



A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E A ABUNDÂNCIA DE PTERIDÓFITAS VARIAM ENTRE UMA FLORESTA DE RESTINGA E UMA FLORESTA DE TERRAS BAIXAS NA SERRA DO MAR?

G. A. Nóbrega¹

M. B. Paciência²; J. Prado³; M. P. M. Aidar⁴

1-Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, Cidade Universitária, Zeferino Vaz, s/n, 13083 - 970, Barão Geraldo, Campinas, São Paulo, Brasil. Telefone: 55 19 3521 6382 - gairesias@gmail.com

2-Unip, Universidade Paulista, Avenida Paulista, Herbário Unip/Lab. de Extração. Bela Vista, 01310 - 100 - Sao Paulo, SP. Brasil.

3 - Seção de Briologia e Pteridologia. Instituto de Botânica, 01061 - 970, Água Funda, São Paulo, SP. Brasil.

4 - Seção Fisiologia e Bioquímica de Plantas. Instituto de Botânica, 01061 - 970, Água Funda, São Paulo, SP. Brasil.

INTRODUÇÃO

As pteridófitas representam aproximadamente 10% do total de plantas vasculares de florestas tropicais (Grayum & Churchill 1987, Gentry 1990), sendo o grupo dominante entre a vegetação herbácea (Foster 1990, Foster & Hubbell 1990, Hammel 1990). Desta maneira, os padrões de distribuição e as associações ecológicas das pteridófitas contribuem para a compreensão da estrutura das comunidades de plantas nas florestas tropicais. Devido à taxonomia relativamente bem conhecida, o tamanho reduzido das plantas, a elevada riqueza e ampla distribuição das espécies com guildas ecológicamente bem definidas (Barrington 1993), as pteridófitas vêm sendo amplamente utilizadas para estudar a composição das comunidades e os padrões de diversidade das florestas tropicais (Tuomisto *et al.*, 1995, 1998, Tuomisto & Poulsen 1996, Øllgaard & Navarette 1997, Lwanga *et al.*, 1998, Øllgaard *et al.*, 1998).

A distribuição das comunidades vegetais nas florestas tropicais está relacionada a vários fatores ambientais como: topografia, textura, drenagem e fertilidade do solo (Tuomisto & Ruokolainen 1994, Svenning 1999, Vormisto *et al.*, 2004.); topografia associada ao microclima (Poulsen & Nielsen 1995, Bernabe *et al.*, 1999); e estrutura da mata (Tanner 1983, Bittner & Breckle 1995). Vários autores relacionam as diferentes espécies de pteridófitas com os tipos de solo (Young & León 1989, van der Werff 1990, 1992, Poulsen & Baslev 1991, Tuomisto & Ruokolainen 1994, Tuomisto *et al.*, 1995).

Os padrões de distribuição das pteridófitas estão mais associados à disponibilidade de habitats propícios do que aos limites de dispersão dos esporos, pois estes podem ser dispersos facilmente pelo vento por longas distâncias (Page 2002). De acordo com Tuomisto & Ruokolainen (1994) e

Tuomisto *et al.*, (1995), as pteridófitas são boas indicadoras de condições ambientais e, por serem muito freqüentes nas florestas tropicais, podem contribuir para a caracterização de diferentes tipos de vegetação.

O presente trabalho faz parte do Projeto “Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar” - BIOTA Gradiente (FAPESP 03/12595 - 7). Foi desenvolvido em dois locais distintos (floresta de restinga e floresta de terras baixas na Serra do Mar), classificados por Veloso *et al.*, (1991) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, respectivamente. Conforme Assis *et al.*, (1999), no litoral norte do Estado de São Paulo, a floresta que ocorre sobre os solos arenosos da restinga é muito distinta da floresta que ocorre no sopé da serra, quanto à gênese, composição florística e estrutura das plantas arbóreas. Este trabalho é o primeiro a analisar a composição e a estrutura das comunidades de pteridófitas nas duas áreas.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é testar a hipótese que a Floresta de Restinga apresenta características distintas da Floresta Ombrófila Densa que ocorre no sopé da encosta da serra do mar, mediante análises de composição e abundância das espécies de pteridófitas presentes nessas duas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas fisionomias da Mata Atlântica, Floresta de Restinga (FRS) e Floresta de Terras

