

O impacto do estresse hídrico artificial na comunidade de samambaias e licófitas em um sub-bosque de floresta ombrófila na Amazônia oriental

The impact of artificial hydric stress on understory ferns community in an ombrophylous forest in the eastern Amazon

Priscila Sanjuan de Medeiros^I, Leandro Valle Ferreira^I, Antônio Carlos Lôla da Costa^{II}

^IMuseu Paraense Emílio Goeldi/MCTI. Belém, Pará, Brasil

^{II}Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil

Resumo: Por sua alta dependência de umidade para reprodução, as samambaias e as licófitas são plantas muito sensíveis a variações de condições meteorológicas. O objetivo deste estudo foi comparar a influência do estresse hídrico artificial do Projeto Seca Floresta (Esecaflor) na riqueza de espécies e densidade de indivíduos de samambaias e licófitas do sub-bosque da floresta ombrófila na Amazônia. O Projeto Esecaflor compreende dois hectares, um dos quais de área experimental, onde ocorre a exclusão da precipitação, e outro para controle. O experimento começou em 2000 e está ativo. A umidade do solo foi medida de 2000 a 2011, e os dados de samambaias e licófitas em 2011. A taxa de redução de umidade do solo no hectare experimental, em comparação ao controle, variou de 17% a 68%. A riqueza de espécies apresentou 12 e cinco espécies no hectare controle e experimental, respectivamente, uma redução de 58%, enquanto a densidade de indivíduos apresentou 112 e 11 nos hectares controle e experimental, respectivamente, uma redução de 90%. A redução da riqueza de espécies e da densidade de indivíduos no hectare experimental é resultante da redução da umidade do solo. Isso demonstra que as mudanças climáticas na Amazônia geram impactos negativos na biodiversidade.

Palavras-chave: Amazônia. Pteridófitas. El Niño. Mudanças climáticas.

Abstract: The ferns plants have highly dependence on moisture for reproduction and very sensitive to variations in meteorological conditions. The aim of this study was to compare the influence of artificial water stress in the species richness and density of individuals of ferns in the understory of the Amazon rainforest during the Dry Forest Project (Esecaflor). The Esecaflor project consists of two hectares, one hectare of experimental area, with exclusion of precipitation, and other hectare as a control. The experiment began in 2000 and is still active. Soil moisture was measured from 2000 to 2011 and data for ferns was collected in 2011. The reduction of soil moisture in the control area, compared to the control, ranged from 17% to 68%. The species richness varied from 12 to five in the control and experimental areas, respectively, a reduction of 58%, while the density of individuals varied between 112 and 11 in the control and experimental areas, respectively, a reduction of 90%. The reduction in species richness and the density of individuals in the experimental area is due to the reduction of soil moisture. This demonstrates that climate changes in the Amazon generate negative impacts on biodiversity.

Keywords: Amazon. Pteridophyte. El Niño, Climate changes.

MEDEIROS, P. S., L. V. FERREIRA & A. C. L. COSTA, 2014. O impacto do estresse hídrico artificial na comunidade de samambaias e licófitas em um sub-bosque de floresta ombrófila na Amazônia oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 9(1): 223-230.

Autor para correspondência: Leandro Valle Ferreira. Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTI. Coordenação de Botânica. Av. Perimetral, 1901 – Terra Firme. Belém, PA, Brasil. CEP 66077-530 (lvferreira@museu-goeldi.br).

Recebido em 08/11/2012

Aprovado em 27/03/2014

Responsabilidade editorial: Hilton Tulio Costi



INTRODUÇÃO

O bioma Amazônia desempenha um papel importante no ciclo de carbono do planeta e pode ser considerado uma região com grande risco potencial de sofrer influências das mudanças climáticas, que podem ser decorrentes de causas naturais ou de origens antrópicas, associadas ao aumento da emissão de gases de efeito estufa, das queimadas e de alterações do uso da terra dentro da própria região amazônica (Nobre *et al.*, 2007).

