



ARTIGO

Padrão de distribuição espacial de quatro espécies de samambaias em três fragmentos de mata ciliar do rio Cadeia, RS, Brasil

Ivanete Teresinha Mallmann¹, Ledyane Dalgallo Rocha^{1*} e Jairo Lizandro Schmitt¹

Recebido: 14 de outubro de 2011 Recebido após revisão: 15 de março de 2013 Aceito: 27 de março de 2013
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2070>

RESUMO: (Padrão de distribuição espacial de quatro espécies de samambaias em três fragmentos de mata ciliar do rio Cadeia, RS, Brasil). Foi descrito o padrão e a influência da topografia na distribuição espacial de quatro espécies de samambaias, em fragmentos de mata ciliar do rio Cadeia, sob diferentes níveis de antropização, em Santa Maria do Herval, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram alocadas 120 parcelas distribuídas equitativamente em três fragmentos (FI, FII e FIII) e contados o número de indivíduos de *Anemia phyllitidis* (L.), Sw., *Ctenitis submarginalis* (Langsd. & Fisch.) Ching, *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron e *Pteris deflexa* Link. Índices de agregação (Ia) foram calculados para cada uma das espécies e correlacionados com variáveis topográficas locais. Os maiores valores de abundância total (467), média (11,68) e número máximo de indivíduos (93) por parcela foram observados no FII, para *C. submarginalis*. Todas as espécies, independentemente do fragmento, tenderam a um padrão de distribuição agregado. *C. submarginalis* apresentou maior valor de Ia (3,37) no FI. Essa espécie apresentou as médias do número de indivíduos por parcela estatisticamente iguais, indicando uma distribuição mais homogênea da abundância nas três áreas. O Ia das espécies apresentou relação fraca ou moderada com variáveis topográficas, sugerindo que outros fatores como solo e luminosidade podem estar influenciando a distribuição das plantas na mata ciliar.

Palavras-chave: arranjo espacial, agregação, densidade, topografia.

ABSTRACT: (Spatial distribution pattern of four fern species in three fragments of riparian forest in Cadeia River, RS, Brazil). Spatial distribution patterns of four fern species, as well as the influence of topography, were described in three fragments of the Cadeia River riparian forest, under different levels of human impact in Santa Maria Herval, Rio Grande do Sul, Brazil. One hundred and twenty plots were selected, equally distributed in three fragments (FI, FII and FIII), in which we counted individuals of *Anemia phyllitidis* (L.) Sw., *Ctenitis submarginalis* (Langsd. & Fisch.) Ching, *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron and *Pteris deflexa* Link. Aggregation indices were calculated for each species and then correlated with local topographic variables. The highest values of total abundance (467), mean (11.68) and maximum number of individuals (93) per plot were found in FII, for *C. submarginalis*. All species, irrespective of the fragment, leaned toward an aggregated pattern. *C. submarginalis* had the highest Ia value (3.37) in FI. This species showed average number of individuals per plot statistically equal, indicating a more homogeneous distribution for abundances in three areas. The Ia of species is weakly or moderately correlated with topographic variables, suggesting that other factors such as soil and luminosity may be influencing the distribution of plants in riparian forest.

Key words: spatial arrangement, aggregation, density, topography.

INTRODUÇÃO

Em escala local, pouco se conhece sobre a distribuição da grande maioria das espécies, especialmente nos trópicos onde se concentra a maior diversidade vegetal (Lwanga *et al.* 1998). No Brasil, somente de samambaias e licófitas existem 1.212 espécies, das quais 351 ocorrem no Rio Grande do Sul (Prado & Sylvestre 2012).

Em uma escala global, a distribuição espacial de samambaias tem como o principal fator determinante o limite de dispersão dos propágulos, próprio de cada espécie (Tuomisto *et al.* 2002). Nas florestas tropicais, estudos apontam que o padrão de distribuição espacial de populações de samambaias, em escala local, é influenciado por fatores físicos do ambiente, bem como pelas características da vegetação, dentre as quais estão a estrutura da floresta (Tanner 1983, Bittner & Breck-

le 1995, Arens & Baracaldo 1998), a abertura de dossel, luminosidade (Tryon 1989, Page 2002), o substrato (Young & León 1989), a dispersão das espécies (Jones *et al.* 2006, Tuomisto *et al.* 2003), o estágio de sucessão e a fragmentação (Paciencia & Prado 2005). A topografia e o solo são os principais determinantes da distribuição de espécies em escala local (Tuomisto & Ruokolainen 1994, Vormisto *et al.* 2000, Poulsen *et al.* 2006) ou regional (Tuomisto & Poulsen 1996).