Baixas (FTB), denominadas por Veloso *et al.*, (1991) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, respectivamente. Estas duas fisionomias estão no Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, (coordenadas 23°31' a 23°34'S e 45°02' a 45°05'W). O Núcleo apresenta cerca de 47.500 ha onde também pode ser encontrada a Floresta Ombrófila Densa Submontana. O clima regional é tropical úmido, sem estação seca (Setzer 1966), com precipitação média anual superior a 2.200 mm.

Seguindo o 1o relatório do BIOTA Gradiente, as áreas aqui estudadas foram denominadas: Floresta de Restinga (FRS), formação florestal que ocorre sobre os cordões arenosos do litoral, em altitudes que variam de 0 a 50 m; e Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (FTB), formação florestal que recobre o sopé da Serra do Mar, em altitudes que variam de 50 a 100 m de altitude, e ocorre sobre solos originários da sedimentação de material oriundo da erosão das áreas mais elevadas da Serra do Mar.

A área que compreende a FRS está situada na Praia da Fazenda, próxima à base do Núcleo Picinguaba, em cotas aproximadas de 10m de altitude. A FTB está à margem do Rio da Fazenda e da Trilha do Corisco, cerca de 1 km além da Casa da Farinha do Núcleo Picinguaba, em cotas que variam de aproximadamente 40 a 80 m de altitude.

Para obtenção dos padrões de distribuição das espécies analisamos um hectare em cada área (FRS e FTB).

Em cada hectare delimitamos sete parcelas de 20 x 20 m (400 m²), totalizando 14 parcelas. Nas parcelas, todos os indivíduos de pteridófitas terrestres, rupícolas e epífitas com altura até 1,30m no forófito, foram identificados, amostrados e recenseados.

O recenseamento das espécies que apresentavam crescimento vegetativo e formavam adensamentos populacionais (por rizomas subterrâneos longos e estolões, por exemplo) foi feito conforme Paciência & Prado (2005). Assim foram obtidas a riqueza e a abundância das espécies nos sítios amostrais.

Foram aplicadas três técnicas de análise multivariada: divisão hierárquica dicotômica por TWINSPAN (Two way Indicator Species Analyses, Hill 1979); classificação hierárquica aglomerativa por UPGMA (Unweighted Pair - Groups Method using Arithmetic Averages, Sneath & Sokal 1973) usando o coeficiente de distância de Bray - Curtis (Krebs 1989); ordenação por PCO (Análise de Coordenadas Principais, Manly 1994, Jongman *et al.*, 1995). O programa escolhido foi o FITOPAC 2.1 (Shepherd 1994).

Os testes estatísticos utilizados foram o teste t modificado para H' (Poole 1974), no programa PAST 1.79 (Hammer *et al.*, 2001) e o teste de similaridade geral de Jaccard conforme (Zar 1999).

RESULTADOS

Nas duas áreas estudadas foram analisados 3482 indivíduos, pertencentes a 15 famílias, 24 gêneros e 53 espécies. Destas espécies, 16 ocorrem na floresta de Restinga (FRS), 32 na floresta de Terras Baixas (FTB) e 5 podem ser encontradas nas duas áreas. Foram registrados 1366 indivíduos na FRS e 2116 na FTB.

O Twinspan gerou dois grupos bem definidos. No primeiro nível de divisão, as áreas de Floresta de Restinga (FRS) e Floresta de Terras Baixas (FTB) formaram dois grandes grupos: o grupo 1 corresponde às espécies encontradas nas parcelas da área de FRS e o grupo 2 às encontradas na FTB. O autovalor dessa divisão foi 0,771. De acordo com a análise, a espécie *Campyloneurum major* (Hieron. ex Hicken) Lellinger foi indicativa da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.

