



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Departamento de Botânica

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal**



**ANDRÉ LUÍS DE GASPER**

**PTERIDÓFITAS DE SANTA CATARINA, BRASIL:  
DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E  
VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.**

**Área de Concentração Florística e biogeografia**

**BELO HORIZONTE – MG**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Departamento de Botânica

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal**



**ANDRÉ LUÍS DE GASPER**

**PTERIDÓFITAS DE SANTA CATARINA, BRASIL:  
DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E  
VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.**

**Área de Concentração Florística e biogeografia**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Salino**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**BELO HORIZONTE – MG**

**2012**

Gasper, André Luís de  
Pteridófitas de Santa Catarina, Brasil: diversidade, distribuição  
geográfica e variáveis ambientais. [manuscrito] / André Luís de Gasper.  
– 2012.  
86 f. : Il. ; 29,5 cm.

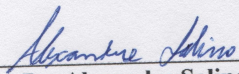
Orientador: Alexandre Salino.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Botânica.

1. Pteridófitas - Santa Catarina - Teses. 2. Espécies em extinção -  
Santa Catarina – Teses. 3. Mata Atlântica - Teses. 4. Samambaias –  
Teses. 5. Áreas de conservação de recursos naturais - Teses. 6.  
Amostragem (Estatística) – Teses. 7. Plantas tropicais – Teses. 8.  
Botânica – Teses. I. Salino, Alexandre. II. Universidade Federal de  
Minas Gerais. Departamento de Botânica. III. Título.

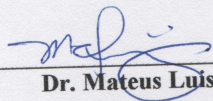
CDU:581.9(816.4)

Dissertação defendida e aprovada, em 29 de junho de 2012, pela banca  
examinadora constituída pelos professores:



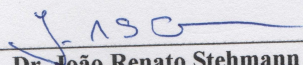
---

**Dr. Alexandre Salino - Orientador**



---

**Dr. Mateus Luis Barradas Paciencia**



---

**Dr. João Renato Stehmann**

"Seja a mudança que você deseja ver no mundo."

MAHATMA GANDHI

*Dedico este trabalho a minha família, minha namorada  
Sabrina e meus amigos que sempre me apoiaram e  
entenderam minhas ausências*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade da vida;

Ao meus pais e familiares pelo incondicional apoio nos estudos e pela compreensão das ausências;

À Sabrina pela inestimável companhia ao longo dos anos;

Aos queridos amigos de Blumenau Roger, Chico, Jonathan, Karine, Fran, Brogni pela amizade que perdura mesmo na distância;

Aos “novos amigos” da BH, Marcelo, Vanessa, Rozijane, Fran, Thais, Leandro, Fifão, Lili, Vanessa, Erica, Mari, Eric, Ana Cláudia, Suzana, Felipe, Talita, Aline A., Aline R., entre tantos outros em especial ao Danilo, pelo download dos artigos nos recantos gélidos da Europa e pronto envio dos mesmos, a estes meu muito obrigado pela recepção em terras mineiras;

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFMG e aos seus professores, pela incrível experiência compartilhada, em especial a João Renato, Leandro Assis, João Batista, Luciana Kamino, Ary Oliveira Filho;

Ao Ary e ao Pedro, por ensinar novos métodos de análise que possibilitaram parte desta dissertação e sem os quais estatisticamente este trabalho não teria valor;

À Universidade Regional de Blumenau - FURB – e ao Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – IFFSC – além dos professores e membros da equipe do IFFSC pelo incondicional apoio e suporte enquanto estive ausente, em especial ao Alexander Vibrans, Lucia Sevegani, Alexandre Uhlmann;

A Eduardo Brogni, Doca e Simone que foram da minha equipe e sempre ajudaram na coleta de material, sem eles o campo não teria a menor graça, e sem os quais as horas prensando o material nunca acabariam;

Aos colegas de campo do IFFSC com quem cresci e muito aprendi Marcio Verdi, Anita Stival Santos, Susana Dreveck, Alexandre Korte, Juliana Schmitt, Tiago João Cadorin e Eder Caglioni, e por terem coletado muito para que este trabalho pudesse ser realizado. Foram meses e anos de campo, horas e horas de prensagem em hotéis nos mais diversos cantos de Santa Catarina, muito, muito obrigado!

Ao pessoal do Laboratório de Botânica da FURB pela ajuda e apoio quando estava ausente, em especial ao Morilo José Rigon Jr, Kamila Vieira, Anderson Kassner Jr, Diego da Silva, Leila Meyer e a todos que foram bolsistas ao longo de todo o IFFSC;

Aos curadores dos herbários visitados, pela atenção e ajuda durante as visitas;

Aos pteridólogos do laboratório pela ajuda na identificação de material, Lu Melo, Lili, Fran, Fifão, Vina, Thais, esta inclusive com grandes discussões sobre as análises;

Aos membros da banca, Mateus Paciência e João Renato, que contribuíram para que este trabalho ficasse melhor;

A Denise, coordenadora do PGBot, sempre disposta a auxiliar e a sanar as dúvidas da burocracia e a mudança de nível para o doutorado;

Por fim, mas não menos importante, ao Alexandre Salino pela recepção desde a primeira visita a UFMG e a orientação neste e outros trabalhos, meus mais sinceros agradecimentos.



## Sumário

Índice de Tabelas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Resumo.....	1
Abstract.....	2
Apresentação.....	3
Introdução.....	4
Objetivos gerais.....	7
Objetivos específicos.....	7
Material e métodos.....	8
Caracterização geral.....	8
Relevo e Solo.....	9
Clima.....	12
Vegetação.....	12
Hidrografia.....	15
Compilação de dados.....	16
Análise de dados.....	20
Riqueza de espécies.....	20
Espécies ameaçadas.....	20
Similaridade florística: classificação e ordenação.....	21
Influência das variáveis ambientais sobre a composição de espécies.....	21
Resultados e discussão.....	24
Florística.....	24
Espécies ameaçadas.....	38
Presumivelmente extinta.....	40
Criticamente em perigo.....	41
Espécies vulneráveis.....	41
Deficiência de dados.....	43
Intensidade amostral.....	46
Análise multivariada.....	56
Similaridade e ordenação das unidades amostrais.....	56
Influência das variáveis ambientais sobre a composição de espécies.....	61
Conclusões e recomendações.....	70
Referências.....	72

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Classes de cobertura vegetal nativa em Santa Catarina. FOM: Floresta Ombrófila Mista, FED: Floresta Estacional Decidual, FOD: Floresta Ombrófila Densa.....	15
Tabela 2: Variáveis ambientais empregadas nas análises da composição de pteridófitas em Santa Catarina. As variáveis com * foram as selecionadas, conforme descrito na metodologia.....	19
Tabela 3: Lista das espécies de pteridófitas encontradas em Santa Catarina. F: Região fitoecológica sendo E: Floresta Estacional Decidual, D: Floresta Ombrófila Densa e M: Floresta Ombrófila Mista. DG: Distribuição geográfica sendo: ESC: Endêmica de Santa Catarina; ES: Endêmica do sul do Brasil; ESS: Endêmica do sul e sudeste do Brasil; EB: Endêmica do Brasil; AS: América do Sul; AT: América Tropical; AA: Anfiatlântico; AP: Anfipacífico; PL: Paleotropical; PA: Pantropical; CO: Cosmopolita. * exceto África.** novos registros para Santa Catarina.....	26
Tabela 4: Lista das principais Unidades de Conservação com coleta de pteridófitas em Santa Catarina e o respectivo número de coletas e espécies em cada uma.....	39
Tabela 5: Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos canônicos extraídos através da CCA aplicada às variáveis ambientais e matriz de espécie.....	58
Tabela 6: Modelos candidatos entre os 63 possíveis para o eixo 1 e as 6 variáveis preditoras. bio8 (temperatura média do trimestre mais úmido), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial), bio4 (sazonalidade da temperatura).....	62
Tabela 7: Modelos candidatos entre os 63 possíveis para o eixo 2 e as 6 variáveis preditoras. alt (altitude), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial), bio4 (sazonalidade da temperatura).....	63
Tabela 8: Performance dos modelos selecionados (métodos OLS e GWR) para a variação na composição de espécies de pteridófitas em Santa Catarina, baseado nos dois eixos da DCA e nos modelos selecionados.....	63

## Índice de Figuras

Figura 1: Localização do estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Divisa ao leste com o oceano Atlântico, ao norte com o estado do Paraná, ao sul com o estado do Rio Grande do Sul e a oeste com a Argentina.....	8
Figura 2: Resumo das unidades de relevo ocorrentes em Santa Catarina. Fonte .....	11
Figura 3: Solos ocorrentes em Santa Catarina. Fonte IBAMA (2010).....	11
Figura 4: Temperaturas médias ocorrentes em Santa Catarina, em °C (Fonte: EPAGRI 2008).....	13
Figura 5: Regiões fitoecológicas da Mata Atlântica Catarinense baseado no Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (Klein, 1978).....	13
Figura 6: Limite das bacias hidrográficas e principais rio em Santa Catarina.....	16
Figura 7: Número das unidades amostrais na grade de 50 km x 50 km distribuídas por Santa Catarina, gerados através da ferramenta Hawth's Tools no ArcGis 9.3.....	22
Figura 8: DCA da matriz binária de espécies com a matriz de variáveis ambientais para visualização. Estão plotadas apenas aquelas com r <sup>2</sup> maior que 0,25.....	23
Figura 9: Riqueza de espécies por família de pteridófitas em Santa Catarina.....	25
Figura 10: Relação do número de espécies por gênero de pteridófitas em Santa Catarina. ....	35
Figura 11: Número de espécies encontradas por região fitoecológica no estado de Santa Catarina. Barras em branco indicam as espécies exclusivas e as pretas todas as espécies. FED: Floresta Estacional Decidual; FOD: Floresta Ombrófila Densa; FOM: Floresta Ombrófila Mista.....	36
Figura 12: Distribuição geográfica das espécies de pteridófitas ocorrentes em Santa Catarina.....	38
Figura 13: Número de espécies amostradas por unidade amostral de 50 km x 50 km em Santa Catarina. A máximo observado foi de 248 espécies.....	47
Figura 14: Número de coletas registradas por unidade amostral de 50 km x 50 km, em Santa Catarina. O número máximo observado do de 1.578 coletas.....	48
Figura 15: Regressão linear entre o número de espécies e o número de registros observados por unidade amostral em Santa Catarina.....	50
Figura 16: Plotagem dos resíduos da regressão linear entre número de coletas e espécies. As cores indicam os desvios da reta. O número de cada unidade amostral está sendo exibido. ....	51
Figura 17: Suficiência amostral de acordo com Jackknife 1 executado no DivaGis. As unidades amostrais em vermelho escuro são com 70% de espécies preditas em relação as reais. Os valores representam o número da unidade amostral.....	53
Figura 18: Curva comparativa entre o valor observado - Sobs - e o valor estimado pelo Jackknife 1 – Jack 1. Para cada curva, o valor significa 100 estimativas baseadas em 100 randomizações da ordem de acumulação das unidades amostrais.....	55
Figura 19: Ordenação obtida através de Análise de Correspondência Canônica (CCA) conduzida a partir de uma matriz de dados binários das espécies em cada unidade amostral do estado de Santa Catarina. As espécies foram omitidas do gráfico. Estão plotados os eixos 1 e 2. As cores correspondem as regiões fitoecológicas. FED: Floresta Estacional Decidual, FOD: Floresta Ombrófila Densa; FOM: Floresta Ombrófila Mista. FOD/FOM ou FOM/FOD representam as unidades amostrais com presença significativa das duas regiões fitoecológicas. ....	57
Figura 20: Classificação das Unidades Amostrais pelo método TWINSPAM. Os valores representam o número da unidade amostral.....	59

Figura 21: Agrupamento gerado pelo método WPGMA através da matriz de presença e ausência das coletas de pteridófitas em Santa Catarina. Apenas as UA pré-selecionadas anteriormente foram usadas para gerar o agrupamento. Em vermelho, boa parte das unidades amostrais da Floresta Ombrófila Densa, em azul da Floresta Ombrófila Mista e em verde da Floresta Estacional Decidual.....	60
Figura 22: Correlograma produzido dos resíduos da regressão linear entre o eixo 1 e as variáveis ambientais. Não há estrutura espacial dos resíduos mesmo após a correção sequencial de Bonferroni.....	61
Figura 23: Correlograma produzido dos resíduos da regressão linear entre o eixo 2 e as variáveis ambientais. Não há estrutura espacial dos resíduos mesmo após a correção sequencial de Bonferroni.....	61
Figura 24: Mapas da esquerda com base nos valores-p e mapas da direita com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais testadas para o primeiro eixo da DCA com base no GWR. Nos mapas baseados em valores-p, o verde representa valores $\leq 0,05$ , ou seja, significativos, e em azul $> 0,05$ . De cima para baixo: bio8 (temperatura média do trimestre mais úmido), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial).....	64
Figura 25: Mapas da esquerda com base nos valores-p e mapas da direita com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais testadas para o primeiro eixo da DCA com base no GWR. Nos mapas baseados em valores-p, o verde representa valores $\leq 0,05$ , ou seja, significativos e em azul $> 0,05$ . De cima para baixo: bio4 (sazonalidade da temperatura), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), alt (altitude).....	65

## RESUMO

Por ser um dos poucos estados brasileiros com sua flora bem conhecida, em Santa Catarina é possível realizar novas análises sem novos trabalhos de campo. No presente trabalho, foram analisadas as espécies ameaçadas de pteridófitas, a composição das espécies de pteridófitas, e as variáveis ambientais que podem influenciá-la. A confecção da base de dados foi baseada em exsicatas depositadas em herbários, na pesquisa das coleções científicas indexadas na rede *SpeciesLink* e nos dados do Projeto Mata Atlântica. Os pontos foram plotados sobre grade de 50 x 50 km (representado as unidades amostrais), sendo selecionadas 60 unidades amostrais para a área de estudo. Para todas as unidades amostrais calculou-se o estimador de riqueza de Jackknife 1. Apenas as unidades amostrais com menos de 60% da riqueza estimada em relação à riqueza real foram utilizadas nas análises dos dados. Análises de agrupamento foram efetuadas, além de uma ordenação por CCA (Análise de Correspondência Canônica) com base em seis variáveis climáticas previamente selecionadas através do VIF (Valor de Inflação). Realizou-se a seleção automática dos melhores modelos de regressão múltipla, com base no menor AICc, para previsão dos padrões de composição florística por meio os eixos de uma DCA. A escolha do modelo final para prever cada variável resposta (eixos da ordenação) levou em consideração os valores de  $\Delta AICc$  inferiores a 2. O teste de D'Agostino-Person apontou para a normalidade dos resíduos de ambos os eixos. Foram registrados 439 táxons infragênicos de pteridófitas, sendo 20 novos registros para o Estado. Na Floresta Ombrófila Densa ocorrem 393 spp., na Floresta Ombrófila Mista 274 spp. e na Floresta Estacional Decidual 73 spp. Sete espécie foram consideradas vulneráveis, e uma espécie, foi considerada como criticamente em perigo: *Asplenium lacinulatum*. Outras sete espécies foram categorizadas como presumivelmente extintas e algumas foram categorizadas como dados deficientes. Do total de 439 espécies, 65 (14,8%) foram amostradas em apenas uma unidade amostral, 36 (8,2%) ocorreram em duas unidades amostrais e 27 (6,15%) em três unidades amostrais. Cerca de 39,7% das espécies ocorreram em mais de 10 unidades amostrais. O número mínimo de coleta registrado foi de 5 e o máximo foi de 1.578 por unidade amostral, com 5 e 248 espécies, respectivamente. Em 11 unidades amostrais a riqueza de espécies real foi maior que 70% da riqueza estimada. Foram observadas 20 unidades amostrais com valores menores de 60% do valor estimado em relação ao real alcançado, e, essas unidades amostrais não adicionaram nenhum táxon à lista geral de espécies. Após a regressão múltipla, os dois eixos da DCA não apresentaram estrutura espacial de resíduos com base na correção sequencial de Bonferroni (eixo 1:  $r^2_{adj}$ : 0,802; F: 26,348; p: <0,001; eixo 2:  $r^2_{adj}$ : 0,547; F: 8,424; p <0,001). O melhor modelo para o eixo 1 da DCA selecionou as variáveis: precipitação do trimestre mais quente, precipitação do trimestre mais frio, temperatura média do trimestre mais úmido e evapotranspiração potencial para explicar a composição de espécies. Esse modelo explica 81,1% da variação dos dados. Para o eixo 2 a variável altitude, a precipitação do trimestre mais frio e a sazonalidade da temperatura foram selecionadas.

**Palavras-chave:** espécies ameaçadas de extinção, intensidade amostral, Mata Atlântica, ordenação, riqueza, samambaias, unidades de conservação,

## ABSTRACT

Santa Catarina is one of the few Brazilian states with a well known flora. It is therefore possible to carry out further data analyses without additional field work. In this study, we analyzed the variation in species composition of ferns and the environmental variables that may be influential, so as to indicate the endangered species. The preparation of the database was carried out using herbarium specimens, data from scientific collections indexed by the SpeciesLink network and on data from the Atlantic Forest Project. The state territory was divided into 50 x 50 km cells, called sample units. 60 sampling units were selected for the study area. For all sample units, species richness by Jackknife method was computed. In further statistical analyses only sample units with less than 60% of estimated richness were used. The WPGMA e TWINSpan analyses were performed, as well as ordinations by CCA and DCA, with the use of climatic variables selected by VIF. Then best fitting models were selected by multiple regression based on minor AICc for predicted species composition on DCA axes. The selection of the definitive model considered AICc less than 2. D'Agostino-Person's test appointed normality of residuals of both axes. 439 infrageneric taxons of pteridophytes were registered, with 20 new citations for the state. In Dense Ombrophylous Forests occur 393 spp., Mixed Ombrophylous Forests 274 spp. and in Seasonal Deciduous Forests 73 spp. Seven species were considered vulnerable and one (*Asplenium laciniatum*) was considered critically endangered. Seven species were classified as extinct and data availability was deficient for some species. Of the total of 439 species, 65 (14.8%) were sampled in only three sites. 39.7% of all species occur in more than 10 sample units, i.e. in an area larger than 25,000km<sup>2</sup> (25% of the state's territory). The minimum number of specimen collected per sample units was five and the maximum 1,578, with five to 248 species. Of the total of 60 sample units, 11 had more than 70% of richness estimated by Jackknife 1, 15 sample units showed 65 to 70% and 14 sample units had richness between 60 and 65%. Twenty sample units had less than 60% of estimated richness, so that they added no new species to the whole checklist. The two CCA axes were not sufficient to explain the data, because only totalizing 19.5% of the data variation. The two DCA axes did not represent the spatial structure of the residuals based on Bonferroni's sequential correction (axe 1:  $r^2_{adj}$ : 0,802; F: 26,348; p: <0,001; axe 2:  $r^2_{adj}$ : 0,547; F: 8,424; p <0,001). The best model for DCA axis 1 selected the following variables: precipitation of the hottest trimester, precipitation of the coldest trimester, mean temperature of the most humid trimester and the potential evapotranspiration to explain species composition. This model explains 81.1% of the data variability. For axis 2, the variables altitude, precipitation of the coldest quarter and temperature seasonality were selected. Based on these results and on other studies carried out in Santa Catarina state, it can be concluded that conservation strategies have to be developed based on species distribution data and the environmental factors involved.

**Key-words:** endangered species, ferns, ordination, protected areas, richness, sampling intensity, Tropical rain forest.

A Floresta Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do mundo e o que mais perdeu cobertura vegetal no Brasil (Morellato & Haddad, 2000; Ribeiro *et al.*, 2009). Protocolos internacionais e acordos como os das COP (Convenções das Partes), nas Nações Unidas, exigem que os países membros apresentem relatórios contínuos sobre a situação de sua biodiversidade. Com este objetivo algumas ações como o Inventário Nacional (SFB – [ifn.florestal.gov.br](http://ifn.florestal.gov.br)), a Flora da Mata Atlântica (Stehmann *et al.*, 2009) e a lista da Flora do Brasil (Forzza *et al.*, 2010), foram ou têm sido desenvolvidos.

Mesmo sendo o bioma com menor área natural remanescente, a Floresta Atlântica possui menos de 10% de sua área atual protegida por Unidades de Conservação. A compreensão de centros de endemismo e riqueza são fundamentais para subsidiar ações conservacionistas e manejo florestal, além de serem compromissos internacionais brasileiros. Contudo, nem todas as áreas do país possuem dados para embasar a criação de Unidades de Conservação, pois grandes áreas continuam pouco coletadas. Por isso, análises biogeográficas e de distribuição de espécies podem contribuir para apontar locais a serem coletados, bem como locais que já foram bem amostrados.

Com o advento de dados climáticos globais e de fácil acesso, é possível prever melhor quais os fatores ambientais que podem influenciar o padrão de distribuição de espécies que determinam as características ambientais das áreas. Estes, podem ainda, ajudar no entendimento e dinâmica destas áreas, haja vista as mudanças climáticas e o efeito delas sobre as populações.

Poucos estados conhecem sua flora e possuem ela publicada como Santa Catarina, na obra intitulada Flora Ilustrada Catarinense. Dentre as famílias, um dos grupos mais bem conhecidos estão as pteridófitas. Além deste fato, Santa Catarina é o quinto estado brasileiro com maior riqueza de espécies de pteridófitas, sendo localizado num dos centros de maior riqueza e endemismo do grupo, a Mata Atlântica. Mas, mesmo sendo um estado pioneiro, Santa Catarina ainda tem grandes desafios na conservação e manejo de suas florestas. Por este motivo, o estado necessita conhecer suas espécies ameaçadas, suas lacunas de coleta, e a real riqueza de suas espécies..

Diversos fatores podem influenciar os padrões de distribuição e abundância de espécies. Alguns autores consideram a Teoria Neutra da Biodiversidade, onde as espécies são ecologicamente identicas, e efeitos estocásticos e de dispersão tem efeito sobre as comunidades (Hubbell, 2001; Cassemiro & Padial, 2008). Outros autores, consideram que a heterogeneidade ambiental e a ampla variação dos nichos podem influenciar a diversidade das comunidades (Tuomisto *et al.*, 2002). A primeira teoria, afirma que a distância geográfica determina a composição de espécies, enquanto a segunda teoria, considera a distância ambiental, para mudanças na composição e riqueza de espécies. Contudo, outro fator, esse antrópico, interfere na distribuição e riqueza de espécies, e pode colocar em risco a sobrevivência das mesmas, a fragmentação florestal (Given, 1993).

Mas, antes da fragmentação dos ambientes naturais causada pelos humanos, fatores ambientais (geográficos e climáticos) influenciaram e continuam a influenciar fortemente a distribuição das espécies vegetais (Greer *et al.*, 1997; Brayard *et al.*, 2005; Ferrer-Castán & Vetaas, 2005; Karst *et al.*, 2005; Cardelús *et al.*, 2006). Neste sentido, o uso de técnicas multivariadas ajuda na compreensão dos padrões, uma vez que as variáveis têm seus valores reduzidos na forma de eixos, e expressos de forma mais clara (facilitando inclusive a plotagem dos dados), como apresentado por Greer *et al.* (1997), Jones *et al.* (2006) e Borcard *et al.* (2004), por exemplo.

Um dos grupos vegetais utilizados por Tuomisto *et al.* (2002), na teoria da heterogeneidade ambiental, são as pteridófitas. Essas divergiram em sua grande maioria após a grande explosão de diversidade das angiospermas no final do Paleozóico e início do Mesozóico, e já dominaram a paisagem no passado, sendo muito bem representadas nos registros fósseis (Cousen, 1988). As pteridófitas, voltaram a se diversificar num novo cenário evolutivo criado pela diversificação das angiospermas (Schneider *et al.*, 2004). De acordo com Pryer *et al.* (2001, 2004) e Smith *et al.* (2006), as pteridófitas englobam dois grandes grupos: as licófitas e as monilófitas. Assim como nas angiospermas (APG, 2009), as pteridófitas também sofreram (e continuam sofrendo) rearranjos em famílias e gêneros, devido aos estudos com biologia molecular, como no recente trabalho de Rothfels *et al.* (2012).



As pteridófitas constituem o segundo mais importante grupo de plantas vasculares após as angiospermas (Scott & Galtier, 1985), e o terceiro grupo em riqueza de epífitas depois de orquídeas e bromélias no Neotrópico (Mehltreter, 2008). Podem ser indicadoras de qualidade ambiental (Beukema & van Noordwijk, 2004; Arcand & Ranker, 2008), já que com a longa dispersão de seus esporos, podem rapidamente ocupar áreas degradadas (Ranker & Geiger, 2008), por exemplo. Ao longo de sua evolução desenvolveram uma gama de adaptações quanto ao substrato (Windisch, 1992), e esta diversidade de formas biológicas demonstra a capacidade destas plantas em habitar diversos ambientes (Senna & Waechter, 1997). São importantes componentes do ecossistema, já que podem apresentar especificidade quanto ao forófito (Cortez, 2001; Schmitt *et al.*, 2005) e muitas espécies dependem desta especificidade para se instalar.

Estima-se que existam cerca de 13.600 espécies de pteridófitas no mundo (Moran, 2008), sendo que para o Brasil este número é de 1.176 espécies (Prado & Sylvestre, 2010). Em Santa Catarina, as expedições de Roberto Miguel Klein, Raulino Reitz, Lyman Smith e Aloysio Sehnem, para a realização da Flora Ilustrada Catarinense (1967 a 1984), catalogaram 420 espécies, e mais recentemente, na publicação da Flora do Cone Sul (Zuloaga *et al.*, 2008), 400 espécies foram citadas para Santa Catarina.

Tryon (1972) considerou o Brasil um dos três principais centros de endemismo de pteridófitas para a América Tropical. Contudo, o país ainda carece de levantamentos mais detalhados (como da distribuição geográfica e das regiões fitoecológicas de ocorrência das espécies, por exemplo), para melhor conhecer sua rica biodiversidade, esta considerada como um dos fatores para tais endemismo (Barrington, 1993). Barrington (1993), apresenta algumas explicações para os padrões de distribuição das pteridófitas e comenta, bem como Tryon (1972), que a dispersão pode ser de longa distância, já que os esporos são pequenos e leves. Estes esporos, em sua maioria de espécies homosporadas, facilitam a ocupação de novos ambientes, uma vez que um único esporo pode dar origem a uma nova planta, se os ambientes para seu estabelecimento foram atendidas.

Birks (1976) utilizou técnicas multivariadas e análise de *grids* para apontar os centros de endemismo de pteridófitas na Europa, delimitando regiões florísticas. Para Ruanda, país Africano, um estudo similar foi feito por Dzwonko & Kornas (1994), no qual, empregando análises multivariadas apontaram regiões florísticas, utilizando-se de dados climáticos. Para a região do Cone Sul, de la Sota (1973) já apontava as regiões florísticas

existentes. Para a região Sul e Sudeste, cabe destacar o trabalho de Windisch (1996), que aponta de forma quantitativa a riqueza do gênero *Huperzia*.

No Brasil, Barros (1997) em trabalho pioneiro na área de pteridófitas, desenvolvido para o estado de Pernambuco, seguida por Almeida (2008), que desenvolveu seu trabalho para Minas Gerais, realizaram análises quantitativas da distribuição geográfica das espécies ocorrentes em todo o território dos estados, analisando e determinando as áreas de maior riqueza e examinando que fatores bióticos e abióticos podem influenciar e/ou determinar esses centros de riqueza e os padrões de distribuição. Para a família Cactaceae, Santos (2009) investigou as variáveis climático-ambientais, espaciais e fisionômicas da floresta sobre a distribuição e riqueza. Além deste trabalhos, Paciencia (2008), analisou as pteridófitas em um gradiente altitudinal na Mata Atlântica paranaense, na região da Serra do Mar.

Para o sul do Brasil, pode-se registrar alguns trabalhos florísticos com pteridófitas para o Paraná (Cervi *et al.*, 1987; Bittencourt *et al.*, 2004; Dittrich *et al.*, 2005; Sakagami, 2006; Schwartsburd & Labiak, 2007), bem como para o Rio Grande do Sul (Schmitt *et al.*, 2006; Rechenmacher *et al.*, 2007; Lehn *et al.*, 2009; Blume *et al.*, 2010; Schmitt & Windisch, 2010), esses geralmente são feitos em pequenas áreas particulares ou unidades de conservação.

Para Santa Catarina, trabalhos com pteridófitas e que não abordam apenas levantamentos florísticos, ainda são escassos, se comparado aos demais estados. Pode-se citar, contudo, o trabalho de Labiak & Prado (1998), que estudaram as epífitas da Reserva de Volta Velha. Também no estado, Mantovani (2004) estudou a caracterização de populações naturais de xaxim, *Dicksonia sellowiana* Hook., em diferentes condições edafo-climáticas e Gasper *et al.* (2011) apresentou estudo sobre as populações de *Dicksonia sellowiana*, inventariadas durante o projeto Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. Trabalho florístico recente foi apresentado por Gasper & Sevegnani (2010), que estudaram a flora pteridofítica do Parque Nacional da Serra do Itajaí.

Mesmo assim, Santa Catarina é o único estado da federação com conhecimento taxonômico e com ampla área de amostragem de sua pteridoflora, com exceção das famílias ainda não publicadas, Lycopodiaceae e Selaginellaceae (Sehnm, 1967a, b, c, 1968a, b, 1970a, b, 1971, 1974, 1978, 1979a, b, c, d, e, f, g, 1984, 1972; Fuchs-Eckert, 1986). Estes trabalhos e outras teses com material examinado, podem auxiliar na elaboração de trabalhos detalhados sobre a ecologia das pteridófitas.

## OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar a composição e riqueza de espécies de pteridófitas em Santa Catarina, examinando as variáveis ambientais que podem influenciá-las, além de indicar as espécies ameaçadas de extinção para o estado.

### **Objetivos específicos**

1. Atualizar a lista de espécies de pteridófitas para o estado de Santa Catarina, indicando as regiões fitoecológicas de ocorrência;
2. Apontar as áreas com carência de coletas bem como com suficiência amostral satisfatória, além de áreas de relevante interesse para a conservação de pteridófitas no Estado de Santa Catarina;
3. Apontar quais são as variáveis ambientais que influenciam a composição de espécies de pteridófitas em Santa Catarina;
4. Indicar as espécies ameaçadas de extinção para o estado de Santa Catarina;

## Caracterização geral

O estado de Santa Catarina está localizado na região Sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas 25°57'41''S e 29°23'55''S; 48°19'37''W e 53°50'00''W (Fig. 1). Possuindo 293 municípios e área total de 95.346,181km<sup>2</sup>, o que representa 1,12% do território nacional.

Devido às variações geomorfológicas, a diversidade de formações geológicas e da complexidade de atuação dos agentes morfogenéticos, a região Sul do Brasil torna-se peculiar na sua fisionomia, o que acaba exercendo ponderável influência na compartimentação do clima e da vegetação (Leite & Klein, 1990).



Figura 1: Localização do estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Divisa ao leste com o oceano Atlântico, ao norte com o estado do Paraná, ao sul com o estado do Rio Grande do Sul e a oeste com a Argentina.