A Amazônia representa 45% do total de florestas tropicais do mundo, estocando um quinto do carbono total da vegetação terrestre global, processando três vezes mais carbono através da fotossíntese e respiração do que o carbono liberado para a atmosfera através da queima de combustíveis fósseis (Malhi *et al.*, 1999).

Alguns estudos têm sido realizados a fim de correlacionar as possíveis mudanças no clima do planeta e seus efeitos sobre a biodiversidade (Marengo *et al.*, 2008). As mudanças climáticas, principalmente no que se refere à alteração do balanço hídrico de regiões ou, ainda, à variação de temperatura fora dos padrões normais, podem causar modificações na distribuição e sobrevivência de espécies dentro destes (Cordeiro *et al.*, 2008).

Atualmente, uma das mais importantes anomalias climáticas globais está associada ao aquecimento diferencial das águas do Oceano Pacífico, fenômeno conhecido como 'El-Niño' (Nobre *et al.*, 2007). Esse fenômeno aumentou em frequência desde 1976 (Nicholls, 1996) e diversos estudos relacionam o efeito estufa como uma das principais causas desse aumento (Timmermann *et al.*, 1999).

O fenômeno El Niño resulta em períodos mais secos na Amazônia devido à redução drástica da precipitação, causando alterações consideráveis no comportamento da floresta, tais como a diminuição da umidade do ar e de solo e o aumento da temperatura (Nobre *et al.*, 2007). Isso, por sua vez, produz condições para incêndios destrutivos e também induz à perda de carbono na floresta mesmo na ausência de fogo (Barbosa & Fearnside, 1999).

Com o objetivo de investigar os efeitos causados pelo fenômeno El-Niño na floresta amazônica, foi criado um experimento na Floresta Nacional de Caxiuanã, no estado do Pará, denominado 'Estudo da Seca da Floresta' (Projeto Esecafloor) (Costa *et al.*, 2010).

O Projeto Esecafloor consiste na simulação de um período de seca artificial na floresta amazônica, semelhante à influência do fenômeno El-Niño, que altera as condições climáticas em diversas partes do mundo e dura de 12 a 18 meses, em média, em intervalos de dois a sete anos, com diferentes intensidades (Souza *et al.*, 2000).

As plantas vasculares sem sementes, atualmente denominadas de samambaias e licófitas, são caracterizadas pela alta dependência de umidade para reprodução e estabelecimento no estágio inicial do seu ciclo de vida (Page, 2002), sendo, portanto, plantas sensíveis a variações de condições meteorológicas locais e regionais. Formam um importante grupo biológico com mais de 1.176 espécies ocorrendo no Brasil, sendo 39% endêmicas (Prado & Sylvestre, 2012). Além das interações ecológicas com outros organismos, as samambaias e as licófitas desempenham importantes funções em muitos aspectos da dinâmica das florestas, como a distribuição e a manutenção da umidade, que podem ser alteradas com as mudanças climáticas globais (Phillips & Gentry, 1994; Morellato *et al.*, 2000; Barros *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, estudos com samambaias e licófitas têm aumentado. Contudo, os aspectos ecológicos desse grupo em ambientes florestais são ainda pouco conhecidos (Schmitt & Windish, 2005), principalmente aqueles relacionados a modificações do meio físico.

Meir & Woodward (2010) relatam que o impacto do estresse hídrico artificial do Projeto Esecafloor é documentado por estudos ligados ao crescimento, mortalidade e fisiologia da comunidade de plantas. Contudo, não existe ainda nenhum estudo de longo prazo que determine o impacto da redução da umidade do solo na florística e estrutura de plantas. Para Benzing (1990), o estresse hídrico é o fator abiótico mais prejudicial às plantas e, para sobreviver, alguns organismos desenvolveram mecanismos para identificar e reagir, por meio

escolhidas, por sorteio, 20 parcelas em cada hectare. Em dezembro de 2011, todas as samambaias e licófitas encontradas nessas parcelas foram contadas, coletadas e identificadas até o nível de espécie ou subespécie. Os indivíduos clonais foram excluídos da contagem.

