

- D.; Rocha, H.; Marengo, J.; Plana-Fattori, A.; Sá, L.; Alvalá, R.; Andreae, M. O.; Artaxo, P.; Gielow, R.; Gatti, L. V. "Clouds and rain processes in a biosphere atmosphere interaction context in the Amazon Region". *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, No. D20, 8072 - 8092, doi:10.1029/2001JD000335, 2002.
5. Cirino, G.G.; Souza, R. F.; Adams, D. K. and Artaxo, P.. "The effect of atmospheric aerosol particles and clouds on net ecosystem exchange in Amazonia". *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 13, 28819-28868, doi:10.5194/acpd-13-28819-2013, 2013.
6. Huntingford, C. and co-authors. "Simulated resilience of tropical rainforests to CO<sub>2</sub>-induced climate change". *Nature Geoscience*, 6, 268-273 (2013) doi:10.1038/ngeo1741, 2013.
7. Malhi et al., 2012. Malhi, Y. "The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation". *Journal of Ecology*, 100(1): 65-75, 2012.
8. Lovett, G. M.; Jones, C. G.; Turner, M. G. and Weathers, K. C. (Edit.) *Ecosystem function in heterogeneous landscapes*. Springer-Verlag, New York, New York, USA. 2005.

## O BAMBU É UM DESAFIO PARA A CONSERVAÇÃO E O MANEJO DE FLORESTAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

Evandro José Linhares Ferreira

**N**o sudoeste da Amazônia ocorrem extensas áreas de florestas nativas com o subosque (interior da mata) dominado por algumas espécies de bambu do gênero *Guadua* (Foto 1). Localmente conhecidas como "tabocais" no Brasil e "pacaes" no Peru, essas florestas ocupam uma área estimada em 161.500 km<sup>2</sup> (1) (Figura 1) no sudoeste da Amazônia brasileira, nos estados do Acre e Amazonas, norte da Amazônia boliviana, no Departamento de Pando, e quase toda a Amazônia central do Peru, nos Departamentos de Madre de Dios e Ucayali. Estima-se que 59% da cobertura vegetal do Acre é composta por florestas primárias nas quais o bambu se apresenta como elemento principal ou secundário do subosque (2; 3).

O gênero *Guadua* está amplamente distribuído nas Américas e caracteriza-se pelo hábito arborescente, porte mediano a grande, colmos e ramos com espinhos recurvados que auxiliam a sua fixação em outras plantas (4). Assim como outros bambus, *Guadua* possui florescimento monocárpico, ou seja, cada população individual apresenta um único evento com floração e frutificação maciças e sincrônicas (5; 6) seguidas de mortalidade de toda a população. A longevidade das populações de *Guadua* no sudoeste da Amazônia é estimada entre 27 e 28 anos (1). A sincronia na floração, frutificação e morte do bambu acontece por ser uma planta clonal, suportada por uma extensa teia rizomatosa subterrânea. Estudo recente estimou que o tamanho médio das populações de bambu no sudoeste da Amazônia é de 330 km<sup>2</sup>, mas em uma delas a extensão ocupada era de 2.750 km<sup>2</sup> (1).

As espécies de bambu mais frequentes nos tabocais do sudoeste da Amazônia são *Guadua sarcoarpa* Londoño & P. M. Peterson e *G. weberbaueri* Pilg. Ambas são lenhosas de hábito arborescente, sarmenosas e podem atingir até 20 m de altura e 10 cm diâmetro (4). Embora eretos no início de seu crescimento, os colmos adultos dessas espécies se apoiam em outras árvores para atingir o dossel da floresta. Nesse processo as copas das árvores de pequeno e médio porte (DAP ≤ 30 cm) nas quais os colmos se apoiam são danificadas (7). A grande concentração de colmos que se estabelece nas áreas mais propícias para a espécie exerce uma carga de peso excessiva sobre as árvores apoio, que, em algumas situações, terminam por cair. Sem sustentação, os colmos maiores inclinam-se ou se quebram e caem sobre as plantas menores do subosque florestal abrindo uma clareira e formando uma massa que bloqueia a passagem da luz e suprime fisicamente o recrutamento de outras árvores. As clareiras abertas são rapidamente ocupadas por novos colmos de bambu (8) e esse ciclo quase perpétuo de distúrbios no dossel florestal é uma das estratégias que os bambus do sudoeste da Amazônia usam para manter, de forma perene, a ocupação de extensas áreas florestais na região (7).