O dendrograma gerado da análise por UPGMA, calculada pelo coeficiente de distância Bray - Curtis, assemelha - se bastante ao resultado obtido por Twinspan e aponta os dois grupos distintos, FRS e FTB. A correlação cofenética foi 0,947. A análise PCO foi realizada para complementar os dados obtidos e ressaltou a dissimilaridade entre as áreas.

O teste t modificado para H' indicou diferenças significativas ($p < 0,001$) entre a composição florística das duas áreas estudadas. O teste de similaridade geral de Jaccard também demonstrou diferenças na similaridade florística.

As análises efetuadas demonstram claramente que a composição florística de pteridófitas é diferente nas duas áreas estudadas. Considerando a proximidade das áreas e a baixa variação de altitude entre elas, as diferenças encontradas podem estar relacionadas à fertilidade do solo, à dinâmica da água e à estrutura do estrato arbóreo nos dois ambientes.

De acordo com Martins & Piccolo (2007) o solo da Floresta de Restinga (FRS) foi classificado como neossolo quartzarênico hidromórfico típico, enquanto o solo da Floresta de Terras Baixas (FTB) como cambissolo. O solo da FRS apresenta, em todas as profundidades, textura arenosa, enquanto que, nas parcelas da FTB, o gradiente textural varia de franco argilo - arenoso, até 40 cm de profundidade, à argilo arenoso nas camadas mais profundas do perfil. Ambos os tipos de solo são considerados de baixa fertilidade e possuem elevados índices de Al em todos os perfis, com maior reserva nutricional nos primeiros centímetros de solo (Martins & Piccolo 2007).

A floresta de Restinga estudada recebe influência pluvial permanente e foi tratada por Veloso (1991) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial, enquanto a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas não sofre esse tipo de influência, o que ajuda a explicar a grande diferença na composição florística de pteridófitas dos dois locais estudados.

O estrato arbóreo da FRS é mais baixo e apresenta composição florística diferenciada quando comparado à FTB. A incidência de luz dentro da FRS também é mais intensa.

Todas estas características, aliada a maior proximidade do mar, conseqüentemente maior exposição ao sal carregado pelo vento, devem estar associadas a menor riqueza encontrada na FRS e a grande diferença na composição e abundância das pteridófitas demonstrada neste estudo.

A espécie *Campyloneurum major* (Hieron. ex Hicken), conforme análise de Twinspan é indicadora da FTB e não está presente na FRS. Este resultado está relacionado à alta abundância desta espécie em relação às outras que ocorrem nessa área.

CONCLUSÃO

A composição e abundância das pteridófitas é distinta nas duas áreas e todas as análises demonstram essa diferença. As características do solo e a influência da água em cada área podem ser responsáveis pelo resultado obtido.

Estudos adicionais relacionando a microtopografia e os dados de riqueza e abundância de pteridófitas apresentados podem elucidar quais as preferências das espécies, assim como verificar detalhadamente o papel da dinâmica da água nesta floresta de restinga que apresenta características peculiares.

REFERÊNCIAS

Assis, M.A. 1999. Florística e caracterização das comunidades vegetais da Planície Costeira de Picinguaba, Ubatuba/SP. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, UNICAMP.

Barrington, D.S. 1993. Ecological and historical factors in fern biogeography. *Journal of Biogeography* 20: 275–280.

Barnarde, N., Williams - Linera, G. & Palacios - Rios, M. 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. *Biotropica* 31: 83 - 88.

Bittner, J. & Breckle, S.W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. *American Fern Journal* 85: 37 - 42.

Foster, R.B. & Hubbell, S.P. 1990. Floristic composition of the Barro Colorado forest. Pages 85 - 98 in: Gentry, A.H. (ed.) *Four Neotropical Rain Forests*. Yale University Press, New Haven.