ANÁLISE DOS DADOS

Medições do conteúdo de água no solo

Para testar diferenças na umidade do solo (variável dependente) em relação às parcelas amostradas no hectare controle e no experimental (fator), foi usado o teste t, sendo a normalidade da variável dependente determinada pelo teste Shapiro-Wilk (Zar, 2010).

A taxa de redução de umidade (TRU) foi calculada pela fórmula:

$$TRU = (1 - (E\%/C\%) \times 100) \times 1$$

onde E% e C% representam a umidade do solo no hectare experimental e controle, respectivamente.

Riqueza de espécies e estrutura de indivíduos

O teste U foi usado para testar as diferenças na riqueza de espécies e densidade de indivíduos de samambaias e licófitas (variáveis dependentes) em relação às parcelas do hectare controle e experimental (fator) (Zar, 2010).

A taxa de redução de densidade de indivíduos (TRDI) foi calculada pela fórmula:

$$TRDI = (1 - (DE\%/DC\%) \times 100) \times 1$$

onde DE e DC representam a densidade de indivíduos no hectare experimental e controle, respectivamente.

Aspectos ecológicos

De acordo com as estratégias de sobrevivência propostas por Kornás (1985), as espécies foram classificadas em poiquilohídrica, decídua, terófito e 'não evidente'.

A preferência das espécies por cada tipo de substrato foi considerada principalmente a partir das observações de campo. Foram considerados os seguintes substratos: terrícola, corticícola e hemicorticícola (Kornás, 1985).

RESULTADOS

MEDIÇÕES DO CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO

Com exceção dos anos de 2000 e 2001, quando o Projeto Esecafloor estava ainda em fase de implantação, nos demais anos registrou-se uma redução significativa da porcentagem de umidade do solo do hectare experimental em relação ao controle, variando de 32% a 68% entre os anos de 2002 a 2011 (Tabela 1).

RIQUEZA DE ESPÉCIES E DENSIDADE DE INDIVÍDUOS

Houve uma redução significativa da mediana da riqueza de espécies entre o hectare controle (586) em comparação ao experimental (234) ($U = 376$; $P = 0,0001$; Figura 2A).

Foram registradas 11 espécies de samambaias e uma licófito, classificadas em oito famílias botânicas, das quais somente cinco espécies foram encontradas no hectare experimental, representando uma redução de 58% na riqueza total de espécies de samambaias e licófitas (Tabela 2). Nenhuma das 12 espécies registradas foi exclusiva do hectare experimental.

As famílias Pteridaceae e Hymenophyllaceae foram as mais representativas, com três espécies cada uma. No hectare controle, foram registradas espécies terrícolas, corticícolas e hemicorticícolas, enquanto no hectare experimental a maioria das espécies registradas foi corticícola (Tabela 2).

Das sete espécies exclusivas do hectare controle, apenas três são terrestres (*Lindsaea lancea*, *Schizaea elegans*, *Selaginella stellata*). Metade das espécies encontradas é poiquilohídrica, ou seja, essas espécies apresentam um padrão sazonal irregular e diretamente

dependente das condições ambientais, onde, de acordo com a disponibilidade hídrica, as frondes podem ficar murchas ou enroladas. No hectare experimental, mais da metade das espécies (3) também é poiquilohídrica.

Houve uma redução significativa da mediana da densidade de indivíduos entre o hectare controle (591,5) em

comparação ao hectare experimental (228,5) ($U = 381,5$; $P = 0,0001$; Figura 2B).

Foram registrados 111 indivíduos de samambaias e um de licófitas no hectare controle e somente 11 indivíduos de samambaia no hectare experimental, uma redução de 90%, variando de 75% a 100% entre as espécies (Tabela 2).

Tabela 1. Média da umidade do solo no hectare controle (C) e experimental (E) e a taxa de redução de umidade (TRU) do Projeto Esecaflor entre os anos de 2000 a 2011. Legendas: t = valor do teste T; p = p-value.