Evandro Ferreira, 2008



Foto 1 - Interior de uma floresta com o subosque dominado pelo bambu (*Guadua spp.*) no Parque Estadual Chandless, Acre

De uma maneira geral, florestas dominadas por bambus apresentam-se estruturalmente alteradas, especialmente nos estratos intermediários e no dossel. Possuem menor riqueza florística e densidade de árvores, e a redução da área basal arbórea total varia entre 30 e 50% (8-11). A presença do bambu também reduz entre 29 e 39% a biomassa aérea da floresta (12; 13) e entre 30-50% o potencial de armazenamento de carbono (2). Ele pode afetar ainda o influxo de outras espécies arbóreas, enfraquecer a habilidade competitiva das espécies com baixa capacidade de adaptação quando o ambiente passa a ser dominado pelo bambu, alterar a composição florística, reduzir em quase 40% o número de espécies na amostra de um hectare, e causar uma redução na diversidade a ponto de a mesma ser considerada uma das mais baixas da Amazônia (2; 14).

### A EXPLORAÇÃO MADEIREIRA E O RISCO DA INVASÃO DO BAMBU

Mesmo restritas ao sudoeste da Amazônia, as florestas com bambu são relevantes biologicamente em razão de sua ampla ocorrência na referida região. Apesar disso, a insuficiência de estudos científicos para compreender a dinâmica dessas florestas pode comprometer os esforços locais de exploração florestal sustentável.

O caso da exploração madeireira é o mais emblemático porque esta atividade é praticada de forma seletiva e a retirada das árvores deixa como legado imediato centenas de clareiras no dossel da floresta. Essas clareiras, com abundante espaço físico e luminosidade, são extremamente favoráveis ao desenvolvimento do bambu, que tem ampliada as condições para se expandir em áreas onde antes não existia. É preciso, portanto, descobrir as condições que favorecem o aparecimento do bambu, sua velocidade de crescimento e o tempo que leva para dominar uma determinada área florestal. Para o Acre, a resposta a essas questões é muito importante e urgente porque é nas regiões central e leste do estado, onde se concentram as florestas com bambu, que a exploração madeireira é mais intensa.

Fonte: Bianchini, 2005

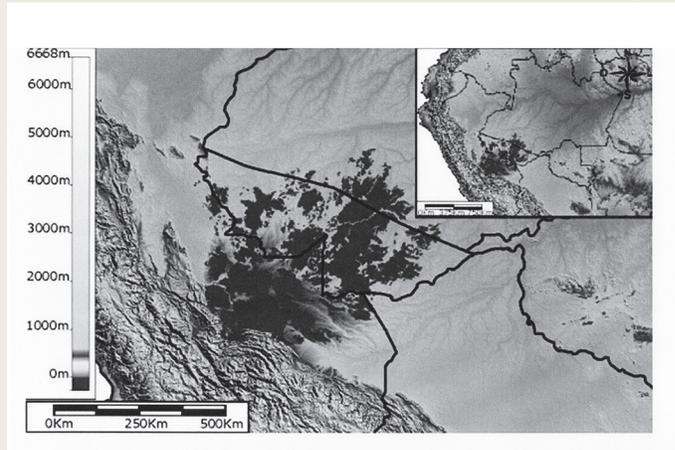


Figura 1 - Localização e distribuição das florestas com bambu (manchas escuras) no sudoeste da Amazônia

Estudos recentes mostram que a exploração manejada de madeira em florestas com bambu é mais complexa (15; 16) e limitada pelo fato de elas apresentarem menor área basal e densidade de árvores, resultando quase sempre em um menor volume de madeira explorado. Uma das sugestões para garantir a exploração sustentável nessas florestas envolve a combinação de ciclos curtos de cortes, baixa intensidade de exploração e rotação das espécies a serem exploradas em cada ciclo (17).