## ***Relevo e Solo***

O relevo (Fig. 2), possui papel preponderante na manutenção da biodiversidade catarinense. Exemplo disso, é a existência de regiões como a Serra Geral e a Serra do Mar, que acabam proporcionando (ou determinando) forte heterogeneidade ambiental (Martinelli, 2007). O balizamento da Região Sul nas latitudes médias na borda do Oceano Atlântico confere à posição um papel muito importante no condicionamento climático desta região (Nimer, 1971). Pode-se encontrar grande diversidade de solos, conforme a figura 3, sendo os mais comuns os cambissolos, gleissolos e latossolos.

De acordo com Petri & Fúlfaro (1988), a maior parte dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina (região central e ocidental) e Rio Grande do Sul (região norte, central e ocidental) estão inseridos na bacia do Paraná. Essa é uma, dentre outras duas em que o Estado de Santa Catarina pode ser dividido, a saber: a) Área do Escudo Atlântico, b) Área da Bacia do Paraná e c) Área de Sedimentos Quaternários (GAPLAN, 1986). São identificados, ainda, quatro domínios morfoestruturais, sete regiões geomorfológicas e 13 unidades geomorfológicas (GAPLAN, 1986) estas com certas peculiaridades, sendo as de maior extensão geográfica:

1. Unidade **Planalto dos Campos Gerais**, que ocupa 20,31% do território do estado. O relevo pouco dissecado e quase plano possibilita a ocupação de agricultura, favorecido também pelos latossolos.
2. Unidade **Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai**, que ocupa 28,72% do território e é caracterizada por um relevo muito dissecado com cotas altimétricas que passam os 1.000 metros.
3. Unidade **Patamares do Alto Rio Itajaí**, que corresponde a 10,55% da área do estado. O relevo que compõe esta unidade geomorfológica apresenta grandes variações altimétricas. As maiores cotas atingem 1.220 metros e decaem até 350 metros.
4. Unidade **Planalto de Lages**, que ocupa 4,42% e é caracterizado por um relevo de dissecação homogênea que configura formas colinosas. A média altimétrica é de 850 a 900 metros.

5. Unidade **Patamar de Mafra**, que ocupa 7,22% do território e com relevo regular, quase plano.
6. Unidade **Serra do Tabuleiro**, que ocupa 13,69% e caracteriza-se por encostas íngremes e vales profundos, favorecendo a atuação dos processos erosivos, principalmente nas encostas desmatadas.

A soma das demais Unidades chega a 15,09% do território estadual e estas encontram-se espalhadas por todo o território.

Do norte do Paraná até Laguna, em Santa Catarina, o litoral é compartimentado em pequenas baías e enseadas, após torna-se retilíneo e com grandes restingas (Nimer, 1971). A área do planalto catarinense (faixa de 300-900 m) ocupa 56,22% do território estadual, enquanto as regiões serranas (acima de 900 m) ocupam 20,45%. Já áreas com altitude inferior a 300 m ocupam 23,33% do total da área estadual (Nimer, 1989).

Geologicamente, a Serra do Mar (localizada na região norte do estado entre Joinville e Garuva) é constituída principalmente por rochas granítico-gnáissicas, caracterizada por encostas acentuadamente íngremes, entre as quais se formam vales estreitos e profundos (Klein, 1984). Na região do Vale do Itajaí encontra-se a Serra Geral, que se estende até o sul do Estado. Essa é tão acidentada quanto a Serra do Mar, e costuma ter ramificações menores, dando origem a algumas pequenas serras onde predominam rochas granítico-gnáissicas (Klein, 1984), entretanto a formação geológica é distinta da Serra do Mar.

Estas duas Serras, de acordo com Klein (1984), formam uma grande muralha que impede o avanço da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina, formando um nítido divisor fitogeográfico entre a vegetação litorânea da vegetação do planalto.

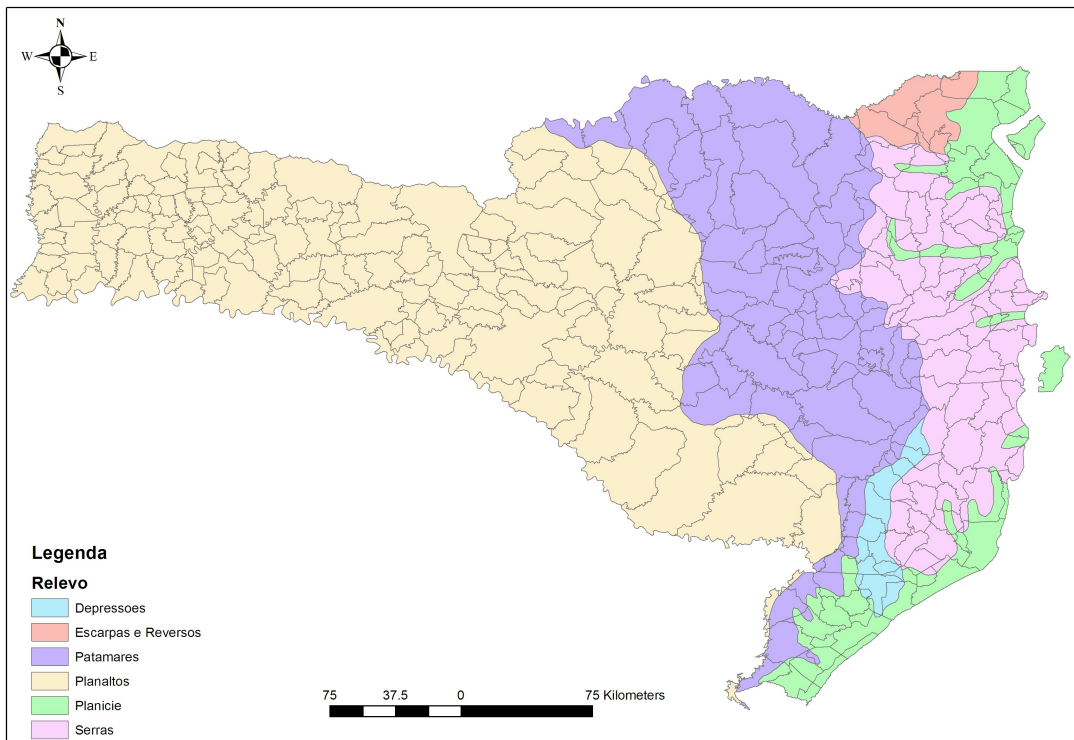


Figura 2: Resumo das unidades de relevo ocorrentes em Santa Catarina. Fonte

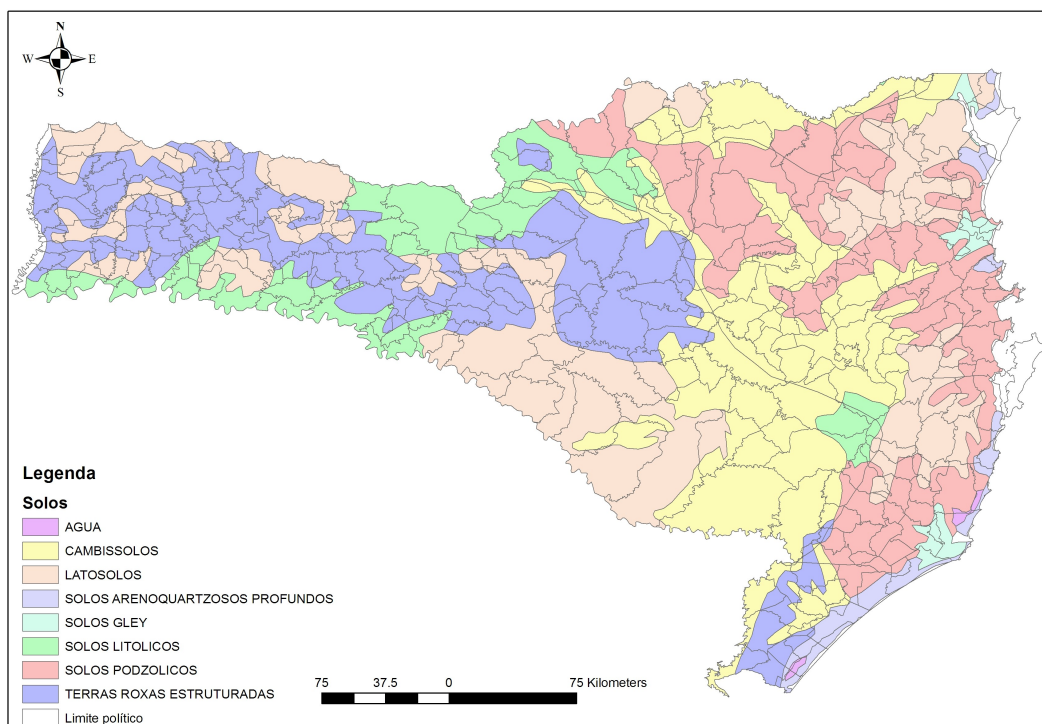


Figura 3: Solos ocorrentes em Santa Catarina. Fonte IBAMA (2010).

## *Clima*

O clima do sul do Brasil caracteriza-se pela diversificação pouco pronunciada. Destaca-se um clima mesotérmico bastante úmido no Planalto Meridional e subtropical superúmido na faixa litorânea e na encosta atlântica, com temperaturas bastante elevadas (Klein, 1984) (Fig. 4). Nimer (1989), considera a região como zona temperada, com grande formação de nuvens e, conseqüentemente, de chuva. O mesmo autor, considera a região privilegiada pela altitude e regime anual de precipitação, esta variando de 1.250 a 2.000 mm, o que faz com que não haja excesso nem carência de água. Duas estações são bem distintas: o inverno frio e o verão moderadamente quente (Klein, 1984).

Köppen (1948), considera o estado como sendo Cfa e Cfb, ou seja, clima temperado úmido com verão quente e, clima temperado úmido com verão temperado, respectivamente. A região da Floresta Ombrófila Densa (Blumenau, por exemplo) é caracterizada como sendo Cfa, já o planalto (Urubici, por exemplo) pode ser classificado como Cfb. No que tange ao comportamento térmico, Santa Catarina pode ser enquadrada como de clima sub-quente (1,43% do total), na região litorânea; mesotérmico brando (13,52%), resultado das massas frias que no estado ingressam e; mesotérmico médio (2,04%), estando relacionado as cotas altimétricas mais elevadas e tendo forte influência em Santa Catarina (Nimer, 1971). Ainda pode ser considerado a totalidade do estado como região de clima superúmido.

## *Vegetação*

O estado de Santa Catarina está totalmente coberto pelo bioma Mata Atlântica e suas regiões fitoecológicas: Floresta Estacional Decidual na calha do rio Uruguai, Floresta Ombrófila Mista no planalto e oeste catarinense, e em sua vertente litorânea, encontra-se a Floresta Ombrófila Densa e as formações de influência fluviomarinha e marinha (mangue e restinga, respectivamente) (IBGE, 1992).



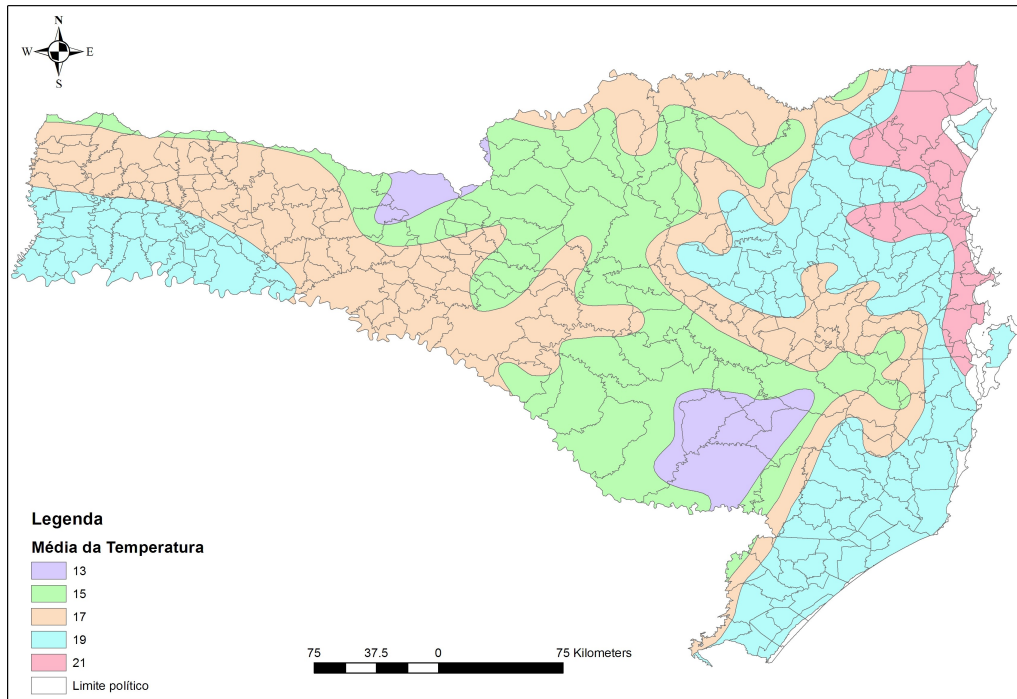


Figura 4: Temperaturas médias ocorrentes em Santa Catarina, em °C (Fonte: EPAGRI 2008)

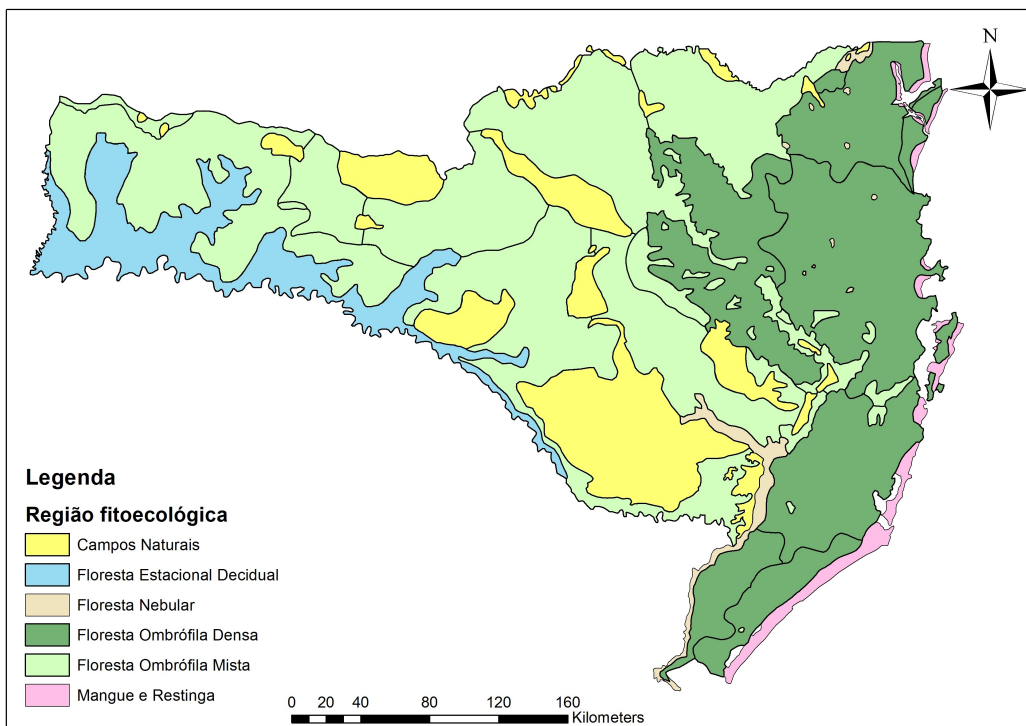


Figura 5: Regiões fitoecológicas da Mata Atlântica Catarinense baseado no Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (Klein, 1978)

A Mata Atlântica, em Santa Catarina, é formada por um contingente antártico-austral-andino e outro afro-brasileiro (Leite, 2002), o que faz com que ocorram tanto gêneros de origem Amazônica como Antártica no estado.

A vegetação primária em Santa Catarina pode ser dividida em quatro regiões fitoecológicas florestais, uma estepe (campo) e duas formações associadas (Fig. 5) (IBGE, 1992):

1.1. A região fitoecológica da **FLORESTA OMBRÓFILA DENSA**, ocorre ao longo da costa atlântica, bem como nas planícies quaternárias, que confinam com a vegetação litorânea. Ocupa 1/3 da superfície do estado e alcança altitudes de até 800 metros. Sua principal característica são grandes árvores (30 a 35 metros de altura), entremeadas por diversos estratos ou sinúsias inferiores (epífitas e lianas abundantes), constituídas por árvores, arvoretas e arbustos.

1.1.1. Ao longo do litoral Atlântico, encontramos a formação pioneira de influência marinha ou **RESTINGA**, que se desdobra em diversos agrupamentos e associações vegetais muito características. Predominantemente herbácea e arbustiva. Agrupamentos e associações direta ou indiretamente influenciadas pelo oceano e consequentes condições edáficas.

1.2. A região fitoecológica da **FLORESTA OMBRÓFILA MISTA** cobre grande parte do planalto, fornecendo a maior riqueza em madeira. A *Araucaria angustifolia* imprime fisionomia à região, predominando no estrato superior em quase toda a área de ocorrência. Floresta subdivididas em duas subformações e ocorre desde os 500 até os 1.200 m.

1.3. A **FLORESTA NEBULAR** ao longo dos “aparados” da Serra Geral e da Serra do Mar nas altitudes acima de 1.200 metros. Floresta baixa, densa, formada por árvores medianas, tortuosas, com esgalhamento rijo, cujos troncos e galhos são repletos de musgos, hepáticas e epífitas;

1.4. Os **CAMPOS NATURAIS** ou Estepes Ombrófilas que imprimem um aspecto característico e próprio ao planalto;

1.5. A região fitoecológica da **FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL**, ao longo do Rio Uruguai e seus afluentes, ocorrendo até altitudes de 800 m. Floresta latifoliada, onde epífitas são praticamente ausentes. Com alto grau de exploração de madeira de lei e busca de terras para lavoura, restam mais do que pequenos núcleos de matas primárias, outrora tão pujante floresta conhecida por “sertão catarinense”.

De acordo com dados recentes (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009) (Tab. 1), Santa Catarina possui 22,3% de cobertura vegetal, mas diferentes trabalhos apontam para diferentes números, que podem chegar a mais de 40% de cobertura (GEOAMBIENTE, 2008). A.C. Vibrans (comunicação pessoal) informa que é aproximadamente 30% o valor de cobertura dos remanescentes florestal em Santa Catarina, entre os estágios médio e avançado de regeneração, e pouco mais de 2% em estágio inicial.

Tabela 1: Classes de cobertura vegetal nativa em Santa Catarina. FOM: Floresta Ombrófila Mista, FED: Floresta Estacional Decidual, FOD: Floresta Ombrófila Densa.

<b>Tipo de Uso</b>	<b>FOM (%)</b>	<b>FED (%)</b>	<b>FOD (%)</b>	<b>TOTAL (%)</b>
Floresta	16.821	10.019	35.6	22.382
Área urbanizada	0.587	0.651	2.573	1.24
Restinga	0.0	0.0	2.416	0.789
Mangues	0.0	0.0	0.311	0.101
Classes não mapeadas*	82.592	89.33	59.10	75.487
Total (km <sup>2</sup> )	56,260	7,968	31,124	95,351

Classes não mapeadas incluem pastagens, agricultura e outras formações não naturais.

### ***Hidrografia***

Segundo a divisão atualmente adotada pela Agência Nacional das Águas – ANA, os rios que drenam o território estadual integram três grandes Regiões Hidrográficas – a Região Hidrográfica do Paraná, A Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica Atlântico Sul (Governo do Estado de Santa Catarina, 2006) (Fig. 6). A rede hidrográfica catarinense tem a Serra Geral como o principal divisor de águas que forma os dois sistemas independentes de drenagem, o sistema Vertente do Interior, que engloba 11 bacias, e o sistema Vertente Atlântica, formada por 12 bacias (Governo do Estado de Santa Catarina, 2006).

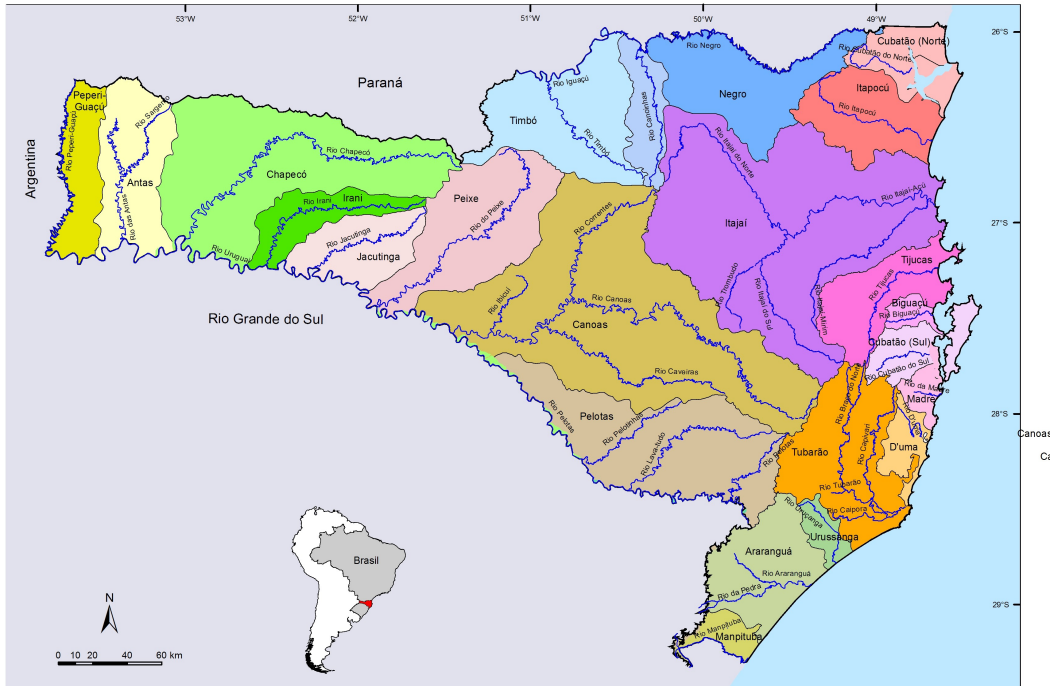


Figura 6: Limite das bacias hidrográficas e principais rio em Santa Catarina.

## Compilação de dados

A base de dados aqui utilizada, foi compilada com base nas coletas tombadas nos herbários de Santa Catarina registrados no *Index herbariorum*, a saber: CRI (Universidade do Extremo Sul Catarinense), FLOR (Universidade Federal de Santa Catarina), FURB (Universidade Regional de Blumenau), HBR (Herbário Barbosa Rodrigues), JOI (Universidade da Região de Joinville) e SRS (Universidade do Sul de Santa Catarina).

Historicamente, o HBR possui as mais antigas e importantes coletas de Santa Catarina, uma vez que estas foram feitas antes de grande exploração e degradação ambiental pela qual atravessa o estado. O Herbário FURB concentra todas as coletas do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina - IFFSC (Vibrans *et al.*, 2010) e representa a maior coleção de pteridófitas do Estado. O IFFSC seguiu um método sistemático de coletas, sendo os pontos amostrais distribuídos a cada 10 quilômetros e uma unidade amostral instalada havendo remanescente florestal na área. A cada 20 quilômetros os pontos foram visitados (havendo ou não fragmentos florestais) e as coletas botânicas foram realizadas quando

possível. Este projeto, junto com outras coletas realizadas pelo Herbário FURB, reúne mais de 7.300 registros de pteridófitas de Santa Catarina.

Além dos herbários catarinenses, outros possuem importantes coletas no estado, como o ICN (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), MBM (Museu Botânico Municipal de Curitiba), PACA (Instituto Anchieta de Pesquisas/UNISINOS), UPCB (Universidade Federal do Paraná), e na base de dados do CRIA, que reúne dados dos principais herbários do país. Os registros compilados nos demais herbários pelo projeto “Pteridófitas da Mata Atlântica” (Salino & Almeida, 2009). Esses também foram utilizados, gerando a mais completa lista de coletas disponíveis para Santa Catarina.

Com base em todos esses dados, elaborou-se a listagem das espécies ocorrentes no estado de Santa Catarina e as áreas de ocorrência das mesmas, além do registro das regiões fitoecológicas em que as espécies ocorrem, utilizando-se para isso o mapa fitogeográfico de Klein (1978) e os dados das etiquetas, que foram registrados em planilhas eletrônicas do LibreOffice.

As espécies foram identificadas com base em bibliografia específica da área (por exemplo, Tindale, 1965, Moran, 1991a, b; Ponce, 1995; Fernandes, 1997; Salino, 2000; Sylvestre, 2001; Dittrich, 2005), consulta a especialistas, e ainda por meio de comparações com o material analisado nos diversos herbários visitados. Quando as plantas não possuíam coordenadas, mas indicavam alguma localidade, estas foram atribuídas com base nos dados do IBGE, GeoLoc do CRIA, ou ainda, do Google Earth. Quando não se encontrou esta informação, a coordenada da sede do município foi atribuída.

Os nomes dos autores seguiu Pichi-Sermolli (1996), os sistemas de classificação usados para listar os táxons foram para as monilófitas o de Smith *et al.* (2006), com exceção da família Woodsiaceae s.l., que seguiu o proposto por (Rothfels *et al.*, 2012), e Kramer & Green (1990) para as licófitas.

Ao todo, 139 unidades amostrais de 50 km x 50 km foram projetadas para a região Sul do Brasil, sendo geradas por meio da ferramenta Hawth's tools do ArcGIS 9.3® (ESRI, 2010), e depois ajustadas na região litorânea, reduzindo para 136 as unidades amostrais totais (Fig. 7). Dessas, 60 unidades amostrais possuíam coletas de pteridófitas no Estado de Santa Catarina e foram utilizadas neste trabalho. Essa técnica reduz o efeito de viés de coleta, uma

vez que as espécies são agregadas e contadas apenas uma vez, independentemente da quantidade de vezes que ela possa ter sido coletada (Bickford & Laffan, 2006).

As unidades amostrais litorâneas foram concatenadas como feito por Diniz-Filho & Bini (2005), para que a área de cobertura continental se tornasse similar às unidades amostrais litorâneas. Esse procedimento foi feito apenas nas unidades amostrais que possuíam coleta. O mapa das unidades amostrais e os demais apresentados neste trabalho foram elaborados utilizando-se os programas ArcGIS® 10 (ESRI, 2010), DivaGis 7 (Hijmans *et al.*, 2011) e Quantum GIS (QGIS) 2011). Das 60 unidades amostrais (Fig. 7), foram extraídos o número de coletas e o número de espécies, utilizando-se a função intersect do ArcGIS 10 (Fig. 12 e 13). As unidades amostrais com pelo menos 60% do valor estimado em relação ao valor real foram consideradas bem amostradas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003), conforme análise de estimador de riqueza descrita mais a frente, e foram utilizadas nas análises multivariadas.

Para as análises multivariadas, duas matrizes foram geradas: uma binária, de presença e ausência de cada espécie em cada unidade amostral (composição florística), e outra com as variáveis ambientais obtidas. A matriz binária continha 40 unidades amostrais e 370 espécies, neste caso as espécies raras foram removidas da análise, ou seja, todas aquelas com apenas um registro em todas as 40 unidades amostrais, pois segundo Gauch (1982) não influenciam padrões gerais. Para obtenção dos valores das variáveis ambientais (Tab. 2), a extensão Hawth's tools do ArcGIS 9.3 foi utilizada para extrair os valores do centro das unidades amostrais e compor a segunda matriz. Ao todo 51 variáveis foram obtidas.

Tabela 2: Variáveis ambientais empregadas nas análises da composição de pteridófitas em Santa Catarina. As variáveis com \* foram as selecionadas, conforme descrito na metodologia.

Variáveis	Fonte	Número de variáveis utilizadas da fonte
EVI (Índices de vegetação)	NASA (2001)	2 (junho e dezembro)
bio1 = temperatura média anual	Hijmans <i>et al.</i> (2005)	1
bio2 = amplitude diurna média	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio3 = isothermalidade (bio2/bio7) (* 100)	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio4 = sazonalidade da temperatura*	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio5 = temperatura máxima do mês mais quente	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio6 = temperatura mínima do mês mais frio	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio7 = Intervalo da temperatura anual (bio5-bio6)	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio8 = temperatura média do trimestre mais úmido*	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio9 = Temperatura média do trimestre mais seco	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio10 = Temperatura média do trimestre mais quente	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio11 = Temperatura média do trimestre mais frio	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio12 = Precipitação anual	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio13 = Precipitação do mês mais úmido	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio14 = Precipitação do mês mais seco	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio15 = Sazonalidade de precipitação**	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio16 = Precipitação do trimestre mais úmido	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio17 = Precipitação do trimestre mais seco	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio18 = Precipitação do trimestre mais quente*	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
bio19 = Precipitação do trimestre mais frio*	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
SLOPE = inclinação do terreno	Jarvis <i>et al.</i> (2008)	1
AET = evapotranspiração real mensal e anual	Zomer <i>et al.</i> (2006, 2008)	13, uma anual e 12 mensais
AI = aridez média anual	Zomer <i>et al.</i> , 2006, 2008	1
PET = evapotranspiração potencial mensal e anual*	Zomer <i>et al.</i> , 2006, 2008	13, uma anual e 12 mensais
Altitude*	Hijmans <i>et al.</i> , 2005	1
SRTM = modelo digital de elevação	Weber <i>et al.</i> (2004)	1

\*\* variável removida por apresentar erro para a região de estudo

## **Análise de dados**

### Riqueza de espécies

A riqueza de espécies foi estimada pelo Jackknife 1, usando o DivaGis 7 (Hijmans *et al.*, 2011). O Jackknife 1 é um estimador não paramétrico (Palmer, 1990) e, como usado por Werneck *et al.* (2011), pode auxiliar em estimativas de riqueza em trabalhos com *grids* (Colwell & Coddington, 1994). Primeiramente os valores de Jackknife 1 foram calculados para cada unidade amostral independentemente. Em seguida, os valores de Jackknife 1 para o conjunto dos dados aleatorizados foram obtidos através do EstimateS (Colwell, 2006). Foram calculadas as médias de 100 aleatorizações de ordem de entrada para gerar uma curva ajustada.

Foi feita uma regressão linear entre o número de coletas/registros e o número de espécies para cada unidade amostral, usando-se o PAST (Hammer *et al.*, 2011). As curvas do número de espécies observadas e de Jackknife 1 foram geradas no Statistica 8.0 (StatSoft, 2007). Com base na análise apresentada por Oliveira (2011), a variação de riqueza para cada unidade amostral em relação ao esperado, de acordo com seu número de registros, foi obtida através do desvio de cada unidade amostral em relação ao valor esperado. Os valores de desvio de cada unidade amostral foram inseridos em um mapa, mostrando os locais com riqueza maior ou menor que o esperado de forma comparativa.

Para todas as análises seguintes, foram selecionadas as 40 unidades amostrais com pelo menos 60% da riqueza estimada em relação a obtida pelo estimador Jackknife 1 (Fig. 17).

### Espécies ameaçadas

As espécies que possuíam poucas coletas em Santa Catarina, ou que sabidamente foram e continuam sendo exploradas comercialmente, ou ainda que não foram coletadas nos últimos anos, tiveram seu estado de conservação avaliado de acordo com os critérios da IUCN (versão 8.1, de 2010). Os dados do Herbário Barbosa Rodrigues, coletados nas décadas de 50-70 (Reitz, 1965), foram utilizados para definir quais espécies não foram mais coletadas nos últimos 50 anos, depois de cruzar os dados do HBR (históricos) e os atuais dos demais herbários. O sistema GEOCAT (KEW, 2012), também foi utilizado para as espécies previamente selecionadas.



