

# Efeitos do manejo florestal sobre a composição e abundância de samambaias no sudeste do estado do Acre, Brasil

## Forest management effects on the abundance and species composition of ferns in South West of Brazilian Amazon

Juliana Menger<sup>1</sup>  
julianamenger@gmail.com

Daniel Magnabosco Marra<sup>2</sup>  
daniel.marra@uni-leipzig.de

Cleber Ibraim Salimon<sup>3</sup>  
clebsal@gmail.com

### Resumo

Durante as últimas décadas, a demanda por madeiras de espécies tropicais tem se intensificado. Contudo, grande parte da extração de madeira tropical ainda é realizada de forma convencional. O manejo florestal viabiliza e otimiza a produção de recursos florestais visando a manutenção da floresta e sua biodiversidade. Este estudo avaliou os efeitos da extração madeireira com manejo florestal sobre a abundância e composição de samambaias no Projeto de Assentamento Agroextrativista Chico Mendes, estado do Acre, Brasil. Uma área de floresta de terra firme manejada foi comparada com uma área de floresta não manejada (área controle). Foram encontradas seis espécies de samambaias, sendo *Adiantum argutum* a mais abundante em ambas as áreas. A abundância total de indivíduos foi maior na área controle do que na área manejada. Já a riqueza de espécies foi maior na área manejada do que na área controle. A abertura do dossel afetou a abundância de samambaias na área manejada. A variação na espessura da serapilheira na área manejada não influenciou a abundância de samambaias. Tais resultados indicam que, embora a área manejada tenha apresentado mudanças de estrutura e composição, o manejo florestal pode minimizar os efeitos da extração madeireira convencional sobre as samambaias.

**Palavras-chave:** conservação da biodiversidade, exploração madeireira, floresta tropical, samambaias.

### Abstract

During the last decades, the tropical timber species demand has intensified. However, mostly of the tropical timber harvesting is still done conventionally. Forest management optimizes the production and aims at the maintenance of the forest and its biodiversity. This study evaluates the effects of logging on the abundance and composition of ferns on the Projeto Agroextrativista Chico Mendes, Acre state, Brazil. A forest managed area was compared with an area of old growth forest (non managed area). Six species of ferns have been found; *Adiantum argutum* was the most abundant in both areas. The total abundance was higher in the non managed area than in the managed forest. Species richness was higher in the managed forest than in the non managed area. The canopy openness affected the ferns abundance in the managed forest. The litter height variation did not affect ferns abundance in the managed forest. Although changing in species composition and abundance has been observed in the logging area, forest management can minimize the effects of conventional logging on ferns assemblies.

**Key words:** biodiversity conservation, ferns, logging, tropical forest.

<sup>1</sup> Helmholtz-Centre for Environmental Research, Department of Conservation Biology, Permoserstrasse 15, CEP: 04318, Leipzig, Saxônia, Alemanha. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Biodiversidade, Av. Efigênio Sales, 2239, Adrianópolis, 69011-970, Caixa Postal 478, Manaus, AM, Brasil.

<sup>2</sup> Max Planck Institute for Biogeochemistry, Department of Biogeochemical Processes, Hans-Knöll-Strasse, 10, 07745, Jena, Turíngia, Alemanha. Universität Leipzig, AG Spezielle Botanik und Funktionelle Biodiversität, Jönanni-sallee 21-23, 04103, Leipzig, Saxônia, Alemanha. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Dinâmica Ambiental, Av. Efigênio Sales, 2239, Adrianópolis, 69011-970, Caixa Postal 478, Manaus, AM, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas. Rua Horácio Trajano de Oliveira, s/n, Cristo Redentor, 58020-540, João Pessoa, PB, Brasil. Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza. BR-174, KM 04, Distrito Industrial, 69920-900, Rio Branco, AC, Brasil.

## Introdução

Embora o desmatamento na Amazônia tenha sido menos intenso nos últimos cinco anos, as taxas voltaram a crescer em 2011 (INPE, 2011). Além da expansão das fronteiras agrícolas, a exploração seletiva de madeira também contribui para o aumento da degradação florestal e eleva a suscetibilidade da floresta ao fogo (Fearnside, 2005). Além disso, mais de 80% dessa exploração é ilegal e realizada sem qualquer tipo de manejo florestal (Laurance, 1998).