Uma avaliação do manejo de madeira em floresta com bambu no leste do Acre demonstrou que o volume de madeira remanescente após a primeira exploração se reduziu em 2/3, indicando que, no longo prazo, o manejo das espécies comerciais fica comprometido pela pouca quantidade de árvores passíveis de exploração futura. Isso levou os autores do estudo a duvidar se a exploração de madeira em florestas com bambu pode ser sustentável, especialmente nos casos que envolvem grupos de pequenos proprietários que realizam a exploração de forma comunitária (15). Para eles, a melhor alternativa de manejo seria restringir a retirada das árvores ao período imediatamente posterior aos eventos de mortalidade natural das populações de bambu, preferencialmente durante a estação seca que se segue a esses eventos (17), quando as plântulas da espécie ainda estão muito vulneráveis e o sistema de rizoma ainda não está completamente desenvolvido (18).

Existe uma incerteza e preocupação sobre o que acontecerá com as florestas da Amazônia sul-ocidental após a exploração seletiva de milhares de árvores. Sabe-se que as florestas dominadas por bambu são floristicamente muito heterogêneas no sudoeste da Amazônia (15) e isso torna difícil prever se as áreas exploradas seguirão seu curso natural de regeneração ou se o bambu, com sua agressividade exagerada, e ajuda humana via abertura de clareiras, irá promover mudanças estruturais e biológicas de resultados imprevisíveis. Pode parecer exagerado, mas no contexto atual de desconhecimento científico e da intensa atividade de exploração florestal, existe a possibilidade de grandes extensões florestais da Amazônia sul-ocidental se transformarem em tabocais.

**AS FLORESTAS COM BAMBU E OS RISCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS** O perigo da invasão do bambu na Amazônia ocidental não decorre apenas da exploração madeireira. Outra ameaça é a ocorrência de fogo de origem natural ou decorrente de atividades humanas.

É possível que as mudanças climáticas em curso tenham contribuído de forma significativa para a seca que afetou severamente o sudoeste da Amazônia em 2005, considerada como uma das mais intensas dos últimos 100 anos (19; 20). Este evento pode ter sido um prólogo do que deverá acontecer nas próximas décadas, pois mais de 75% dos modelos climáticos propostos para a região sugerem que, até 2100, uma faixa na extremidade leste e sul da Amazônia, atualmente ocupada por florestas, se tornará climaticamente imprópria para essas florestas, que serão substituídas por um tipo de vegetação parecido com as savanas (21).

A alta suscetibilidade dessa região às mudanças climáticas, revelada pelos modelos climáticos (20), se deve, em parte, ao fato da tipologia florestal predominante no local ser do tipo “aberta”, como são as florestas com bambu do sudoeste da Amazônia. Essas florestas são consideradas, no âmbito do sistema brasileiro de classificação da vegetação, do tipo “floresta ombrófila aberta” (22). Elas predominam na parte sul da Amazônia e são consideradas como transição entre a floresta amazônica e áreas extra-amazônicas. As florestas abertas se distinguem fisionomicamente das florestas densas por apresentar dossel com árvores mais espaçadas (aberto) e ocorrer em regiões com climas sazonais onde a estação seca varia entre 2 e 4 meses (23).

O dossel mais aberto das florestas do sul da Amazônia favorece a predominância de alguns grupos de plantas no subosque, com destaque para as palmeiras (várias espécies) e o bambu (principalmente *G. sarcocarpa* e *G. weberbaueri*), resultando na ocorrência generalizada de florestas com palmeiras e bambu por toda a região.

A exploração madeireira, especialmente das árvores de maior porte, abre clareiras nessas florestas e contribui para ampliar a abertura do dossel florestal (24). Essa alteração antropogênica, além de contribuir para aumentar a dominância do bambu nos locais em que já está presente e favorecer a sua expansão para áreas onde estava ausente (25; 26), também aumenta a suscetibilidade ao fogo (26-28), pois o microclima no interior das florestas abertas é mais seco e a serrapilheira que se acumula sobre o solo não conserva a umidade da mesma forma que nas florestas densas, onde o dossel é mais compacto (29; 30).