O conhecimento do padrão de distribuição espacial das populações e dos fatores que o influenciam ainda é desconhecido para a grande maioria das espécies de samambaias e licófitas que ocorrem no Brasil. No estado do Mato Grosso do Sul, Lehn & Resende (2008) caracterizaram o padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae), crescendo em floresta estacional semidecidual. No mesmo Estado, Kreutz *et al.* (2009) e Forsthofer & Athayde Filho (2010) anali-

1. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale. RS 239, no 2755, CEP 93352-000, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: ledyane@gmail.com

saram, respectivamente, a distribuição de um grupo de nove e cinco espécies de samambaias licófitas, em mata de galeria de dois córregos da bacia do rio Pindaíba, no município de Barra do Garças e do córrego Cachoeirinha, em Nova Xavantina.

Dentre os trabalhos sobre estrutura e distribuição espacial de samambaias no Rio Grande do Sul, destacam-se os realizados por Schmitt & Windisch (2005) com populações de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae); por Franz & Schmitt (2005) com *Blechnum brasiliense* Desv. (Blechnaceae) e por Schmitt & Windisch (2007) que estudaram a estrutura populacional de *Cyathea delgadii*, em áreas de floresta estacional semidecidual. Rechenmacher *et al.* (2007) analisaram a estrutura e os padrões espaciais de indivíduos jovens e adultos de *Blechnum tabulare* (Thunb.) Kuhn, em área de campo, no município de São Francisco de Paula. No mesmo município, Blume *et al.* (2010) avaliaram o padrão de distribuição espacial de samambaias distribuídas em floresta ombrófila mista (oito espécies) e floresta secundária (oito espécies). Athayde Filho (2002) apresentou aspectos da estrutura populacional e o padrão de distribuição espacial de 24 espécies de samambaias, ocorrentes em floresta de restinga, no litoral norte do Estado. De modo geral as espécies analisadas por esses diversos autores apresentaram distribuição espacial agregada.

A massa de vegetação que se forma naturalmente às margens dos rios constitui as matas ciliares (Mueller 1996) que podem apresentar elevada riqueza específica de samambaias e licófitas (Windisch 1996). Estudos realizados em matas ciliares têm apontado que elas são caracteristicamente heterogêneas em sua estrutura, composição e dinâmica (Ribeiro-Filho *et al.* 2009), em decorrência de variações edáficas, topográficas, largura da faixa ciliar, das formações vegetacionais do entorno, do histórico de perturbação (Durigan *et al.* 2000), entre outras, definindo condições ecológicas distintas entre as áreas.

O padrão de distribuição espacial de uma espécie ou de populações é importante para conhecer os processos sucessionais e ecológicos que são fundamentais para a compreensão de um sistema florestal e, a partir disto, adotar medidas de manejo para preservação ou conservação da floresta (Rode *et al.* 2010). O presente estudo teve como objetivos: 1) determinar o padrão de distribuição espacial e comparar a abundância de quatro espécies de samambaias que ocorrem em três fragmentos de mata ciliar do rio Cadeia, no município de Santa Maria do Herval, estado do Rio Grande do Sul, Brasil; e 2) relacionar a distribuição espacial geral de cada espécie com topografia. As hipóteses do estudo foram de que as espécies apresentam: 1) distribuição irregular das abundâncias nos três locais, em decorrência de que matas ciliares são reconhecidamente heterogêneas; 2) distribuição espacial agregada que é uma tendência geral de muitas espécies do grupo; e de que 3) a distribuição espacial das plantas na mata ciliar se relaciona com a topografia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Caí, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, ao longo do rio Cadeia que é um dos seis maiores afluentes do rio Caí, principal curso d'água dessa bacia. O clima da região é do tipo Cfa, segundo Koeppen, ou seja, temperado úmido com chuvas durante todos os meses do ano, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (Moreno 1961).