## Similaridade florística: classificação e ordenação

Foram efetuadas as análises WPGMA no FITOPAC 2.1 (Shepherd, 2009) e TWINSPLAN no PC-ORD 6.0 (McCune & Mefford, 2011) para classificar as unidades amostrais. Foi testada a consistência dos grupos principais por meio do método ANOSIM, no PAST 2.0 (Hammer *et al.*, 2011), com 999 permutações. Tanto a WPGMA quanto o ANOSIM foram processados usando-se o coeficiente de Sørensen. foram efetuadas. Também foi efetuada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), descrita por (Ter Braak, 1987), cruzando a matriz binária das espécies (sem raras e com 40 unidades amostrais) em cada unidade amostral com a matriz dos dados ambientais (após a remoção de multicolinearidade).

As unidades amostrais foram ordenadas por DCA (*Detrended Correspondence Analysis*, Fig. 8), para obtenção dos escores dos eixos da ordenação que resumem a variação na composição florística.

## Influência das variáveis ambientais sobre a composição de espécies

Para investigar a influência de fatores ambientais nos padrões de riqueza e composição de espécies de pteridófitas, uma sequência de análises exploratórias multivariadas foi executada, com base em Santos *et al.* (2012). Os eixos de uma DCA (Análise de Correspondência Corrigida), foram analisados como variável resposta nas regressões múltiplas (descritas mais adiante). Apenas os dois primeiros escores da DCA foram utilizados, já que o terceiro não era significativo ( $p > 0.05$ ). Sobre o gráfico dessa DCA, as variáveis ambientais com  $r^2$  maior que 0,25 foram plotadas (Fig. 8), permitindo a remoção de variáveis pouco explicativas para os padrões florísticos. Dentre essas variáveis, foram verificadas aquelas que ainda apresentavam elevada multicolinearidade (fator de inflação da variância –  $VIF > 10$ ; Quinn & Keough, 2002) e descartadas variáveis colineares com menor importância ecológica.

Após esses procedimentos, as variáveis mantidas para seleção do melhor modelo foram sazonalidade da temperatura (bio4), temperatura média do trimestre mais úmido (bio8), precipitação média do trimestre mais úmido (bio18), precipitação do trimestre mais frio (bio19), evapotranspiração potencial (PET) e altitude (alt). Essas variáveis foram submetidas a uma seleção automática dos melhores modelos de regressão múltipla (Burnham & Anderson, 2002), com base no menor AICc (Burnham & Anderson, 2002). Contudo, antes

dessa seleção, foi avaliada a estrutura espacial dos resíduos do modelo contendo todas as variáveis preditoras candidatas, para constatar a necessidade ou não de aplicar métodos para lidar com essa estrutura (Diniz-Filho *et al.*, 2008). Para esse fim, foram preparados correlogramas, nos quais foram plotados os valores do índice de Moran ao longo das classes de distância (Legendre & Fortin, 1989; Legendre & Legendre, 2003; Legendre *et al.*, 2002; Peres-Neto & Legendre, 2010). O número e o tamanho das classes de distância seguiram as opções padrão do SAM 4.0. A avaliação da significância da autocorrelação espacial dos correlogramas se baseou na correção sequencial de Bonferroni (Fortin & Dale, 2005). A escolha do modelo final para prever cada variável resposta (composição e eixos da ordenação), levou em consideração os valores de  $\Delta AICc$  (diferença entre o valor de  $AICc$  do melhor modelo e o dos demais modelos) inferiores a 2, pois eles são equivalentes numericamente (Burnham & Anderson, 2002; Carrascal *et al.*, 2009). Dentre esses modelos, também consideramos o sentido ecológico das variáveis preditoras presentes em cada um.

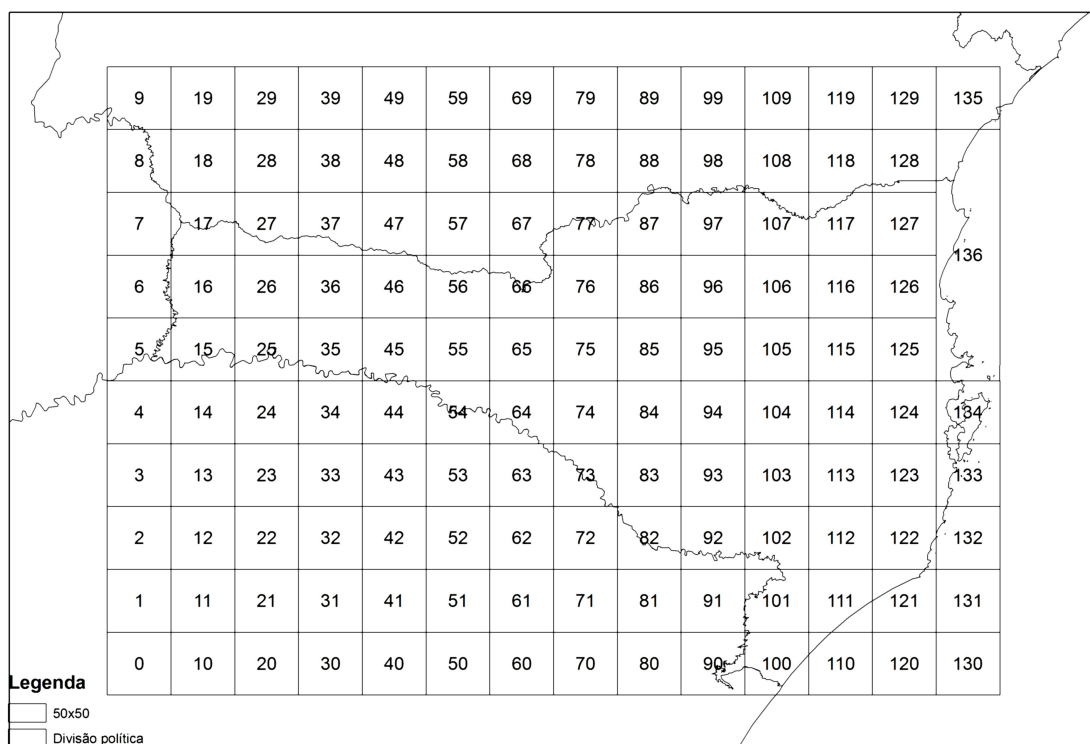


Figura 7: Número das unidades amostrais na grade de 50 km x 50 km distribuídas por Santa Catarina, gerados através da ferramenta Hawth's Tools no ArcGis 9.3.

Quanto aos demais pressupostos da regressão linear, o teste de D'Agostino-Person (Zar, 2009) apontou para a normalidade dos resíduos de ambos os modelos e o gráfico de

resíduos vs. valores estimados mostrou que havia homocedasticidade e linearidade, pois não houve formação de estruturas como cones ou curvas (Quinn & Keough, 2002).

Por fim, trabalhou-se com modelos locais para captar as particularidades das correlações entre as variáveis ambientais e os eixos da DCA. Esses modelos foram construídos com base no método GWR (*Geographically Weighted Regression*; Fotheringham *et al.*, 2002), com função gaussiana e largura de banda fixa. Os coeficientes padronizados e os valores-p foram mapeados e os resíduos tiveram sua estrutura espacial testada por correlogramas locais (LISA; Anselin, 1995) e globais de Moran. Em geral não houve estrutura espacial significativa nos correlogramas locais e o correlograma global também apontou no mesmo sentido.

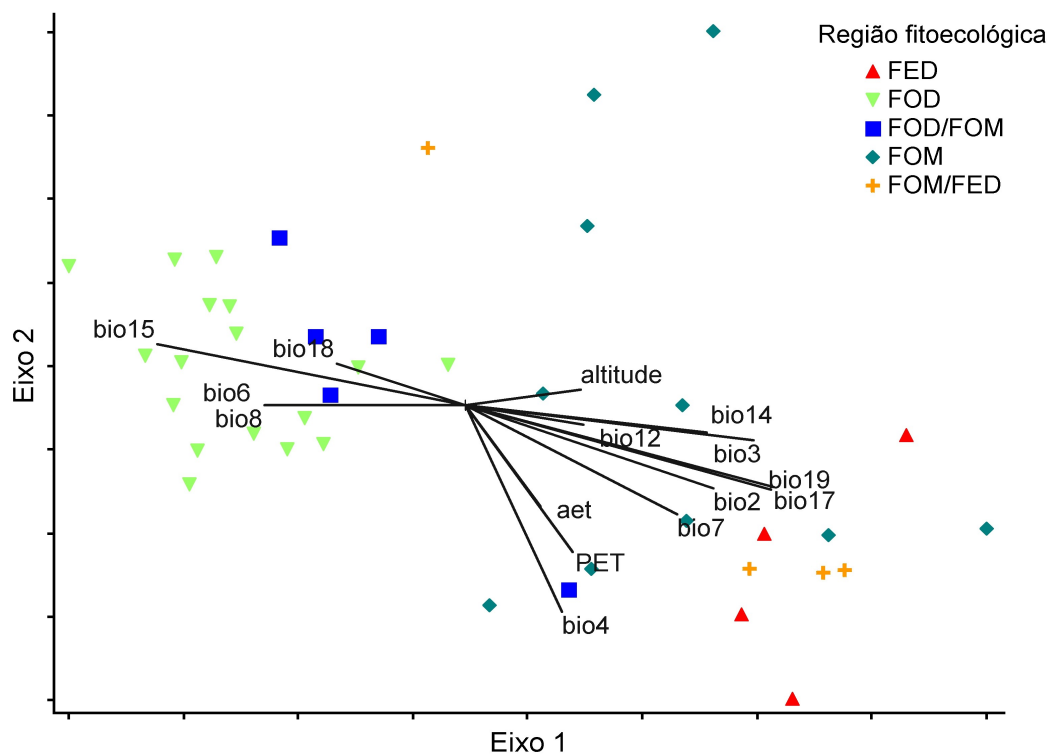


Figura 8: DCA da matriz binária de espécies com a matriz de variáveis ambientais para visualização. Estão plotadas apenas aquelas com  $r^2$  maior que 0,25.

### Florística

A compilação dos dados possibilitou a reunião de 12.761 registros de coletas de pteridófitas em Santa Catarina, o que resultou num total de 439 táxons infragenéricos, sendo entre estes, 20 novos registros para o Estado (Tab. 3).

Os 439 táxon estão distribuídos em 102 gêneros e 33 famílias (Fig. 9), dos quais 35 espécies, cinco gêneros e três famílias pertencem as licófitas, e os outros 404 táxons, representando 97 gêneros e 27 famílias, pertencem ao grupo das monilófitas (samambaias). As famílias mais representativas foram Pteridaceae (66 espécies), Polypodiaceae (57), Dryopteridaceae (51), Aspleniaceae e Thelypteridaceae (36) e Hymenophyllaceae (32). Estas são as famílias dominantes no Cone Sul como apontado por Ponce *et al.* (2002).

Como observado na figura 10, alguns gêneros são muito representativos em Santa Catarina, como *Asplenium*, *Thelypteris*, *Elaphoglossum* e *Blechnum*, que juntos somam 113 espécies (25,8%). Para Smith (1972), apenas 11% dos gêneros de ocorrência nos neotrópicos seriam largamente distribuídos.

A elevada riqueza de Dryopteridaceae e Polypodiaceae era esperada, pois estas famílias já foram apontada por Tryon (1972), como comuns para a região dos trópicos, onde ocorre cerca de 655 espécies. Já a família Pteridaceae, apontada aqui com a mais diversa, possui sua maior riqueza em áreas tropicais (Smith *et al.*, 2006), e talvez por isso, tenha se destacado no presente estudo.

Para a Floresta Ombrófila Densa (FOD) - aqui incluídas as espécies de restinga e mangue, formações associadas a esta região fitoecológica - foram registradas 393 espécies, sendo 157 exclusivas desta região fitoecológica. Para a Floresta Ombrófila Mista (FOM) foram registradas 274 espécies e 36 exclusivas desta. Na Floresta Estacional Decidual (FED), registraram-se 73 espécies e nenhuma exclusiva para esta região fitoecológica. Sessenta e cinco espécies foram observadas em todas as regiões fitoecológicas. As cinco espécies citadas para Santa Catarina sem a informação da cidade, não tiveram sua região fitoecológica determinada (Fig. 11).

Em Santa Catarina foram registradas as seguintes espécies exóticas subespontâneas: *Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching e *Thelypteris dentata* (Forssk.) E.P. St. John (Thelypteridaceae), *Deparia petersenii* (Kunze) M. Kato (Woodsiaceae) e *Pteris longifolia* L.

(Pteridaceae). Estas são comumente citadas para trabalhos na região sul do Brasil (Schwartzburd & Labiak, 2007; Gasper & Sevegnani, 2010) e, devido a suas características e distribuição, não foram incluídas nas análises. Ainda, registrada pela Flora de Santa Catarina (Sehnm, 1972), *Adiantum chilense* var. *sulphureum* (Kaulf.) Kuntze ex Hicken pode ser considerada exótica, provavelmente uma espécie que fugiu de cultivo (J. Prado, comunicação pessoal), bem como, *Selaginella pallescens* (C. Presl) Spring (Alston, 1981), também não foram adicionadas nas análises. Por fim, em alguns casos, *Phlebodium aureum* (L.) J. Sm. e *Phlebodium decumanum* (Willd.) J. Sm. (Polypodiaceae) foram coletadas em cultivo, e por isso, removidas quando assim assinaladas, das análises.

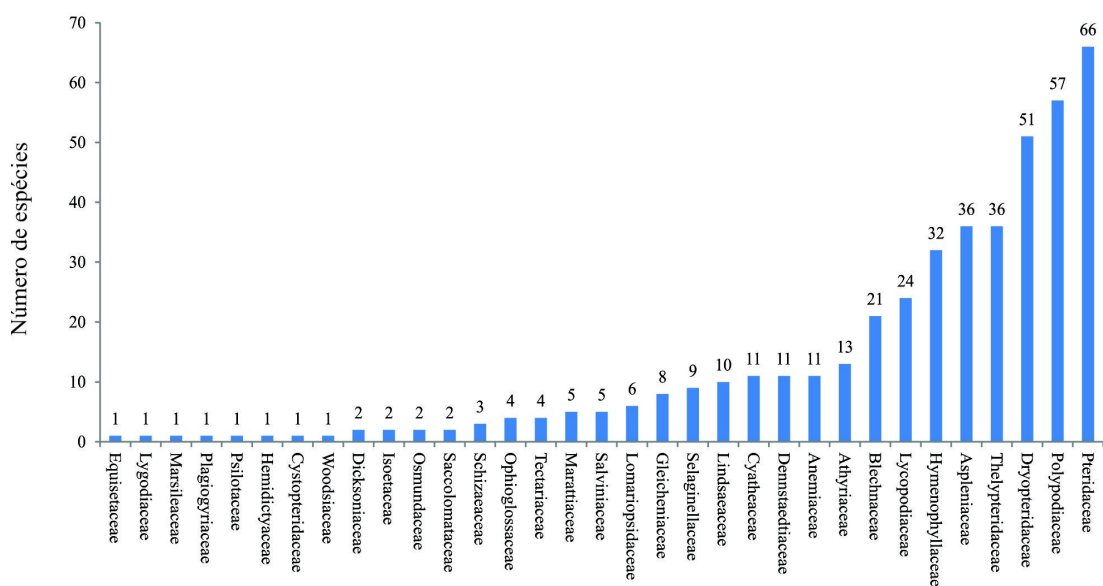


Figura 9: Riqueza de espécies por família de pteridófitas em Santa Catarina

Algumas famílias têm registros apenas para a Floresta Ombrófila Densa, a saber: Equisetaceae, Lygodiaceae, Marsileaceae, Psilotaceae e Schizaeaceae. Algumas das espécies destas famílias destacam-se por serem associadas às regiões costeiras arenosas, como *Actinostachys pennula* (Tryon & Stolze, 1989). Por sua vez, Isoetaceae é sabidamente associada aos campos naturais do planalto, ocorrendo nos lagos e banhados. Já a família Plagiogyriaceae, foi coletada apenas nas florestas nebulares de Santa Catarina, na região de Urubici, no Morro da Igreja.

Tabela 3: Lista das espécies de pteridófitas encontradas em Santa Catarina. F: Região fitoecológica sendo E: Floresta Estacional Decidual, D: Floresta Ombrófila Densa e M: Floresta Ombrófila Mista. DG: Distribuição geográfica sendo: ESC: Endêmica de Santa Catarina; ES: Endêmica do sul do Brasil; ESS: Endêmica do sul e sudeste do Brasil; EB: Endêmica do Brasil; AS: América do Sul; AT: América Tropical; AA: Anfiatlântico; AP: Anfipacífico; PL: Paleotropical; PA: Pantropical; CO: Cosmopolita. \* exceto África.\*\* novos registros para Santa Catarina.

Família/Nome científico	F	DG
<b>Anemiaceae</b>	E/D/M	
<i>Anemia alfredi-rohrii</i> Brade	D	ESS
<i>Anemia flexuosa</i> Sw.	M	AS
<i>Anemia imbricata</i> Sturm	D	ESS
<i>Anemia mandioccana</i> Raddi	D	EB
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	E/D/M	AT
<i>Anemia raddiana</i> Link	E/D/M	ESS
<i>Anemia simplicior</i> (H. Christ) Mickel	D/M	ESS
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw.	E/D/M	AT
<i>Anemia ulbrichtii</i> Rosenst. **	D/M	EB
<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl.	D	AS
<i>Anemia warmingii</i> Prantl	D/M	ESS
<b>Aspleniaceae</b>	E/D/M	
<i>Asplenium abscissum</i> Willd.	D	AT
<i>Asplenium alatum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	D/M	AT
<i>Asplenium auriculatum</i> (Thunb.) Kuhn	D/M	AT
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	D/M	AA
<i>Asplenium brasiliense</i> Sw.	E/D/M	AS
<i>Asplenium cirrhatum</i> Rich. ex Willd.	D	AT
<i>Asplenium clausenii</i> Hieron.	E/D/M	AT
<i>Asplenium cristatum</i> Lam.	D	AT
<i>Asplenium feei</i> Kunze ex Fée	D	AT
<i>Asplenium formosum</i> Willd.	D/M	PA
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	E/D/M	AS
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	D/M	AT
<i>Asplenium inaequilaterale</i> Willd.	E/D/M	PA
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	D/M	EB
<i>Asplenium kunzeanum</i> Klotzsch ex Rosenst.	D/M	EB
<i>Asplenium lacinulatum</i> Schrad.**	D	ES
<i>Asplenium martianum</i> C. Chr.	D/M	EB
<i>Asplenium monanthes</i> L.	M	AA
<i>Asplenium mucronatum</i> C. Presl	D	EB
<i>Asplenium muellerianum</i> Rosenst.	D	ESS
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	D	AS
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	D	AT
<i>Asplenium pseudonitidum</i> Raddi	D/M	ESS
<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	D	AT
<i>Asplenium pulchellum</i> Raddi	D	ESS
<i>Asplenium raddianum</i> Gaudich.	D	AS
<i>Asplenium radicans</i> L.	D	AT
<i>Asplenium resiliens</i> Kunze	M	AT
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	D/M	AS
<i>Asplenium sellowianum</i> (Hieron.) Hieron.	M	AS
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	D/M	AT
<i>Asplenium serratum</i> L.	D/M	AT
<i>Asplenium squamosum</i> L.	D/M	AT
<i>Asplenium triquetrum</i> N. Murak. & R. C. Moran	D/M	AS
<i>Asplenium ulbrichtii</i> Rosenst.	D/M	AS
<i>Asplenium uniseriale</i> Raddi	D/M	AT

Familia/Nome científico	F	DG
<b>Athyriaceae</b>	E/D/M	
<i>Athyrium dombeyi</i> Desv.	M	AT
<i>Diplazium ambiguum</i> Raddi	D/M	AS
<i>Diplazium asplenioides</i> (Kunze) C. Presl	D	AT
<i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston	E/D/M	AT
<i>Diplazium herbaceum</i> Fée	E/D/M	ES
<i>Diplazium leptocarpon</i> Fée	D/M	EB
<i>Diplazium lindbergii</i> (Mett.) Christ	D/M	AT
<i>Diplazium mutilum</i> Kunze	D	EB
<i>Diplazium plantaginifolium</i> (L.) Urban	D	AT
<i>Diplazium riedelianum</i> (Bong. ex Kuhn) C. Chr.	D/M	AT
<i>Diplazium rostratum</i> Fée	D/M	AS
<i>Diplazium striatum</i> (L.) C. Presl	E/D/M	AT
<i>Diplazium turgidum</i> Rosenst.	D/M	EB
<b>Blechnaceae</b>	E/D/M	
<i>Blechnum australe</i> L. subsp. <i>auriculatum</i> (Cav.) de la Sota	E/M	AS
<i>Blechnum austrobrasilianum</i> de la Sota	E/D/M	AS
<i>Blechnum binervatum</i> subsp. <i>acutum</i> (Desv.) R. M. Tryon & Stolze	E/D/M	AT
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	E/D/M	AT
<i>Blechnum x caudatum</i> Cav. **	D/M	AT
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	D/M	AS
<i>Blechnum divergens</i> Mett.	D/M	AT
<i>Blechnum gracile</i> Kaulf.	D	AT
<i>Blechnum laevigatum</i> Cav.	D/M	AS
<i>Blechnum lehmannii</i> Hieron.	D	AT
<i>Blechnum occidentale</i> L.	E/D/M	AT
<i>Blechnum organense</i> Brade	M	AS
<i>Blechnum penna-marina</i> (Poir.) Kuhn.	M	AP
<i>Blechnum polypodioides</i> Raddi	D/M	AT
<i>Blechnum sampaioanum</i> Brade	D/M	EB
<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr.	D/M	EB
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	D	AT
<i>Blechnum spannagelii</i> Rosenst.	D/M	ESS
<i>Blechnum squamipes</i> (Hieron) M. Kessler & A. R. Sm.	M	AS
<i>Blechnum usterianum</i> (Christ) C. Chr.	D/M	ESS
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	D	AT
<b>Cyatheaceae</b>	E/D/M	
<i>Alsophila capensis</i> (L. f.) J. Sm. subsp. <i>polypodioides</i> (Sw.) Conant	D/M	ESS
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	E/D/M	AS
<i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) D. S. Conant	D	EB
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	D/M	AS
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin.	D/M	EB
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	D/M	AT
<i>Cyathea gardneri</i> Hook.	D/M	ESS
<i>Cyathea hirsuta</i> C. Presl	D	EB
<i>Cyathea uleana</i> (Samp.) Lehnert **	D	EB
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	D/M	EB
<i>Cyathea villosa</i> Willd.	M	AT
<b>Cystopteridaceae</b>	E/D/M	
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	M	CO
<b>Dennstaedtiaceae</b>	E/D/M	
<i>Blotiella lindeniana</i> (Hook.) R. M. Tryon		AT
<i>Dennstaedtia cicutaria</i> (Sw.) T. Moore	E/D/M	AT
<i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) T. Moore	E/D/M	AS

<b>Familia/Nombre científico</b>	<b>F</b>	<b>DG</b>
<i>Dennstaedtia globulifera</i> (Poir.) Hieron.	E/D/M	AT
<i>Dennstaedtia obtusifolia</i> (Willd.) T. Moore	D/M	AS
<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.	D/M	PA
<i>Hypolepis mitis</i> Kunze ex Kuhn	D/M	EB
<i>Hypolepis repens</i> (L.) C. Presl	D/M	AT
<i>Hypolepis stolonifera</i> Fée	M	ESS
<i>Microlepia speluncae</i> (L.) T. Moore	D	PL
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	E/D/M	AT
<b>Dicksoniaceae</b>	E/D/M	
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	E/D/M	AT
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J. F. Gmel.) C. Chr.	D/M	AT
<b>Dryopteridaceae</b>	E/D/M	
<i>Bolbitis serratifolia</i> Schott	D	AT
<i>Ctenitis anniesii</i> (Rosenst.) Copel.	D/M	ES
<i>Ctenitis deflexa</i> (Kaulf.) Copel.	M	EB
<i>Ctenitis distans</i> (Brack.) Ching	E/D/M	EB
<i>Ctenitis falciculata</i> (Raddi) Ching	E/D/M	AS
<i>Ctenitis fenestralis</i> (C. Chr.) Copel.	M	ESS
<i>Ctenitis laetevirens</i> (Rosenst.) Salino & Morais	D/M	ES
<i>Ctenitis pedicellata</i> (Christ.) Copel.	D/M	AS
<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching	E/D/M	AT
<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.	E/D/M	PA
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl. subsp. <i>wallichiana</i>	M	PA
<i>Elaphoglossum burchellii</i> (Baker) C. Chr.	D/M	AT
<i>Elaphoglossum edwallii</i> Rosenst.	M	ESS
<i>Elaphoglossum gayanum</i> (Fée) T. Moore	D/M	AT
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J. Sm.**	D	AT
<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	D/M	AS
<i>Elaphoglossum iguapense</i> Brade	D	EB
<i>Elaphoglossum itatiayense</i> Rosenst.	M	AS
<i>Elaphoglossum jamesonii</i> (Hook. & Grev.) T. Moore	D	ESS
<i>Elaphoglossum lagesianum</i> Rosenst.	M	AT
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	D/M	AT
<i>Elaphoglossum longifolium</i> (C. Presl) J. Sm.**	D	AT
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) Christ	D	AS
<i>Elaphoglossum macahense</i> (Fée) Rosenst.	D	EB
<i>Elaphoglossum nigrescens</i> (Hook.) T. Moore	D/M	AT
<i>Elaphoglossum pachydermum</i> (Fée) T. Moore	D	AS
<i>Elaphoglossum paulistanum</i> Rosenst.**	D/M	ESS
<i>Elaphoglossum</i> sp.	M	ES
<i>Elaphoglossum squamipes</i> (Hook.) T. Moore **	D	AT
<i>Elaphoglossum strictum</i> (Raddi) T. Moore	D/M	AT
<i>Elaphoglossum ulei</i> Christ	D/M	ESS
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	D/M	ESS
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	D/M	AS
<i>Lastreopsis effusa</i> (Sw.) Tindale	E/D/M	AT
<i>Megalastrum abundans</i> (Rosenst.) A. R. Sm. & R. C. Moran	D/M	AS
<i>Megalastrum adenopteris</i> (C. Chr.) A. R. Sm. & R. C. Moran	D	AS
<i>Megalastrum connexum</i> (Kaulf.) A. R. Sm. & R. C. Moran	E/D/M	AS
<i>Megalastrum oreocharis</i> (Sehnem) Salino & Ponce	E/D/M	AS
<i>Megalastrum umbrinum</i> (C. Chr.) A. R. Sm. & R. C. Moran	D/M	AS
<i>Mickelia scandens</i> (Aubl.) R. C. Moran	D	AS
<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	D	AT
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	D	EB
<i>Polybotrya semipinnata</i> Fée		ESS
<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	D/M	AS



<b>Familia/Nome científico</b>	<b>F</b>	<b>DG</b>
<i>Polystichum opacum</i> Rosenst.	D	ES
<i>Polystichum pallidum</i> Gardner	M	EB
<i>Polystichum platyphyllum</i> (Willd.) C. Presl	D/M	AT
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	D/M	PA
<i>Stigmatopteris brevinervis</i> (Fée) R. C. Moran	D	EB
<i>Stigmatopteris caudata</i> (Raddi) C. Chr.	D	EB
<i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	D	EB
<b>Equisetaceae</b>	D	
<i>Equisetum giganteum</i> L.	D	AT
<b>Gleicheniaceae</b>	D/M	
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	D/M	AT
<i>Dicranopteris nervosa</i> (Kaulf.) Maxon	D/M	AS
<i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching	D/M	AT
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching	D/M	AT
<i>Sticherus lanuginosus</i> (Fée) Nakai	D/M	AS
<i>Sticherus nigropaleaceus</i> (J. W. Sturm) J. Prado & Lellinger	D	AS
<i>Sticherus pruinosis</i> (Mart.) Ching	D/M	AS
<i>Sticherus squamosus</i> (Fée) J. Gonzales	D/M	ESS
<b>Hemidictyaceae</b>	E/D/M	
<i>Hemidictyum marginatum</i> (L.) C. Presl	D	AT
<b>Hymenophyllaceae</b>	E/D/M	
<i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebihara & Dubuisson	D/M	PA
<i>Didymoglossum angustifrons</i> Fée **	D	AT
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	D/M	AT
<i>Didymoglossum krausii</i> (Hook. & Grev.) C. Presl	D	AT
<i>Didymoglossum ovale</i> E. Fourn.	D	AT
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C. Presl	D/M	AT
<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.	D/M	AT
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart.	D/M	AS
<i>Hymenophyllum crispum</i> Kunth	D/M	AT
<i>Hymenophyllum delicatulum</i> Sehnem	D	ES
<i>Hymenophyllum elegans</i> Spreng.	D/M	ESS
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C. V. Morton	D/M	AT
<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw.	D/M	AT
<i>Hymenophyllum hirsutum</i> (L.) Sw.	D	AT
<i>Hymenophyllum magellanicum</i> Willd. ex Kunze	D/M	AS
<i>Hymenophyllum microcarpum</i> Desv.	D/M	AT
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	D/M	PA
<i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schldtl. & Cham.	D/M	AT
<i>Hymenophyllum rufum</i> Fée	D/M	AT
<i>Hymenophyllum ulei</i> Christ & Giesenh.	D/M	ES
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	D/M	AT
<i>Polyphlebium diaphanum</i> (Kunth) Ebihara & Dubuisson	D	AT
<i>Polyphlebium pyxidiferum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson	D/M	AT
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst.	D/M	AT
<i>Trichomanes cristatum</i> Kaulf.	D	AS
<i>Trichomanes elegans</i> Rich.	D	AT
<i>Trichomanes emarginatum</i> C. Presl	D	AS
<i>Trichomanes pellucens</i> Kunze	D	AT
<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	D/M	AS
<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	D/M	AS
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	E/D/M	PA
<i>Vandenboschia rupestris</i> (Raddi) Ebihara & K. Iwats.	D	AT