A falta de manejo florestal intensifica os impactos sobre a estrutura das florestas e sobre a composição de espécies, o que pode comprometer a manutenção dos recursos florestais (Lima *et al.*, 2005). Neste contexto, o manejo florestal representa uma das poucas atividades economicamente viáveis que podem garantir a produção de madeira e a manutenção da biodiversidade (Magnusson *et al.*, 1999; Higuchi *et al.*, 2007; Henriques *et al.*, 2008). Na região amazônica o manejo florestal, portanto, pode ser uma opção ecológica e economicamente viável para populações humanas locais (Higuchi *et al.*, 2009).

O Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) Chico Mendes, localizado no município do Acre, sudoeste da Amazônia brasileira, foi criado em 1989 e tem como atividade econômica o manejo florestal. O manejo realizado no PAE Chico Mendes é o de pequena escala (MMA, 2006), e as práticas de manejo na área incluem o inventário e o monitoramento florestal, retirada de cipós, corte seletivo de madeira, queda direcionada das árvores e arraste por tração animal, reduzindo o impacto nas áreas exploradas. Além disso, quando comparado com a extração seletiva convencional, o volume de madeira (6 m<sup>3</sup>/ano) retirado da floresta é baixo (Stone-Jovicick *et al.*, 2007). Na área do PAE Chico Mendes, contudo, não há estudos que revelem os efeitos do manejo florestal em grupos de plantas como as samambaias.

As samambaias e licófitas representam cerca de 54% de todas as espécies de

ervas amostradas em florestas tropicais (Costa, 2004). Fatores relacionados à estrutura da vegetação, como a espessura da serapilheira e a abertura do dossel, frequentemente são apontados como estruturadores da comunidade de plantas (Xiong e Nilsson, 1999; Xiong *et al.*, 2003; Weltzin *et al.*, 2005; Zuquim *et al.*, 2009). A derrubada de árvores leva a um acréscimo nesses fatores e, conseqüentemente, pode contribuir para modificações na composição e abundância de samambaias e licófitas. Assim, o objetivo deste estudo foi: (i) verificar como o manejo florestal afeta a composição e abundância de samambaias; (ii) determinar como a espessura da serapilheira e a abertura do dossel afetam a composição e abundância de samambaias.

## Métodos

### Área de estudo

O estudo foi conduzido em novembro de 2009, na área do Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes (PAE Chico Mendes), localizada a 30 km do município de Xapuri, sudeste do Estado do Acre, na região ocidental da Amazônia brasileira (Figura 1). O clima da região é equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, com média anual de 24 °C

e umidade relativa do ar em torno de 80% a 90% (Acre, 2000). A precipitação média anual é de 1890 mm, com duas estações bem definidas: seca e chuvosa (Acre, 2000). O solo da região varia de Argissolo Vermelho Distrófico a Argissolo Amarelo Eutrófico (Radam Brasil, 1978). A área florestada cobre aproximadamente 90% do PAE, sendo a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras os tipos de vegetação predominantes (Radam Brasil, 1978).

### Delineamento

Os dados foram coletados em duas áreas de 200 m x 250 m, em uma floresta de terra firme. A área submetida ao manejo florestal (designada Área Manejada - AM) foi explorada em 2007. A área de floresta não manejada (denominada Área Controle - AC) possui trilhas criadas por seringueiros e coletores de castanha, porém não sofreu qualquer tipo de intervenção para a retirada de madeira. Em cada área, seis parcelas de 50 m x 1m, distantes 100 m entre si, foram estabelecidas. Em cada parcela foram instaladas seis sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup>, distantes 10 m entre si, nas quais a composição e abundância de espécies de samambaias terrícolas foram registradas. Essas foram consideradas plantas in-



**Figura 1.** Localização da área de estudo, mostrando os limites da área do Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes (PAE Chico Mendes), Acre, Brasil.