No município de Santa Maria do Herval, 37,58% da área de preservação permanente do rio Cadeia está sem a cobertura vegetal prevista pelo Código Florestal (Sarmiento *et al.* 2001). Para a realização do estudo, nesse município, foram selecionados três fragmentos de mata ciliar com ocorrência de samambaias no estrato herbáceo, pertencentes ao domínio da floresta ombrófila mista (Hueck & Seibert 1972).

a) Fragmento I (FI): está inserido em uma matriz rural e se localiza no extremo leste do município (29°31'1,02"S e 50°54'46,78"W, 509 m de altitude), distante 11 km do centro da cidade. O entorno dessa área se caracteriza pela existência de pequenas propriedades rurais e baixa densidade demográfica. Segundo dados históricos, não há ação antrópica intensa sobre a vegetação há cerca de 70 anos. A mata ciliar apresenta 160 m de largura, ausência de espécies exóticas arbóreas, de pisoteio humano e de corte seletivo de madeira no local de amostragem (Mallmann 2009).

b) Fragmento II (FII): está inserido em uma matriz suburbana, com a segunda maior densidade demográfica do município. Situa-se a 2,4 km de distância do centro de Santa Maria do Herval (29°30'14,20"S e 50°58'28,13"W, 399 m de altitude). No entorno do local há infraestrutura de lazer para a comunidade. A mata ciliar apresenta 39 m de largura, com espécies exóticas arbóreas introduzidas: uva japonesa (*Hovenia dulcis* Thunb.), ligustro (*Ligustrum japonicum* Thunb.) e eucalipto (*Eucalyptus tereticornis* Sm.). O estrato herbáceo é submetido há uma roçada anual com o intuito de facilitar o acesso dos banhistas ao rio Cadeia. Também há registro de pisoteio humano e de corte seletivo de madeira no local de amostragem (Mallmann 2009).

c) Fragmento III (FIII): se encontra em uma matriz urbana que apresenta a maior parte da população do município (29°30'07,30"S e 50°59'52,27"W, 388 m de altitude). Por ficar próxima a barragem da usina de geração de energia elétrica a área é visitada pela comunidade. Dados históricos indicam que na época da construção da barragem (ano de 1945) houve corte da vegetação, restando apenas árvores de grande porte. Atualmente, a mata ciliar possui 55 m de largura, ausência de espécies exóticas arbóreas, de pisoteio humano e de corte seletivo de madeira no local de amostragem (Mallmann 2009).

Amostragem

Em cada fragmento, a partir de cerca de cinco metros de distância da borda, foram demarcadas 40 parcelas contíguas de 5 x 5 m distribuídas equitativamente em duas transecções paralelas ao curso do rio Cadeia, totalizando 120 unidades amostrais. No ano de 2008, foram registradas em cada uma das parcelas, excluindo-se o estágio de plântula, o número de indivíduos de *Anemia phyllitidis* (L.) Sw. (Anemiaceae), *Ctenitis submarginalis* (Langsd. & Fisch.) Ching (Dryopteridaceae), *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron (Dennstaedtiaceae) e de *Pteris deflexa* (Pteridaceae) Link, que foram comuns aos três fragmentos. A identificação dessas espécies foi feita com o auxílio de bibliografia especializada e as amostras das plantas herborizadas foram depositadas no *Herbarium Anchieta* (PACA), em São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

Para o levantamento das variáveis topográficas estas foram fixadas nas parcelas com a trena horizontalizada e alinhamento feito por meio de balizas. As cotas dos pontos foram obtidas com GPS Garmim Map60CSX e altímetro barométrico calibrado em nível do mar, sendo que as mesmas se referem ao elipsóide (cotas elipsoidais). Os dados foram analisados no programa GPS Trackmaker PRO.

Procedimento analítico

O padrão de distribuição espacial de cada espécie foi determinado pelo Índice de agregação (Ia), proposto por Perry *et al.* (1998). Para aplicar esse índice, a descrição da posição espacial de cada parcela foi obtida por meio da indicação de seu ponto central, utilizando-se coordenadas cartesianas (X e Y), mapeadas a partir da primeira unidade amostral. Foram também incluídas as parcelas sem indivíduos na análise. O Ia maior que 1 indica distribuição agregada, menor do que 1 uniforme e igual a 1 aleatória (Perry *et al.* 1999). As análises da distribuição espacial foram realizadas no programa estatístico SADIShell (Perry *et al.* 1998).

A relação do Ia dos indivíduos com as variáveis topográficas (cota, declividade e desnível máximo) foi verificada por meio do teste de correlação de Spearman, considerando a amostra total (120 parcelas). Os valores de referência que qualificam as correlações foram adotados de acordo com Davis (1971): $r = 0,01$ a $0,09$ são correlações desprezíveis; $r = 0,10$ a $0,29$ são fracas; $r = 0,30$ a $0,49$ são moderadas; $r = 0,50$ a $0,69$ são fortes; $r = 0,70$ a $0,99$ são muito fortes; e $r = 1,0$ indica correlação perfeita.