Familia/Nome científico	F	DG
<b>Isoetaceae</b>	M	
<i>Isoetes smithii</i> H. P. Fuchs	M	ESC
<i>Isoetes spannagelii</i> H. P. Fuchs	M	ESC
<b>Lindsaeaceae</b>	D/M	
<i>Lindsaea arcuata</i> Kunze	D	ESS
<i>Lindsaea bifida</i> (Kaulf.) Mett. ex Kuhn	D	EB
<i>Lindsaea botrychioides</i> A. St.-Hil.	D/M	ESS
<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd.	D	AT
<i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	D	EB
<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi subsp. <i>pallescens</i> Sehnem	D	AS
<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi subsp. <i>quadrangularis</i> K. U. Kramer	D	ESS
<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi subsp. <i>terminalis</i> K. U. Kramer	D	ES
<i>Lindsaea virescens</i> Sw. var. <i>catharinae</i> (Regel) Mez	D	ESS
<i>Lindsaea virescens</i> Sw. var. <i>virescens</i>	D	ESS
<b>Lomariopsidaceae</b>	E/D/M	
<i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn	D	EB
<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	D	EB
<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	D	PL
<i>Nephrolepis pectinata</i> (Willd.) Schott	E/D/M	AT
<i>Nephrolepis pendula</i> (Raddi) J. Sm.	D	AT
<i>Nephrolepis rivularis</i> (Vahl) Mett. ex Krug	D	AT
<b>Lycopodiaceae</b>	D/M	
<i>Huperzia acerosa</i> (Sw.) Holub	D/M	AT
<i>Huperzia badiniana</i> B. Øllg. & P. G. Windisch		ESS
<i>Huperzia biformis</i> (Hook.) Holub	D/M	ESS
<i>Huperzia catharinae</i> (Christ) Holub		ES
<i>Huperzia comans</i> (Herter ex Nessel) B. Øllg. & P. G. Windisch	D/M	ESS
<i>Huperzia flexibilis</i> (Fée) B. Øllg.	D/M	EB
<i>Huperzia fontinaloides</i> (Spring) Trevis.	D/M	ESS
<i>Huperzia heterocarpon</i> (Fée) Holub	D/M	AS
<i>Huperzia hexasticha</i> B. Øllg. & P. G. Windisch	D/M	ESS
<i>Huperzia loefgreniana</i> (Silveira) B. Øllg. & P. G. Windisch	D	ESS
<i>Huperzia mandiocana</i> (Raddi) Trevis.	D/M	AS
<i>Huperzia mollicoma</i> (Spring) Holub	D	AT
<i>Huperzia quadrifariata</i> (Bory) Rothm.	D/M	EB
<i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis.	D/M	AT
<i>Huperzia sellowiana</i> (Herter) B. Øllg.	D	ESS
<i>Huperzia silveirae</i> (Nessel) B. Øllg. & P. G. Windisch		ESS
<i>Huperzia taxifolia</i> (Sw.) Trevis.	D/M	AT
<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	D/M	AT
<i>Lycopodiella camporum</i> B. Øllg. & P. G. Windisch	D	AS
<i>Lycopodiella caroliniana</i> (L.) Pic. Serm.	D/M	PA
<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm.	D/M	PA
<i>Lycopodium assurgens</i> Fée	M	AS
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	D/M	PA
<i>Lycopodium thyoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	D/M	AT
<b>Lygodiaceae</b>	D	
<i>Lygodium volubile</i> Sw.	D	PA
<b>Marattiaceae</b>	D/M	
<i>Danaea geniculata</i> Raddi	D	AT
<i>Danaea moritziana</i> C. Presl	D	AT
<i>Danaea sellowiana</i> C. Presl	D	AT

<b>Familia/Nome científico</b>	<b>F</b>	<b>DG</b>
<i>Eupodium kaulfussii</i> (J. Sm.) J. Sm.	D/M	AS
<i>Marattia cicutifolia</i> Kaulf.	D/M	EB
<b>Marsileaceae</b>	D	
<i>Regnellidium diphyllum</i> Lindm.	D	AS
<b>Ophioglossaceae</b>	E/D/M	
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	E/M	CO*
<i>Ophioglossum ellipticum</i> Hook. & Grev.	D	AT
<i>Ophioglossum palmatum</i> L.	D	PA
<i>Ophioglossum reticulatum</i> L.	D/M	PA
<b>Osmundaceae</b>	E/D/M	
<i>Osmunda regalis</i> L.	E/D/M	PA
<i>Osmundastrum cinnamomeum</i> (L.) C. Presl	D/M	AS
<b>Plagiogyriaceae</b>	D/M	
<i>Plagiogyria fialhoi</i> (Fée & Glaz.) Copel.	D/M	ESS
<b>Polypodiaceae</b>	E/D/M	
<i>Alansmia reclinata</i> (Brack.) Moguel & M. Kessler	D/M	ESS
<i>Alansmia senilis</i> (Fée) Moguel & M. Kessler **	M	AT
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	E/D/M	EB
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	D/M	EB
<i>Campyloneurum decurrens</i> (Raddi) C. Presl	D	EB
<i>Campyloneurum minus</i> Fée	E/D/M	AS
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl	E/D/M	AS
<i>Campyloneurum rigidum</i> Sm.	E/D/M	AS
<i>Ceradenia albidula</i> (Baker) L. E. Bishop	D/M	ESS
<i>Ceradenia spixiana</i> (Mart. ex Mett.) L. E. Bishop	D	AT
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L. E. Bishop	D/M	EB
<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L. E. Bishop	D/M	PA
<i>Grammitis fluminensis</i> Fée	D	ESS
<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A. R. Sm. & R. C. Moran	D	AT
<i>Lellingeria brevistipes</i> (Mett. ex Kuhn) A. R. Sm. & R. C. Moran	D/M	ESS
<i>Lellingeria depressa</i> (C. Chr.) A. R. Sm. & R. C. Moran	D	ESS
<i>Lellingeria tamandarei</i> (Rosenst.) A. R. Smith & R. C. Moran	D	ESS
<i>Leucotrichum organense</i> (Gardner) Labiak	D/M	EB
<i>Leucotrichum schenckii</i> (Hieron.) Labiak	D/M	ESS
<i>Melpomene flabelliformis</i> (Poir.) A. R. Sm. & R. C. Moran	D/M	AA
<i>Melpomene peruviana</i> (Desv.) A. R. Sm. & R. C. Moran	M	AS
<i>Melpomene pilosissima</i> (M. Martens & Galeotti) A. R. Sm. & R. C. Moran	D/M	AT
<i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota	D	AT
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	E/D/M	AS
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston.	D	AT
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	D/M	AS
<i>Moranopteris achilleifolia</i> (Kaulf.) R. Y. Hirai & J. Prado	D/M	EB
<i>Moranopteris gradata</i> (Baker) R. Y. Hirai & J. Prado	D	ESS
<i>Moranopteris setosa</i> (Kaulf.) R. Y. Hirai & J. Prado	D	ESS
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	E/D/M	AT
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	D/M	AS
<i>Pecuma chnoophora</i> (Kunze) Salino & F. Costa Assis	D	AS
<i>Pecuma filicula</i> (Kaulf.) Price	D	AT
<i>Pecuma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M. G. Price	D/M	EB
<i>Pecuma pectinatiformis</i> (Lindm.) M. G. Price	E/D/M	AS
<i>Pecuma recurvata</i> (Kaulf.) M. G. Price	D/M	AS
<i>Pecuma robusta</i> (Fée) M. Kessler & A. R. Sm.	E/D/M	AT
<i>Pecuma sicca</i> (Lindm.) M. G. Price	E/D/M	AS
<i>Pecuma singeri</i> (de la Sota) M. G. Price	E/D/M	AS

<b>Familia/Nome científico</b>	<b>F</b>	<b>DG</b>
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M. G. Price	D/M	AS
<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J. Sm.	D	AT
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	D	AT
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	D	AT
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	E/D/M	AS
<i>Pleopeltis lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) de la Sota	D/M	AS
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	D/M	PA
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R. Y. Hirai	E/D/M	AS
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota	D/M	AS
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	E/D/M	AS
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A. R. Sm.	E/D/M	AS
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> (Jacq.) A. R. Sm.	D	AT
<i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. & Fisch.) A. R. Sm.	D/M	AT
<i>Serpocaulon meniscifolium</i> (Langsd. & Fisch.) A. R. Sm.	D	EB
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A. R. Sm.	D	AT
<i>Serpocaulon vacillans</i> (Link) A. R. Sm.	D	EB
<i>Terpsichore chryseri</i> (Proctor ex Copel.) A. R. Sm.	D	AS
<i>Zygophlebia longipilosa</i> (C. Chr.) L. E. Bishop	D/M	ESS
<b>Psilotaceae</b>	D	
<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.	D	PL
<b>Pteridaceae</b>	E/D/M	
<i>Acrostichum aureum</i> L.	D	AT
<i>Acrostichum danaeifolium</i> Langsd. & Fisch.	D PL	PL
<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fée	E/D/M	AS
<i>Adiantopsis occulta</i> Sehnem	M	ESS
<i>Adiantopsis perfasciculata</i> Sehnem	E/M	EB
<i>Adiantopsis radiata</i> (L.) Fée	E/D/M	AT
<i>Adiantopsis regularis</i> Moore	D/M	AS
<i>Adiantum abscissum</i> Schrad.	D	EB
<i>Adiantum curvatum</i> Kaulf.	D	AS
<i>Adiantum digitatum</i> Hook.	M	AS
<i>Adiantum humile</i> Kunze	D	AT
<i>Adiantum intermedium</i> Sw.	D	EB
<i>Adiantum latifolium</i> Lam.	D	AT
<i>Adiantum lorentzii</i> Hier.	E/D	AS
<i>Adiantum pectinatum</i> Kunze	D	AT
<i>Adiantum pentadactylon</i> Langsd. & Fisch.	D	EB
<i>Adiantum petiolatum</i> Desv.	D	AT
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	M	AA
<i>Adiantum pseudotinctum</i> Hieron.	E/D/M	AS
<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	E/D/M	AT
<i>Adiantum terminatum</i> Kunze ex Miq.	D	AT
<i>Adiantum tetraphyllum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.**	D	AT
<i>Anetium citrifolium</i> (L.) Splitg.	D	AT
<i>Anogramma chaerophylla</i> (Desv.) Link	E/M	AS
<i>Anogramma leptophylla</i> Link **	D	AT
<i>Argyroschisma nivea</i> (Poir.) Windham	M	AS
<i>Cheilanthes micropteris</i> Sw.	M	AS
<i>Doryopteris acutiloba</i> (Pr.) Diels	D/M	AS
<i>Doryopteris collina</i> (Raddi) J. Sm.	E/D/M	AS
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fisch.) Kuhn	E/D/M	PA
<i>Doryopteris crenulans</i> (Fée) Christ	D/M	AS
<i>Doryopteris leitei</i> Tryon **	E/D/M	ESS
<i>Doryopteris lomariacea</i> Kunze ex Klotzsch	D/M	AS
<i>Doryopteris lorentzii</i> (Hieron.) Diels	D/M	AS
<i>Doryopteris majestosa</i> Yesilyurt	E/D/M	AS

<b>Familia/Nome científico</b>	<b>F</b>	<b>DG</b>
<i>Doryopteris nobilis</i> (T. Moore) C. Chr.	E/D/M	EB
<i>Doryopteris pentagona</i> Pic. Serm.	E/D/M	AS
<i>Doryopteris raddiana</i> Fée **	E/D/M	EB
<i>Doryopteris rediviva</i> Fée **	D	EB
<i>Doryopteris sagittifolia</i> (Raddi) J. Sm.	D	AS
<i>Doryopteris stierii</i> Ros. **	E/M	ESS
<i>Doryopteris triphylla</i> (Lam.) Christ	D/M	AS
<i>Doryopteris varians</i> Sm.	D	AS
<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	D	AT
<i>Hemionitis tomentosa</i> (Lam.) Raddi.	E/D/M	AS
<i>Jamesonia myriophylla</i> (Sw.) Christen.	D/M	AS
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link.	D/M	AT
<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R. M. Tryon	D/M	AT
<i>Polytaenium cajanense</i> (Desv.) Benedict	D	AT
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) J. Sm.	E/D	AT
<i>Pteris altissima</i> Poir.	D	AT
<i>Pteris angustata</i> (Fée) C. V. Morton	D	ESS
<i>Pteris biaurita</i> L.	D	AT
<i>Pteris brasiliense</i> Raddi	D	AS
<i>Pteris decurrens</i> C. Presl	D/M	AT
<i>Pteris deflexa</i> Link	E/D/M	AT
<i>Pteris denticulata</i> Sw.	E/D/M	AS
<i>Pteris lechleri</i> Mett.	E/D/M	AT
<i>Pteris podophylla</i> Sw.	D	AT
<i>Pteris propinqua</i> J. Agardh	D	AT
<i>Pteris splendens</i> Kaulf.	E/D/M	AS
<i>Pteris tristicula</i> Raddi	E/D	AS
<i>Radiovittaria stipitata</i> (Kunze) E. H. Crane	D	AT
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	D/M	AT
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	E/D/M	AT
<i>Vittaria scabrida</i> Klotzsch	D/M	AS
<b>Saccolomataceae</b>	D/M	
<i>Saccoloma elegans</i> Kaulf.	D	AT
<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett.	D/M	AT
<b>Salviniaceae</b>	D/M	
<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	D/M	AT
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	D	CO
<i>Salvinia adnata</i> Desv.	D	AS
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	D/M	AT
<i>Salvinia minima</i> Baker.	D/M	EB
<b>Schizaeaceae</b>	D	
<i>Actinostachys pennula</i> (Sw.) Hook.	D	AT
<i>Actinostachys subtrijuga</i> (Mart.) C. Presl	D	AS
<i>Schizaea elegans</i> (Vahl) Sw.	D	AT
<b>Selaginellaceae</b>	D/M	
<i>Selaginella contigua</i> Baker.	D	EB
<i>Selaginella decomposita</i> Spring.	D	EB
<i>Selaginella flexuosa</i> Spring.	D/M	AS
<i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	D/M	AS
<i>Selaginella marginata</i> (Humb & Bonpl. ex Willd.) Spring	D/M	AT
<i>Selaginella microphylla</i> (Kunth.) Spring	D/M	AS
<i>Selaginella muscosa</i> Spring.	D/M	AS
<i>Selaginella producta</i> Bak. **	D	AT
<i>Selaginella sulcata</i> (Desv. ex Poir.) Spring	E/D/M	AS

Família/Nome científico	F	DG
<b>Tectariaceae</b>	D/M	
<i>Tectaria buchtienii</i> (Ros.) Maxon	D	ES
<i>Tectaria incisa</i> Cav.	D/M	AT
<i>Tectaria pilosa</i> (Fée) R. C. Moran	D	AT
<i>Tectaria vivipara</i> Jermy & T. G. Walker	D	AT
<b>Thelypteridaceae</b>	E/D/M	
<i>Thelypteris abbiattii</i> C. F. Reed	D/M	AS
<i>Thelypteris amambayensis</i> (Christ) Ponce	D/M	AS
<i>Thelypteris burkartii</i> Abbiatti **	D/M	AS
<i>Thelypteris cheilanthoides</i> (Kunze) Proctor	D/M	AT
<i>Thelypteris conspersa</i> (Schrad.) A. R. Sm.	E/D/M	AT
<i>Thelypteris decurtata</i> (Link) de la Sota **	M	AS
<i>Thelypteris decussata</i> (L.) Proctor var. <i>brasiliensis</i> (C. Chr.) A. R. Sm.	D	AS
<i>Thelypteris gardneriana</i> (Baker) C. F. Reed	D	AT
<i>Thelypteris gymnosora</i> Ponce	D	EB
<i>Thelypteris hatschbachii</i> A. R. Smith **	D/M	ESS
<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C. F. Reed	E/D/M	CO
<i>Thelypteris iguapensis</i> (C. Chr.) Salino	D/M	ESS
<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.	D	PA
<i>Thelypteris juergensii</i> (Rosenst.) C. F. Reed	D/M	ES
<i>Thelypteris longifolia</i> (Desv.) R. M. Tryon	D	AT
<i>Thelypteris lugubris</i> (Kunze ex Mett.) R. M. Tryon & A. F. Tryon	D	EB
<i>Thelypteris maxoniana</i> A. R. Sm. **	D	AS
<i>Thelypteris metteniana</i> Ching	D/M	AS
<i>Thelypteris oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching **	D	AT
<i>Thelypteris opposita</i> (Vahl) Ching	D/M	AT
<i>Thelypteris pachyrhachis</i> (Mett.) Ching	D	AT
<i>Thelypteris patens</i> (Sw.) Small	D	AT
<i>Thelypteris pleiophylla</i> (Sehnem) Ponce	M	ES
<i>Thelypteris ptarmica</i> (Mett.) C. F. Reed	D	EB
<i>Thelypteris raddii</i> (Rosenst.) Ponce	D/M	ES
<i>Thelypteris recumbens</i> (Rosenst.) C. F. Reed	M	ES
<i>Thelypteris regnelliana</i> (C. Chr.) Ponce	D	ES
<i>Thelypteris retusa</i> (Sw) C.F. Reed	D/M	EB
<i>Thelypteris riograndensis</i> (Lindm.) C. F. Reed	D/M	AS
<i>Thelypteris rivularioides</i> (Fée) Abbiatti	D/M	AS
<i>Thelypteris sanctae-catharinae</i> (Rosenst.) Ponce	D/M	ES
<i>Thelypteris scabra</i> (C. Presl) Lellinger	E/D/M	AS
<i>Thelypteris serrata</i> (Cav.) Alston	D	AT
<i>Thelypteris stierii</i> (Rosenst.) C. F. Reed **	M	AS
<i>Thelypteris tenerrima</i> (Fée) C. F. Reed **	D/M	ESS
<i>Thelypteris vivipara</i> (Raddi) C. F. Reed	D	EB
<b>Woodsiaceae</b>	E/D/M	
<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	M	AA

Como apontado por diversos autores (Tryon, 1986; Moran, 1995; Knapp, 2002; Martinelli, 2007), as regiões montanhosas da Floresta Ombrófila Densa (por onde passam a Serra Geral e a Serra do Mar), podem ajudar a explicar o por quê de tamanha riqueza. Tuomisto *et al.* (2002), observou que a elevada amplitude topográfica, contribui para a

heterogeneidade ambiental, elevando a disponibilidade de nichos e a riqueza de espécies nessas áreas montanhosas.

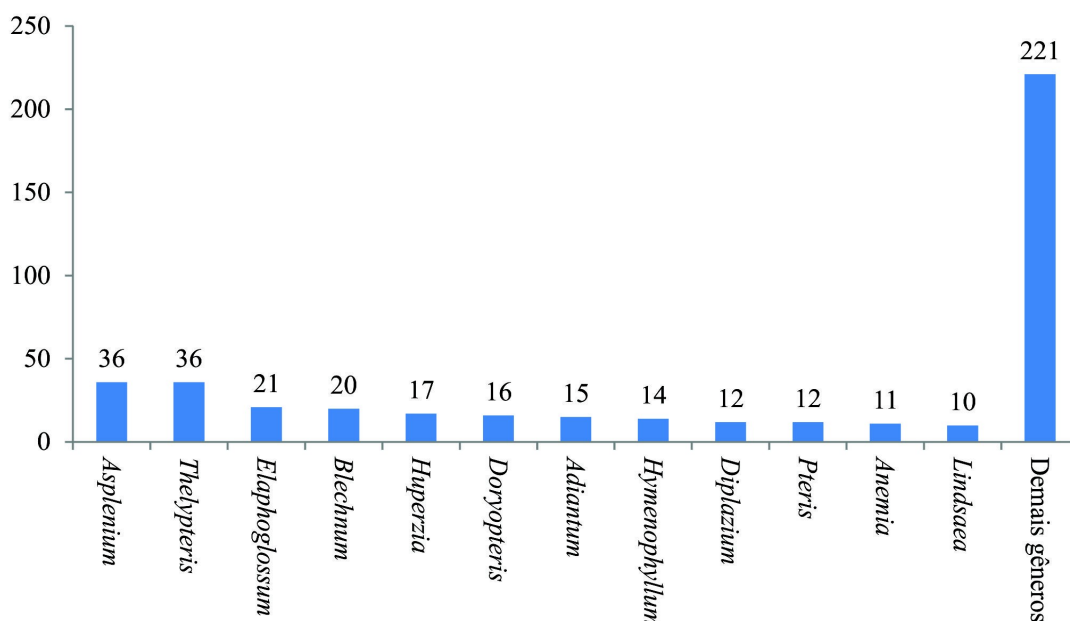


Figura 10: Relação do número de espécies por gênero de pteridófitas em Santa Catarina.

Gaspar *et al.* (2012), para Santa Catarina, haviam registrado três espécies exclusivas para a Floresta Estacional Decidual durante as coletas do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: *Blechnum austrobrasilianum*, *Botrychium virginianum* e *Anogramma chaerophylla*. Estas três espécies tiveram ampliada sua área de ocorrência, com base nos dados de outros herbários e publicações. Já, para a Floresta Ombrófila Mista, 30 espécies haviam sido consideradas exclusivas pelos mesmos autores, e este trabalho registrou algumas destas para a Floresta Ombrófila Densa, a saber: *Asplenium ulbrichtii*, *Dennstaedtia obtusifolia*, *Sticherus lanuginosus*, *Sticherus pruinosisus*, *Doryopteris acutiloba*, *Jamesonia myriophylla*, *Asplenium squamosum*, *Polystichum platyphyllum*, *Doryopteris lomariacea*, *Azolla caroliniana*, *Thelypteris juergensii*, *Thelypteris sanctae-catharinae*, *Alsophila capensis* subsp. *polypodioides*, *Elaphoglossum ulei*, *Ophioglossum reticulatum*, *Diplazium striatum* e *Osmunda regalis*.

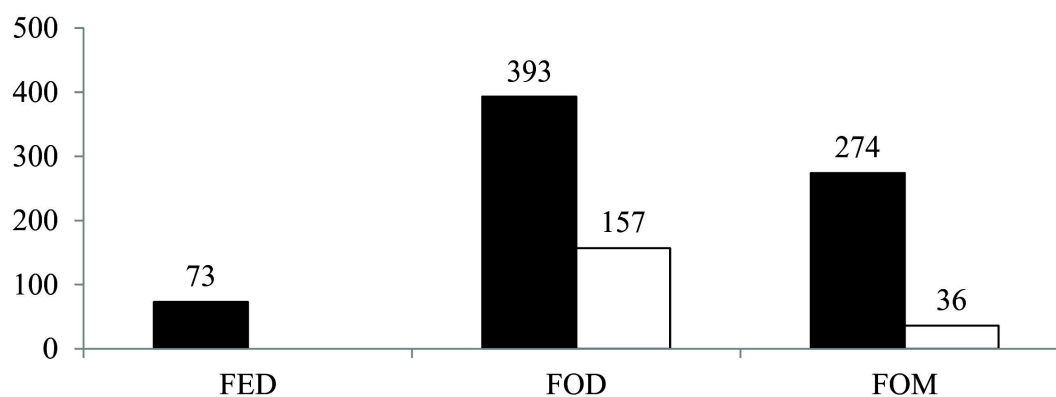


Figura 11: Número de espécies encontradas por região fitoecológica no estado de Santa Catarina. Barras em branco indicam as espécies exclusivas e as pretas todas as espécies. FED: Floresta Estacional Decidual; FOD: Floresta Ombrófila Densa; FOM: Floresta Ombrófila Mista.

Do total de 439 táxons, 89,5% encontram-se na Floresta Ombrófila Densa, ou as formações pioneiras de influência fluviomarinha e marinha – mangue e restinha; 62,4% dos táxons podem ser observados na FOM e apenas 16,8% na FED. Sehnem (1977), em um trabalho sobre a ecologia das pteridófitas no sul do Brasil, listou algumas espécies típicas das florestas da região. Apenas *Adiantopsis perfasciculata* foi indicado como ocorrente tanto na FED como na FOM. Um conjunto de 14 espécies foi apontado como ocorrente nas florestas nebulares, mas a grande maioria (43%) pertencem a FOD.

Mesmo com menor riqueza de espécies, a região oeste de Santa Catarina, englobada pela Floresta Estacional Decidual ou uma zona de transição desta com a Floresta Ombrófila Mista, foi bem representada (Fig. 13). A região fitoecológica é mais pobre em diversidade florística (Given, 1993; Stehmann *et al.*, 2009), e de acordo com Durigon & Waechter (2011), devido esta ser limite da distribuição de muitas espécies.

Para a FED, já havia sido constatado o empobrecimento de epífitos (Sehnem, 1977; Leite & Klein, 1990; Schmitt & Windisch, 2010), que costumam ser 45% em levantamentos específicos dentre as pteridófitas na região Sul (Athayde-Filho & Windisch, 2006; Gasper & Sevegnani, 2010; Blume *et al.*, 2010). Num trabalho pioneiro para a região fitoecológica o Parque Estadual do Turvo (Rio Grande do Sul), Brack *et al.*, (1985) registraram 59 espécies de pteridófitas, até então, maior levantamento para a região fitoecológica.

Menção especial para *Asplenium lacinulatum*, *Cyathea uleana* e *Alansmia senilis*, alguns dos primeiros registros para Santa Catarina e para o Sul do Brasil, respectivamente. A



espécie *Asplenium lacinulatum* foi coletada na região litorânea da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, *C. uleana* no Parque Nacional da Serra do Itajaí e *A. senilis* foi coletada nos paredões rochosos que dão acesso ao Campo dos Padres em Urubici.

Por fim, foram registradas mais de 276 espécies com distribuição ampla (América do Sul e América Tropical), e duas espécies endêmicas de Santa Catarina. Outras 17 espécies foram consideradas endêmicas para o Sul do Brasil (Fig. 12). Estes dados divergem daqueles apontados por Tryon (1986), no qual afirma que cerca de 10% das espécies possuiriam longas distribuições, contra 30% apresentando pequenas áreas de ocorrência.

Usando como rotas migratórias como rios, montanhas e ventos (Grime, 1998; France & Rigg, 1998), as pteridófitas podem se dispersar a longas distâncias, ainda mais com seus pequenos esporos como apontado por Page (1979). Essa ampla distribuição, gerada pela dispersão a longa distância dos esporos, principalmente de espécies homosporadas como constatado por Moran & Smith (2001), ajudar a explicar estes dados. Ainda, estas amplas distribuições, como as espécies que ocorrem em ambos os lados do Oceano Atlântico ou do Pacífico, podem ser explicadas também por vicariância (Cox, 2001), ou ainda, por falta de resolução taxonômica, uma vez que alguns complexos como *Athyrium dombeyi* ou *A. filix-femina* (L.) Roth ainda não foram claramente resolvidos (Mynssen, 2011).

Entre 2010 e 2011, 28 novos registros de pteridófitas para Santa Catarina foram feitos na Flora do Brasil. Ainda assim, este trabalho adiciona outras 24 espécies à lista de registros para o Estado, confirmando o que diz Palmer *et al.* (2002): nenhum país, estado ou unidade de conservação, concluíram suas listas de espécies, haja vista, que estas são temporalmente distribuídas. Contudo, elaborar uma melhor e mais precisa lista de espécies deve ser o objetivo dos pesquisadores.

Com base nos dados aqui apresentados, e as novas coletas feitas em Santa Catarina nos últimos anos, e tomando-se em consideração a defasagem da Flora Ilustrada de Santa Catarina para as famílias de pteridófitas, faz-se necessário e tem-se subsídio para uma ampla revisão da obra.

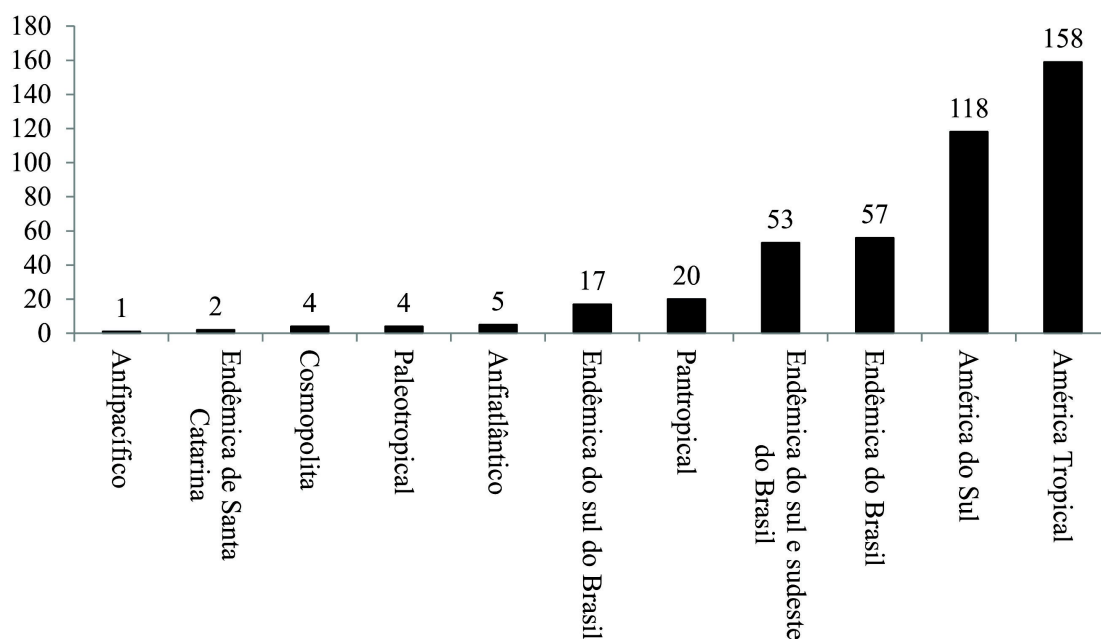


Figura 12: Distribuição geográfica das espécies de pteridófitas ocorrentes em Santa Catarina.

### Espécies ameaçadas

Santa Catarina possui aproximadamente 601,4 km<sup>2</sup> de área coberta por Unidades de Conservação (de todas as categorias do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, descontadas as áreas marinhas). Dentro destas, podem-se registrar pelo menos 4.012 coletas, o que representa 296 espécies. Destas 65 apresentam no máximo dois registros dentro das unidades de conservação (Tab. 4).

As pteridófitas, de acordo com Arcand & Ranker (2008), constam desde o século XIX em listas de espécies ameaçadas de extinção. Em muitos casos, se uma espécie encontra-se ameaçada, o conjunto de espécies que dela dependem também o estão, como quando há especificidade quanto ao forófito (Cortez, 2001; Schmitt *et al.*, 2005).

Dentre os 439 táxons, 233 possuem menos que 15 registros, que seria o mínimo apontado por Rivers *et al.* (2011) para que se possa ter pelo menos 95% de confiança nas avaliações sobre o estado de conservação/ameaça das espécies. Por outro lado, Funk *et al.* (2005) afirma que pelo menos 10 registros são necessários para se ter uma boa estimativa de distribuição. Neste caso, 178 espécies não atingiriam este critério. Contudo, trabalhos mais regionais, dificilmente atingiriam estes valores.

Se o primeiro critério (15 registros) fosse adotado, 53% das espécies estariam subamostradas. Mas, levando-se em consideração o Princípio da Precaução (PP) (Rivers *et al.*, 2011), uma espécie deve entrar no critério de maior ameaça caso haja dúvidas sobre seu estado de conservação (IUCN, versão 8.1 de 2010). Este princípio foi aqui empregado quando necessário.

Tabela 4: Lista das principais Unidades de Conservação com coleta de pteridófitas em Santa Catarina e o respectivo número de coletas e espécies em cada uma.

<b>Unidade de Conservação</b>	<b>Coletas</b>	<b>Espécies</b>
Parque Nacional da Serra do Itajaí	2418	204
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	400	132
Parque Nacional de São Joaquim	193	120
Área de Preservação Ambiental Serra Dona Francisca	192	92
Área de Preservação Ambiental do Rio Vermelho/Humboldt	177	99
PARNAs Aparados da Serra e Serra Geral	141	66
Reserva Particular do Patrimônio Natural Caraguatá e Caraguatá II	77	54
Reserva Biológica Estadual de Canela Preta	62	29
Parque Natural Municipal Bromberg	51	35
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Bugerkopf	51	35

A aprovação do Código Ambiental do Estado de Santa Catarina, no ano de 2009, exigiu a elaboração de uma lista de espécies da flora ameaçadas de extinção. Contudo, a elaboração de tal lista deve ser feita com cautela, pois espécies de ampla distribuição ainda assim, podem ser consideradas ameaçadas de extinção se suas populações sofrerem forte exploração. Por exemplo, temos o caso de *Dicksonia sellowiana*, que como apontado por Gasper *et al.* (2011) ocorre em grandes populações, mas se sua extração for autorizada, muito provavelmente esta declinará rapidamente, visto o ocorrido na década de 90 (Windisch, 2002, 1992).