Pesquisadores que estudam florestas com bambu na Amazônia e em outras regiões já alertaram que a remoção de árvores madeireiras de grande porte é problemática não apenas porque elas tem naturalmente baixo volume de madeira e área basal, mas também porque isso aumenta os riscos de incêndios florestais (27-28; 31-32), especialmente após a exploração da madeira (16).

A seca de 2005 no sudoeste da Amazônia proporcionou condições para a ocorrência de numerosos incêndios florestais espontâneos (33-35) e contribuiu para tornar as florestas da região ainda mais suscetíveis ao fogo (36-38). As florestas impactadas pelo fogo tiveram sua estrutura alterada, pois o fogo afetou severamente as plantas do subosque, diminuiu a diversidade florística e causou a mortalidade de árvores de grande porte (39-42). Nessas condições, é possível que

tenha havido uma expansão do bambu para o interior dessas florestas. A recorrência da ocorrência de incêndios florestais causados pelo homem na região, especialmente os derivados da queima de áreas agrícolas adjacentes às áreas florestais, é outro fator que deve contribuir para a expansão e dominância do bambu no sudoeste da Amazônia (26).

**FLORESTAS COM BAMBU SÃO ESTACIONAIS?** Entre 2005 e 2008 diversos sobrevoos foram realizados entre as cidades de Rio Branco e Santa Rosa do Purus, no Acre, por ocasião da elaboração do plano de manejo do Parque Estadual (PE) Chandless, que fica localizado no centro da “província” de bambu no sudoeste da Amazônia. Fotografias aéreas da floresta tomadas no auge do período seco (julho-agosto) durante esses sobrevoos revelaram algo intrigante para os pesquisadores: em todas as ocasiões, mais de 50% dos indivíduos arbóreos emergentes ou integrantes do dossel da floresta encontravam-se desprovidos de folhas ou mostravam apenas folhas novas, expondo a maior parte do subosque florestal dominado por bambu e/ou palmeiras abaixo.

Evandro Ferreira, 2008



**Vista aérea da floresta no Parque Estadual Chandless, Acre: árvore com copas esbranquiçadas denotam indivíduos desprovidos de folhas, árvores com copas de coloração verde-claro indicam indivíduos com folhas em processo inicial de desenvolvimento. A falta de folhagem no dossel florestal permite ver claramente palmeiras e agregados de bambu no subosque da floresta**

Os primeiros indícios do caráter estacional das florestas naquela região remontam ao trabalho de caracterização da vegetação da Estação Ecológica (EERA) Rio Acre, localizada nas cabeceiras do rio Acre, no extremo leste do estado. Durante a estação seca de 2005 observou-se que a maioria dos indivíduos arbóreos nas florestas de encostas e topos de elevações na EERA Rio Acre estava desprovida de folhas (43). Como 2005 foi climaticamente atípico em razão da seca severa que atingiu a Amazônia Ocidental (20), se pensou que o comportamento estacional observado era consequência desse fenômeno. Entretanto, estudo florístico realizado no período chuvoso que se seguiu constatou que 61% dos indivíduos arbóreos encontrados correspondiam a espécies decíduais (44).

A EERA Rio Acre e o PE Chandless estão separados por uma faixa de floresta com cerca de 40 km de largura e por isso compartilham condições climáticas semelhantes, com pluviosidade de 1.900 mm em anos normais, mas que pode cair para menos de 1.500 mm em anos muito secos (45). A sazonalidade da precipitação é bastante pronunciada e o período seco pode se estender por até cinco meses (meados de abril a meados de setembro), mesmo nos anos considerados climaticamente normais (40; 45). Dessa forma, a possível explicação para o comportamento caducifólio das árvores emergentes e integrantes do dossel das florestas com bambu no Acre é climática, pois as plantas, especialmente as de maior porte, perdem as folhas em resposta à falta de água no solo durante a longa estiagem evitando, dessa forma, estresse hídrico e possível colapso.