**Figure 1.** Study area location, showing the boundaries of the *Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes* (PAE Chico Mendes), South West Amazonia, Brazil.

dividuais quando distantes 20 cm das vizinhas. Somente os indivíduos enraizados dentro da sub-parcela foram contabilizados. As espécies foram identificados em campo com auxílio de bibliografia especializada (Zuquim *et al.*, 2008) e classificadas segundo Smith *et al.* (2006). O material botânico coletado foi incorporado ao acervo do Herbário da Universidade Federal do Acre.

A espessura da serapilheira foi medida no centro de cada sub-parcela, com auxílio de um bastão de metal com 2 mm de diâmetro. O bastão foi inserido por meio da camada de folhas até tocar o solo. A abertura do dossel foi medida no início de cada parcela (em porcentagem), com fotos digitais semi-hemisféricas obtidas a 1,5 m de altura do solo, entre 07h30min e 09h00min, a fim de evitar grandes variações na intensidade de luz. As imagens foram analisadas no programa Gap Light Analyzer (Frazer *et al.*, 1999), e a média dos seis valores obtidos por parcela foi utilizada para caracterizar a abertura do dossel de toda a parcela.

### Análises

Uma análise de variância (ANOVA) foi aplicada para verificar se houve diferença nas variáveis ambientais (espessura da serapilheira e abertura do

dossel) entre a Área Manejada (AM) e a Área Controle (AC), bem como para diferenças na abundância total dos indivíduos entre as áreas. Uma Regressão Linear Múltipla foi realizada para verificar os efeitos da serapilheira e da abertura do dossel sobre a abundância total das espécies. Foi assumido o nível de significância de 5% para todas as análises. Essas análises foram conduzidas no ambiente estatístico R (R Development Core Team, 2008).

### Resultados

Seis espécies de samambaias foram encontradas na área de estudo, sendo *Adiantum argutum* Splitg. a espécie mais abundante e a única registrada nas duas áreas. A riqueza de espécies foi maior na AM. Duas espécies ocorreram apenas na AC: *Adiantum cinnamomeum* Lellinger e J. Prado e *Tectaria incisa* Cav., e outras três apenas na AM: *Lomariopsis japurensis* (Mart.) J. Sm., *Trichomanes pinnatum* Hedw. e *Triplophyllum hirsutum* (Holtum) J. Prado e R.C. Moran (Tabela 1). A espessura da serapilheira foi maior na AM do que na AC ( $F=14,65$ ;  $P<0,001$ ; Tabela 2), bem como a abertura do dossel ( $F=31,80$ ;  $P<0,001$ ; Tabela 2). A abundância total de indivíduos foi maior na AC ( $F=5,18$ ;  $P=0,026$ ; Figura 2) do que na AM.

A abertura do dossel afetou a abundância total de indivíduos na AM ( $R^2=0,23$ ;  $P=0,001$ ; Figura 3), mas não na AC ( $R^2=0,05$ ;  $P=0,092$ ). A espessura da serapilheira não afetou a abundância total de indivíduos na AM ( $R^2=0,07$ ;  $P=0,063$ ) ou na AC ( $R^2=-0,02$ ;  $P=0,659$ ).

### Discussão

Considerando os impactos da exploração madeireira, os resultados deste estudo indicam que o manejo florestal pode minimizar os efeitos da extração madeireira convencional sobre as assembleias de samambaias. Contudo, alterações na composição e abundância de samambaias puderam ser percebidas, mesmo após dois anos de exploração.

*Adiantum argutum*, a espécie mais abundante na área de estudo e também registrada nas duas áreas amostradas, é uma erva bastante comum na região, que ocorre em sub-bosques de florestas com maior entrada de luz, frequentemente em clareiras (Zuquim *et al.*, 2008). As espécies exclusivas à AM (*Lomariopsis japurensis*, *Trichomanes pinnatum* e *Triplophyllum hirsutum*) também são relativamente comuns na região e, em geral, crescem em solos mais pobres e áreas com maior incidência de luz (Zuquim