As médias das abundâncias de cada espécie por parcela em FI, FII e FIII foram comparadas entre si, utilizando o programa estatístico BioEstat versão 5.2. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Como a hipótese de normalidade não foi satisfeita, os dados foram analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn, a 5% de probabilidade (Zar 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 3.000 m², foram amostrados 1.327 indivíduos, sendo 352 no FI, 670 no FII e 305 no FIII. Em média, foram encontrados 11 indivíduos por parcela. Quanto à abundância total por espécie, *Ctenitis submarginalis*, *Anemia phyllitidis*, *Dennstaedtia globulifera* e *Pteris deflexa* apresentaram, respectivamente, 866, 240, 132 e 89 indivíduos. Essas diferenças encontradas na abundância das espécies refletem a heterogeneidade da mata ciliar do rio Cadeia, quanto ao meio físico, biológico e ao histórico de perturbação. As maiores abundâncias registradas para *C. submarginalis* e *A. phyllitidis* podem estar relacionadas ao fato de que ambas as espécies crescem no sub-bosque sombreado ou mais exposto à luz solar das florestas (Mynssen & Windisch 2004), facilitando uma ocorrência mais generalizada. Schwartzburd & Labiak (2007) registraram *A. phyllitidis* no interior de floresta ombrófila mista, mata ciliar e de floresta alteradas com *Pinus* spp e com *Eucalyptus* spp.

A maior abundância entre os três fragmentos foi registrada no FII, que concentrou 50,5% do total de indivíduos. Essa abundância elevada foi determinada pela ocorrência massiva de *Ctenitis submarginalis* e *Anemia phyllitidis* que juntas representaram 99,4% dos indivíduos do FII e 50,2% do total nos três fragmentos. A incidência maior de luz sobre as plantas verificada por meio de observações pessoais qualitativas e causada pelo fato da faixa ciliar ser mais estreita, pela roçada anual do sub-bosque e pela introdução de espécies exóticas caducifólias pode ser parcialmente responsável pela elevada abundância dessas espécies no FII.

Os maiores valores de abundância total (467), média (11,68 indivíduos por parcela) e número máximo de indivíduos por parcela (93) também foram observados no FII, para *Ctenitis submarginalis*. Independentemente do fragmento analisado, essa espécie apresentou as médias do número de indivíduos por parcela estatisticamente iguais (Tab. 1), indicando uma distribuição mais homogênea da abundância. *Anemia phyllitidis*, *Pteris deflexa* e *Dennstaedtia globulifera* apresentaram diferenças significativas entre as médias do número de indivíduos por parcela, sendo que a maior delas para as duas primeiras espécies foi registrada no FII e FI, respectivamente (Tab. 1). Para *D. globulifera* os maiores valores médios foram encontrados nos FI e FIII.

Pteris deflexa é comum em áreas de floresta ombrófila mista (Schwartzburd & Labiak 2007) e ocorreu mais no FI que foi aquele que apresentou um sub-bosque mais típico desse tipo florestal com a presença de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Mallmann 2009) ausente nos demais fragmentos. *Dennstaedtia globulifera* ocorre no interior e margens das florestas, em locais úmidos e sombreados (Sehnem 1972, Kieling-Rubio & Windisch 2002). Essas observações ecológicas contribuem para explicar o número muito reduzido de indivíduos de ambas as espécies no FII (Tab. 1).

Os esporos das samambaias são facilmente dispersos

Tabela 1. Número total de indivíduos por fragmento (n_T), frequência absoluta na unidade amostral (FA_{UA}), abundância mínima ($N_{mín.}$), média $\pm$ desvio padrão (DP), abundância máxima ($N_{máx.}$) e índice de agregação (I_a) das espécies nos três fragmentos de mata ciliar (FI, FII e FIII) do rio Cadeia em Santa Maria do Herval, RS.