Sem ter como manter a copa enfolhada, os indivíduos arbóreos, especialmente os emergentes, tendem a entrar em repouso fisiológico por um curto período de tempo e o seu crescimento, especialmente o radial, diminui ou para por completo dependendo da intensidade e da duração da estiagem. A retomada do crescimento após o surgimento de novas folhas resulta na formação de anéis de crescimento, fato observado em algumas espécies nativas do leste do Acre como a copaíba (*Copaifera* sp.). Esta condição tem levado pesquisadores locais (46) a tentar desenvolver modelos matemáticos para estimar o crescimento de espécies madeireiras locais com base em seus anéis de crescimento.

A ocorrência de florestas com comportamento caducifólio no sudoeste da Amazônia não está citada na literatura. Entretanto, as características dessas florestas se enquadram na definição de floresta tropical caducifólia (22; 47): formações ocorrentes em regiões onde a estação chuvosa é seguida por um longo período seco e com o estrato superior (dossel) formado de macro e mesofanerófitos predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável. É interessante notar, no entanto, que o estrato inferior das florestas com comportamento caducifólio no sudoeste da Amazônia – dominado por bambu e/ou palmeiras – são perenifólios.

As florestas com comportamento caducifólio do sudoeste da Amazônia estão no limite sul do domínio da floresta ombrófila aberta da Amazônia e devem representar uma transição para outras

formações pré-andinas e de regiões mais secas como o cerrado. Entretanto, se elas forem apenas enclaves não é incomum a ocorrência de florestas estacionais em meio a formações de florestas ombrófilas na Amazônia (48). Um indicador que reforça o caráter estacional das florestas com bambu no Acre é a ocorrência anormalmente elevada da palmeira *Syagrus sancona* e a quase ausência da palmeira açai (*Euterpe precatoria*) (49). *Syagrus* é um gênero mais diversificado e abundante em regiões de cerrado ou em florestas de transição entre a Amazônia e o cerrado, e raro em florestas primárias da Amazônia (50).

**ESTACIONALIDADE DA FLORESTA FAVORECE O BAMBU** A admissão da ocorrência de florestas estacionais no sudoeste da Amazônia implica na reclassificação de parte considerável das florestas acreanas, consideradas em sua quase totalidade como dos tipos “ombrófila densa” e “ombrófila aberta” (3; 51), e suscita uma importante questão fitoecológica relacionada com a dominância do bambu na região: será que existe um favorecimento climático para o estabelecimento e a manutenção das extensas áreas de florestas com bambu na região?

Nenhuma das hipóteses até aqui levantadas para explicar a presença do bambu na região considerou a sazonalidade climática e sua influência sobre a vegetação local: (i) ações antropogênicas (52), (ii) eventos naturais catastróficos como incêndios florestais massivos ocorridos no passado (53), (iii) oportunismo da espécie na colonização de clareiras e supressão da regeneração de outras espécies (7; 8), (iv) danos cíclicos-permententes no dossel da floresta (7) e (v) ocorrência associada a tipos específicos de solo (1).

Um fator que limita a aceitação da primeira hipótese é o fato dos registros históricos indicarem que a presença de assentamentos indígenas pré-colombianos na Amazônia está mais concentrada nas áreas de várzeas e florestas adjacentes do que nas florestas de terra firme dos interflúvios, onde as florestas com bambu do sudoeste da Amazônia são mais frequentes (7). Uma exceção a isso talvez sejam os povos de terra firme responsáveis pela construção de centenas de geoglifos em áreas de terra firme da Amazônia ocidental (54). As demais hipóteses são válidas, mas individualmente não explicam a resiliência do bambu na região.