**Tabela 1.** Abundância das espécies de samambaias registradas no PAE Chico Mendes, Acre, Brasil.

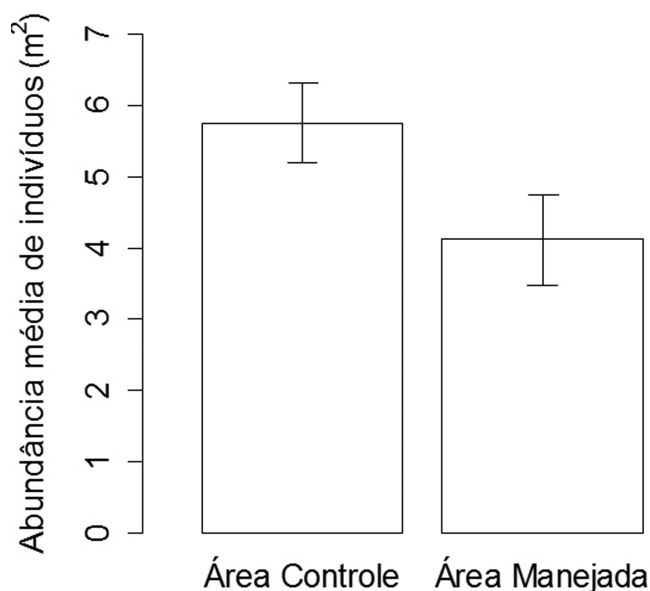
**Table 1.** Ferns abundance in the PAE Chico Mendes, South West Amazonia, Brazil.

	Família	Área Manejada	Área Controle
<i>Adiantum argutum</i> Splitg.	Pteridaceae	144	202
<i>Adiantum cinnamomeum</i> Lellinger & J. Prado	Pteridaceae	0	4
<i>Lomariopsis japurensis</i> (Mart.) J. Sm.	Lomariopsidaceae	2	0
<i>Tectaria incisa</i> Cav.	Tectariaceae	0	1
<i>Trichomanes pinnatum</i> Hedw.	Hymenophyllaceae	1	0
<i>Triplophyllum hirsutum</i> (Holtum) J. Prado & R.C. Moran	Tectariaceae	1	0

**Tabela 2.** Média e Desvio Padrão (DP) de serapilheira e abertura do dossel registrados no PAE Chico Mendes, Acre, Brasil.

**Table 2.** Litter and canopy openness Mean and Standard Deviation registered in the PAE Chico Mendes, South West Amazonia, Brazil.

	Serapilheira		Abertura do Dossel	
	Média	DP	Média	DP
Área Controle	3,42	1,46	14,13	8,03
Área Manejada	4,92	1,84	23,14	5,23



**Figura 2.** Abundância de samambaias (média ± erro padrão) na área do Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes (PAE Chico Mendes), Acre, Brasil.

**Figure 2.** Ferns abundance (mean ± standard error) in the *Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes* (PAE Chico Mendes), South West Amazonia, Brazil.

*et al.*, 2008). As espécies exclusivas à área controle (*Adiantum cinnamomeum* e *Tectaria incisa*) são relativamente raras e crescem em solos argilosos, ricos em nutrientes (Zuquim *et al.*, 2008). Diversos estudos sugerem que variações de solo e luz podem afetar a distribuição de samambaias e licófitas na Amazônia (Tuomisto *et al.*, 1998; Carvalho, 2006; Jones *et al.*, 2008). Em recente trabalho, Zuquim e colaboradores avaliaram efeitos de gradientes ambientais sobre a composição de samambaias e licófitas e seus resultados indicam que o solo é o principal determinante da distribuição dessas plantas na Amazônia (Zuquim *et al.*, 2012).

Embora este estudo não tenha avaliado a composição do solo, esse fator poderia ser afetado pelo manejo florestal e também contribuir para as diferenças na presença/ausência de espécies entre as áreas. A retirada de árvores da floresta implica na remoção de nutrientes contidos na madeira e, em curto prazo, pode alterar o processo de decomposição e incorporação de nutrientes no solo. Futuros estudos que avaliem efei-