Espécie	Fragmento	n_T	Unidades amostrais (25 m ²)				
			FA_{UA}	$N_{mín.}$	Média $\pm$ DP	$N_{máx.}$	I_a
<i>Anemia phyllitidis</i>	FI	12	9	0	0,30 $\pm$ 0,61 ^a	2	1,46 ^{ns}
	FII	199	31	0	4,98 $\pm$ 6,00 ^b	23	1,03 ^{ns}
	FIII	29	15	0	0,73 $\pm$ 1,28 ^a	6	1,84 [*]
					H= 38,04; $P > 0,001$		
<i>Ctenitis submarginalis</i>	FI	235	35	0	5,88 $\pm$ 5,88 ^a	23	3,37 [*]
	FII	467	29	0	11,68 $\pm$ 20,75 ^a	93	1,92 [*]
	FIII	164	33	0	4,10 $\pm$ 5,18 ^a	26	1,71 ^{ns}
					H= 2,30; $P = 0,32$		
<i>Dennstaedtia globulifera</i>	FI	35	10	0	0,88 $\pm$ 2,02 ^b	9	1,99 [*]
	FII	1	1	0	0,05 $\pm$ 0,22 ^a	1	1,29 ^{ns}
	FIII	96	12	0	2,40 $\pm$ 6,52 ^b	30	1,5 ^{ns}
					H= 11,40; $P = 0,003$		
<i>Pteris deflexa</i>	FI	70	30	0	1,75 $\pm$ 1,74 ^a	6	1,83 [*]
	FII	2	3	0	0,08 $\pm$ 0,35 ^b	2	1,30 ^{ns}
	FIII	16	16	0	0,40 $\pm$ 1,06 ^b	5	1,26 ^{ns}
					H= 48,80; $P > 0,001$		

Letras diferentes para uma mesma espécie indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de Dunn ($g_l = 2$; $P < 0,05$).

* $P < 0,05$; ns: não significativo; H, teste de Kruskal-Wallis.

a longa distância pelo vento (Wolf *et al.* 2001), ao contrário de plantas herbáceas com sementes, cuja dispersão ocorre passivamente ou por meio de animais (Costa *et al.* 2005). Esse fato pode contribuir para o aumento da população de *Dennstaedtia globulifera* e de *Pteris deflexa*, especialmente nos FI e FIII (Tab. 1) que apresentam sub-bosque mais sombreado.

No Rio Grande do Sul, em floresta secundária com cerca de 30 anos de sucessão, Blume *et al.* (2010), utilizando unidades amostrais de mesmo tamanho ao do presente estudo, registraram densidade de *Anemia phyllitidis* (0,85 indivíduos por parcela) e de *Ctenitis submarginalis* (3,62 indivíduos por parcela) próxima à registrada no FIII; e de *Pteris deflexa* (0,82 indivíduos por parcela) entre a média mínima (FII) e máxima (FI) do número de indivíduos por parcela encontrados na mata ciliar do rio Cadeia. Em mata de galeria bem preservada, na bacia do Rio Pindaíba, no Mato Grosso, Kreutz *et al.* (2009) verificaram para *A. phyllitidis* uma densidade inferior (0,2 indivíduos em 100 m² ou 0,05 indivíduos por 25 m²) a dos três sítios analisados (Tab. 1). A partir dessas comparações não foi possível evidenciar um padrão na densidade de indivíduos entre as formações vegetacionais analisadas pelos diferentes autores.

Considerando a mata ciliar do rio Cadeia, pode-se classificar as quatro espécies de samambaias de acordo com Durigan *et al.* (2000) como: 1) de alta densidade e distribuição ampla (*Ctenitis submarginalis*) que são espécies generalistas com populações numerosas; 2) de densidade variável e distribuição ampla (*Anemia phyllitidis*, *Dennstaedtia globulifera* e *Pteris deflexa*) que apresentam distribuição irregular, com muitos indivíduos em algumas áreas e poucos em outras. A densidade variável pode estar relacionada com o estado de conservação da mata ciliar ou com alguma especificidade ambiental biótica ou abiótica (solo, umidade), mas que

não restringe totalmente a ocorrência da espécie.

Todas as espécies analisadas, em todos os fragmentos, tenderam a um padrão de distribuição agregado, sendo que *Anemia phyllitidis* apresentou maior valor de índice de agrupamento no FIII e *Ctenitis submarginalis*, *Dennstaedtia globulifera* e *Pteris deflexa* no FI (Tab. 1). A distribuição espacial agregada encontrada para as três espécies é uma tendência geral observada para muitas samambaias, em diferentes formações florestais tropicais e subtropicais (Athayde Filho 2002, Franz & Schmitt 2005, Schmitt & Windisch 2005, Rechenmacher *et al.* 2007, Schmitt & Windisch 2007, Lehn & Resende 2008, Blume *et al.* 2010). Da mesma forma que no presente estudo, Blume *et al.* (2010) verificaram distribuição espacial agregada em *A. phyllitidis* ($I_a = 7,2$), *C. submarginalis* ($I_a = 2$) e *P. deflexa* ($I_a = 2,4$).