Se for considerado que o fator climático desencadeia o comportamento caducifólio das florestas com bambu, condições ideais de luminosidade e espaço físico no dossel da floresta estarão disponíveis em bases anuais para o crescimento do bambu durante o período de estiagem. É importante ressaltar que mesmo com restrição de água no solo na estiagem, os colmos de *Guadua weberbaueri* são capazes de crescer 1,2 m/mês (2) porque acumulam água em seu interior (7). Dessa forma, independente de ações antropogênicas, eventos naturais catastróficos, oportunismo para ocupar clareiras abertas na floresta pela queda natural de árvores ou por *blowdowns* (rajadas de ventos muito fortes), e abertura de espaço no dossel da floresta via danos físicos causados na copa de árvores de sustentação, a estacionalidade das florestas do sudoeste da Amazônia funciona

**(...) EXISTE FAVORECIMENTO CLIMÁTICO PARA A MANUTENÇÃO DAS EXTENSAS ÁREAS DE FLORESTAS COM BAMBU?**

em favor da manutenção do bambu como o elemento dominador do subosque das florestas locais.

O fator climático também deve ser um dos principais fatores que limitam a expansão do bambu para áreas florestais adjacentes à sua atual zona de ocorrência no sudoeste da Amazônia, pois em todas essas áreas adjacentes se verificam aberturas de milhares de clareiras por razões naturais (queda de árvores e *blowdowns*) ou decorrentes da ação humana (desmatamento, exploração seletiva de madeira).

**CONSIDERAÇÕES FINAIS** As florestas com bambu no sudoeste da Amazônia são formações que demandam extremo cuidado durante as intervenções para a exploração de seus recursos florestais, especialmente a exploração madeireira, pois o bambu, por sua agressividade e rapidez na colonização de novos espaços no interior da floresta, pode comprometer a regeneração natural de outras espécies e alterar a estrutura e a composição florística.

O fato das florestas com bambu serem do tipo abertas as tornam naturalmente muito mais suscetíveis ao fogo do que outras formações florestais amazônicas, como as florestas densas. Além disso, a mortalidade sincrônica e em massa do bambu, cujas populações podem ocupar extensões superiores a 2.700 km<sup>2</sup>, aumenta de forma dramática o risco de incêndios florestais na região.

A seca de 2005 favoreceu a ocorrência de numerosos incêndios florestais no sudoeste da Amazônia que alteraram a estrutura e a diversidade das florestas locais. Essas modificações estruturais e florísticas tornaram as florestas impactadas pelos incêndios florestais mais suscetíveis ao fogo e, provavelmente, favoreceram a expansão do bambu para novas áreas.

O longo período de estiagem que ocorre no sudoeste da Amazônia induz a maioria dos indivíduos arbóreos das florestas com bambu a se comportar de forma estacional, perdendo as folhas anualmente. Essa condição, independente de outras estratégias de crescimento e expansão que o bambu possui, é um dos fatores determinantes para a sua perpetuação nas florestas da região.

*Evandro José Linhares Ferreira é doutor em botânica pela City University of New York (Cuny) & The New York Botanical Garden (NYBG). Atualmente é pesquisador e chefe do Núcleo de Apoio à Pesquisa no Acre do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).*