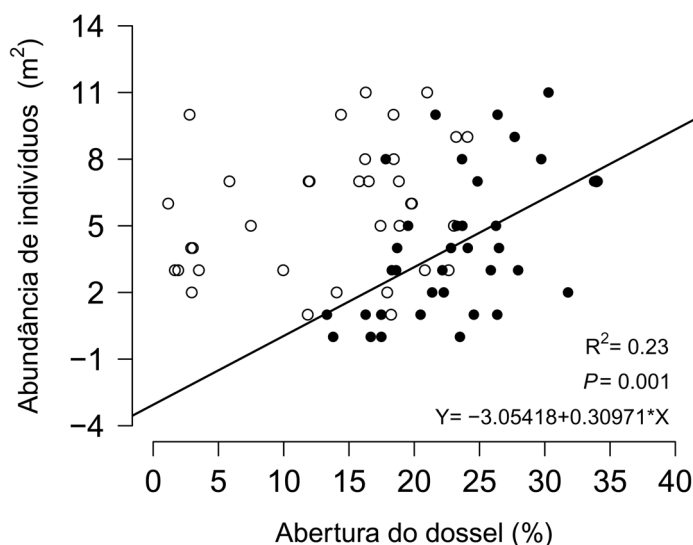
tos do manejo florestal sobre o solo e desse sobre a composição e abundância de samambaias auxiliarão na compreensão de como o corte seletivo de madeira afeta as assembleias de samambaias em florestas de terra firme da Amazônia, uma vez que essas florestas são predominantes (300 milhões de hectares) e apresentam espécies madeireiras de elevado valor comercial (Braga, 1979; Ribeiro *et al.*, 1999).

O sub-bosque em uma floresta tropical madura é relativamente uniforme em altura e abertura e, conseqüentemente, uniforme também em termos de luminosidade e umidade (Terborgh *et al.*, 1990). Na AC, tal aspecto poderia contribuir para o maior sucesso de *A. argutum*. Em áreas manejadas, no entanto, clareiras formadas pela remoção das árvores exploradas, sobretudo durante os primeiros anos de sucessão, modificam os regimes de luz e umidade no sub-bosque, o que pode limitar ou favorecer espécies com características funcionais distintas. Assim, a maior incidência de luz e possível redução da umidade do solo podem ter contribuído para a redução

na abundância de indivíduos na AM (Figura 3). Tais condições também podem ter facilitado/favorecido o estabelecimento de *T.pinnatum* e *T. hirsutum*, espécies exclusivas à AM.

Em uma floresta tropical madura, a serapilheira pode levar 32 dias para decompor na estação chuvosa ou até 217 dias na estação seca (Luizão e Schubart, 1987). No entanto, em florestas alteradas ou em bordas de floresta, onde a entrada de luz é maior e o clima mais seco, a decomposição tende a ser mais lenta (Mesquita *et al.*, 1998; Barlow *et al.*, 2007). Durante os primeiros anos pós-extração em uma floresta manejada, há maior acúmulo de folhas e galhos finos sobre o solo, o que pode ser o caso das áreas em torno das clareiras formadas na AM, contribuindo para uma camada de serapilheira mais profunda. Uma espessa camada de serapilheira funciona como uma barreira física que impede ou retarda o estabelecimento de samambaias (Carvalho, 2006). Apesar de os resultados não indicarem uma relação entre a abundância de samambaias durante os primeiros meses pós-extração, o maior acúmulo de serapilheira pode atuar como um fator limitante para essas ervas.

Enquanto alguns estudos não encontraram efeitos do manejo florestal sobre populações e comunidades da fauna e flora (veja Costa e Magnusson (2002) para comunidade de ervas de sub-bosque; Vasconcelos *et al.* (2000) para comunidade de formigas) outros estudos apontam grupos que foram afetados pelo manejo florestal (veja Henriques *et al.* (2008) para aves, Lima *et al.* (2000) para térmitas e Costa *et al.* (2002) para populações de ervas de sub-bosque). No entanto, é importante ressaltar que os efeitos da extração madeireira sobre a biodiversidade dependem fundamentalmente de técnicas que minimizem o impacto sobre a floresta (MMA, 2006), tais como as praticadas no PAE Chico Mendes. Na área em questão, o ciclo de corte é de 10 anos, sendo que somente espécies arbóreas de valor



**Figura 3.** Efeito da abertura do dossel sobre a abundância de samambaias na área do Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes (PAE Chico Mendes), Acre, Brasil. Pontos vazios representam as parcelas na área não manejada e pontos cheios, as na área manejada.