A presença de uma espécie em Unidade de Conservação não significa que ela está protegida integralmente. Estudos populacionais como os de Franz & Schmitt (2005), Schmitt & Windisch (2005); Rechenmacher *et al.* (2007), Schmitt & Windisch (2007) e Gasper *et al.*

(2011) e de viabilidade genética como os de Mantovani *et al.* (2006) e Tarazi *et al.* (2009) devem ser elaborados, contudo, a ausência da espécie em uma Unidade de Conservação deve ser levada em consideração como um agravante.

Cabe salientar a grande importância de uma única unidade de conservação para as pteridófitas. No Parque Nacional da Serra do Itajaí, encontram-se 43% das espécies de Santa Catarina (Gasper & Sevegnani, 2010) (ver tabela 3 para lista das principais unidades de conservação com coletas de pteridófitas em Santa Catarina). A unidade foi criada recentemente (2004) e já teve seu plano de manejo aprovado, contudo, permanece fechada e com dificuldade de acesso por pesquisadores desde os eventos climáticos de 2008, o que dificulta o desenvolvimento da pesquisa e o acesso a turistas, um dos objetivos da criação da unidade de conservação.

De acordo com os critérios da IUCN (versão 8.1 de 2010), uma espécie ameaçada pode ser tanto uma em que há grandes populações, mas que estas estão sobre forte pressão antrópica, tendo reduzido suas populações nas últimas décadas ou com previsão de redução, quanto pequenas populações localizadas em áreas muito restritas e que qualquer atividade pode levar à extinção das mesmas. Com isso, pode-se elencar algumas espécies para Santa Catarina que merecem atenção quanto ao seu critério de ameaça de extinção.

#### Presumivelmente extinta

Espécies sem coleta nos últimos 50 anos podem ser consideradas presumivelmente extintas. Neste caso, merecem destaque: *Asplenium praemorsum*, coletada na cidade de Florianópolis em 1865, e considerada portanto presumivelmente extinta no estado. Entre as Aspleniaceae cita-se ainda *Asplenium pulchellum* (Sylvestre, 2001), coletada em 1906 em Blumenau e, até então, não mais coletada. Também, *Asplenium resiliens* é conhecida de uma única coleta de Spannagell em Lages, e sem data ou maiores informações de coleta (presume-se que seja do início do século 20).

*Microlepia speluncae* tem registro de 1888 e 1910 e não foi mais coletada no Estado. Pode ser considerada, portanto, presumivelmente extinta. Esta espécie possui poucas coletas em todo o país, tendo apenas 22 registros no CRIA (data da consulta 27/12/2011). Acredita-se

que para esta espécie haja grande lacuna nas coletas ou erro de identificação pela similaridade com espécies do gênero *Dennstaedtia*.

*Thelypteris pleiophylla* possui uma coleta de Spannagell (Sehnem, 1979a), sem data de coleta, entretanto, considerando as demais coletas datadas do mesmo coletor, presume-se que seu registro seja de início do século 20, não sendo mais coletada nas décadas seguintes. O mesmo ocorre para *Thelypteris lugubris*, coletada por Schmalz em 1904. *Thelypteris cheilanthoides* possui dois registros, um para Blumenau de 1906 (Ponce, 1995) e outro para Lages de 1950 (Sehnem, 1979a), não sendo registrada depois desta data.

#### Criticamente em perigo

*Asplenium lacinulatum*, considerada aqui como Criticamente em Perigo, foi registrada pela primeira vez para Santa Catarina no ano de 2010. A espécie encontra-se altamente ameaçada em âmbito estadual. Seu registro foi feito em área de intensa atividade imobiliária, na região litorânea, e sua pequena população precisa de proteção imediata. Sylvestre (2001), já havia alertado sobre a ameaça desta espécie em outras unidades da federação.

#### Espécies vulneráveis

*Dicksonia sellowiana* já consta na lista de espécies ameaçadas do Brasil (Ministério do Meio Ambiente, 2008), devido à intensa exploração que a espécie sofreu nas últimas décadas (Windisch, 2002). Mesmo com grandes populações, como apontado por Gasper *et al.* (2011), e presente em várias Unidades de Conservação, se a atividade comercial for permitida, a espécie pode ser levada a níveis críticos de ameaça populacional. Ressalta-se ainda, que esta é a única espécie de pteridófito com estudos populacionais em Santa Catarina.

Outras espécies como *Regnellidium diphyllum*, *Lycopodium assurgens* e *Woodsia montevidense* merecem destaque. *Regnellidium diphyllum* ocorre apenas na região de Laguna que sofre intensa exploração imobiliária e que tem seus banhados drenados para este fim. *Woodsia montevidense* e *Lycopodium assurgens* ocorre apenas nos campos naturais, áreas que são infligidas por pastejo (Sampaio & Guarino 2007) e fogo (Pillar *et al.*, 2009). Nenhuma

destas espécies se encontram em unidades de conservação. O sistema GEOCAT do KEW (2012), categorizou estas espécies como Criticamente em Perigo, pela área de ocorrência e ocupação ser muito restrita, mas todas encontram-se em Unidades de Conservação.

Recentemente coletada em Santa Catarina, *Terpsichore chrysleri* (Gasper & Sevegnani, 2010), foi amostrada apenas no Parque Nacional da Serra do Itajaí, crescendo sobre o cáudice de uma Cyatheaceae. A área de coleta é em uma das trilhas mais visitadas e a beira do ribeirão Garcia, local de banho dos visitantes. A especificidade quanto ao forófito da espécie aponta que não só a área precisa ser protegida, mas bem como a espécie que serve de forófito. O sistema GEOCAT do KEW (2012), categoriza a espécie como Criticamente em Perigo, mas a presença e uma Unidade de Conservação pode contribuir para a proteção da espécie.

*Blechnum squamipes* (*Blechnum mochaenum* var. *squamipes*) foi considerada por Dittrich (2005) como vulnerável. Recentemente, outras coletas foram feitas na região do Parque Nacional de São Joaquim e do futuro Parque Nacional do Campo dos Padres, com populações bem desenvolvidas. Esta espécie merece atenção, pois sua área de ocorrência é restrita em Santa Catarina. O sistema GEOCAT do KEW (2012), categoriza a espécie como Criticamente em perigo, mas a presença das espécies em duas Unidades de Conservação, contribui para a proteção das espécies.

*Blechnum usterianum* pode ser considerada vulnerável já que sua ocorrência é restrita à região do planalto norte e suas coletas são antigas. Esta região sofre com pastoreio e intensa atividade agrícola que afetam os fragmentos (Vibrans *et al.*, 2011) onde a espécie é encontrada e nenhuma unidade de conservação na região de ocorrência da espécie.

*Alsophila capensis* subsp. *polypodioides* foi recentemente re-coletada nos paredões rochosos de Urubici, na região da RPPN Leão da Montanha, no caminho para o Campo dos Padres. Por ser espécie de distribuição específica e estar em área de intensa exploração turística, merece destaque e atenção para futuros estudos populacionais, apesar dos 11 registros aqui efetuados. De acordo com o sistema GEOCAT do KEW (2012), a espécie estaria em perigo a vulnerável, pelo pequeno número de registros, extensão e áreas de ocorrência.

## Deficiência de dados

Como sugerido por Callmänder *et al.* (2005), esta categoria aplica-se principalmente a casos de problemas taxonômicos e a falta de informação de coleta. Portanto, as espécies que podemos citar com poucos dados (DD) e que necessitam de atenção para aumentar esforço amostral e estudos populacionais são: *Adiantum tetraphyllum*, *Adiantum digitatum*, *Adiantum humile*, *Adiantum pectinatum*, *Alsophila sternbergii*, *Anemia imbricata*, *Anemia organensis*, *Anemia villosa*, *Asplenium resiliens*, *Isoetes spannagelii*, *Megalastrum adenopteris*, *Pechluma filicula* e *Polytaenium lineatum*. Alguns destes registros, devem-se a falta de coleta, contudo, maior esforço amostral precisa ser feito para confirmar ou não o grau de ameaça.

Sylvestre (2001), considerou *Asplenium muellerianum* como espécie vulnerável por conta das pequenas populações e distribuição restrita. Contudo, dados sobre a data e coletor da espécie não estão disponíveis, portanto, melhores avaliações precisam ser efetuadas.

*Argyroschisma nivea* possui duas coletas, em regiões distintas e com coletas recentes, contudo, mais estudos e coletas se fazem necessários. *Thelypteris gardneriana* possui uma coleta no Horto Florestal de Ibirama. De acordo com Salino (2000), a espécie ocorre em ambientes rochosos, como cachoeiras, e no interior da floresta, próximo a cursos de água. Talvez por isso seja pouco amostrada e mais estudos e coletas da espécie se fazem necessários. Além de *Asplenium lacinulatum*, os demais novos registros precisam ser melhor avaliados quanto ao tamanho populacional e outros locais de ocorrência, haja vista que não estariam em local de alto risco de ação antrópica.

As espécies que seguem, foram avaliadas pela ferramenta GEOCAT (KEW, 2012), com base nas coletas de Santa Catarina. Contudo, ressalta-se, que estudos populacionais precisam ser efetuados para melhor compreender as populações destas espécies.

Dittrich (2005), considerou ainda *B. divergens*, *Blechnum sampaioanum* e *B. spannagelii* como vulneráveis, pela área de ocorrência restrita. Contudo, grandes populações e muitas coletas recentes foram feitas em Santa Catarina, descartando, por hora, a vulnerabilidade destas espécies. *B. divergens* tem 12 registros, *B. sampaioanum* possui 28 e *B. spannagelii* 13. De acordo com a ferramenta GEOCAT (KEW, 2012), *B. divergens* e *B. spannagelii* seriam vulneráveis à quase ameaçada, *B. sampaioanum* não seria ameaçado.

Fernandes (1997), aponta sobre os usos de algumas espécies de Cyatheaceae, como *Cyathea delgadii* para moirões ou de outras espécies, como *Cyathea gardnerii*, para fabricação de vasos. Tais práticas não tem sido observadas ultimamente em Santa Catarina, o que reduziria a pressão das populações destas espécies. *C. delgadii* tem 84 registros e não seria considerada em nenhum critério de ameaça, enquanto *C. gardnerii* possui 13 e seria vulnerável conforme o sistema GEOCAT do KEW (2012).

O elevado número de espécies com dados deficientes é reflexo da falta de conhecimento sobre as mesmas. Dados de herbário compreendem a primeira fonte de documentação sobre diversidade e distribuição das espécies (Callmander *et al.*, 2005), e são fundamentais para elaboração de listas de espécies ameaçadas (Willis & Moat, 2003). Contudo, muitos táxons ficam restritos ao conhecimento dos taxonomistas como meros testemunhos e não como entidades vivas (Callmander *et al.*, 2005).

A perda da biodiversidade pode alterar a performance dos ecossistemas (Naeem *et al.*, 1994), por isso existe a necessidade urgente de aumentar o conhecimento sobre a diversidade de plantas para que possa-se tomar corretas decisões sobre o *status* de conservação destas (Rivers *et al.*, 2010). Por este motivo, trabalhos como o presente podem levar a reavaliações sobre o *status* de alguns táxons.

Given (1993) sugere alguns itens que devem ser incluídos nas agendas globais de discussão sobre proteção da biodiversidade para pteridófitas, entre elas a adequada documentação sobre taxonomia, distribuição e abundância das espécies. Colocar estas espécies como DD pode subestimar a real ameaça destas espécies e reduzir a efetividade de listas de espécies ameaçadas (Callmander *et al.*, 2005).

Claramente a falta de informação é tão severa para as espécies quanto a perda de habitat (Wilcove *et al.*, 1998) que tem sido documentada nos últimos anos (Willis & Moat, 2003), e Santa Catarina, tem aparecido como um dos estados que mais perde sua cobertura vegetal nativa (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009), e esta perda de floresta pode afetar de forma muito negativa a sobrevivência dos táxons.

Contudo, não só a perda atual afeta as espécies, mas ações do passado como as tentativas de eliminação da malária geraram grandes impactos na biodiversidade. Klein (1967) relata como a vegetação era suprimida no entorno das residências para eliminar a



malária que gerava grandes prejuízos econômicos e estava levando a região ao colapso. Esta mesma técnica foi e continua sendo empregada em outros países, como no Nepal, por exemplo, onde as maiores taxas de desmatamento foram registradas depois do início do controle da doença (Bhattarai *et al.*, 2004).

Cabe destacar como foi tomada tal decisão em Santa Catarina:

*“três métodos foram testados para eliminar o mosquito da malária:*

*1: **destruição manual das Bromeliáceas**, com o intuito de preservar as florestas primárias [...] contudo era muito moroso e expunha os trabalhadores a quedas fatais.*

*2: [...] **aplicação de herbicidas** naqueles tempos não era recomendável, devido ao alto custo.*

*3: em vista destes fatos é que chegou-se a única realidade possível: para eliminar o grande mal, que ceifava anualmente centenas de vítimas, era mister, aplicar também uma medida extrema, e esta medida drástica consistia na **destruição de todas as matas, existentes nas zonas urbanas das cidades atingidas.***

*Para tanto foi organizado um verdadeiro exército de trabalhadores, os quais, de foice e machado nas mãos, começaram a obra do desmatamento sistemático. Aos duros golpes dos machados implacáveis, tombavam troncos seculares de canelas, perobas, cedros, óleos, cupiúvas, baguaçus, laranjeiras do mato, garaparins e outras árvores, em cujos grossos troncos e tortuosos galhos, se haviam afixado centenas até milhares de Bromeliáceas” (Klein, 1967)*

Provavelmente, as matas destruídas por conta da malária, abrigavam muitas espécies de pteridófitas, pois eram áreas bem conservadas, como pode-se observar no texto destacado acima. Não apenas as bromélias eram removidas, bem como toda a vegetação próximo a casas e fábricas e isso, afetou tanto as espécies arbóreas quanto seus epífitos e as ervas terrícolas.

Não há estimativas, mas pelas descrições e comentários de antigos moradores das áreas afetadas, imensas áreas de floresta foram suprimidas com este fim. Para que uma estratégia global de conservação funcione, esta precisa proteger todos os ecossistemas, assim como aquelas áreas que possuem elevada riqueza (Olson & Dinerstein, 2002) e medidas como esta, tomada em tempos de desespero, devem ser evitadas.

Contudo, os recursos para conservação são escassos (Araújo, 2002) e ações para proteção da Mata Atlântica são urgentes, já que restam pouco menos de 15% da sua cobertura (Ribeiro *et al.*, 2009) e muitos destes fragmentos estão empobrecidos e são jovens (Vibrans *et al.*, 2011).

### **Intensidade amostral**

Todas as 60 unidades amostrais delimitadas neste trabalho estavam representadas com pelo menos cinco coletas (este caso em uma unidade amostral). Sabe-se que este número ainda é insuficiente, pois áreas com poucas coletas ou grandes lacunas, contribuem ainda mais para perda sobre a informação da biodiversidade, que se acelera nos trópicos (Collen *et al.*, 2010). Contudo, direcionamentos de coletas para estas áreas pouco amostradas podem ser feitos a partir desta constatação. Dos 12.761 registros de pteridófitas para Santa Catarina, 4.419 mostraram-se como exclusivos dentro das unidades amostrais, ou seja, os demais eram representados por espécie repetidas dentro de uma mesma unidade amostral, sendo considerado, portanto, apenas um registro por espécie.

Do total de espécies, 65 (14,8%) foram amostradas em apenas uma unidade amostral, outras 36 (8,2%) ocorrem em duas unidades amostrais e 27 (6,15%) em apenas três unidades amostrais. Cerca de 39,7% das espécies ocorrem em mais de 10 unidades amostrais, ou seja, uma área de cobertura de 25 mil quilômetros quadrados (ou 25% da área total do estado de Santa Catarina).

As figuras 13 e 14 apontam para a intensidade amostral e número de espécies. O número de coleta mínimo registrado foi de cinco e o máximo foi de 1.578. Quanto ao número de espécies registradas o mínimo foi de cinco e máximo de 248.

O interesse sobre a biodiversidade tem sido grande nos últimos tempos (Lughadha, 2004; Lewinsohn & Prado, 2005; Condon *et al.*, 2008; Butchart *et al.*, 2010; May, 2011; Barbault, 2011), com a execução de grandes levantamentos e floras como a do Brasil (Forzza *et al.*, 2012). Mas mesmo depois de 250 anos coletando dados, esses ainda são espacial e taxonomicamente estruturados para a maioria dos grupos (Hortal *et al.*, 2008; Sastre & Lobo, 2009), o que demonstra a necessidade de ampliarmos ainda mais os esforços de coleta, identificação e disponibilidade dos dados.

As coleções biológicas, são fundamentais para o conhecimento da biodiversidade e são consideradas as últimas grandes barreiras para o conhecimento botânico. Essas coleções podem conter inúmeras espécies não descritas (Bebber *et al.*, 2010), além de serem bases de dados e ferramentas-chave para os trabalhos em ecologia (Sánchez-Fernández *et al.* 2008). Esforços têm sido feitos para que os dados se tornem de fácil acesso para a sociedade, como as bases de dados de coleções biológicas acessíveis pela rede *SpeciesLink* (CRIA, www.cria.org.br). Estas são importantes fontes de informação e podem contribuir para análises mais aprofundadas como modelagem de espécies, além da própria distribuição geográfica das mesmas (Feeley & Silman, 2011).

Além disso, a falta de intensidade e insuficiente cobertura amostral, pode levar a incorretas interpretações dos dados (Hortal *et al.*, 2007), como apontar áreas sem nenhum conhecimento como área prioritária para conservação (Giulietti *et al.*, 2005). Por isso, apontar áreas de relevante interesse para realizar coletas é fundamental para guiar políticas públicas.

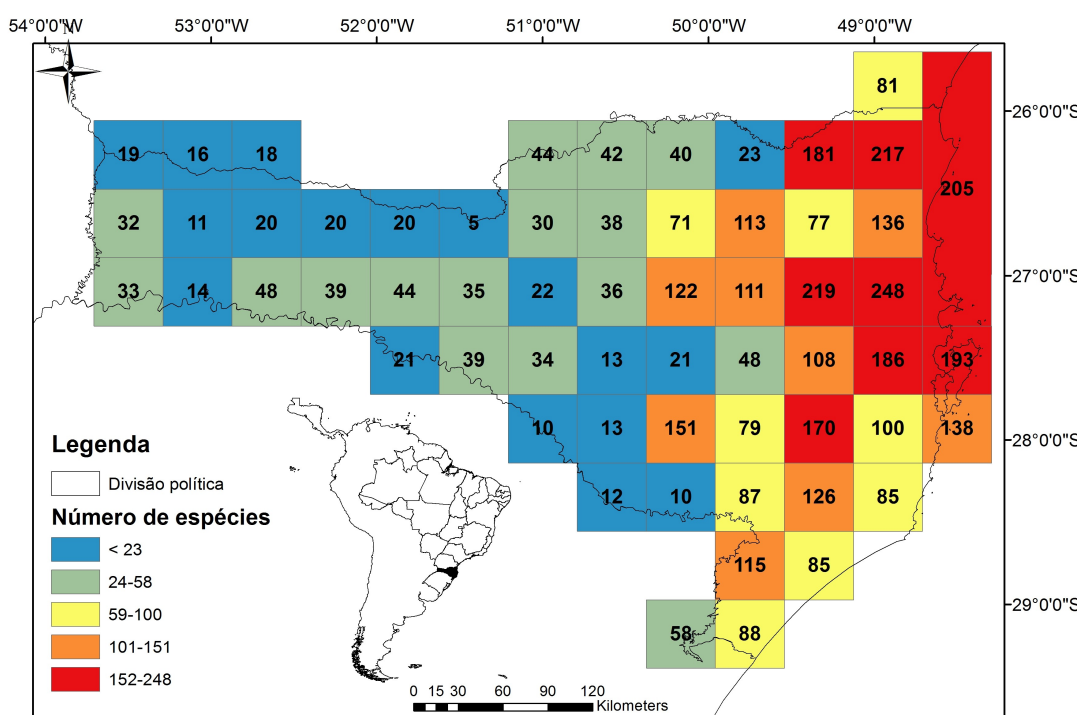


Figura 13: Número de espécies amostradas por unidade amostral de 50 km x 50 km em Santa Catarina. A máximo observado foi de 248 espécies.

Como observado na figura 13 e 14 (região com 219 e 248 espécies), as áreas com grande número de coletas concentram-se na região do Parque Nacional da Serra do Itajaí,

onde Gasper & Sevegnani (2010) realizaram um levantamento florístico, além de ser considerada área de maior amostragem pela Universidade Regional de Blumenau. Além desta área, a região de Florianópolis (unidade amostral na região litorânea com 193 espécies), onde se encontra a Universidade Federal de Santa Catarina, também possui elevada intensidade amostral. Isto é comum em áreas de grandes centros de pesquisa (Schatz, 2002; Sobral & Stehmann, 2009), que acabam parecendo mais ricas que as demais (Palmer *et al.*, 2002) e onde há presença de botânicos ativos (MacDougall *et al.*, 1998), o chamado efeito-museu (Hopkins, 2007; Salino & Almeida, 2009).

Cabe destacar que a região de Blumenau e todo o Vale do Itajaí, concentrariam pelo menos 206 espécies (Klein, 1980), área com maior diversidade encontrada até o momento no estado. Este conjunto de espécies representa quase 50% de todas as espécies de Santa Catarina e estes dados parecem condizer com os aqui constados. Os dados aqui apresentados, elevam estes valores para próximo de 300, sendo que pelo menos 191 estão em apenas uma Unidade de Conservação conforme Gasper & Sevegnani (2010), ou 204, conforme registrado neste trabalho.

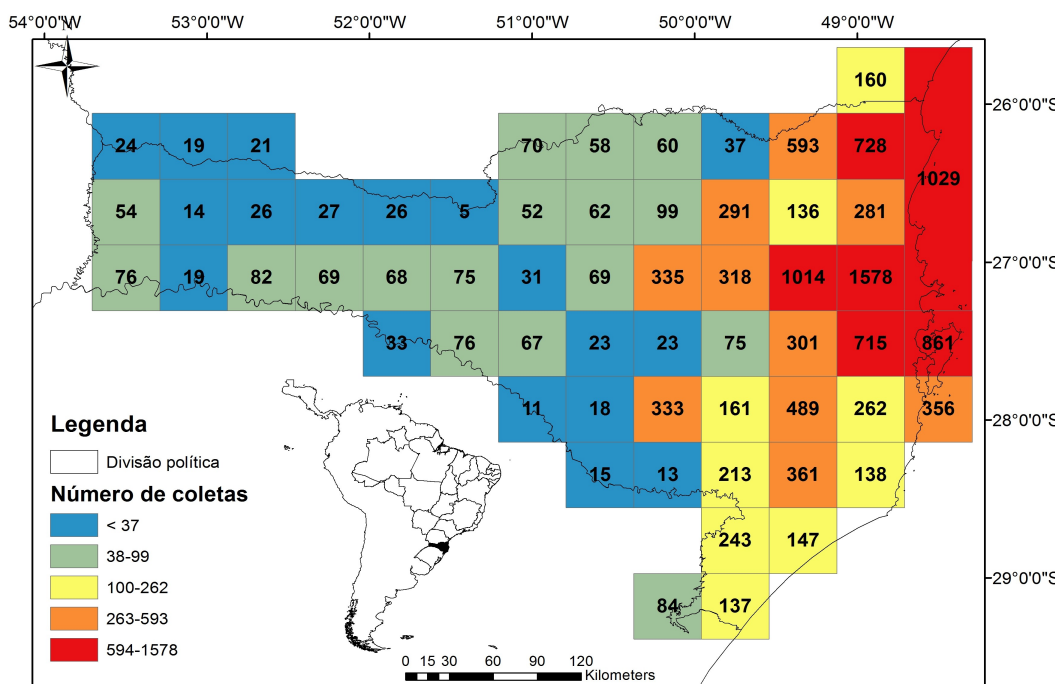


Figura 14: Número de coletas registradas por unidade amostral de 50 km x 50 km, em Santa Catarina. O número máximo observado do de 1.578 coletas.

Na região do planalto catarinense, destaca-se a unidade amostral 113 que engloba o Morro da Igreja e as serras da região como a do Corvo Branco, locais de costumeiras atividades de campo das Universidades e de coletas da tese de Falkenberg (2003), aqui registrada com 170 espécies (a suficiência amostral que será abordada mais adiante foi de 71%, ver figura 17).

Outra região de destaque no planalto é a unidade amostral que engloba parte dos municípios de Lages e Painel (unidade amostral número 93 com 333 espécies), região de campos naturais, Floresta Ombrófila Mista, Florestas Nebulares e das coletas de C. Spannagel no início do século 20, quando a bovinocultura não era tão desenvolvida na região. Esta unidade amostral possui 69,9% dos valores estimados pelo Jackknife 1.

A regressão linear entre o número de registros e o número de espécies aponta para uma elevada correlação ( $r: 0,92$ ;  $r^2: 0,84$  e  $p \leq 0,0001$ ) entre registros/coletas e número de espécies por unidade amostral (Fig. 15).

A plotagem dos resíduos (Fig. 16) demonstra que a região de Blumenau (quadrícula azulada com valor 125) apresenta riqueza abaixo do esperado (ou é supercoletada), em relação ao número de coletas. Este elevado desvio da reta era esperado, haja vista, o grande número de coletas em relação ao número de espécies (1.578 coletas / 248 espécies, ou seja, uma espécie para cada 6,3 coletas).

Outras unidades amostrais apresentam riqueza abaixo do esperado (11 unidades amostrais, com base na reta da regressão e na plotagem dos resíduos; Fig. 16). A maior parte concentra-se na região da Floresta Ombrófila Densa, área de intensa coleta e elevado número de espécies. Estas áreas, apesar de bem coletadas podem conter mais espécies e merecem tanto esforço amostral quanto as demais.

A unidade amostral 95, região de Taió, Pouso Redondo e parte de Santa Cecília, por exemplo, possuiria maior riqueza que o estimado pela regressão. Este acontecimento deve-se, muito provavelmente, ao fato da unidade amostral ser constituída por uma zona de ecótono entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, o que aumenta o número de espécies, mesmo não aumentando o número de registros.

A grande riqueza do litoral (como observado na figura 13, unidades amostrais 132, 133, 134 e 136) pode estar relacionada com a grande heterogeneidade que estas unidades amostrais possuem (Ferrer-Castán & Vetaas, 2005), uma vez que cobrem regiões litorâneas

montanhosas como as Serra Geral, a Serra do Mar e seus vales. Este aspecto também é abordado por Parris (1985), que acredita que as montanhas possam gerar um próprio microclima mais úmido, e com maior intensidade luminosa (Holttum, 1938), favorecendo as pteridófitas.

Contudo, nosso esparso conhecimento sobre o número e a distribuição de espécies limita tanto nosso entendimento ecológico quanto o processo evolutivo e o possível uso desta informação para a conservação das espécies (Graham *et al.*, 2004).

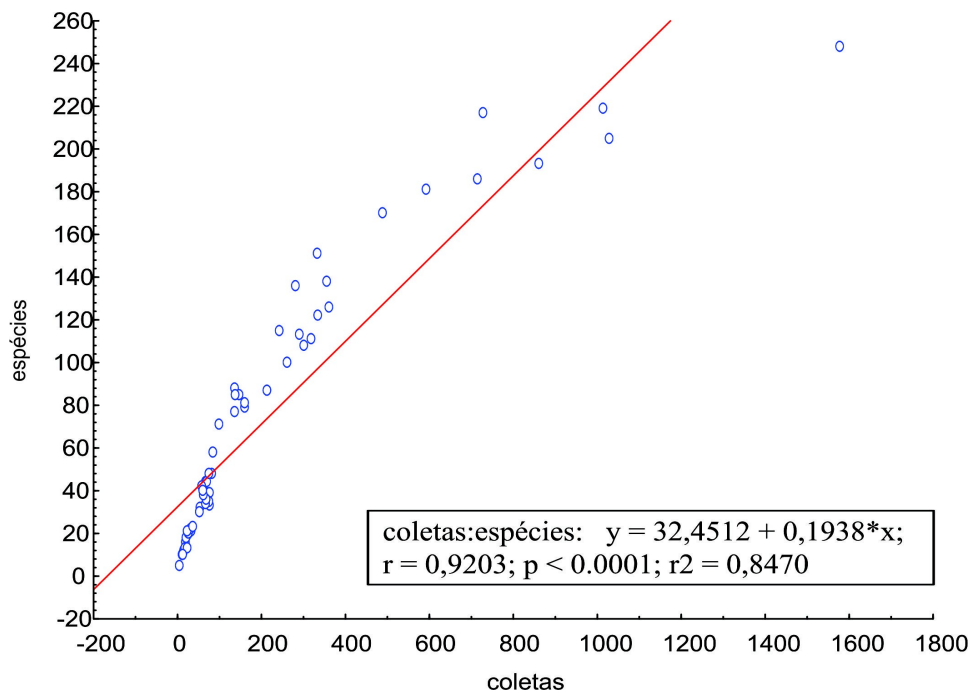


Figura 15: Regressão linear entre o número de espécies e o número de registros observados por unidade amostral em Santa Catarina.

Por isso, a intensificação de coleta precisa ser feita para todos os grupos, principalmente para os não arbóreos, que costuma ser negligenciados em levantamentos fitossociológicos (Gentry & Dodson, 1987). Contudo, como comenta Funk *et al.* (2005), coletar é mais do que uma atividade rotineira, porque requer comprometimento, um “olho-treinado” para decidir o que coletar e tomar cuidado com perigos e perda de tempo. A presença de um especialista no grupo para refinar as coletas é importante e deve ser sempre levada em consideração, além de expedições de coleta específicas para o grupo desejado.

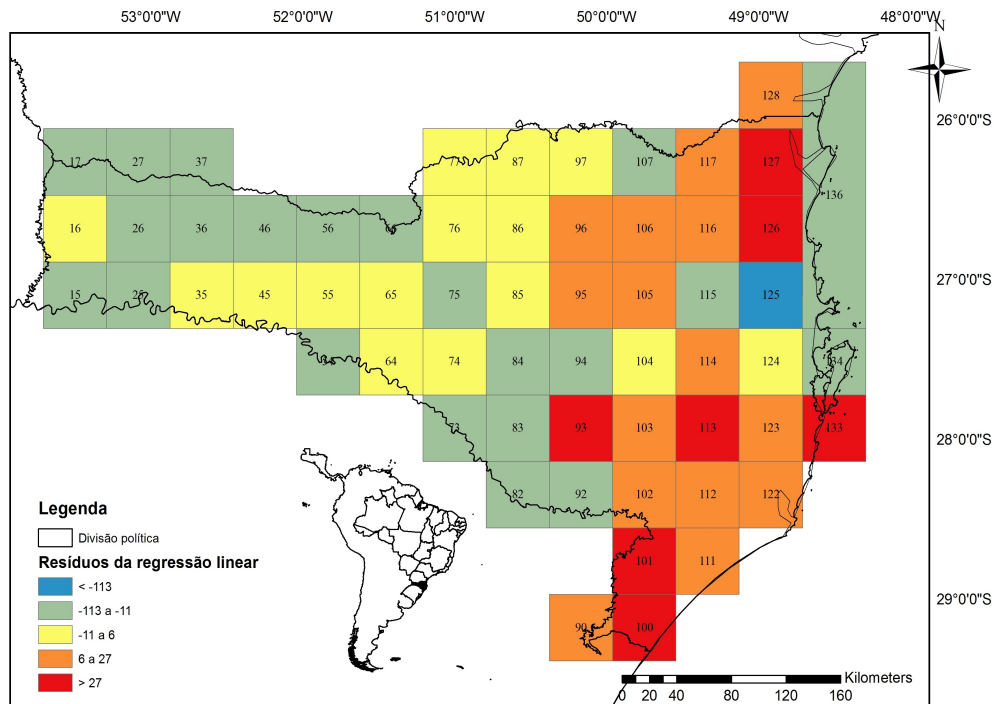


Figura 16: Plotagem dos resíduos da regressão linear entre número de coletas e espécies. As cores indicam os desvios da reta. O número de cada unidade amostral está sendo exibido.