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, A. L. et al. "Bamboo-dominated forests of the Southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves". *Plos One* 8: p.e54852. 2013.
- Silveira, M. *A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas*. Rio Branco: Ediuafac. 127 pp. 2005.
- Acre. Governo do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre, Fase II: documento síntese-escala 1:250.000. Rio Branco: Sema. 356pp. 2006.
- Londoño, X.; Peterson, P. M. "*Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambusoideae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits". *Syst. Bot.* 16: 630-638. 1991.
- Janzen, D. H. "Why bamboos wait so long to flower?" *Annual Review of Ecology & Systematics* 7: 347-391. 1976.
- Nadgouda, R. S.; Parasharami, V. A. & Mascarenhas, A. F. "Precocious flowering and seeding behavior in tissue-cultured bamboos". *Nature* 344: 335-336. 1990.
- Griscom, B. W.; Ashton, P. M. S. "A self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a neotropical forest". *Journal of Tropical Ecology* 22: 587-597. 2006.
- Griscom, B. W. & Ashton, P. M. S. "Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in southeastern Peru". *Forest Ecology and Management* 175: 445-454. 2003.
- Griscom, B. W.; Daly, D. C. & Ashton, P. M. "Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia". *J. Torrey Bot. Soc.* 134: 108-125. 2007.
- Oliveira, A. C. A. 2000. "Efeitos do bambu *Guadua weberbaueri* Pilger sobre a fisionomia e estrutura de uma floresta no sudoeste da Amazônia". Dissertação de mestrado, Inpa/Ufam, Manaus-AM.
- Smith, M. 2000. "Efeito de perturbações sobre a abundância, biomassa e arquitetura de *Guadua weberbaueri* Pilger. (Poaceae - Bambusoideae) em uma floresta dominada por bambu no sudoeste da Amazônia". Dissertação de mestrado. Inpa/Ufam, Manaus-AM.
- Nelson, B. W. et al. "Modeling biomass of forests in the southwest Amazon by polar ordination of Landsat TM". Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu-PR, Inpe. 2001.
- Nogueira, E. M.; Nelson, B. W.; Fearnside, P. M.; França, M. B. "Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia". *Forest Ecol. Manage.* 248: 119-135. 2008.
- Lima, R. A. F.; Rother, D. C.; Muler, A. E.; Lepsch, I. F.; Rodrigues, R. R. "Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot". *Biological Conservation* 147: 32-39. 2012.
- Rockwell, C. A.; Kainer, K. A.; D'oliveira, M. V. N.; Staudhammer, C. L.; Baraloto, C. "Logging in bamboo-dominated forests in southwestern Amazonia: Caveats and opportunities for smallholder forest management". *Forest Ecology and Management* 15: 202-210. 2014.
- Rockwell, C. A. "Timber harvesting and post-logging silvicultural treatments in a bamboo-dominated tropical forest of southwestern Amazonia: enhancing smallholder livelihood options". Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville, USA. 2011.
- D'oliveira, M. V. N.; Guarino, E. S.; Oliveira, L. C.; Ribas, L. A.; Acuña, M. H. A. "Can forest management be sustainable in a Bamboo forest? A 12-year case study of forest dynamics in Antimary State Forest, Acre State, Brazilian Western Amazon". *Forest Ecol. Manage.* 310: 672-679. 2013.
- Griscom, B. W. "The Influence of bamboo (*Guadua sarcocarpa* and *Guadua weberbaueri*) on stand dynamics in lowland terra firme forests of southeastern Peru". Ph.D. dissertation, Yale University, New Haven-CT, USA. 2003.
- Marengo, J.; Tomasella, J.; Alves, L.; Soares, W. "Eventos extremos sazonais: secas de 2005 e 2010 e enchentes de 2009". In: Betts, R. (coordenador). *Riscos das mudanças climáticas no Brasil*. São José dos Campos: Inpe/MOHC. 55pp. 2011.
- Phillips, O. L. et al. "Drought sensitivity of the Amazon rainforest". *Science* 323: 1344-1347. 2009.