As diferenças observadas na intensidade da agregação para uma mesma espécie, possivelmente, foi em decorrência de diferenças no número e no espaçamento dos sítios com condições mais adequadas para a germinação de esporos e estabelecimento de plântulas, em cada um dos fragmentos de mata ciliar. A fase gametofítica das samambaias é sensível ao estresse hídrico (Costa *et al.* 2005), portanto, áreas que apresentam maior umidade, durante o desenvolvimento inicial dos indivíduos, podem apresentar posteriormente uma abundância maior de esporófitos jovens e adultos, contribuindo para a agregação. Fatores bióticos também afetam a distribuição espacial de uma população e juntos com as condições abióticas constituem um mosaico de condições ambientais de um determinado local (Hubbel 1980). Nos três fragmentos nenhuma espécie ocorreu em todas as parcelas. Quanto maior a variação do número de indivíduos nas unidades amostrais, maior é a tendência das plantas apresentarem distribuição agregada (Nascimento *et al.* 2001).

Tabela 2. Correlação de Spearman entre o índice de agrupamento e variáveis topográficas na mata ciliar do rio Cadeia em Santa Maria do Herval, RS.

Espécie	Cota	Declividade	Desnível máximo
<i>Anemia phyllitidis</i>	0,002 ^{ns}	0,213*	0,212*
<i>Ctenitis submarginalis</i>	-0,339**	0,227*	0,229*
<i>Dennstaedtia globulifera</i>	-0,181*	-0,016 ^{ns}	-0,028 ^{ns}
<i>Pteris deflexa</i>	0,089 ^{ns}	0,294*	0,310*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,001$; ns: não significativo.

Quando o Ia de *Anemia phyllitidis*, *Ctenitis submarginalis* e *Pteris deflexa* foi relacionado com a topografia das 120 parcelas, demonstrou relação positiva fraca ou moderada com declividade e desnível máximo (Tab. 2). Costa *et al.* (2005) verificaram que a declividade influenciou somente a distribuição espacial no grupo de samambaias. A topografia pode influenciar a distribuição das plantas (Facelli & Pickett 1991) por estar relacionada com deposição e decomposição de serrapilheira (Luizão *et al.* 2004). Também quando espécies ocorrem em áreas mais íngremes é, provavelmente, devido ao fato de que necessitam para seu estabelecimento de nichos desprovidos de serrapilheira, removida pela água da chuva (Costa *et al.* 2005). Poulsen (1996) registrou inclusive que algumas samambaias são restritas a esse tipo de nicho em encostas.

Apenas em *Ctenitis submarginalis* e *Dennstaedtia globulifera* foi observada, respectivamente, uma relação negativa moderada e fraca entre o índice de agrupamento das espécies e a altitude (cota) das parcelas (Tab. 2). A topografia, representada pela altitude e declividade, produz gradientes de disponibilidade de água no solo e luz que podem gerar os gradientes na distribuição das espécies (Costa *et al.* 2005). O fato de que há uma tendência de agregação dos indivíduos *C. submarginalis* e *D. globulifera* em áreas mais baixas pode ser resultado de uma maior facilidade de estabelecimento de plântulas a partir de gametófitos em solo mais úmido.

Segundo Botrel *et al.* (2002), conclusões sobre distribuição de espécies em interface com variáveis do ambiente só devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em muitas áreas. Embora importante, a topografia não deve ser a única variável relacionada com a distribuição dos indivíduos das quatro espécies analisadas na mata ciliar do rio Cadeia. Costa *et al.* (2005) verificaram que a altitude das unidades amostrais se correlacionou fortemente com a textura do solo e que estava associada com o pH, níveis de fósforo, sódio, alumínio, ferro, nitrogênio, carbono e de matéria orgânica do mesmo. Além disso, a concentração total de bases se relacionou com declividade. Em muitas florestas tropicais, topografia e solo são fatores que explicam parcialmente os padrões de distribuição e de abundância das plantas (Tuomisto & Ruokolainen 1994, Vormisto *et al.* 2000, Costa *et al.* 2005, Poulsen *et al.* 2006) e que podem estar se relacionando juntos com a distribuição das samambaias na mata ciliar. Pesquisas considerando outros fatores bióticos ou abióticos,

tal como composição química e umidade do solo e luminosidade, contribuirão para a plena compreensão do padrão de distribuição das espécies analisadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Feevale, pelo apoio e infra-estrutura concedidos, e aos proprietários das áreas, por autorizarem a realização dos trabalhos de campo. Aos acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Feevale, por prestarem um auxílio de grande importância durante a execução das atividades de campo.

