5	5	8	9	8	7	7
7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	10	8	9	8
8	5	7	8	8	8	8	8	7	8	7	6	5	6
9	8	8	10	8	8	8	8	8	10	12	9	9	9
10	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	6
11	6	6	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	6
12	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	7
13	11	9	9	8	5	3	3	3	3	6	6	7	9
14	9	7	8	8	8	8	7	6	6	9	7	7	9
15	4	4	5	5	5	5	5	4	3	4	4	5	6
16	6	6	5	5	5	5	5	5	7	6	5	5	7
17	3	3	3	4	3	2	2	2	2	4	3	4	4
18	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	9	11
19	7	6	6	6	6	6	6	4	3	5	5	6	7
20	15	14	14	13	13	11	10	8	13	9	11	13	14
21	7	8	8	8	8	7	6	4	5	6	7	5	6
22	7	8	9	10	10	9	8	8	8	8	7	7	7
23	6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	6
24	7	6	8	8	8	8	8	8	7	6	7	6	7
25	7	7	7	7	7	7	6	6	2	3	4	6	6
26	10	12	11	11	10	10	10	7	7	8	8	10	10
27	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5
28	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	5	5
29	6	6	7	7	7	7	7	7	8	7	5	7	7
30	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4	6	7
31	6	8	9	9	7	7	7	6	4	5	6	7	8
32	10	10	10	10	10	10	10	9	12	10	10	7	9
33	6	6	6	6	6	5	5	4	7	5	7	8	9
34	6	4	5	5	4	4	4	2	2	4	5	5	7
35	8	7	6	6	6	6	6	5	5	10	7	7	7
36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	5	6
37	13	14	12	11	10	10	8	7	7	10	13	14	14
38	8	9	9	9	9	9	9	9	8	11	8	7	5
39	9	7	5	5	3	3	3	2	4	3	5	5	6
40	13	13	10	8	8	8	5	4	4	5	7	7	0
41	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	3	3	4
42	13	13	13	12	12	7	7	7	6	8	8	8	8
43	6	6	6	6	6	6	5	5	5	7	4	4	4
44	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	3	4	4
45	8	8	8	8	8	8	8	9	9	6	6	6	6
46	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4
47	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
48	9	8	7	7	7	7	7	6	6	5	6	7	7
49	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5
50	13	14	15	13	13	12	12	12	14	16	14	13	16
Médias	7,56	7,44	7,56	7,44	7,2	6,92	6,66	6,26	6,54	7	6,8	6,8	7,26
(DP)	(2,99)	(3,10)	(2,97)	(2,77)	(2,84)	(2,70)	(2,65)	(2,69)	(3,38)	(3,37)	(3,22)	(2,64)	(2,87)

Desvio padrão (DP).

Anexo 16. Frondes férteis por esporófito de *Cyathea atrovirens*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	9	10	10	11	11	11	11	12	12	11	15	11	10
2	8	9	9	9	9	9	8	7	10	9	8	7	9
3	9	10	11	12	12	12	12	12	15	11	12	12	11
4	3	3	3	3	3	3	3	3	7	7	7	6	6
5	12	11	13	13	13	13	13	13	12	17	16	9	8
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	7	7	7	7	7	7	7	9	8	9	8
8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	4	4
9	7	7	8	7	7	7	7	7	9	11	8	8	8
10	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6	5	5	6
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	0	2
12	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	7
13	11	8	8	7	5	3	3	3	2	5	6	7	9
14	9	7	8	8	8	8	7	6	6	8	7	7	9
15	2	3	4	4	4	4	4	3	2	3	1	1	2
16	6	6	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	7
17	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
18	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	9	11
19	7	6	6	6	6	6	6	4	3	5	5	6	7
20	13	13	13	13	13	11	10	8	12	9	11	13	14
21	7	8	8	8	8	7	6	4	5	6	7	5	6
22	7	7	8	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7
23	6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	6
24	7	6	8	8	8	8	8	8	7	6	7	6	7
25	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	3	5	5
26	9	11	10	10	10	10	10	7	7	8	8	10	10
27	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5
28	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	5	5
29	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	5	7	7
30	6	6	6	6	6	6	6	6	3	4	4	6	7
31	5	7	8	8	6	6	6	5	4	5	6	7	8
32	10	10	10	10	10	10	10	9	12	10	10	7	9
33	6	6	6	6	6	5	5	4	7	5	7	8	9
34	4	2	3	3	4	4	4	2	2	2	3	3	4
35	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	5
37	10	12	10	9	8	8	6	6	3	1	1	1	2
38	8	9	9	9	9	9	9	9	8	11	8	7	5
39	9	7	5	5	3	3	3	2	4	3	5	5	6
40	13	13	10	8	8	8	5	4	4	5	7	7	0
41	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	1	1	1
42	8	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5
43	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4
44	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4
45	8	8	8	8	8	8	8	8	9	6	6	6	6
46	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
47	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4
48	7	7	7	7	7	7	7	6	6	5	6	7	7
49	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
50	12	14	15	13	13	12	12	12	14	16	14	13	16
Médias	6,08	6,06	6,24	6,16	6,04	5,86	5,68	5,28	5,64	5,72	5,72	5,74	6,16
(DP)	(3,42)	(3,59)	(3,51)	(3,38)	(3,36)	(3,25)	(3,15)	(3,16)	(3,66)	(3,74)	(3,64)	(3,09)	(3,32)

Desvio padrão (DP).