O estimador de riqueza Jackknife 1 (Fig. 17), também demonstra um claro viés no esforço de coleta. A região da Floresta Ombrófila Densa, local das principais Universidades de Santa Catarina e onde o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) realizou intensas coletas de epífitos (Vibrans *et al.*, 2010; Caglioni *et al.*, 2012), aparece com elevada suficiência amostral (>70%, unidades amostrais em vermelho escuro).

Cabe destacar que este índice é influenciado diretamente pelo número de espécies coletadas em apenas uma unidade amostral (Colwell & Coddington, 1994; Colwell, 2006) e não faz nenhuma suposição acerca da distribuição das espécies (Magurran, 2004). Tem sido empregado e apontado como um dos melhores testes não paramétricos para este tipo de análise (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Werneck *et al.*, 2011), além de ser considerado preciso para grandes áreas/unidades amostrais (Hortal *et al.*, 2006; Colwell & Coddington, 1994).

Das 60 unidades amostrais analisadas, 11 possuem valores estimados em relação aos reais acima de 70%, e, outras 15 unidades amostrais apresentavam valores entre 65-70%. Ainda, 14 unidades amostrais possuem valores entre 60-65%, ou seja, 67% das unidades

amostrais estão com valores acima de 60%. As 20 unidades amostrais com menos de 60% do valor estimado em relação ao valor real alcançado, não adicionam nenhuma espécie à lista geral de espécie.

Cabe destacar algumas unidades amostrais aonde os valores reais chegam a 65% dos valores estimados pelo Jackknife 1. A região do oeste, como mencionado anteriormente, apresenta menor diversidade e a suficiência amostral superior a 70% quase é atingida em duas unidades amostrais. Mais uma vez, credita-se este resultado ao efeito-museu, pois há registros feitos pela Universidade do Extremo Oeste de Santa Catarina para a área.

O mesmo ocorre para o planalto de Santa Catarina, região da Floresta Ombrófila Mista e ecótonos com campos naturais. Nesta região, seis unidades amostrais possuem mais de 65% de valor real em relação ao estimado.

Entre os valores mínimos de cinco e máximo de 247 espécies (registrados nas unidades amostrais), o estimado pelo Jackknife 1, é de 10 e 304 espécies, respectivamente. Sabe-se que é apenas uma previsão e que muitas outras espécies devem ocorrer na unidade amostral menos diversa. Do total, 26 unidades amostrais tiveram estimados número de espécie superior a 100, todas elas próximo à região leste do estado (região litorânea).

Os dados sobre a biodiversidade são escassos, tendenciosos (coletas não padronizadas) e muitas vezes de baixa qualidade (Hortal *et al.*, 2007). Dados reunidos de diversas fontes sofrem com maior viés de coleta, por este motivo, é importante saber o quanto este viés influencia nas análises, pois assim, pode-se ajudar a esclarecer como a biodiversidade se distribui (Romo *et al.*, 2006). Mesmo em Santa Catarina, com todo o esforço amostral já efetuado, constata-se grande concentração de coletas próximo aos centros de pesquisa. Contudo, estes dados de exsicatas de herbários destas instituições são fundamentais, pois possuem dados como local de coleta e dados ecológicos que podem ajudar na delimitação de áreas de ocorrência e descrições sobre as espécies (MacDougall *et al.*, 1998). Este conhecimento sobre a distribuição das espécies é crucial para exploração, uso e conservação dos mesmos (Mutke & Barthlott, 2005).



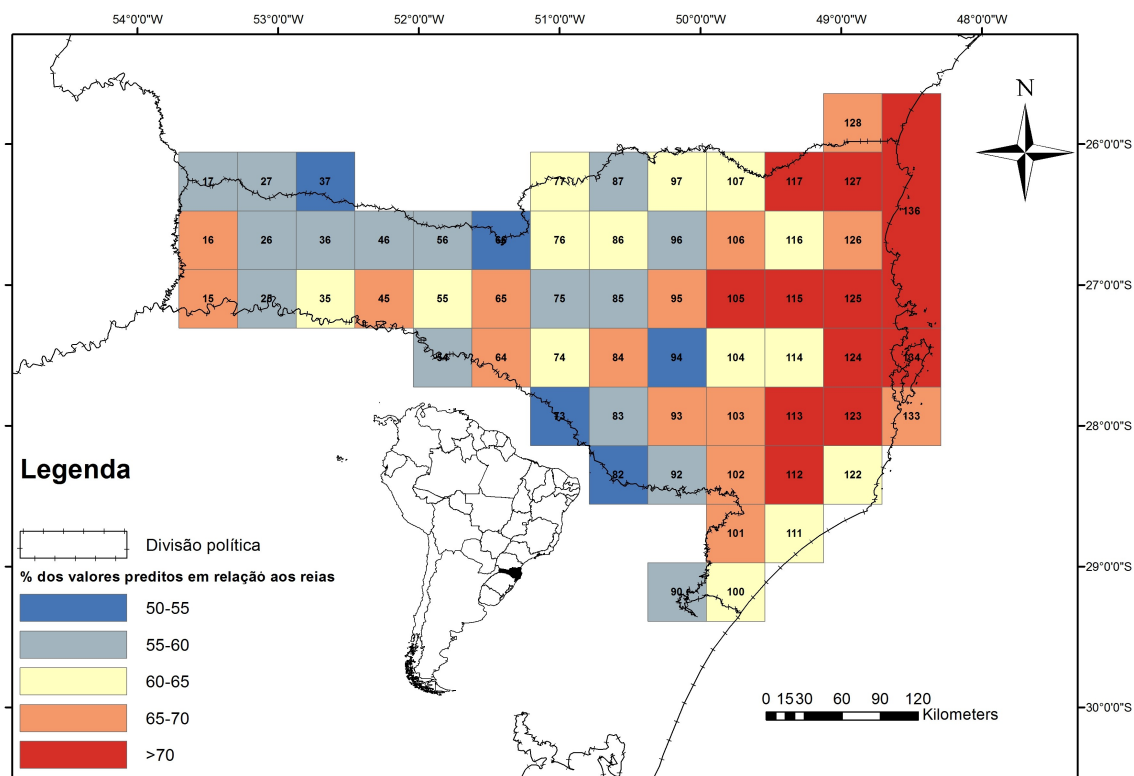


Figura 17: Suficiência amostral de acordo com Jackknife 1 executado no DivaGis. As unidades amostrais em vermelho escuro são com 70% de espécies previstas em relação as reais. Os valores representam o número da unidade amostral.

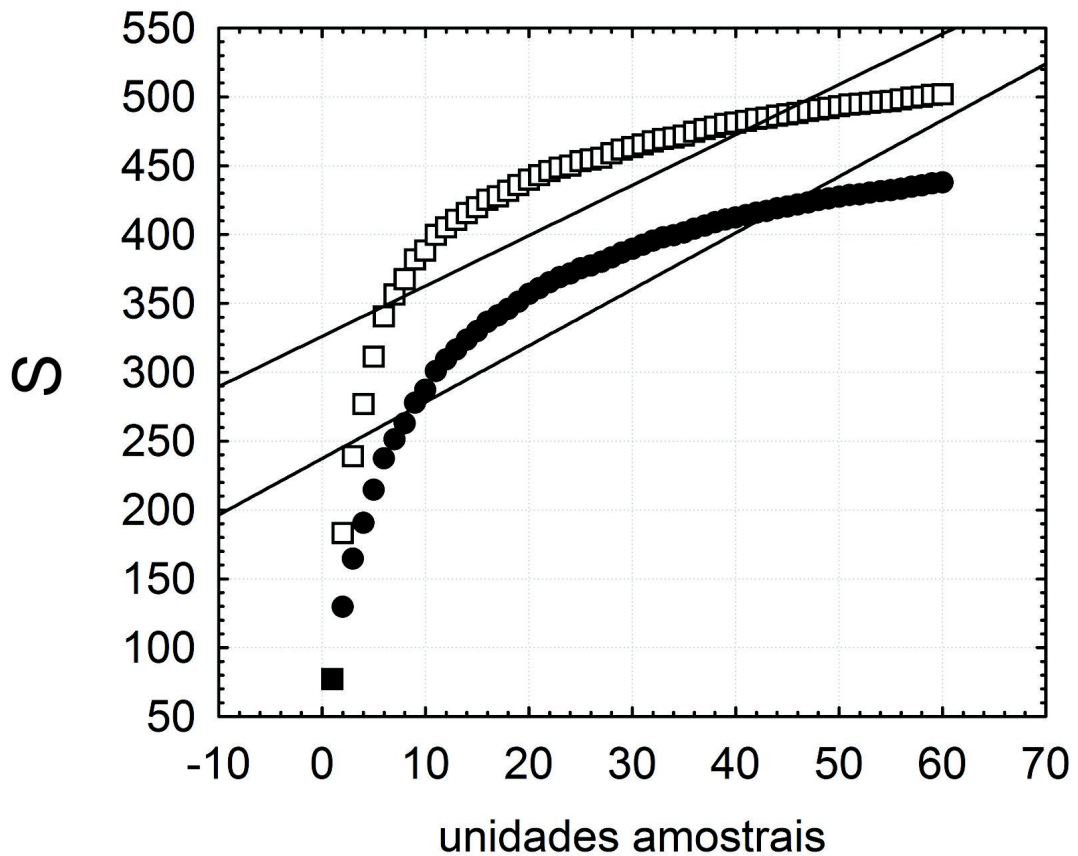
Quando se analisa as curvas de valores observados (Sobs) com a de valores estimados (Jack 1), muito rapidamente se atinge o valor de 350 espécies (aprox. 80%) do valor total para a curva espécie-área ou curva de coletor (Fig. 18). Esta curva foi gerada com base nos dados completos para toda Santa Catarina, valores diferentes podem ocorrer para cada região fitoecológica.

Uma curva de espécie-área ou de coletor é um gráfico com a plotagem do número acumulativo de espécies descobertas (Sobs), como função do esforço empregado para encontrá-las (Colwell & Coddington, 1994), o que demonstra que com poucos levantamentos é possível atingir uma elevada suficiência amostral. Contudo, para que se alcance espécies raras uma grande intensidade de amostragem precisa ser feita. Segundo Heck Jr *et al.* (1975), em alguns casos pode ser satisfatório coletar entre 50% a 70% do total de espécies que ocorrem em uma determinada área, considerando-se que as espécies mais comuns sejam coletadas.

A curva espécie-área (Fig. 18), não parece estabilizada, sendo necessário, portanto, maior amostragem para que se possa atingir uma curva estabilizada. Esta amostragem deve ser, preferencialmente, em áreas com menor intensidade de coleta, pois com isso, acredita-se que a curva atinja maior estabilidade. Estas duas curvas não significam que ainda pode-se adicionar mais espécies à lista de Santa Catarina, mas sim, que outras áreas precisam de maior esforço de coleta para que atinjam uma suficiência satisfatória.

A forma de uma curva espécie-área resulta de padrões de heterogeneidade ambiental e de dispersão de espécies (Scheiner *et al.*, 2000) e reflete que o número de espécies aumenta conforme aumenta-se o tamanho amostral (Scheiner *et al.*, 2000). Bebber *et al.* (2007) utilizaram uma curva de espécie-área para averiguar o quanto ainda cresce a descoberta de novos táxons e concluíram que a taxa de descobrimento de novas espécies é regida não só pelo número de espécies que precisa ser descoberta, mas pela intensidade amostral empregada para achá-las e publicá-las. Da mesma forma, a suficiência amostral só pode ser atingida com elevados esforços de coleta de grupos específicos, bem como, da disponibilização destes dados.

Com base nesses dados citados acima, é possível calcular quantas áreas precisam ser amostradas para que se possa guiar esforços de coleta, ou seja, pelo menos as 20 unidades amostrais que não possuem suficiência acima de 60%, e saber quanto tempo seria necessário para atingir o mesmo, e conseqüentemente, os custos das excursões de campo (Soberón & Llorente, 1993). Mesmo com áreas bem amostradas e identificadas, que porventura possam auxiliar na extrapolação para áreas pouco amostradas, desigualdades em amostragens podem resultar em descrições tendenciosas e parciais das variações da biodiversidade (Hortal *et al.*, 2007).



Jack 1  $y = 326.1259 + 3.6584*x$ ;  $r^2 = 0.6262$   
 Sobs Mean  $y = 237.37 + 4.096*x$ ;  $r^2 = 0.7673$

Figura 18: Curva comparativa entre o valor observado - Sobs - e o valor estimado pelo Jackknife 1 – Jack 1. Para cada curva, o valor significa 100 estimativas baseadas em 100 randomizações da ordem de acumulação das unidades amostrais.

Considerando-se os diversos estudos como aqui já apontados, a biodiversidade deve estar subestimada não apenas em Santa Catarina mas em todo o país. Um estudo recente demonstrou que, mesmo com mais intensidade de campo, até áreas desérticas e que se acreditava totalmente amostradas estavam subestimadas (Anthelme *et al.*, 2011). Portanto, deve-se guiar esforço amostral para as áreas que ainda não atingiram um valor mínimo de intensidade amostral, com o intuito de melhorar a suficiência e a riqueza em cada área (neste caso para as pteridófitas). Por este motivo, novas investidas de campo precisam ser efetuadas e espera-se que o IFFSC possa contribuir para sanar tais lacunas.

## Análise multivariada

### Similaridade e ordenação das unidades amostrais

Os eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA), foram pouco explicativos para os dados apresentados. Os três eixos juntos somaram 19,5% da variação dos dados (A1: 9,5; A2: 6,1; A3: 3,9). O teste de permutação de Monte Carlo indicou que o primeiro eixo é estatisticamente significativo com  $p = 0,005$ . Contudo é possível observar uma clara ordenação das unidades amostrais, ao se plotar os autovetores (Fig. 19). Um conjunto delas que pertencem à Floresta Ombrófila Densa destaca-se à esquerda da figura, o número de espécies exclusivas desta região fitoecológica pode explicar tal separação.

Pode-se observar as unidades amostrais da vertente litorânea, e as variáveis precipitação do trimestre mais quente (bio18) e temperatura média do trimestre mais úmido (bio8), influenciando estas unidades amostrais. Do outro lado do gráfico, aparecem as unidades amostrais da Floresta Ombrófila Mista, região do planalto de Santa Catarina, influenciadas pela altitude (alt) e precipitação do trimestre mais frio (bio19). As variáveis da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista são inversamente correlacionadas. Nas regiões de maiores altitudes em Santa Catarina, estão as áreas de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Nebular, onde ocorrem baixas precipitações se comparadas às demais áreas no Estado (EPAGRI, 2008).

As unidades amostrais que estão mais a oeste de Santa Catarina e são mais caracterizadas pela Floresta Estacional Decidual, mas com influência da Floresta Ombrófila Mista, aparecem bem distantes das demais (canto inferior direito da figura). A evapotranspiração potencial (PET) e a sazonalidade da temperatura (bio4) estão associados a estas unidades amostrais.

Um conjunto de espécies aparece associado a região oeste do estado como, *Doryopteris majestosa*, *Doryopteris stierii*, *Pecluma singeri*, *Hemionitis tomentosa*, *Doryopteris concolor*, *Adiantopsis perfasciculata*, *Anogramma chaerophylla*, *Blechnum australe* subsp. *auriculatum*, entre outras.

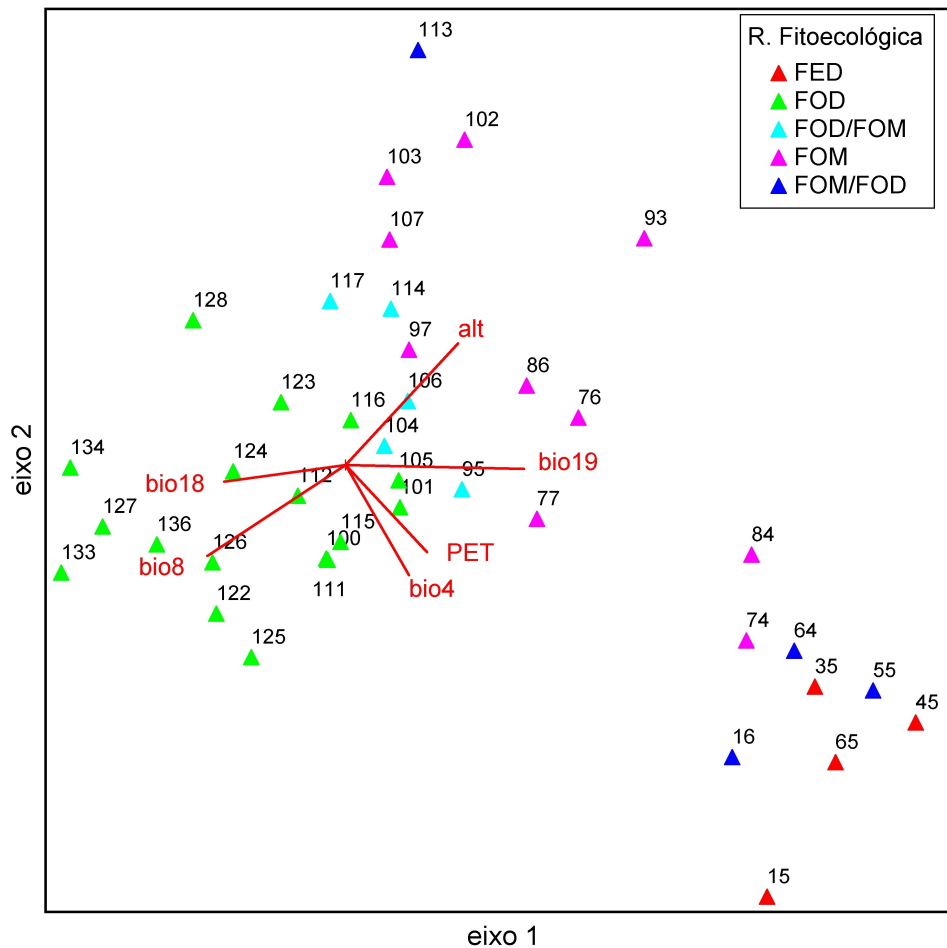


Figura 19: Ordenação obtida através de Análise de Correspondência Canônica (CCA) conduzida a partir de uma matriz de dados binários das espécies em cada unidade amostral do estado de Santa Catarina. As espécies foram omitidas do gráfico. Estão plotados os eixos 1 e 2. As cores correspondem as regiões fitoecológicas. FED: Floresta Estacional Decidual, FOD: Floresta Ombrófila Densa; FOM: Floresta Ombrófila Mista. FOD/FOM ou FOM/FOD representam as unidades amostrais com presença significativa das duas regiões fitoecológicas.

Outro conjunto de espécies destaca-se por ocorrer nas unidades amostrais onde ocorrem regiões de maior altitude, como *Isoetes smithii*, *Woodsia montevidense*, *Lycopodium assurgens*, *Blechnum squamipes*, *Hymenophyllum plumosum*, *Thelypteris stierii*, *Athyrium dombeyi*, entre outras. Essas espécies influenciam as unidades amostrais que aparecem na parte superior da figura, localizadas principalmente na região de Urubici, Orleans, Bom Retiro e São Joaquim (região da Floresta Ombrófila Mista e Floresta Nebular).

A unidade amostral 113, que se destaca na parte superior da figura (em azul), foi classificada como FOM/FOD. Grande parte das coletas realizadas nesta unidade amostral são em área de Floresta Ombrófila Mista (região de Urubici, Grão Pará, entre outras), com coleta de espécies típicas de altitude mais elevadas. Outras coletas foram feitas na região da Floresta

Ombrófila Densa, abaixo da região do planalto catarinense, por isso a classificação dela ser esta, e o posicionamento dela na ordenação estar mais associado a Floresta Ombrófila Mista.

Pode-se observar em negrito, na tabela 5, as variáveis que mais influenciam cada um dos eixos da CCA. O primeiro é mais influenciado pela precipitação do trimestre mais frio (positivamente) e pela temperatura média do trimestre mais úmido (negativamente). Já o segundo eixo é influenciado pela sazonalidade da temperatura (negativamente) e pela altitude (positivamente).

Tabela 5: Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos canônicos extraídos através da CCA aplicada às variáveis ambientais e matriz de espécie.

Variável	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
alt = altitude	0,53	<b>0,69</b>	-0,14
bio18 = Precipitação do trimestre mais quente	-0,58	-0,1	-0,13
bio19 = Precipitação do trimestre mais frio	<b>0,85</b>	-0,01	-0,06
bio4 = Sazonalidade da temperatura	0,3	<b>-0,61</b>	<b>-0,52</b>
bio8 = Temperatura média do trimestre mais úmido	<b>-0,65</b>	-0,51	-0,13
PET = evapotranspiração potencial	0,39	-0,48	-0,4

Outra técnica de agrupamento empregada, o TWINSPAM (Fig. 20), gerou dois grupos significativos (ANOSIM; R: 0,545,  $p < 0,001$ ). Um deles formado pelas unidades amostrais da Floresta Ombrófila Densa (a) e outro formado pelas unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista (b). O pequeno número de unidades amostrais e espécies da Floresta Estacional Decidual podem contribuir para que este grupo não seja separado de forma a se sustentar estatisticamente, além do não registro de espécies exclusivas desta região fitoecológica.

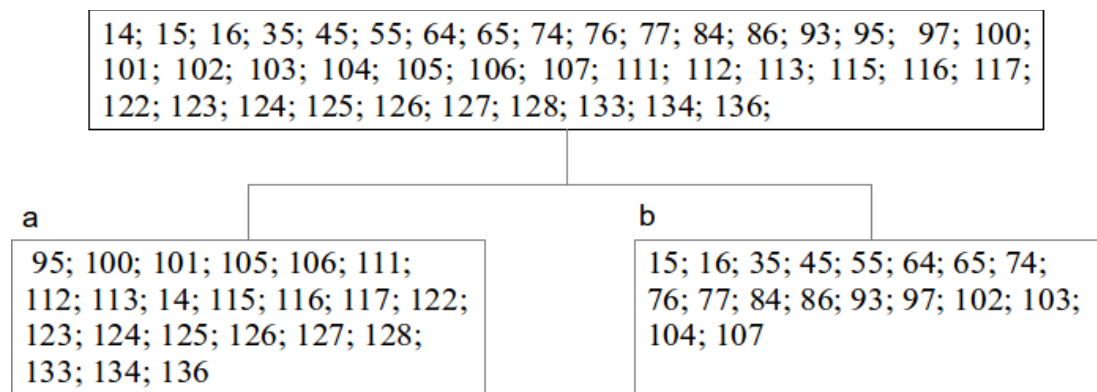


Figura 20: Classificação das Unidades Amostras pelo método TWINSPLAM. Os valores representam o número da unidade amostral.

A classificação gerada pelo WPGMA (ANOSIM:  $R: 0,7856$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig. 21), corroborou com a ordenação gerada pela CCA. Um grupo composto principalmente pelas unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual (em verde), outro por algumas unidades amostrais da Floresta Ombrófila Mista (azul), e um grande grupo gerado pelas unidades amostrais da Floresta Ombrófila Densa e da Floresta Ombrófila Mista, principalmente as da borda da Serra Geral (vermelho).

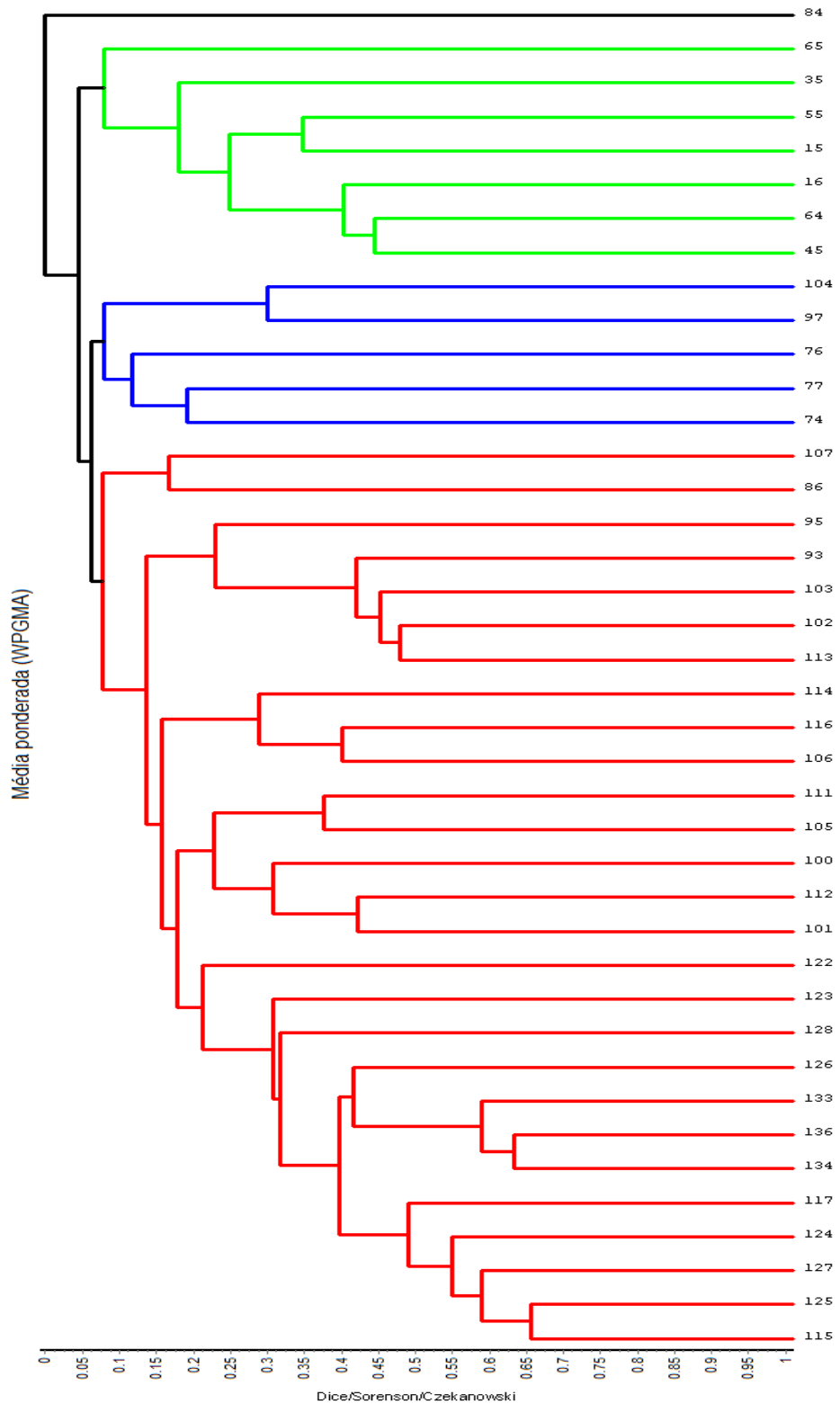


Figura 21: Agrupamento gerado pelo método WPGMA através da matriz de presença e ausência das coletas de pteridófitas em Santa Catarina. Apenas as UA pré-selecionadas anteriormente foram usadas para gerar o agrupamento. Em vermelho, boa parte das unidades amostrais da Floresta Ombrófila Densa, em azul da Floresta Ombrófila Mista e em verde da Floresta Estacional Decidual.



## Influência das variáveis ambientais sobre a composição de espécies

Dando sequência as análises, fez-se uma regressão linear dos dois eixos da DCA, que ordenou as unidades amostrais segundo a composição de espécies, e as variáveis ambientais (**eixo 1**:  $r^2_{\text{adj}}$ : 0,802; F: 26,348;  $p$ : <0,001; **eixo 2**:  $r^2_{\text{adj}}$ : 0,547; F: 8,424;  $p$ : <0,001). Os resíduos da regressão múltipla foram testados por meio de correlogramas aplicando-se o coeficiente I de Moran (Legendre & Fortin, 1989; Diniz-Filho *et al.*, 2003). Os dois eixos (Fig. 22 e 23), não apresentam estrutura espacial dos resíduos, com base na correção sequencial de Bonferroni (Fortin & Dale, 2005).

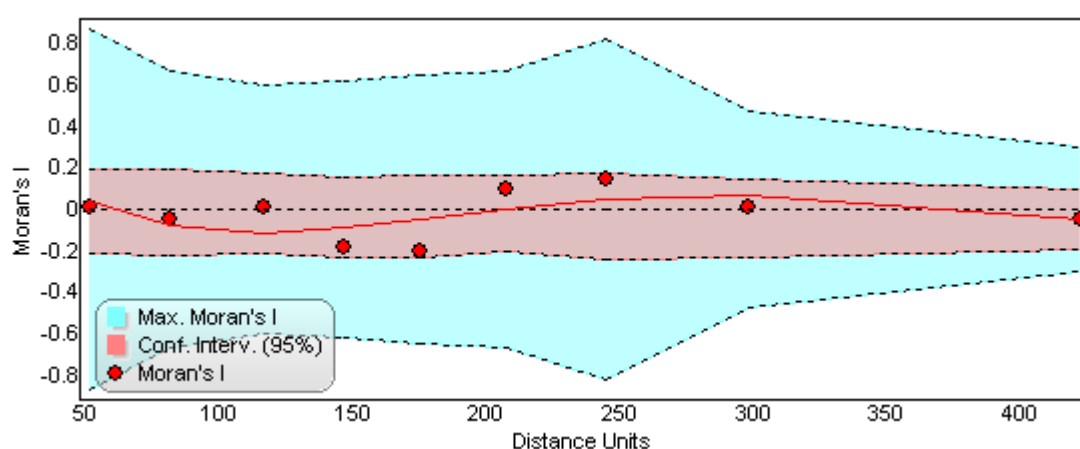


Figura 22: Correlograma produzido dos resíduos da regressão linear entre o eixo 1 e as variáveis ambientais. Não há estrutura espacial dos resíduos mesmo após a correção sequencial de Bonferroni.