**Figure 3.** Canopy openness effects on the ferns abundance, *Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes* (PAE Chico Mendes), South West Amazonia, Brazil. Non-filled dots represent plots in the non managed area and filled dots represent plots in the managed area.

comercial com diâmetros superiores a 50 cm são cortadas. Além do corte seletivo de madeira, a retirada de cipós e a queda direcionada das árvores auxiliam a manter a estrutura natural da floresta e evitam a derrubada de árvores que não serão utilizadas ou injúrias sobre as demais plantas.

Ainda que a extração madeireira não tenha alterado de forma brusca as assembleias de samambaias no PAE Chico Mendes, os resultados deste estudo ainda são insuficientes para determinar os efeitos do manejo florestal sobre tal grupo. Somente com avaliações sucessivas e maior abrangência espacial a compreensão dos efeitos do manejo florestal sobre a comunidade de samambaias no PAE Chico Mendes poderá ser consolidada.

## Agradecimentos

À Universidade Federal do Acre (UFAC) e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pelo financiamento deste estudo. Ao Con-

selho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado de J.M. Aos revisores anônimos, por suas valiosas sugestões neste manuscrito.

## Referências

ACRE. 2000. Disponível em: <http://www.ac.gov.br/seplan/pesquisa/anoario99-2000/data/territ%F3rio.pdf>. Acesso em: 03/01/2010.

BARLOW, J.; GARDNER, T.A.; FERREIRA, L.V.; PERES, C.A. 2007. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, **247**:91-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.017>

BRAGA, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. *Acta Amazonica*, **9**:53-80.

CARVALHO, F.A. 2006. *Diversidade beta no interflúvio Purus-Madeira: determinantes da estrutura das comunidades de Marantaceae, Araceae e Samambaias ao longo da BR 319, Amazonas, Brasil*. Manaus, INPA-UFAM, 87 p.

COSTA, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian Forest. *Acta Amazonica*, **34**:53-59. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672004000100007>

COSTA, F.C.; MAGNUSSON, W. 2002. Selective logging effects on abundance, diversity, and composition of tropical understory herbs. *Ecological Applications*, **12**:807-819.

[http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[0807:SLEOAD\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[0807:SLEOAD]2.0.CO;2)

COSTA, F.R.C.; SENNA, C.; NAKKAZONO, E.M. 2002. Effects of selective logging on populations of two tropical understory herbs in an Amazonian forest. *Biotropica*, **34**:289-296. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00540.x>

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*, **1**:113-123.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. 1999. *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Burnaby/ Millbrook, Simon Fraser University, British Columbia and the Institute of Ecosystem Studies, 40 p.

HENRIQUES, L.M.P.; WUNDERLE JR, J.M.; OREN, D.C.; WILLI. 2008. Efeitos da exploração madeireira de baixo impacto sobre uma comunidade de aves de sub-bosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. *Araçajuba*, **38**:267-290.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A.J.N.; HIGUCHI, F.G.; SILVA, R.P.; SOUZA, C.A.S.; PINTO, F.R.; TEIXEIRA, L.M.; CARNEIRO, V.M.C.; SILVA, S.R. 2007. Perspectivas do manejo florestal sustentável para a Amazônia brasileira. *Hiléia*, **5**:78-93.

HIGUCHI, N.; PEREIRA, H.S.; SANTOS, J.; LIMA, A.J.N.; HIGUCHI, M.I.G.; HIGUCHI, F.G.; AYRES, I.G.S.S. 2009. *Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais*. 1ª ed., Manaus, Edição dos autores, 104 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2011. DETER shows 593 km<sup>2</sup> of deforestation on Amazon region in March and April. São José dos Campos. Disponível em: [http://150.163.105.7/ingles/news/news\\_dest164.php](http://150.163.105.7/ingles/news/news_dest164.php). Acesso em: 07/12/2012.