Foster, R.B. 1990. The floristic composition of the manu foodplain forest. Pp. 99 - 111. In: Gentry, A. H. (ed.). *Four Neotropical Rainforest*. Yale University Press, New Haven.

Gentry, A.H. 1990. *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven and London.

Grayum, M.H. & Churchill, H.W. 1987. An Introduction to the Pteridophyte Flora of Finca La Selva, Costa Rica. *American Fern Journal* 77:73 - 89.

Hammel, B. 1990. The distribution of diversity of families, genera, and habit types in La Selva Flora. In: Gentry, A.H. (ed.). *Four neotropical forests*. p. 75 - 84. New Haven: Yale University Press.

Hammer, Ø, Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1).

Hill, M.O. 1979. Twinspan: a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individual and attributes. Ithaca : Cornell University, 60p.

Jongman, R.H.G.; Ter Braak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge 2nd ed., Cambridge Univ.

Lwanga, J.S.; Balmford, A. & Badaza, R. 1998. Assessing fern diversity: relative species richness and its environmental correlates in Uganda. *Biodiversity and Conservation* 7:1378–1398.

Manly, B.F.J. 1994. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2nd ed., London, Chapman & Hall.

Martins, S.C. & Piccolo, M.C. 2007. 1º Relatório do Projeto Temático Biota Gradiente Funcional. Coordenadores: Joly C.A. & Martinelli L.A. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, Estado de São Paulo, Brasil.

Øllgaard, B. & Navarette, H. 1997. Pteridophyte species richness in the valleys of Río Oyacachi, Río Quijos, and upper Río Aguatico. In: *Oyacachi. People and Biodiversity*, pp 64–68.

Øllgaard, B.; Ståhl, B. & Navarette, H. 1998. Plant diversity and endemism. In: Borgtoft, H.; Skov, F.; Fjeldså, J.; Schjellerup, I. & Øllgaard, B. (eds) *People and Biodiversity. Two Case Studies from the Andean Foothills of Ecuador*, pp 143–158.

Paciência, M.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.

Poole, R.W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. Tokyo, International Student Edition, 532p.

Poulsen, A.D. Baslev, H.1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 2:315 - 322.

Poulsen, A.D. Nielsen, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? *American Fern Journal* 85: 29–35.

Setzer, J. 1966. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo*. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná - Paraguai. CESP, São Paulo.

Shepherd, G.J. 1994. FITOPAC 2.1: manual do usuário. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.

Sneath, P.H.A. & Sokal, R.R. 1973. *Numerical taxonomy*. San Francisco, W.H. Freeman.

Svenning, J.C. 1999. *Journal of Ecology* 87:55 - 65.

Tanner, E.V.J., Vitousek, P.M. & Cuevas, E. 1998. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. *Ecology* 79:10 - 22.

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. Poulsen, A.D. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in Neotropical Rain Forests. *Journal of Biogeography* 23:283 - 293.

Tuomisto, H. & Ruokolainen, K. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 5:25 - 34.

Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliol, R., Linna, A., Danjoy, W. & Rodrigues, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science* 269: 63 - 66.

Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliol, R., Linna, A., Danjoy, W. & Rodrigues, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science* 269: 63 - 66.

van der Werff, H. 1990. Pteridophytes as indicators of vegetation types in the Galapagos Archipelago. *Monogr. Syst. Mo. Bot. Gard.* 32: 79 - 92.

van der Werff, H. 1992. Substrate preference of Lauraceae and ferns in the Iquitos area, Peru. *Candollea* 47:11 - 20.

Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. IBGE, Departamento de Recursos

Naturais e Estudos Ambientais.

Vormisto, J. Tuomisto, H.; Oksanen, J. 2004. *Journal of Vegetation Science* 15:485 - 494.

Young, K.R. & Leon, B. 1989. Pteridophyte species diversity in the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. *Brittonia* 41: 388 - 395.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis.* 4 ed. Prentice - Hall, New Jersey.