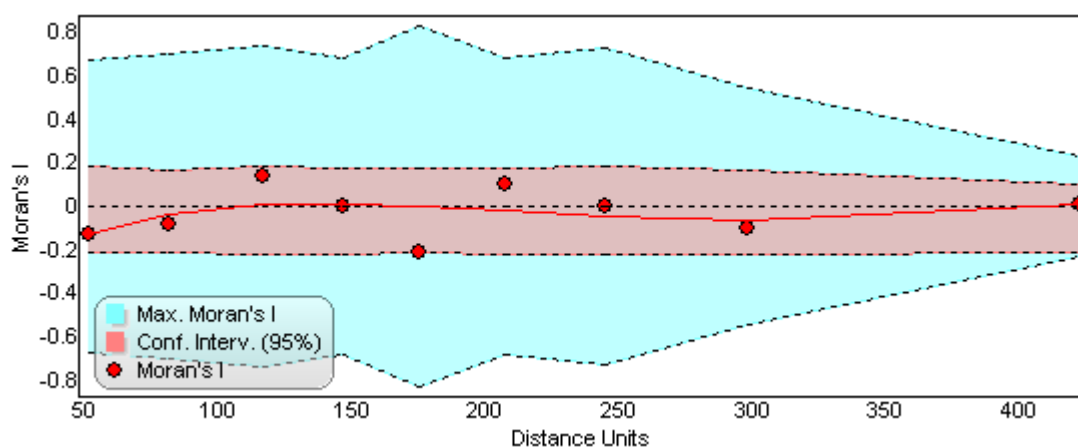


Figura 23: Correlograma produzido dos resíduos da regressão linear entre o eixo 2 e as variáveis ambientais. Não há estrutura espacial dos resíduos mesmo após a correção sequencial de Bonferroni.

Para o primeiro eixo da DCA, por meio da seleção do melhor modelo dentre todas as combinações possíveis de seis variáveis preditoras, 63 modelos OLS (*Ordinary Least Squares*) possíveis para cada variável resposta foram apresentados, e houve dois modelos com  $\Delta AICc$  menor que 2 (numericamente equivalentes segundo Richards (2005) (Tab. 6).

Apenas a altitude não foi selecionada em nenhum dos dois modelos. As variáveis: temperatura média do trimestre mais úmido (bio8), precipitação do trimestre mais quente (bio18) e precipitação do trimestre mais frio (bio19), estão em todos os modelos candidatos.

Tabela 6: Modelos candidatos entre os 63 possíveis para o eixo 1 e as 6 variáveis preditoras. bio8 (temperatura média do trimestre mais úmido), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial), bio4 (sazonalidade da temperatura)

Modelo	Variáveis	$r^2$ ajustado	AICc	Delta AICc
Mod #40	bio18, bio19, bio8 e PET	0,811	244,55	0
Mod #36	bio18, bio19, bio4 e bio8	0,807	245,571	1,02

O melhor modelo, apresentou as quatro variáveis: precipitação do trimestre mais quente (bio18;  $p=0.013$ ), precipitação do trimestre mais frio (bio19;  $p=0,002$ ), temperatura média do trimestre mais úmido (bio8;  $p=0,001$ ) e a evapotranspiração potencial (PET;  $p=0,012$ ) para explicar a composição de espécies (eixo 1). Esse modelo explica 81,1% da variação dos dados.

Três modelos foram apontados como candidatos para o eixo 2 ( $\Delta AICc$  menor que 2; Tab. 7). O melhor modelo incluiu a altitude (alt;  $p=0,037$ ), precipitação do trimestre mais frio (bio19;  $p=0,012$ ) e a sazonalidade da temperatura (bio4;  $p<0,001$ ). Ressalta-se que o  $r^2$  ajustado é menor se comparado aos do eixo 1, mas, mesmo assim, este modelo explica 54,1% da variação dos dados.

Neste trabalho, os dois primeiros eixos da DCA sofrem efeito da temperatura média do trimestre mais úmido (bio19). Este fator pode estar ligado à melhor época de reprodução para as espécies, quando as temperaturas não são baixas a ponto de ocorrer geadas, além de haver umidade suficiente para permitir que os esporos germinem e o anterozoide chegue até a oosfera.

Tabela 7: Modelos candidatos entre os 63 possíveis para o eixo 2 e as 6 variáveis preditoras. alt (altitude), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial), bio4 (sazonalidade da temperatura)

Modelo	Variáveis	r <sup>2</sup> ajustado	AICc	Delta AICc
Mod #19	alt, bio19, bio4	0,541	245,823	0
Mod #22	alt, bio19, bio4, PET	0,557	246,048	0,224
Mod #4	alt, bio18, bio19, bio4	0,543	247,404	1,581

A comparação entre os modelos gerados pelo OS (globais) e os do GWR (regionais) pode ser vista na tabela 8. O emprego do GWR possibilitou verificar (Fig. 24 e 25), as particularidades de cada uma das unidades amostrais e as variáveis ambientais selecionadas pelos modelos. Para o primeiro eixo, os valores foram mais significativos para GWR que para OLS.

Tabela 8: Performance dos modelos selecionados (métodos OLS e GWR) para a variação na composição de espécies de pteridófitas em Santa Catarina, baseado nos dois eixos da DCA e nos modelos selecionados.

		<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Akaike Information Criterion (AICc)	OLS	244.25	243.51
	GWR	239.8	244.869
Coeficiente de determinação (r <sup>2</sup> )	OLS	0.826	0.565
	GWR	0.88	0.591
r <sup>2</sup> ajustado (r <sup>2</sup> Adj):	OLS	0.811	0.541
	GWR	0.857	0.552
valores-p (r <sup>2</sup> )	OLS	<0,001	<0,001
	GWR	<0,001	<0,001

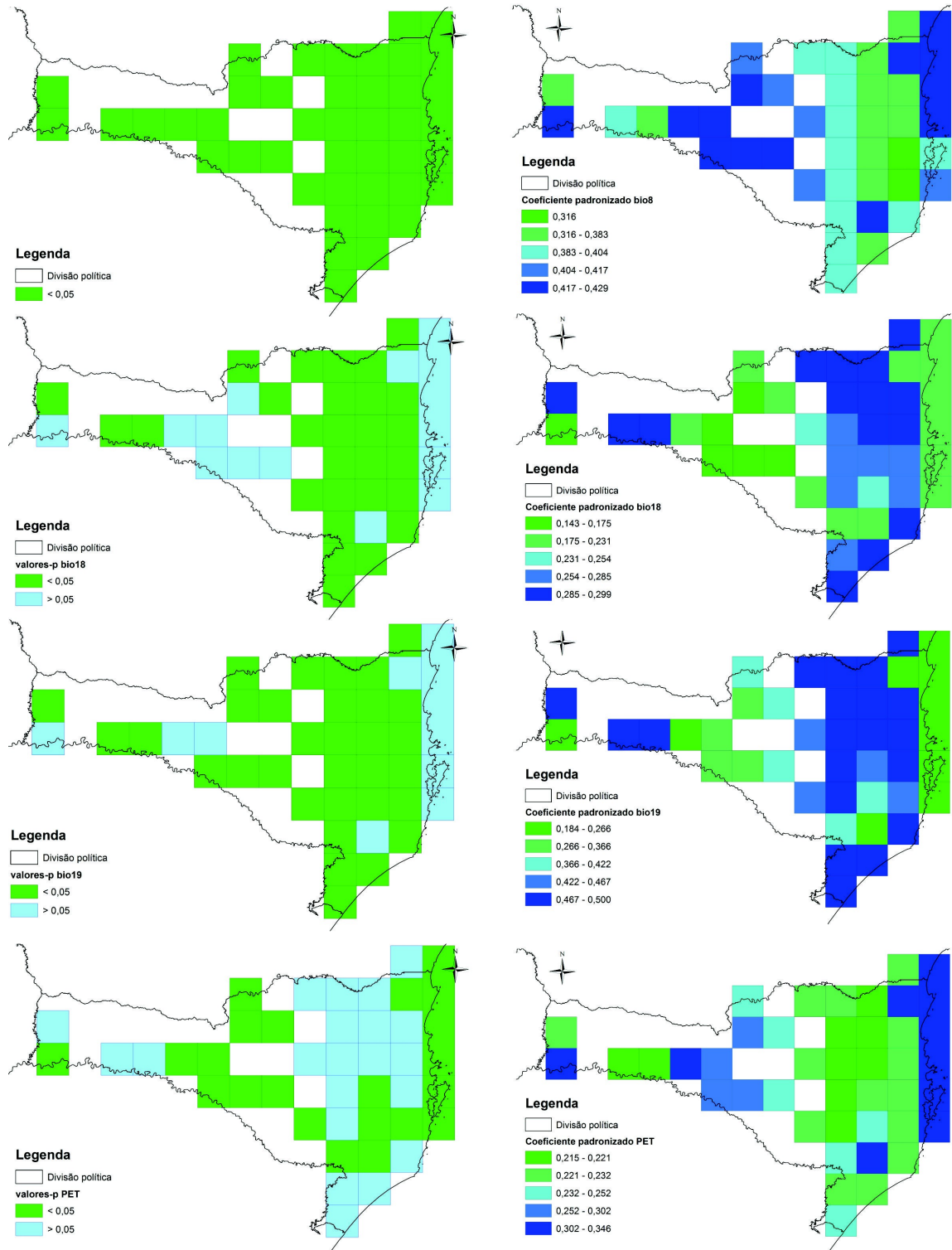


Figura 24: Mapas da esquerda com base nos valores-p e mapas da direita com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais testadas para o primeiro eixo da DCA com base no GWR. Nos mapas baseados em valores-p, o verde representa valores  $\leq 0,05$ , ou seja, significativos, e em azul  $> 0,05$ . *De cima para baixo:* bio8 (temperatura média do trimestre mais úmido), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), PET (evapotranspiração potencial).

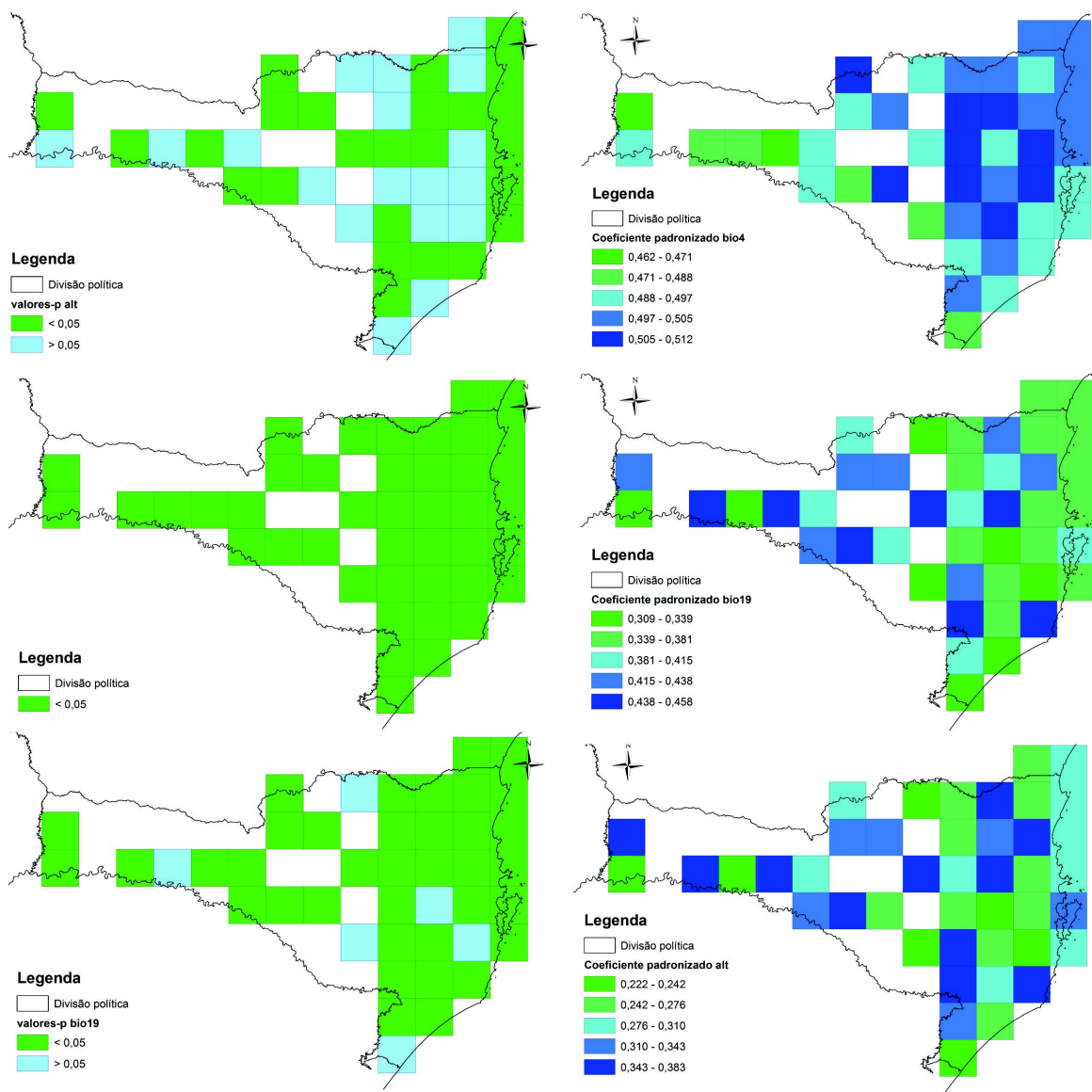


Figura 25: Mapas da esquerda com base nos valores-p e mapas da direita com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais testadas para o primeiro eixo da DCA com base no GWR. Nos mapas baseados em valores-p, o verde representa valores  $\leq 0,05$ , ou seja significativos e em azul  $> 0,05$ . De cima para baixo: bio4 (sazonalidade da temperatura), bio19 (precipitação do trimestre mais frio), alt (altitude).

Com base na figura 24, pode-se observar onde cada variável ambiental possui mais peso nas análises regionais (GWR). Percebe-se uma tendência das variáveis ambientais acompanhar a geomorfologia de Santa Catarina, onde as regiões litorâneas e as regiões do extremo oeste de Santa Catarina (regiões mais baixas em relação a altitude se comparadas ao planalto central), possuem peso similar, enquanto a região do planalto central as mesmas

variáveis influenciam menos. Com exceção da variável PET (Fig. 24), as demais variáveis possuem significância ( $p \leq 0,05$ ) para praticamente todas as unidades amostrais (unidades amostrais em verde). As precipitações do trimestre mais quente (bio18) e do trimestre mais frio (bio19), demonstram forte influência sobre as mesmas unidades amostrais. O mesmo pode ser observado para a evapotranspiração potencial (PET) e temperatura média do trimestre mais úmido (bio8).

Já a figura 25, onde se analisou o eixo 2 da DCA e as variáveis apontadas pelo modelo (Tab. 7) para o GWR, com exceção da altitude (alt), as demais variáveis possuem significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) em quase todas as unidades amostrais. A precipitação do trimestre mais frio (bio19) possui mais influência nas unidades amostrais do planalto central de Santa Catarina, regiões de maior altitude e clima mais frio.

Muitas espécies, mesmo as com grande distribuição, possuem limitações à ocorrência, como fatores físicos de temperatura, água e solo (Brown & Lomolino, 1998). O número de gradientes que influencia a distribuição é possivelmente infinito, portanto sempre se opera com informações incompletas, mas o conhecimento de especialistas agregado ao conhecimento sobre outros sistemas são de grande valor na seleção de variáveis explanatórias (Palmer *et al.*, 2002), além do emprego de métodos de classificação numérica que revelam padrões que não são facilmente detectados pelo olho humano (Preston *et al.*, 2011).

A delimitação de elementos e regiões florísticas (com base em análises multivariadas como DCA, PCA, CCA entre tantas outras) são úteis por várias razões, como apontado por Preston *et al.* (2011) e de la Sota (1973). Entre estas razões estão, por exemplo, detectar-se qual padrão de distribuição é comum a várias espécies, além de apontar as áreas onde pode-se indicar a criação de unidades de conservação. Outra função é que os valores são expressos de forma mais clara, e podem ser usados em outras análises para detectar variáveis ambientais que afetam estes eixos.

Para Smith (1993), os fatores que influenciam a distribuição das pteridófitas podem ser dividido em bióticos e abióticos. O autor elenca, entre os abióticos, proximidade geográfica, semelhanças edáficas e climatológicas e fatores históricos e geológicos, sendo que proximidade geográfica e o clima puderam ser avaliados nestes trabalhos. Ambientes com grande heterogeneidade ambiental levam a uma elevada biodiversidade (Parris, 1985; Tryon, 1986; Palmer *et al.*, 2002) e isto pode ser detectado em Santa Catarina. Mesmo sendo um estado pequeno, sua geomorfologia (aqui considerando efeitos de solo, clima, entre outros)

deu origem a regiões fitoecológicas diferenciadas (Klein, 1978; Leite & Klein, 1990), o que possibilita que diferentes espécies ocorram nos diferentes ambientes. Como comentado por de la Sota (1973), as mudanças climáticas e geomorfológicas no fim do Terciário e começo do Quaternário afetaram a distribuição de pteridófitas em todo o Cone Sul, onde Santa Catarina está inserida.

A grande riqueza de espécies é resultado de sobreposição de diferentes nichos (Ponce *et al.*, 2002; Raedig *et al.*, 2010), gerado pela heterogeneidade ambiental. Contudo a fragmentação dos ecossistemas ameaça a biodiversidade (Aldrich & Hamrick, 1998), não só pela extinção direta, mas pela alteração nos regimes de chuva e umidade (Webb *et al.*, 2005), que afetariam diretamente as pteridófitas, dependentes diretas da água para reprodução. Esta dependência de água é uma das desvantagens competitivas apontadas por Page (2002) para o grupo, bem como a intolerância a grandes flutuações climáticas.

Ponce *et al.* (2002), observaram que características fisionômicas como relevo montanhoso, de altitudes moderadas a elevadas, pluviosidade e/ou umidade altas, contribuíram para a elevada riqueza dos trópicos. Para a Austrália, Bickford & Laffan, (2006) sugerem que um modelo multi-escala integrando temperatura, umidade e heterogeneidade ambiental poderia explicar gradientes de espécies de pteridófitas. Em Minas Gerais, por exemplo, Salino & Almeida (2009b) observaram que as áreas que apresentam altitude entre 800 - 1.500 metros eram as mais diversas. Estas áreas apresentavam relevo bastante acidentado, com grande cobertura de formações florestais úmidas, mas também com áreas campestres e de transição, o que cria grande heterogeneidade dos micro-habitats. Na vertente litorânea do Paraná Paciencia (2008), apontou que a distribuição de espécies é influenciada pelo solo, estrutura da floresta e MDE (*Mid-Domain Effects*).

Page (1979b), observa que áreas costeiras estão sujeitas a pluviosidade maior e mais constante, levando ao desenvolvimento de uma vegetação mais rica, o que pode ser observado em Santa Catarina, onde as regiões costeiras são mais diversas que as demais regiões. Outro aspecto levantado por Nery (2005), é que a variabilidade da precipitação na região sul é significativamente complexa, com atuações de diversas dinâmicas importantes, como massas polares, sistemas convectivos, maritimidade e continentalidade, e mais especificamente em Santa Catarina, os ciclones extratropicais originados do encontro de águas frias e quentes intensificam as frentes frias e as chuvas.

Doubrawa (2007), demonstra que na média histórica, não há déficit hídrico para algumas regiões de Santa Catarina, em especial o extremo oeste. Contudo, entre 2003-2005 a região oeste de Santa Catarina apresentou excepcionais períodos com aridez e períodos úmidos entremeados por superúmidos, não evidenciados através dos valores médios da série histórica. Esta mudança pode ser causada pela perda de floresta identificada para a região (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009), e que de acordo com Sheil & Murdiyarso (2009) pode afetar a distribuição de chuvas. Além disso, qualquer distúrbio que cause mudanças microclimáticas, como a fragmentação (Paciência & Prado, 2005; Silva *et al.*, 2011), pode gerar mudanças na disponibilidade de água e afetar diretamente as pteridófitas (Pausas & Sáez 2000).

A umidade tem uma predominante influência sobre a composição e distribuição de espécies (Greer *et al.*, 1997; Aldasoro *et al.*, 2004). A falta de chuvas pode tornar certas áreas inabitáveis para as pteridófitas, conforme reportado por Parris (1985) em regiões africanas. Da mesma forma, Krefl & Jetz (2007) apontam que evapotranspiração potencial, número de dias chuvosos por ano e medidas de topografia e heterogeneidade de habitats aparecem como preditores de riqueza de espécies de plantas vasculares, mas nos trópicos, principalmente, a disponibilidade de água e umidade parecem afetar mais intensamente as plantas (Hawkins *et al.*, 2003; Krefl & Jetz, 2007). Na Amazônia, por exemplo, o solo também pode ser correlacionado, quando pequenas parcelas são estudadas e este pode ser medido com mais facilidade (Tuomisto *et al.*, 1998, 2002), o que também foi constatado para o Paraná (Paciência, 2008).

Bhattarai *et al.* (2004), ao analisar a riqueza de pteridófitas ao longo de um gradiente (em ambiente temperado), aponta que a resposta das pteridófitas é linear em relação a gradientes de umidade, o que pode estar associado à baixa capacidade de controlar a perda de água por transpiração, tornando muitas espécies dependentes de condições de umidade elevada para sobreviver (Page, 2002). Esses gradientes de umidade são gerados por dias de chuva e presença de nuvens no gradiente altitudinal, os quais, tendem a aumentar a umidade disponível. A evapotranspiração potencial acima de 1.000 mm limitaria a riqueza de pteridófitas por remover do ar a umidade disponível (Bhattarai *et al.*, 2004) em ambientes com déficit hídrico.

Essas variáveis, de uma forma ou outra, foram incorporadas nos modelos testados e a precipitação está associada com a composição de pteridófitas, bem como observado por Soria-



Auza & Kessler (2008), que detectou que as áreas mais ricas em pteridófitas são aquelas ao longo das florestas úmidas, e por Dzwonko & Kornas (1994), que observaram que a riqueza e a composição de espécies dependem diretamente do nível de chuva da área. van der Werff (1990) acredita que a umidade e a distribuição da chuva ao longo do ano influenciam o tamanho das espécies, sendo que as menores ocorrem em áreas de florestas decíduas.

Kessler (2001) observou, dentre 14 variáveis ambientais, que a riqueza está relacionada com a precipitação média anual e a cobertura de musgos nos caules das plantas. A propósito, Lehmann & Leathwick (2002), apontam que umidade é um fator importante, mas a temperatura média anual foi a mais importante variável para modelos de predição de riqueza de espécies, seguida pela radiação solar anual. Já temperatura e fotoperíodo, foram observados por Schmitt *et al.* (2009), como preponderantes na produção de esporos de *Dicksonia sellowiana*.

Isto vai ao encontro do que foi observado neste trabalho, onde precipitação do trimestre mais quente e do trimestre mais frio, temperatura média do trimestre mais úmido, evapotranspiração potencial e a sazonalidade da temperatura foram as variáveis selecionadas para explicação dos dados. Na África, a falta de um clima mais úmido em todo o continente, é considerado o fator principal para a baixa diversidade de pteridófitas (Kornas, 1993). Dormência ou poiquiloidria são algumas das estratégias adotadas pelas pteridófitas, o que permite sobreviver a períodos de maior escassez de água (Kornas, 1985, 1993), principalmente em áreas com estresse hídrico (Kornas, 1977).

Por fim, de acordo com Qian & Ricklefs (2008), embora a diversidade seja correlacionada com variáveis ambientais e com o tamanho da unidade amostral, padrões globais de diversidade são estabelecidas por grandes processos de diversificação ecológicos e evolutivos. Além disso, diferentes agrupamentos de espécies são influenciados por diferentes fatores geoambientais (Moreno Saiz & Lobo, 2007), e diferentes espécies respondem de diferentes maneiras às variáveis ambientais (Greer *et al.*, 1997). Outras áreas e outros biomas devem ter diferentes agentes interagindo com a atual flora pteridofítica. Greer *et al.* (1997) aponta que estudos para entender como o gametófito e/ou quais as variáveis ambientais que afetam o seu desenvolvimento devem ser desenvolvidos, já que as variáveis presentes para o esporófito podem ser diferentes daquelas do gametófito, além de poderem variar entre os gêneros e as espécies (Aldasoro *et al.*, 2004).

Foram registradas neste trabalho, 439 espécies de pteridófitas para Santa Catarina, sendo, até o momento, o quinto estado brasileiro com maior riqueza de pteridófitas. Além disso, 20 novos registros foram feitos, sejam esses coletas recentes, ou de material tombado em herbário mas até então não registrado.

Quanto ao nível de ameaça de extinção, uma espécie foi considerada criticamente em perigo, por ocorrer em área de intensa atividade imobiliária. Outras sete espécies, foram consideradas presumivelmente extintas, por não terem registros recentes em Santa Catarina.

Cerca de 29% das espécies possuem uma distribuição relativamente pequena em Santa Catarina, ocorrendo em até três unidades amostrais. Estas espécies merecem maior esforço de amostragem e compreensão de sua real distribuição e ecologia, pois a falta de proteção, seja em Unidades de Conservação, Reserva Legal ou ainda Áreas de Proteção Permanente podem levar a um rápido declínio destas espécies em suas áreas de ocorrência. Não foi possível incluir como variável o impacto humano nas análises, mas a deterioração dos ecossistemas e a expansão da agricultura colocam em risco os remanescentes florestais e consequentemente as pteridófitas.

Ao todo, 11 unidades amostrais estão com valores de riqueza reais em relação ao estimado acima de 70%, o que indica que são áreas bem amostradas. Contudo, um número significativo delas (20 unidades amostrais), este valor está abaixo dos 60%. Estas áreas devem ser foco de futuras coletas e de um maior esforço amostral para elevar este valor.

Apesar da baixa diversidade da Floresta Estacional Decidual, essa região fitoecológica carece de unidades de conservação. Nenhuma em nível federal foi identificada para proteger os remanescentes. A única área protegida é o Parque Estadual Fritz Plaum, com menos de 800 ha. Não só a Floresta Estacional Decidual precisa ser protegida, mas os campos naturais e os remanescentes florestais entremeados aos campos também, e a criação do pleiteado Parque Nacional do Campo dos Padres contribuiria para proteção de uma biodiversidade específica daquela área.

A concentração das chuvas poderá afetar significativamente as espécies de pteridófitas, já que a reprodução, pelo menos, ficaria condicionada a períodos de umidade, o

que pode levar à extinção local de espécies que por ventura necessitam de maior período chuvoso para reprodução.

Uma vez que a detecção dos padrões de chuva parece indicar, com as mudanças climáticas, uma maior concentração das mesmas e maior intensidade, a composição e riqueza de espécies deve ser alterada em Santa Catarina, já que a disponibilidade de água deve se modificar, com o surgimento de períodos biologicamente secos no estado, até então não ocorrentes.

Por fim, o estudo de dados do passado pode auxiliar a compreender um pouco melhor a composição e a elevada diversidade de espécies que Santa Catarina possui, se comparada com outros estados e áreas vizinhas.

## REFERÊNCIAS

- APG (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **161**, 105-121.
- Aldasoro, J.J., Cabezas, F. & Aedo, C. (2004) Diversity and distribution of ferns in sub-Saharan Africa, Madagascar and some islands of the South Atlantic. *Journal of Biogeography*, **31**, 1579-1604.
- Aldrich, P.R. & Hamrick, J.L. (1998) Reproductive Dominance of Pasture Trees in a Fragmented Tropical Forest Mosaic. *Science*, **281**, 103-105.
- Almeida, T.E. (2008) Análise quantitativa da distribuição geográfica das espécies de pteridófitas ocorrentes no estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 64 pp.
- Alston, A.H.G. (1981) The genus *Selaginella* in tropical South America. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Botany series*, **9**, 233-330.
- Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, **27**, 97-115.
- Anthelme, F., Abdoukader, A. & Viane, R. (2011) Are ferns in arid environments underestimated? Contribution from the Saharan Mountains. *Journal of Arid Environments*, **75**, 516-523.
- Araújo, M.B. (2002) Biodiversity hotspots and zones of ecological transition. *Conservation Biology*, **16**, 1662-1663.
- Arcand, N.N. & Ranker, T.A. (2008) *Conservation Biology. Biology and evolution of ferns and lycophytes* (ed. by T.A. Ranker and C.H. Haufler), Cambridge University Press., Cambridge.
- Athayde-Filho, F.P. & Windisch, P.G. (2006) Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, **7**, 63-71.
- Barbault, R. (2011) 2010: A new beginning for biodiversity? *Comptes Rendus Biologies*.
- Barrington, D.S. (1993) Ecological and historical factors in fern biogeography. *Journal of Biogeography*, **20**, 275-279.
- Barros, I.C.L. (1997) Pteridófitas ocorrentes em Pernambuco: ensaio biogeográfico e análise numérica. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 577 pp.
- Bebber, D.P., Carine, M.A., Wood, J.R.I., Wortley, A.H., Harris, D.J., Prance, G.T., Davidse, G., Paige, J., Pennington, T.D., Robson, N.K.B. & Scotland, R.W. (2010) Herbaria are a major frontier for species discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**, 22169-71.
- Bebber, D.P., Marriott, F.H.C., Gaston, K.J., Harris, S.A. & Scotland, R.W. (2007) Predicting unknown species numbers using discovery curves. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, **274**, 1651-1658.
- Beukema, H. & van Noordwijk, M. (2004) Terrestrial pteridophytes as indicators of a forest-like environment in rubber production systems in the lowlands of Jambi, Sumatra. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **104**, 63-73.

- Bhattarai, K.R., Vetaas, O.R. & Grytnes, J.A. (2004) Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *Journal of Biogeography*, **31**, 389-400.
- Bickford, S.A. & Laffan, S.W. (2006) Multi-extent analysis of the relationship between pteridophyte species richness and climate. *Global Ecology and Biogeography*, **15**, 588-601.
- Birks, H.J.B. (1976) The distribution of European pteridophytes: a numerical analysis. *New Phytologist*, **77**, 257-287.
- Bittencourt, S., Corte, A.P.D. & Sanquetta, C.R. (2004) Estrutura da Comunidade de Pteridophyta em uma Floresta Ombrófila Mista, Sul do Paraná, Brasil. *Silva Lusitana*, **12**, 243-254.
- Blume, M., Fleck, R. & Schmitt, J.L. (2010) Riqueza e composição de filicíneas e licófitas em um hectare de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, **8**, 336-341.
- Borcard, D., Legendre, P., Avois-Jacquet, C. & Tuomisto, H. (2004) Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology*, **85**, 1826-1832.
- Brack, P., Bueno, R.M., Falkenberg, D.B., Paiva, M.R.C., Sobral, M. & Stehmann, J.R. (1985) Levantamento Florístico do Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessléria*, **7**, 69-94.
- Brayard, A., Escarguel, G. & Bucher, H. (2005) Latitudinal gradient of taxonomic richness: combined outcome of temperature and geographic mid-domains effects? *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, **43**, 178-188.
- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998) *Biogeography*, 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 691 pp.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002) *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*, 2nd edn. Springer, New York. 488 pp.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández-Morcillo, M., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.C. & Watson, R. (2010) Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, **328**, 1164-8.
- Cagliani, E., Bonnet, A., Schmitt, J.L., Cristofolini, C., Andrade, S., Cadorin, T.J., Oliveira, C.P.L., Grosch, B., Gasper, A.L. de, Uhlmann, A., Sevegnani, L. & Vibrans, A.C. (2012) Epífitos vasculares predominantes em zonas ecológicas de forófitos, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Estudos Ambientais*, **14**, 28-42.
- Callmander, M.W., Schatz, G.E. & Lowry II, P.P. (2005) IUCN Red List assessment and the Global Strategy for Plant Conservation: taxonomists must act now. *Taxon*, **54**, 1047-1050.
- Cardelús, C.L., Colwell, R.K. & Watkins Jr., J.E. (2006) Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology*, **94**, 144-156.