Ano	C%	E%	TRU%	t	p
2000	21,6	18	-16,7	5,86	0,063
2001	23,7	20,1	-15,2	1,68	0,108
2002	23,7	16,2	-31,6	4,97	0,0001
2003	22,5	12,9	-42,7	7,35	0,0001
2004	27,1	18,3	-32,5	5,32	0,001
2005	15,9	6,3	-60,4	5,76	0,0001
2006	17,6	7,2	-59,1	6,69	0,0001
2007	14,9	4,7	-68,5	5,77	0,0001
2008	21,4	11,1	-48,1	7,12	0,0001
2009	20,3	10,4	-48,8	7,07	0,0001
2010	21,7	11,7	-46,1	6,99	0,0001
2011	23,7	15,5	-34,6	5,44	0,001

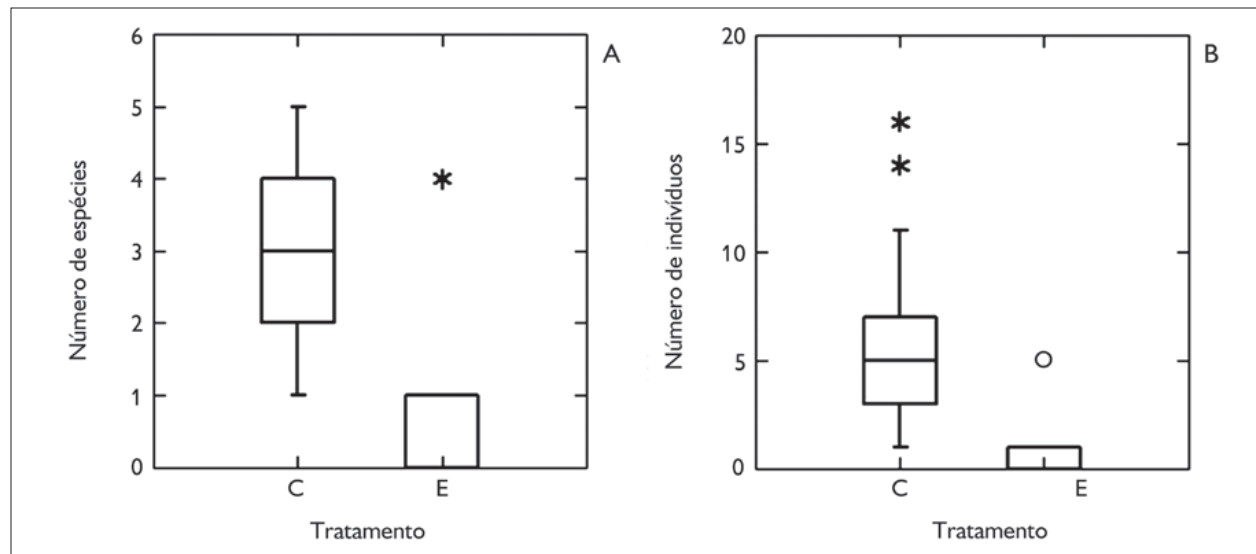


Figura 2. Mediana do número de espécies (A) e de indivíduos (B) de samambaias e licófitas entre o hectare controle (C) e experimental (E) no Projeto Esecaflor. Os símbolos * e ○ mostram os outliers (valores discrepantes da amostragem, que perde sua influência nessa abordagem, sendo apenas o maior valor da amostra).

Tabela 2. Densidade total das espécies de samambaias e licófitas no Projeto Esecaflor entre o hectare controle (C) e experimental (E); taxa de redução da densidade (TRD); tipo de substrato (S): C) corticícola, H) hemicorticícola, T) terrícola; estratégias de sobrevivência (ES): P) poiquilohídrica, D) decídua, N) não evidente.