JONES, M.M.; TUOMISTO, H.; BORCARD, D.; LEGENDRE, P.; CLARK, D.B.; OLIVAS, P.C. 2008. Explaining variation in tropical plant community composition: influence of environmental and spatial data quality. *Oecologia*, **155**:593-604. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-007-0923-8>

LAURANCE, W.F. 1998. A crisis in the making: responses of Amazonian forest to land use and climate change. *Trends in Evolution and Ecology*, **13**:411-414. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01433-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01433-5)

LIMA, A.P.; CORDEIRO-DUARTE, A.C.; LUIZÃO, F.; HIGUCHI, N. 2000. Effect of selective logging intensity on two termite species of the genus *Syntermes* in Central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, **137**:151-154. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00323-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00323-0)

- LIMA, J.R.A.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. 2005. Situação das indústrias madeireiras do estado do Amazonas em 2000. *Acta Amazônica*, **35**:125-132.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000200003>
- LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. *Experientia*, **43**:259-265. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01945549>
- MAGNUSSON, W.E.; LIMA, O.P.; REIS, F.Q.; HIGUCHI, N.; RAMOS, J.F. 1999. Logging activity and tree regeneration in an Amazonian forest. *Forest Ecology and Management*, **113**:67-74.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00418-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00418-6)
- MESQUITA, R.C.G.; WORKMAN, S.W.; NEELY, C.L. 1998. Slow litter decomposition in a Cecropia-dominated secondary forest of central Amazonia. *Soil Biology and Biochemistry*, **30**:167-175.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(97\)00105-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(97)00105-3)
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2006. *Instrução Normativa 05 de 11/12/2006. Procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: [http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-5-2006\\_76112.html](http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-5-2006_76112.html). Acesso em: 30/11/2012.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15/04/2009.
- RADAM BRASIL. 1978. *Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Levantamento de Recursos Naturais, 628 p.
- RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus, 816 p.
- SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTELPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon*, **55**:705-731.  
<http://dx.doi.org/10.2307/25065646>
- STONE-JOVICICH, S.; CRONKLETON, P.; AMARAL, P.; SCHMINK, M. 2007. *Acompanhamento para o manejo florestal comunitário no Projeto Cachoeira, Acre, Amazônia, Brasil*. CIFOR E IMAZON, Bogor Barat, Indonésia, 40 p.
- TERBORGH, J.; ROBINSON, S. K.; PARKER, T.A.; MUNN, C.A.; PIERPONT, N. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs*, **60**:213-238.  
<http://dx.doi.org/10.2307/1943045>
- 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.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.1998.tb00073.x>
- VASCONCELOS, H.L.; VILHENA, J.M.S.; CALIRI, G.J.A. 2000. Responses of ants to selective logging of a central Amazonian forest. *Journal of Applied Ecology*, **37**:508-514.  
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00512.x>
- WELTZIN, J.F.; KELLER, J.K.; BRIDGHAM, S.D.; PASTOR, P.; ALLEN, P.B. CHEN, J. 2005. Litter controls plant community composition in a northern fern. *Oikos*, **110**:537-546.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13718.x>
- XIONG, S.; NILSSON, C. 1999. The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *Journal of Ecology*, **87**:984-994.  
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00414.x>
- XIONG, S.; JOHANSSON, M.E.; HUGHES, F.M.R.; HAYES, A. RICHARDS, K.S.; NILSSON, C. 2003. Interactive effects of soil moisture, vegetation canopy, plant litter and seed addition on plant diversity in a wetland community. *Journal of Ecology*, **91**:976-986.  
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00827.x>
- ZUQUIM, G.; COSTA, F.R.C.; PRADO, J.; TUOMISTO, H. 2008. *Guia de samambaias e licófitas da Reserva Biológica Uatumã, Amazônia Central*. Attema, Manaus, 316 p.
- ZUQUIM, G.; COSTA, F.R.C.; PRADO, J.; BRAGA-NETO, R. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, **18**:151-166.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10531-008-9464-7>
- ZUQUIM, G.; TUOMISTO, H.; COSTA, F.R.C.; PRADO, J.; MAGNUSSON, W.E.; PIMENTEL, T.; BRAGA-NETO, R.; FIGUEIREDO, F.O.G. 2012. Broad scale distribution of ferns and lycophytes along environmental gradients in Central and Northern Amazonia, Brazil. *Biotropica*, **44**:752-762.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00880.x>

Submitted on December 1, 2011  
 Accepted on January 8, 2013