- Carrascal, L.M., Galván, I. & Gordo, O. (2009) Partial least squares regression as an alternative to current regression methods used in ecology. *Oikos*, **118**, 681-690.
- Cassemiro, F.A.S. & Padiál, A.A. (2008) Teoria neutra da biodiversidade e biogeografia: aspectos teóricos, impactos na literatura e perspectivas. *Oecologia brasiliensis*, **12**, 706-719.
- Cervi, A.C., Acra, L.A., Rodrigues, L., Train, S., Ivanchechen, S.L. & Moreira, A.L.O.R. (1987) Contribuição ao conhecimento das pteridófitas de uma Mata de Araucária Curitiba Paraná Brasil. *Acta Biológica Paranaense*, **16**, 77-85.
- Collen, B., Ram, M., Zamin, T. & McRae, L. (2010) The tropical biodiversity data gap: addressing disparity in global monitoring. *Tropical Conservation Science*, **1**, 75-88.
- Colwell, R.K. (2006) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>. Acesso em 10 de janeiro de 2012.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, **345**, 101-118.
- Condon, M., Scheffer, S.J., Lewis, M.L. & Swensen, S.M. (2008) Hidden Neotropical Diversity: Greater Than the Sum of Its Parts. *Science*, **320**, 928-931.
- Cortez, L. (2001) Pteridofitas epifitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los Bosques Nublados de Venezuela. *Gayana Botánica*, **58**, 13-23.
- Cousen, M.I. (1988) *Plant Reproductive Ecology patterns and strategies*. Plant Reproductive Ecology. Patterns and Strategies (ed. by J.L. Doust and L.L. Doust), pp. 307-325. Oxford University Press, New York.
- Cox, C.B. (2001) The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography*, **28**, 511-523.
- de la Sota, E.R. (1973) La distribución geográfica de las Pteridófitas en el Cono Sur de América meridional. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, **15**, 23-34.
- Diniz-Filho, J.A.F. & Bini, L.M. (2005) Modelling geographical patterns in species richness using eigenvector-based spatial filters. *Global Ecology and Biogeography*, **14**, 177-185.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M. & Hawkins, B.A. (2003) Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography*, **12**, 53-64.
- Diniz-Filho, J.A.F., Rangel, T.F.L.V.B. & Bini, L.M. (2008) Model selection and information theory in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography*, **17**, 479-488.
- Dittrich, V.A.O. (2005) Estudos taxonômicos no gênero *Blechnum* L. (Pterophyta: Blechnaceae) para as regiões sudeste e sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Dittrich, V.A.O., Waechter, J.L. & Salino, A. (2005) Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, **19**, 519-525.
- Doubrawa, A. (2007) A crise de água e sua possível relação com os parques remanescentes florestais na região oeste do estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau. 178 pp.

- Durigon, J. & Waechter, J.L. (2011) Floristic composition and biogeographic relations of a subtropical assemblage of climbing plants. *Biodiversity and Conservation*, **20**, 1027-1044.
- Dzwonko, Z. & Kornas, J. (1994) Patterns of species richness and distribution of pteridophytes in Rwanda (Central Africa): a numerical approach. *Journal of Biogeography*, **21**, 491-501.
- EPAGRI (2008) Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/>. Acesso em 10 de janeiro de 2012.
- ESRI (2010) ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Falkenberg, D.B. (2003) Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 557 pp.
- Feeley, K.J. & Silman, M.R. (2011) The data void in modeling current and future distributions of tropical species. *Global Change Biology*, **17**, 626-630.
- Fernandes, I. (1997) Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 435 pp.
- Ferrer-Castán, D. & Vetaas, O.R. (2005) Pteridophyte richness, climate and topography in the Iberian Peninsula: comparing spatial and nonspatial models of richness patterns. *Global Ecology and Biogeography*, **14**, 155-165.
- Fortin, M.J. & Dale, M.R.T. (2005) *Spatial analysis: a guide for ecologists*, Cambridge Univ Pr. Cambridge. 380 pp.
- Forzza, R C, Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D.A., Carvalho, A.A., Coelho Nadruz, M.A., Costa, A F, Costa, D P, Hopkins, M.J.G., Leitman, P M, Lohmann, L G, Lughadha, E N, Maia, L C, Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M P, Peixoto, A L, Pirani, J R, Prado, J., Queiroz, L P, Souza, S., Souza, V C, Stehmann, J.R., Sylvestre, L.S., Walter, B M T & Zappi, D C (2012) New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. *BioScience*, **62**, 39-45.
- Forzza, R.C., Leitman, P.M., Costa, A.F., Carvalho Jr., A.A., Peixoto, A.L., Walter, B.M.T., Bicudo, C., Zappi, D.C., Costa, D.P., Lleras, E., Martinelli, G., Lima, H.C., Prado, J., Stehmann, J.R., Baumgratz, J.F.A., Pirani, J.R., Sylvestre, L.S., Maia, L.C., Lohmann, L.G., Queiroz, L.P., Silveira, M., Coelho, M.N., Mamede, M.C.H., Bastos, M.N.C., Morim, M.P., Barbosa, M.R., Menezes, M., Hopkins, M.J.G., Secco, R., Cavalcanti, T.B. & Souza, V.C. (2010) *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: [floradobrasil.jbrj.gov.br](http://floradobrasil.jbrj.gov.br). Acesso em 20 de novembro de 2011.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C. & Charlton, M. (2002) *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*, John Wiley & Sons, Chichester. 282 pp.
- France, R. & Rigg, C. (1998) Examination of the “founder effect” in biodiversity research: patterns and imbalances in the published literature. *Diversity and Distributions*, **4**, 77-86.
- Franz, I. & Schmitt, J.L. (2005) *Blechnum brasiliense* Desv. (Pteridophyta, Blechnaceae): Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica. *Pesquisas, Série Botânica*, **56**, 173-183.

- Fuchs-Eckert, H.P. (1986) *Isoetáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2009) *Atlas Dos Remanescentes Florestais Da Mata Atlântica Período 2005-2008*, São Paulo. Disponível em: [http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-2008.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-2008.pdf). Acesso em 15 de abril de 2011.
- Funk, V.A., Richardson, K.S. & Ferrier, S. (2005) Survey-gap analysis in expeditionary research: where do we go from here? *Biological Journal of the Linnean Society*, **85**, 549-567.
- GAPLAN. Santa Catarina. Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral (1986) *Atlas de Santa Catarina*, Aerofoto Cruzeiro, Rio de Janeiro. 173 pp.
- GEOAMBIENTE Sensoriamento Remoto Ltda (2008) *Projeto de Proteção Da Mata Atlântica Em Santa Catarina (PPMA/SC). Relatório Técnico do Mapeamento Temático Geral do Estado de Santa Catarina.*, São José dos Campos.
- Gasper, A.L. de, Salino, A., Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Verdi, M., Korte, A., Stival-Santos, A., Dreveck, S., Cadorin, T.J., Schmitt, J.L. & Caglioni, E. (2012) Pteridófitas de Santa Catarina, um olhar sobre os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **26**, 421-434.
- Gasper, A.L. de & Sevegnani, L. (2010) Lycophyta e samambaias do Parque Nacional da Serra do Itajaí, Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea*, **37**, 755-767.
- Gasper, A.L. de, Sevegnani, L., Vibrans, A.C., Uhlmann, A., Lingner, D.V., Verdi, M., Dreveck, S., Stival-Santos, A., Brogni, E., Schmitt, R. & Klemz, G. (2011) Inventário de *Dicksonia sellowiana* Hook. em Santa Catarina. *Acta Botanica Brasilica*, **25**, 776-784.
- Gauch, H.G. (1982) *Multivariate Analysis in Community Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge.. 298 pp.
- Gentry, A.H. & Dodson, C. (1987) Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica*, **19**, 149-156.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P., Wanderley, M.D.G.L. & van den Berg, C. (2005) Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. *Conservation Biology*, **19**, 632-639.
- Given, D.R. (1993) Changing Aspects Of Endemism And Endangerment In Pteridophyta. *Journal of Biogeography*, **20**, 293-302.
- Governo do Estado de Santa Catarina (2006) *Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e apoio para sua implementação*. Disponível em [http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/biblioteca\\_visualizar\\_arquivos.jsp?idEmpresa=1](http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/biblioteca_visualizar_arquivos.jsp?idEmpresa=1). Acesso em 01 de abril de 2012.
- Graham, C.H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. & Peterson, A.T. (2004) New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology & Evolution*, **19**, 497-503.
- Greer, G.K., Lloyd, R.M. & McCarthy, B.C. (1997) Factors influencing the distribution of pteridophytes in a southeastern Ohio hardwood forest. *Journal of the Torrey Botanical Society*, **124**, 11-21.
- Grime, J.P. (1998) Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, **86**, 902-910.



- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2011) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acesso em 12 de abril de 2011.
- Hawkins, B.A., Field, R., Cornell, H.V., Currie, D.J., Guégan, J.F., Kaufman, D.M., Kerr, J.T., Mittelbach, G.G., Oberdorff, T., O'Brien, E.M., Porter, E.E. & Turner, J.R.G. (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, **84**, 3105–3117.
- Heck Jr, K.L., van Belle, G. & Simberloff, D. (1975) Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology*, **56**, 1459–1461.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965–1978.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrientes, I. & Rojas, E. (2011) *DIVA-GIS. v7.4. A geographic information system for the analysis of species distribution data*. Disponível em / [www.diva-gis.org](http://www.diva-gis.org). Acesso em 01 de abril de 2011.
- Holtum, R.E. (1938) The ecology of tropical pteridophytes. *Manual of Pteridology*, 420–450.
- Hopkins, M.J.G. (2007) Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography*, **34**, 1400–1411.
- Hortal, J., Borges, P.A.V. & Gaspar, C. (2006) Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*, **75**, 274–287.
- Hortal, J., Jiménez-Valverde, A., Gómez, J.F., Lobo, J.M. & Baselga, A. (2008) Historical bias in biodiversity inventories affects the observed environmental niche of the species. *Oikos*, **117**, 847–858.
- Hortal, J., Lobo, J.M. & Jiménez-Valverde, A. (2007) Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife, Canary Islands. *Conservation Biology*, **21**, 853–63.
- Hubbell, S.P. (2001) *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*, Princeton University Press, Princeton.
- IBGE (1992) *Manual técnico da vegetação brasileira*, (ed. by V.R. dos Santos) IBGE. 92 pp.
- Jarvis, A., Reuter, H.I., Nelson, A. & Guevara, E. (2008) Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m. Disponível em: [srtm.csi.cgiar.org](http://srtm.csi.cgiar.org). Acesso em 20 de junho de 2011.
- Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la callidad de los inventario biológicos. *Revista Iberica de Aracnologia*, **8**, 151–161.
- Jones, M.M., Tuomisto, H., Clark, D.B. & Olivas, P. (2006) Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Ecology*, **94**, 181–195.
- KEW (2012) Geospatial Conservation Assessment Tool. Disponível em: <http://geocat.kew.org>. Acesso em 01 de julho de 2012.

- Karst, J., Gilbert, B. & Lechowicz, M.J. (2005) Fern community assembly: The roles of chance and the environment at local and intermediate scales. *Ecology*, **86**, 2473-2486.
- Kessler, M. (2001) Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation*, **10**, 1897-1921.
- Klein, R.M. (1984) Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. *Sellowia*, **36**, 5-54.
- Klein, R.M. (1967) Aspectos do problema “Bromélia-Malária” no sul do Brasil. *Sellowia*, **19**, 125-135.
- Klein, R.M. (1980) Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí (continuação). *Sellowia*, **32**, 165-389.
- Klein, R.M. (1978) *Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina.*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Knapp, S. (2002) Assessing patterns of plant endemism in Neotropical uplands. *The Botanical Review*, **68**, 22-37.
- Kornas, J. (1985) *Adaptative strategies of African pteridophytes to extreme environments. Biology of pteridophytes* (ed. by A.F. Dyer and C.N. Page), pp. 391–396. The Royal Society of Edinburgh, Endinburgh.
- Kornas, J. (1977) Life-forms and seasonal patterns in pteridophytes in Zambia. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **46**, 669-690.
- Kornas, J. (1993) The significance of historical factors and ecological preference in the distribution of African pteridophytes. *Journal of Biogeography*, **20**, 281-286.
- Kramer, K.U. & Green, P.S. (1990) *The families and genera of vascular plants - Pteridophytes and Gymnosperms*, (ed. by K. Kubitzki) Springer-Verlag Wien. 404 pp.
- Kreft, H. & Jetz, W. (2007) Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *PNAS*, **104**, 5925-5930.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*, Fondo de Cultura Economica, México. 479 pp.
- Labiak, P.H. & Prado, J. (1998) Pteridófitas epífitas da reserva Volta Velha, Itapoá-Santa Catarina, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo*, **11**, 1-80.
- Legendre, P., Dale, M.R.T., Fortin, M.J., Gurevitch, J., Hohn, M. & Myers, D. (2002) The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography*, **25**, 601-615.
- Legendre, P. & Fortin, M.J. (1989) Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, **80**, 107-138.
- Legendre, P. & Legendre, L. (2003) *Numerical ecology*, Elsevier Science Ltd. 853 pp.
- Lehmann, A. & Leathwick, J.R. (2002) Assessing New Zealand fern diversity from spatial predictions of species assemblages. *Biodiversity and Conservation*, 2217-2238.
- Lehn, C.R., Leuchtenberger, C. & Hansen, M.A.F. (2009) Pteridófitas ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Estacional Decidual no Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, **64**, 23-31.
- Leite, P.F. (2002) Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência & Ambiente*, **24**, 51-73.

- Leite, P.F. & Klein, R.M. (1990) *Geografia do Brasil - Volume 2 - Região Sul*, (ed. by P.F.L. & R.M. Klein) IBGE, Rio de Janeiro.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I. (2005) Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, **1**, 36-42.
- Lughadha, E.N. (2004) Towards a working list of all known plant species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **359**, 681-687.
- MacDougall, A.S., Loo, J.A., Clayden, S., Goltz, J. & Hinds, H.. (1998) Defining conservation priorities for plant taxa in southeastern New Brunswick, Canada using herbarium records. *Biological Conservation*, **86**, 325-338.
- Magurran, A.E. (2004) *Measuring biological diversity*, Taylor & Francis. 256 pp.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. & Reis, M.S. (2006) Internal genetic structure and outcrossing rate in a natural population of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *The Journal of heredity*, **97**, 466-72.
- Mantovani, M. (2004) Caracterização de populações naturais de Xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no Estado de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. 91 pp.
- Martinelli, G. (2007) Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 587-597.
- May, R.M.C. (2011) Why should we be concerned about loss of biodiversity. *Comptes Rendus Biologies*, 10-14.
- McCune, B.J. & Mefford, M.J. (2011) PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data. Version 6.0.
- Mehlreter, K. (2008) *Phenology and habitat specificity of tropical ferns*. Pp. 201-221. *Biology and evolution of ferns and lycophytes* (ed. by T.A. Ranker and C.H. Haufler), Cambridge University Press, Cambridge.
- Ministério do Meio Ambiente (2008) Instrução Normativa No - 6, de 23 de Setembro de 2008.
- Moran, R.C. (2008) *Diversity, biogeography, and floristics. Biology and evolution of ferns and lycophyte* (ed. by T.A. Ranker and C.H. Haufler), pp. 201-221. Cambridge University Press, Cambridge.
- Moran, R.C. (1991a) Monograph Of The Neotropical Fern Genus *Stigmatopteris* (Dryopteridaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **78**, 857-914.
- Moran, R.C. (1991b) Monograph of the fern genus *Polybotrya* (Dryopteridaceae). *Illinois Natural History Survey Bulletin*, **34**, 1-138.
- Moran, R.C. (1995) *The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest* (ed. by S.P. Churchill), pp. 359-363. The New York Botanical Garden.
- Moran, R.C. & Smith, A.R. (2001) Phylogeographic relationships between neotropical and African-Madagascan pteridophytes. *Brittonia*, **53**, 304-351.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. (2000) Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, **32**, 786-792.

- Moreno Saiz, J.C. & Lobo, J.M. (2007) Iberian–Balearic fern regions and their explanatory variables. *Plant Ecology*, **198**, 149–167.
- Mutke, J. & Barthlott, W. (2005) Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biologische Skrifter*, **55**, 521–531.
- Mynssen, C.M. (2011) Woodsiaceae (Hook.) Herter (Polypodiopsida) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, **62**, 273–297.
- NASA (2001) NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). *USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota*.
- Naeem, S., Thompson, L.J., Lawler, S.P., Lawton, J.H. & Woodfin, R.M. (1994) Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, **368**, 734–737.
- Nery, J.T. (2005) Dinâmica climática da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, **1**, 61–75.
- Nimer, E. (1971) Climatologia da Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, **33**, 3–65.
- Nimer, E. (1989) *Climatologia do Brasil*, 2nd edn. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 421 pp.
- Oliveira, U. (2011) Diversidade e biogeografia de aranhas do Brasil: esforço amostral, riqueza potencial e áreas de endemismo. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 104 pp.
- Olson, D.M. & Dinerstein, E. (2002) The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **89**, 199.
- Paciencia, M.L.B. (2008) Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 229pp.
- Paciencia, M.L.B. & Prado, J. (2005) Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology*, **180**, 87–104.
- Page, C.N. (2002) Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of palaeobotany and palynology*, **119**, 1–33.
- Page, C.N. (1979a) *Experimental aspects of fern ecology*. *Experimental biology of ferns* (ed. by A.F. Dyer), pp. 551–589. Academic Press London.
- Page, C.N. (1979b) *The diversity of ferns: an ecological perspective*. *Experimental biology of ferns* (ed. by A.F. Dyer), pp. 9–56. Academic Press London.
- Palmer, M.W. (1990) The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, **71**, 1195–1198.
- Palmer, M.W., Earls, P.G., Hoagland, B.W., White, P.S. & Wohlgemuth, T. (2002) Quantitative tools for perfecting species lists. *Environmetrics*, **13**, 121–137.
- Parris, B.S. (1985) Ecological Aspects Of Distribution And Speciation In Old-World Tropical Ferns. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, **86**, 341–346.
- Pausas, J.G. & Sáez, L. (2000) Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: biogeographic patterns. *Plant Ecology*, **148**, 195–205.

- Peres-Neto, P.R. & Legendre, P. (2010) Estimating and controlling for spatial structure in the study of ecological communities. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 174-184.
- Petri, S. & Fúlfaro, V.J. (1988) *Geologia do Brasil*, EDUSP, São Paulo. 631pp.
- Pichi-Sermolli, R.E.G. (1996) *Authors of scientific names in pteridophyta*, (ed. by R.E.G.P. Sermolli) Royal Botanic Gardens, KEW.
- Pillar, V.D., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.Á. (2009) *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*, (ed. by V.D. Pillar) Brasília. 403 pp.
- Ponce, M. (1995) Las especies autrobrasileñas de Thelypteris subg. Amauropelta, (Thelypteridaceae, Pteridophyta). *Darwiniana*, **33**, 257-283.
- Ponce, M., Mehlreter, K. & de la Sota, E.R. (2002) Análisis biogeográfico de la diversidad pteridofítica en Argentina y Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*, **75**, 703-717.
- Prado, J. & Sylvestre, L.S. (2010) *Pteridófitas. Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil* (ed. by R.C. Forzza, *et al.*), pp. 522-566. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Preston, C.D., Harrower, C.A. & Hill, M.O. (2011) Distribution patterns in British and Irish liverworts and hornworts. *Journal of Bryology*, **33**, 3-17.
- Pryer, K.M., Schneider, H., Smith, A.R., Cranfill, R.B., Wolf, P.G., Hunt, J.S. & Sipes, S.D. (2001) Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. *Nature*, **409**, 618-622.
- Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Wolf, P.G., Schneider, H., Smith, A.R. & Cranfill, R.B. (2004) Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany*, **91**, 1582-1598.
- Qian, H. & Ricklefs, R.E. (2008) Global concordance in diversity patterns of vascular plants and terrestrial vertebrates. *Ecology letters*, **11**, 547-53.
- Quantum GIS (QGIS) (2011) User friendly Open Source Geographic Information System. Disponível em <http://www.qgis.org/>. Acesso em 20 de abril de 2010.
- Quinn, G.P. & Keough, M.J. (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*, Cambridge University Press, Cambridge. 537 pp.
- Raedig, C., Dormann, C.F., Hildebrandt, A. & Lautenbach, S. (2010) Reassessing Neotropical angiosperm distribution patterns based on monographic data: a geometric interpolation approach. *Biodiversity and Conservation*, **19**, 1523-1546.
- Ranker, T.A. & Geiger, J.M.O. (2008) *Population genetics. Biology and evolution of ferns and lycophytes* (ed. by T.A. Ranker and C.H. Haufler), Cambridge University Press., Cambridge.
- Rechenmacher, C., Schmitt, J.L. & Budke, J.C. (2007) Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Blechnum tabulare* (Thunb.) Kuhn (Pteridophyta, Blechnaceae) em um mosaico Floresta-Campo no Sul do Brasil. *Pesquisas, Série Botânica*, **58**, 177-185.
- Reitz, R. (1965) *Plano de coleção*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, **142**, 1141-1153.

- Richards, S.A. (2005) Testing ecological theory using the information-theoretic approach: examples and cautionary results. *Ecology*, **86**, 2805-2814.
- Rivers, M.C., Bachman, S.P., Meagher, T.R., Nic Lughadha, E. & Brummitt, N.A. (2010) Subpopulations, locations and fragmentation: applying IUCN red list criteria to herbarium specimen data. *Biodiversity and Conservation*, **19**, 2071-2085.
- Rivers, M.C., Taylor, L., Brummitt, N.A., Meagher, T.R., Roberts, D.L. & Lughadha, E.N. (2011) How many herbarium specimens are needed to detect threatened species? *Biological Conservation*, **144**, 2541–2547.
- Romo, H., García-Barros, E. & Lobo, J.M. (2006) Identifying recorder-induced geographic bias in an Iberian butterfly database. *Ecography*, **6**, 873-885.
- Rothfels, C.J., Sundue, M.A., Kuo, L.Y., Larsson, A., Kato, M., Schuettpelz, E. & Pryer, K.M. (2012) A revised family-level classification for eupolypod II ferns (Polypodiidae: Polypodiales). *Taxon*, **61**, 515-533.
- Sakagami, C.R. (2006) Pteridófitas Do Parque Ecológico Da Klabin, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 200pp.
- Salino, A. (2000) Estudos taxonômicos na família Thelypteridaceae (Polypodiopsida) no Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 327 pp.
- Salino, A. & Almeida, T.E. (2009) *Diagnóstico do conhecimento da diversidade botânica: pteridófitas*. Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais – subsídio ao Programa Biota Minas (ed. by G.M. Drummond, C.S. Martins, M.B. Greco, and F. Vieira), pp. 331-352. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Sampaio, M.B. & Guarino, E.S.G. (2007) Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. *Revista Árvore*, **31**, 1035-1046.
- Santos, M.R. (2009) Influência de variáveis ambientais e espaciais na distribuição geográfica da família Cactaceae no leste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 76pp.
- Santos, R.M., Oliveira-Filho, A.T., Eisenlohr, P.V., Queiroz, L.P., Cardoso, D.B.O.S. & Rodal, M.J.N. (2012) Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. *Ecology and Evolution*, **2**, 409-428.
- Sastre, P. & Lobo, J. (2009) Taxonomist survey biases and the unveiling of biodiversity patterns. *Biological Conservation*, **142**, 462-467.
- Schatz, G.E. (2002) Taxonomy and Herbaria in Service of Plant Conservation: Lessons from Madagascar's Endemic Families. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **89**, 145-152.
- Scheiner, S.M., Cox, S.B., Willig, M., Mittelbach, G.G., Osenberg, C. & Kaspari, M. (2000) Species richness, species-area curves and Simpson's paradox. *Evolutionary Ecology Research*, **2**, 791-802.
- 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, Série Botânica*, **56**, 161–172.

- Schmitt, J.L., Fleck, R., Burmeister, E.L. & Rubio, M.A.K. (2006) Diversidade e formas biológicas de pteridófitas da Floresta Nacional De Canela, Rio Grande Do Sul: contribuições para o plano de manejo. *Pesquisas, Série Botânica*, **57**, 275-288.
- Schmitt, J.L., Schneider, P.H. & Windisch, P.G. (2009) Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **23**, 283-291.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. (2005) Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **19**, 859-865.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. (2010) Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, **70**, 521-8.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. (2007) Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **21**, 731-740.
- Schneider, H., Schuettpelz, E., Pryer, K.M., Cranfill, R.B., Magallón, S. & Lupia, R. (2004) Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature*, **428**, 553-557.
- Schwartzburd, P.B. & Labiak, P.H. (2007) Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Hoehnea*, **34**, 159-209.
- Scott, A.C. & Galtier, J. (1985) The distribution and ecology of early ferns. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, **86B**, 141-149.
- Sehnem, A. (1977) As filíceas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. *Pesquisas, Série Botânica*, **31**, 2-108.
- Sehnem, A. (1979a) *Aspidiáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1968a) *Aspleniáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1968b) *Blechnáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1978) *Ciateáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1979b) *Davaliáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1984) *Equisetáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1974) *Esquizeaceás*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1970a) *Gleicheniáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1971) *Himenofiláceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1967a) *Maratiáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1979c) *Marsileáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1979d) *Ofioglossáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1967b) *Osmundáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1979e) *Parkeriáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1970b) *Polipodiáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnem, A. (1979f) *Psilotáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

- Sehnm, A. (1972) *Pteridaceae*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnm, A. (1979g) *Salviniáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Sehnm, A. (1967c) *Vitariáceas*, (ed. by R. Reitz) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Senna, R.M. & Waechter, J.L. (1997) Pteridófitas de uma floresta com araucária. 1. Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. *Iheringia, Sér. Bot*, **48**, 41-58.
- Sheil, D. & Murdiyarso, D. (2009) How Forests Attract Rain: An Examination of a New Hypothesis. *BioScience*, **59**, 341-347.
- Shepherd, G.J. (2009) FITOPAC 2.1. Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, I.A.A., Pereira, A.F.N. & Barros, I.C.L. (2011) Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, **71**, 421-430.
- Smith, A.R. (1972) Comparison of fern and flowering plant distributions with some evolutionary interpretations for ferns. *Biotropica*, **4**, 4-9.
- Smith, A.R. (1993) Phytogeographic principles and their use in understanding fern relationships. *Journal of Biogeography*, **20**, 255-264.
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. & Wolf, P.G. (2006) A classification for extant ferns. *Taxon*, **55**, 705-731.
- Soberón, J. & Llorente, J. (1993) The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, **7**, 480-488.
- Sobral, M. & Stehmann, J.R. (2009) An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). *Taxon*, **58**, 227-232.
- Soria-Auza, R.W. & Kessler, M. (2008) The influence of sampling intensity on the perception of the spatial distribution of tropical diversity and endemism: a case study of ferns from Bolivia. *Diversity and Distributions*, **14**, 123-130.
- StatSoft, I. (2007) STATISTICA (data analysis software system). Versão 8.0.
- Stehmann, J.R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. (2009) *Plantas da Floresta Atlântica*, (ed. by J.R. Stehmann, R.C. Forzza, A. Salino, M. Sobral, D.P. Costa, and L.H.Y. Kamino) Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 516pp.
- Sylvestre, L.S. (2001) Revisão taxonômica das espécies da família Aspleniaceae A. B. Frank ocorrentes no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 457pp.
- Sánchez-Fernández, D., Lobo, J.M., Abellán, P., Ribera, I. & Millán, A. (2008) Bias in freshwater biodiversity sampling: the case of Iberian water beetles. *Diversity and Distributions*, **14**, 754-762.
- Tarazi, R., Mantovani, A. & Reis, M.S. (2009) Fine-scale spatial genetic structure and allozymic diversity in natural populations of *Ocotea catharinensis* Mez. (Lauraceae). *Conservation Genetics*, **11**, 965-976.
- Ter Braak, C.J.F. (1987) The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, **69**, 69-77.
- Tindale, M.D. (1965) A monograph of the genus *Lastreopsis* Ching. *Contributions from the New South Wales National Herbarium*, **3**, 1-249.



- Tryon, R.M. (1972) Endemic areas and geographic speciation in tropical American ferns. *Biotropica*, **4**, 121–131.
- Tryon, R.M. (1986) The biogeography of species, with special reference to ferns. *The Botanical Review*, **52**, 117-156.
- Tryon, R.M. & Stolze, R.G. (1989) Pteridophyta of Peru. Part I. 1. Ophioglossaceae - 12. Cyatheaceae. *Fieldiana Botany, New Series*, **20**, 1-164.
- Tuomisto, H., Poulsen, A.D. & Moran, R.C. (1998) Edaphic distribution of some species of the fern genus *Adiantum* in western Amazonia. *Biotropica*, **30**, 392-399.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Poulsen, A.D., Moran, R.C., Quintana, C., Canas, G. & Celi, J. (2002) Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, **34**, 516-533.
- Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Lingner, D.V., Gasper, A.L. de & Sabbagh, S. (2010) Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, **30**, 291-302.
- Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Uhlmann, A., Schorn, L.A., Sobral, M., de Gasper, A.L., Lingner, D.V., Brogni, E., Klemz, G., Godoy, M.B. & Verdi, M. (2011) Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, **59**, 1371-1387.
- Webb, T.J., Woodward, F.I., Hannah, L. & Gaston, K.J. (2005) Forest cover-rainfall relationships in a biodiversity hotspot: the Atlantic Forest of Brazil. *Ecological Applications*, **15**, 1968–1983.
- Weber, E., Hasenack, H. & Ferreira, C.J.S. (2004) Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação. *Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia*. Disponível em: <http://iris.sid.inpe.br:1912/col/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57/doc/publicacao.pdf>
- van der Werff, H. (1990) Ferns as Indicators of Vegetation Types in Galapagos Archipelago. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden*, **32**, 79-92.
- Werneck, M.S., Sobral, M., Rocha, C.T.V. & Landau, E.C. (2011) Distribution and Endemism of Angiosperms in the Atlantic Forest. *Natureza & Conservação*, **9**, 188-193.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J. & Phillips, A. (1998) Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience*, **48**, 607-615.
- Willis, F. & Moat, J. (2003) Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. *Biodiversity and Conservation*, **6939**, 1537-1552.
- Windisch, P.G. (1992) *Pteridófitas da Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo – Guia para excursões*, 2nd edn. Editora Universitária-UNESP, São José do Rio Preto.
- Windisch, P.G. (2002) Pteridófitas do Brasil: Diversidade Decrescente. *Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil*, **1**, 196-198.
- Windisch, P.G. (1996) *Towards assaiyng biodiversity in Brazilian Pteridophytes. Proceedings of the Workshop Methods for the Assessment of Biodiversity in Plants and Animals* (ed. by C.E.M. Bicudo and N.A. Menezes), pp. 109-11. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, São Paulo.

- Zar, J.H. (2009) *Biostatistical analysis*, 5th edn.
- Zomer, R., Trabucco, A., Van Straaten, O. & Bossio, D.A. (2006) *Carbon, land and water: A global analysis of the hydrologic dimensions of climate change mitigation through afforestation/reforestation*, (ed. by R.J. Zomer, A. Trabucco, O. van Straaten, and D.A. Bossio) International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- Zomer, R.J., Trabucco, A., Bossio, D.A. & Verchot, L.V. (2008) Climate change mitigation: A spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **126**, 67-80.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O. & Belgrano, M.J. (2008) *Catalogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur, vol. I: Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107pp.