Nome científico	Família botânica	S	C	E	ES	TRD (%)
<i>Asplenium serratum</i> L.	Aspleniaceae	C	2	1	N	-50,0
<i>Dicranoglossum desvauxii</i> (Klotzsch) Proctor	Polypodiaceae	C	1		N	-100,0
<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	Pteridaceae	C	13	2	P	-84,6
<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd. var. <i>lancea</i>	Lindsaeaceae	T	2		N	-100,0
<i>Lomariopsis prieuriana</i> Fée	Lomariopsidaceae	H	13	2	N	-84,6
<i>Polytaenium guayanense</i> (Hieron.) Alston	Pteridaceae	C	50		P	-100,0
<i>Schizaea elegans</i> (Vahl) Sw.	Schizaeaceae	T	1		D	-100,0
<i>Selaginella stellata</i> Spring	Selaginellaceae	T	1		N	-100,0
<i>Trichomanes pedicellatum</i> Desv.	Hymenophyllaceae	C	1		P	-100,0
<i>Trichomanes punctatum</i> subsp. <i>labiatum</i> (Jenman) Wess. Boer	Hymenophyllaceae	C	19	4	P	-78,9
<i>Trichomanes punctatum</i> Poir.	Hymenophyllaceae	C	8	2	P	75,0
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	Pteridaceae	C	1		P	-100,0
Total			112	11		-90,2

DISCUSSÃO

A redução significativa da umidade do solo, após os primeiros anos de execução do Projeto Esecaflor, demonstra uma rápida mudança no ambiente decorrente do isolamento da queda de água da chuva no hectare experimental, sendo essa mudança refletida na redução da riqueza de espécies e na densidade de indivíduos de samambaias e licófitas do sub-bosque.

Estudos realizados no Projeto Esecaflor têm demonstrado o nítido impacto do estresse hídrico na comunidade de plantas. Phillips *et al.* (2010) demonstraram uma maior mortalidade de árvores no hectare experimental em comparação ao controle, sendo essa mortalidade mais significativa nas árvores com maiores diâmetros. Costa *et al.* (2010) determinaram que a taxa de fotossíntese foi maior no hectare controle em comparação ao experimental.

Diversos estudos têm demonstrado que, em florestas tropicais úmidas, a umidade elevada e o sombreamento são condições essenciais para o desenvolvimento das samambaias e licófitas (Xavier & Barros, 2005; Zuquim *et al.*, 2007).

Paciencia & Prado (2004) e Silva *et al.* (2001) demonstram que há uma nítida redução da densidade de

indivíduos e da riqueza de espécies da comunidade de samambaias e licófitas em relação à fragmentação florestal, resultante do impacto da criação de uma borda florestal que altera as condições micrometeorológicas do sub-bosque da floresta original, das quais a umidade do solo é uma das mais afetadas (Murcia, 1995). Sota (1971) relata que o ambiente de troncos e ramos das árvores apresenta melhores condições micrometeorológicas, tais como temperaturas mais baixas e umidade mais elevada, para o desenvolvimento das comunidades de samambaias e licófitas.

A presença de um maior número de espécies corticícolas no hectare experimental, inclusive de espécies da família Hymenophyllaceae, provavelmente é explicada pelo escoamento superficial da água da chuva desde a copa, pois as árvores presentes nesse local precisam ultrapassar os painéis plásticos posicionados entre 1 a 4 metros de altura. Isso permite que parte da água da chuva escoe pelos troncos das árvores, produzindo condições locais mais úmidas, o que possibilita a colonização dos troncos por esse grupo de samambaias e licófitas. A família Hymenophyllaceae é caracterizada por possuir

frondes com uma camada única de células e, por isso, abarca espécies bastante sensíveis ao dessecamento (Hirai & Prado, 2011). Além disso, três das cinco espécies registradas no hectare experimental são poiquilohídricas, isto é, diminuem a quantidade de água em suas frondes para resistir ao período mais seco.

Atualmente, diversos estudos em modelagem climática relatam que há uma grande possibilidade de ocorrer nas próximas décadas uma substituição abrupta e irreversível das áreas de floresta tropical úmida por formações vegetais abertas, mais secas e com menor biomassa, resultando em grande perda de biodiversidade (Marengo *et al.*, 2008; Nobre *et al.*, 2007).