REFERÊNCIAS

- ARENS, N. C. & BARACALDO, P. S. 1998. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across the successional mosaic in an andean cloud forest, Nariño, Colombia. *Am. Fern J.*, 88(2): 60-71.
- ATHAYDE FILHO, F. P. 2002. *Análise da pteridoflora em uma mata da restinga no município de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul, Brasil*. 177 f. Dissertação (Mestrado em Biologia). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2002.
- BITTNER, J. & BRECKLE, S. W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. *Am. Fern J.*, 85(2): 37-42.
- BLUME M., RECHENMACHER, C. & SCHMITT, J. L. 2010. Padrão de distribuição espacial de samambaias no interior florestal do Parque Natural Municipal da Ronda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas Bot.*, 61: 219-227.
- BOTREL, R. T., OLIVEIRA FILHO, A. T., RODRIGUES, L. A. & CURI, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingá, MG. *Rev. bras. Bot.*, 25(2): 195-213. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000200008>>
- COSTA, F. R. C., MAGNUSSON W. E. & LUIZAO, R. C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *J. Ecol.*, 93: 823-878.
- DAVIS, J. A. 1971. *Elementary survey analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 195 p.
- DURIGAN, G., RODRIGUES, R. R. & SCHIAVINI, I. 2000. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP. 320 p.
- FACELLI, J. M. & PICKETT, S. T. A. 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *The Bot. Rev.*, 57: 1-32.
- FORSTHOFER, M. & ATHAYDE FILHO, F. P. 2010. Distribuição espacial das samambaias e licófitas no Córrego Cachoeirinha, Nova Xavantina-MT. In: 3ª Jornada Científica da Unemat, Cáceres. *Anais...* Cáceres: Unemat. CD-ROM.
- FRANZ, I. & SCHMITT, J. L. 2005. *Blechnum brasiliense* Desv. (Pteridophyta, Blechnaceae): Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica. *Pesquisas Bot.*, 56: 173-183.
- HUBBEL, S. P. 1980. Seed predation and coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos*, 35: 214-229.