Anexo 17. Taxa mensal de senescência foliar por esporófito de *Cyathea atrovirens*.

Planta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	1	2	0	0	0	2	2	2	2	0	4	1
2	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	2	0
3	0	3	0	0	0	0	1	0	4	1	2	3
4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0
5	3	1	0	0	0	0	0	1	0	2	6	1
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1
8	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	1	0
9	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	1	0
10	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0
12	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
13	2	0	1	3	2	0	0	2	1	0	0	0
14	2	0	0	0	0	1	1	1	1	4	0	0
15	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0
16	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
17	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	1	0
19	1	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0
20	1	0	1	0	2	1	2	2	6	0	0	0
21	1	0	0	0	1	1	2	0	1	1	2	0
22	0	0	0	0	1	1	0	1	1	3	1	1
23	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0
24	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	1
25	0	0	0	0	0	1	0	4	2	0	0	0
26	0	1	0	1	0	0	3	2	2	3	0	0
27	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	1
30	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	0	0
31	0	0	0	2	0	0	1	2	1	2	1	0
32	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	3	0
33	1	0	0	0	1	0	3	2	2	0	0	0
34	2	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0
35	1	1	0	0	0	0	1	0	0	5	1	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
37	1	2	1	1	0	2	1	4	2	1	0	1
38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	2	2
39	2	2	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0
40	0	3	2	2	0	3	1	3	3	0	0	10
41	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0
42	1	0	1	0	5	0	0	1	2	3	0	1
43	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	1	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0
45	1	0	0	0	0	0	1	3	3	1	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
48	1	1	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
50	0	0	2	0	1	0	0	2	3	6	1	1
Médias (DP)	0,58 (0,78)	0,38 (0,77)	0,2 (0,53)	0,28 (0,67)	0,28 (0,83)	0,3 (0,64)	0,58 (0,83)	1,16 (1,13)	2,02 (1,44)	1,7 (1,43)	0,76 (1,17)	0,52 (1,50)

Desvio padrão (DP).

Anexo 18. Comprimento e velocidade de expansão de báculos/frondes de *Cyathea atrovirens*, por intervalos de 30 dias

Fronde	Comprimento báculo/fronde (cm)				Velocidade de expansão (cm.mês <sup>-1</sup> )		
	1ª medição	2ª medição	3ª medição	4ª medição	1º mês	2º mês	3º mês
1	39	119	173	175	2,35	1,54	0,06
2	19	77	144	145	1,7	1,91	0,03
3	8	60,5	161	179	1,54	2,87	0,54
4	21	95	157	159	2,17	1,77	0,06
5	9,5	80	102	102	2,01	0,66	0
6	6	87	137	137	2,31	1,51	0
7	8,5	89	164	169	2,3	2,27	0,17
8	6,5	89	120	121	2,35	0,93	0,03
9	4,5	97	111	111	2,64	0,42	0
10	6,5	119	160,5	160,5	3,21	1,25	0
11	5	47,5	125	129	1,25	2,21	0,12
12	11	49	115	115	1,11	1,88	0
13	10	112	148	149	2,91	1,09	0,03
14	9	57	142	152	1,41	2,42	0,3
15	15	186	253	256	5,18	2,39	0,13
16	16	121	157	157	3,18	1,28	0
17	34	140	148	148	3,21	0,28	0
18	41	111	112	112	2,12	0,03	0
19	23	130	143	143	3,24	0,46	0
20	22,5	153	198	198	3,72	1,36	0
21	19	162	212	215	4,08	1,51	0
22	10	65	192	266	1,61	3,62	2,24
23	18	146	186	186	3,65	1,21	0
24	11,5	118	218	230	3,04	3,03	0,42
25	9	111	151	151	2,91	1,21	0
26	11	105	144	144	2,68	1,18	0
27	6	60	69	71	1,54	0,27	0,07
28	17	70	82	83	1,55	0,34	0,03
29	10	95	188	191	2,5	2,65	0,09
Médias	14,70	101,75	152,15	157,05	2,53	1,5	0,14
(DP)	(9,71)	(35,03)	(40,69)	(46,29)	(0,93)	(0,91)	(0,42)

Desvio padrão (DP).

## Normas gerais para publicação de artigos

### ACTA BOTANICA BRASILICA

1. A **Acta Botanica Brasilica** (**Acta bot. bras.**) publica artigos originais em Português, Espanhol e Inglês.

2. Os artigos devem ser concisos, **em quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Comissão Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).

3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.

4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).

5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO** e **ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo,

citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5 x 23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em

.TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Comissão Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4  $\mu$ m), o número separado da unidade, com exceção de percentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsiccatas.

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

Ex.: **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.*

(atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

- 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 deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

- 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 devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

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.

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

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.

**Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos rescentes da Revista, ou os links da mesma na internet: [www.botanica.org.br](http://www.botanica.org.br). ou ainda artigos on line por intermédio de [www.scielo.br/abb](http://www.scielo.br/abb).**

**Não serão aceitas** Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de **simples** resumos simples de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.