CONCLUSÕES

A redução da umidade de solo na parcela experimental do Projeto Esecaflo, resultante do estresse hídrico artificial que simula uma condição de El-Niño na Amazônia, diminuiu significativamente a riqueza de espécies e a densidade de indivíduos da comunidade de samambaias e licófitas do sub-bosque da floresta ombrófila estudada, demonstrando que mudanças climatológicas em pequena escala podem afetar negativamente a biodiversidade da Amazônia.

Este trabalho recomenda que sejam realizados estudos de longo prazo com a biota amazônica no âmbito do Projeto Esecaflo, com o objetivo de fornecer os dados necessários para a melhoria dos modelos climáticos em desenvolvimento nesta região, onde o componente de biodiversidade normalmente não é incluído.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro no âmbito do Programa de Pesquisas de Longa Duração (PELD) – Sítio 24 – Caxiuanã. À “Rede de Mudanças Climáticas e Ambientais do Pará: Uma Perspectiva de Estudos Integrados” – Projeto do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX). Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, em especial à Estação Científica Ferreira Penna, pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. S., P. L. B. LISBOA & A. S. L. SILVA, 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica “Ferreira Penna”, em Caxiuanã (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica** 9(1): 93-128.
- BARBOSA, R. I. & P. M. FEARNSTIDE, 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/98). **Acta Amazonica** 29(4): 513-534.
- BARROS, I. C. L., A. C. P. SANTIAGO, A. F. N. PEREIRA & M. R. PIETROBOM, 2005. Pteridófitas. In: K. P. PÓRTO, J. S. ALMEIDA-CORTEZ & M. TABARELLI (Orgs.): **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**: 149-171. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- BENZING, D. H., 1986. The vegetative basis of vascular epiphytism. **Selbyana** 9(1): 23-43.
- BENZING, D. H., 1990. **Vascular epiphytes: general biology and related biota**: 1-354. Cambridge University Press, Cambridge.
- BORLAND, A. M., L. I. TÉCSI, R. C. LEEGOOD & R. P. WALKER, 1998. Inducibility of crassulacean acid metabolism (CAM) in *Clusia* species: physiological/biochemical characterisation and intercellular localization of carboxylation and decarboxylation processes in three species which exhibit different degrees of CAM. **Planta** 205(3): 342-351.
- CORDEIRO, S. A., C. C. SOUZA & Z. M. S. H. MENDOZA, 2008. Florestas brasileiras e as mudanças climáticas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** 11: 1-20.
- COSTA, A. C. L., D. GALBRAITH, S. ALMEIDA, B. T. T. PORTELA, M. COSTA, J. A. SILVA JUNIOR, A. P. BRAGA, P. H. L. GONÇALVES, A. A. R. OLIVEIRA, R. FISHER, O. L. PHILLIPS, D. B. METCALFE, P. LEVY & P. MEIR, 2010. Effect of 7 yr of experimental drought on vegetation dynamics and biomass storage of an eastern Amazonian rainforest. **New Phytologist** 187(3): 579-591.
- FERREIRA, L. V., S. S. ALMEIDA, D. D. AMARAL & P. PAROLIN, 2005. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna: subsídios para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Pesquisas, Botânica** 56: 103-116.
- HERPPICH, W. B., 1997. Crassulacean acid metabolism: biochemistry, ecophysiology and evolution (Ecological studies 114). **New Phytologist** 135(3): 567-574.
- HIRAI, R. Y. & J. PRADO, 2011. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Pteridophyta: 10. Hymenophyllaceae. **Hoehnea** 38(3): 501-510.
- KORNÁS, J., 1985. Adaptive strategies of African pteridophytes to extreme environments. **Proceedings of The Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences** 86: 391-396.