- HUECK, K. & SEIBERT, P. 1972. *Vegetationskarte von Südamerika/ Mapa de la Vegetación de América del Sur*. Stuttgart: Fischer.
- 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. *J. Ecol.*, 94(1): 181-195. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01071.x>>
- KIELING-RUBIO, M. A. & WINDISCH, P. G. 2002. O gênero *Dennstaedtia* Moore (Dennstaedtiaceae, Pteridophyta) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas Bot.*, 52: 185-194.
- KREUTZ, C., ATHAYDE FILHO, F. P., FERNANDES, L. R. & FORSTHOFER, M. 2009. Análise da distribuição espacial da flora pteridofítica em dois córregos da Bacia do Rio Pindaíba, MT. In: 2ª Jornada Científica da Unemat, Barra do Bugres. *Anais...* Barra do Bugres: Unemat. CD-ROM.
- LEHN, C. R. & RESENDE, U. M. 2008. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. *Rev. Bioc.*, 13(3-4): 188-195.
- LUIZÃO, R. C. C., LUIZÃO, F. J., PAIVA, R. Q., MONTEIRO, T. F., SOUSA, L. S. & KRUIJ, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Glob. Chang. Biol.*, 10: 592-600.
- LWANGA, J.S., BALMFORD A. & BADAZA R. 1998. Assessing fern diversity: relative species richness and its environmental correlates in Uganda. *Biodivers. Conserv.*, 7(11): 1387-1398. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1008865518378>>
- MALLMANN, I. T. 2009. *Comparação da composição florística, estrutura comunitária e distribuição espacial de monilófitas entre três fragmentos de mata ciliar do Rio Cadeia, com diferentes graus de perturbação antrópica, no sul do Brasil*. 89 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental). Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2009.
- MYNSEN, C. M. & WINDISCH, P. G. 2004. Pteridófitas da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Rodriguésia*, 55(85): 125-156.
- MORENO, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Divisão de Terras e Colonização. 42 p.
- MUELLER, C. C. 1996. Gestão de matas ciliares. In: LOPES, I. V. (Org.). *Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio. 408 p.
- NASCIMENTO, A. R. T., LONGHI, S. J. & BRENA, D. 2001. A estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta mista em Nova Prata, RS. *Ci. Flo.*, 11(1): 105-119.
- PACIENCIA, M. L. B. & PRADO, J. 2005. Distribuição espacial da assembléia de pteridófitas em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 32(1): 103-117.
- PAGE, C. N. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 119: 1-33. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-6667\(01\)00127-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-6667(01)00127-0)>
- PERRY, J. N., BELL, E. D., SMITH, R. H. & WOIWOD, I. P. 1998. SADIE: software to measure and model spatial pattern. *Asp. App. Biol.*, 46: 95-102.
- PERRY, J. N., WILDER, L., HOLLAND, J. M. & ALSTON, R. D. 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecol. Lett.*, 2: 106-113. <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.1999.22057.x>>
- POULSEN, A. D. 1996. Species richness and diversity of ground herbs within a plot of lowland rainforest in northwest Borneo. *J. Trop. Ecol.*, 12: 177-190.
- POULSEN, A. D., TUOMISTO, H. & BALSLEY, H. 2006. Edaphic and floristic variation within a 1-ha plot of lowland amazonian rain forest. *Biotropica*, 38(4): 468-478.
- PRADO, J. & SYLVESTRE, L. 2012. Pteridófitas. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 8 out. 2012.
- 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, Botânica*, 58: 177-185.
- RIBEIRO-FILHO, A. A., FUNCH, L. S. & RODAL, M. J. N. 2009. Composição florística da Floresta Ciliar do Rio Mandassaia, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Rodriguésia*, 60(2): 265-276.
- RODE, R., FILHO, F. A., MACHADO, S. A. & GALVÃO, F. 2010. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. *Floresta*, 40(2): 255-268.
- SARMENTO, E. C., WEBER, E. & HASENACK H. 2001. In: Avaliação da cobertura vegetal na microbacia Feitoria/Cadeia utilizando técnicas de geoprocessamento. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrrs.br/la-bgeo/artigos/cadeia.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2007.
- SCHMITT, J. L. & WINDISCH, P. G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta bot. Bras.*, 19(4): 859-865. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400021>>
- 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 bot. Bras.*, 21(3): 731-740. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000300019>>
- SCHWARTSBURD, P. B. & LABIAK, P. H. 2007. Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 34(2): 159-209.
- SEHNEM, A. 1972. Pteridáceas. In: *Flora Illustrada Catarinense*. Itajaí. 244 p.
- TANNER, E. V. J. 1983. Leaf demography and growth of tree fern *Cyathea pubescens* in Jamaica. *Bot. J. Linn. Soc.*, 87(3): 213-227. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.1983.tb00991.x>>
- TRYON, R. M. 1989. Pteridophytes. In: LIETH, H., WERGER, M. J. A. (Eds.). *Tropical rain forest ecosystems: biogeographical and ecological studies*. Amsterdam: Elsevier Scientific. p. 327-338.
- TUOMISTO, H. & POULSEN, A. D. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in Neotropical Rain Forests. *J. Biogeo.*, 23(3): 283-293. <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1996.00044.x>>
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K., POULSEN, A. D., MORAN, R., QUINTANA, C., CAÑAS, G. & CELI, J. 2002. Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, 34(4): 516-533.
- TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *J. Vegetation Sci.*, 5: 25-34.
- TUOMISTO H., RUOKOLAINEN K. & YLI-HALLA M. 2003. Dispersal, environment and floristic variation of Western Amazonian Forests. *Science*, 299(5604): 241-244. <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1078037>>
- VORMISTO, J., PHILLIPS, O. L., RUOKOLAINEN, K. & VÁSQUEZ, R. 2000. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonia rain forest. *Ecography*, 23: 349-359.
- WINDISCH, P. G. 1996. Towards assaying biodiversity in Brazilian pteridophytes. In: BICUDO, C. E. M. & MENEZES, N. (Eds.). *Biodiversity in Brazil: a first approach*. São Paulo: CNPq. p. 109-117.
- WOLF, P.G., SCHNEIDER, H. & RANKER, T. A. 2001. Geographic distributions of homosporous ferns: does dispersal obscure evidence of vicariance? *J. Biogeog.*, 28: 263-270.
- YOUNG, K. R. & LEÓN, B. 1989. Pteridophyte species diversity in the central Peruvian Amazon: Importance of edaphic specialization. *Brittonia*, 41(4): 388-395. <<http://dx.doi.org/10.2307/2807552>>
- ZAR, J. H. 2009. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. 960 p.