- MALHI, Y., D. D. BALDOCCHI & P. G. JARVIS, 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. **Plant, Cell and Environment** 22(6): 715-740.
- MARENGO, J. A., C. A. NOBRE, J. TOMASELLA, M. D. OYAMA, G. S. OLIVEIRA, R. OLIVEIRA, H. CAMARGO, L. M. ALVES & I. F. BROWN, 2008. The drought of Amazonia in 2005. **Journal of Climate** 21(3): 495-516.
- MEIR, P. & F. I. WOODWARD, 2010. Amazonian rain forests and drought: response and vulnerability. **New Phytologist** 187(3): 553-557.
- MORELLATO, L. P. C., D. C. TALORA, A. TAKAHASHI, C. C. BENCKE, E. C. ROMERA & V. B. ZIPPARRO, 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** 32(4b): 811-823.
- MURCIA, C., 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution** 10(2): 58-62.
- NICHOLLS, N., 1996. Observed climate variability and change. In: J. T. HOUGHTON, L. G. MEIRA FILHO, B. A. CALLANDER, N. HARRIS, A. KATTENBERG & K. MASKELL (Eds.): **IPCC Working Group I Report, 1995**: 133-192. Cambridge University Press, Cambridge.
- NOBRE, C. A., G. SAMPAIO & L. SALAZAR, 2007. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura** 59(3): 22-27.
- PACIENCIA, M. L. B. & J. PRADO, 2004. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 641-653.
- PAGE, C. N., 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. **Review of Palaeobotany and Palynology** 119(1-2): 1-33.
- PHILLIPS, O. L. & A. H. GENTRY, 1994. Increasing turnover through time in tropical forests. **Science** 263(5149): 954-958.
- PHILLIPS, O. L., S. G. VAN DER HEIJDEN, S. L. LEWIS, G. LÓPEZ-GONZÁLEZ, L. E. O. C. ARAGÃO, J. LLOYD, Y. MALHI, A. MONTEAGUDO, S. ALMEIDA, E. A. DÁVILA, I. AMARAL, S. ANDELMAN, A. ANDRADE, L. ARROYO, G. AYMARD, T. R. BAKER, L. BLANC, D. BONAL, A. C. A. OLIVEIRA, K.-J. CHAO, N. D. CARDOZO, L. COSTA, T. R. FELDPAUSCH, J. B. FISHER, N. M. FYLLAS, M. A. FREITAS, D. GALBRAITH, E. GLOOR, N. HIGUCHI, E. HONORIO, E. JIMÉNEZ, H. KEELING, T. J. KILLEEN, J. C. LOVETT, P. MEIR, C. MENDOZA, A. MOREL, P. N. VARGAS, S. PATIÑO, K. S.-H. PEH, A. P. CRUZ, A. PRIETO, C. A. QUESADA, F. RAMÍREZ, H. RAMÍREZ, A. RUDAS, R. SALAMÃO, M. SCHWARZ, J. SILVA, M. SILVEIRA, J. W. FERRY SLIK, B. SONKÉ, A. S. THOMAS, J. STROPP, J. R. D. TAPLIN, R. VÁSQUEZ & E. VILANOVA, 2010. Drought-mortality relationships for tropical forests. **New Phytologist** 187(3): 631-646.
- PRADO, J. & L. SYLVESTRE, 2012. Samambaias e licófitas. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ). **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128483>>. Acesso em 12 janeiro 2012.
- SCHMITT, J. L. & P. G. WINDISH, 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 859-865.
- SILVA, I. A. A., A. F. N. PEREIRA & I. C. L. BARROS, 2001. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 71(2): 421-430.
- SOTA, E. R., 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (América Central). **Nova Hedwigia** 21(1-4): 401-465.
- SOUZA, E. B., M. T. KAYANO, J. TOTA, L. PEZZI, G. FISCH & C. NOBRE, 2000. On the influences of the El Niño, La Niña and atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1988. **Acta Amazonica** 30(2): 305-318.
- TIMMERMANN, A., J. OBERHUBER, A. BACHER, M. ESCH, M. LATIF & E. ROECKNER, 1999. Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. **Nature** 398(6729): 694-697.
- XAVIER, S. R. S. & I. C. L. BARROS, 2005. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 775-781.
- ZAR, J. H., 2010. **Biostatistical analysis**: 1-944. Pearson Prentice-Hall, New Jersey.
- ZUQUIM, G., F. R. C. COSTA & J. PRADO, 2007. Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências** 5(S2): 360-362.