21. Fearnside, P. M. "A vulnerabilidade da floresta amazônica perante às mudanças climáticas". *Oecologia Brasiliensis* 13: 609-618. 2009
22. IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 271pp. 2012.
23. Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. "Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal". Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Rio de Janeiro. 1991.
24. Rockwell, C. A.; Kainer, K. A.; Marcondes, N.; Baraloto, C. "Ecological limitations of reduced-impact logging at the smallholder scale". *Forest Ecology and Management* 238: 365-374. 2007.
25. Veldman, J.W.; Putz, F.E. "Grass-dominated vegetation, not species-diverse natural savanna, replaces degraded tropical forests on the southern edge of the Amazon Basin". *Biological Conservation* 144: 1419-1429. 2011.
26. Smith, M.; Nelson, B. W. "Fire favors expansion of bamboo-dominated forests in the south-west Amazon". *Journal of Tropical Ecology* 27: 59-64. 2011.
27. Veldman, J. W.; Mostacedo, B.; Peña-Claros, M.; Putz, F. E. "Selective logging and fire as drivers of alien grass invasion in a bolivian tropical dry forest". *Forest Ecology and Management* 258: 1643-1649. 2009.
28. Larpkern P.; Moe, S. R.; Totland, S. R. "Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest". *Oecologia* 165: 161-168. 2011.
29. Mendoza, E. R. h. "Susceptibilidade da floresta primária ao fogo em 1998 e 1999: Estudo de caso no Acre, Amazônia sul-ocidental, Brasil". Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre - UFAC, Rio Branco-AC. 2003.
30. Ray, D.; Nepstad, D.; Brando, P. "Predicting moisture dynamics of fine understory fuels in a moist tropical rainforest system: results of a pilot study undertaken to identify proxy variables useful for rating fire danger". *New Phytologist* 187: 720-732. 2010.
31. D'Oliveira, M. V.; Ribas, L.; Oliveira, L. C.; Neves, J. C. "Study of the forest dynamics of logged and without silvicultural intervention forest areas in the antimary state forest in state of Acre, brazilian western Amazon". In: Funtac (Ed.) *Sustainable forest management in the brazilian amazon*. Funtac: Rio Branco-AC. 2004.
32. Campanello, P. I.; Gatti, M. G.; Ares, A.; Montti, L.; Goldstein, G. "Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest". *Forest Ecology and Management* 252:108-117. 2007.
33. Lewis, S. L.; Brando, P. M.; Phillips, O.; Van Der Heijden, G. M. F.; Nepstad, D. "The 2010 Amazon drought". *Science* 331: 554-2011.
34. Pantoja, N. V.; Brown, I. F. "Estimativas de áreas afetadas pelo fogo no leste do Acre associadas à seca de 2005". Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal-RN, Inpe. 2009.
35. Shimabukuro, Y. E. et al. "Fraction images derived from Terra Modis data for mapping burnt areas in brazilian Amazonia". *International Journal of Remote Sensing* 30: 1537-1546. 2009.
36. Aragão, L. E. O. C. et al. "Spatial patterns and fire response of recent Amazonia droughts". *Geophysical Research Letters* 34:1-5. 2007.
37. Marengo, J. A.; Nobre, C. A.; Tomasella, J.; Cardoso, M. F.; Oyama, M. D. "Hydro-climatic and ecological behavior of the drought of Amazonia in 2005". *Philosophical Transactions of The Royal Society* 363: 1773-1778. 2008.
38. Alverga, D. P. P.; Brown, I. F.; Galvão, A. S.; Nakamura, J. C. S.; Oliveira, V. D. "Análise exploratória das cicatrizes de incêndios florestais de 2010 no estado do Acre, Brasil". Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu-PR, Inpe. 2013.
39. Araujo, H. J. B.; Oliveira, L. C.; Vasconcelos, S. S. V.; Correia, M. F. "Danos provocados pelo fogo sobre a vegetação natural em uma floresta primária no estado do Acre, Amazônia brasileira". *Ciência Florestal* 23: 297-308. 2013.
40. Brando, P. M. et al. "Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions". *PNAS*, April 14, 2014, doi:10.1073/pnas.1305499111. 2014.
41. Brown, I. F. et al. "Monitoring fires in southwestern Amazonia rain forest". *EOS, Transaction American Geophysical Union* 87: 253-264. 2006.
42. Saatchi, S. "Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy". *PNAS* 110: 565-570. 2013.
43. Ferreira, E. J. L.; Oliveira, E. C. "Estudos florísticos da AER para elaboração do Plano de Manejo da Estação Ecológica Rio Acre". (Vegetação - Relatório Técnico da 1ª. Expedição). Rio Branco-AC: Fundação SOS Amazônia. 2005.
44. Silveira, M.; Oliveira, E. C. & Bandeira, J. R. "Estudos florísticos da AER para elaboração do Plano de Manejo da Estação Ecológica do Rio Acre". (Vegetação - Relatório Técnico da 2ª. Expedição). Rio Branco-AC: Fundação SOS Amazônia. 2006.
45. Duarte, A. F. "Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971-2000". *Revista Brasileira de Meteorologia* 21: 308-317. 2006.
46. Evandro Orfanó, Embrapa-Acre, comunicação pessoal.
47. IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.
48. Zappi, D. C. et al. "Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, norte de Mato Grosso, Brasil". *Acta Amazonica* 41: 29-38. 2011.
49. Ferreira, E. J. L. "Avaliação ecológica rápida do Parque Estadual Chandless" (Relatório Técnico - Componente Vegetação). Rio Branco-AC: Fundação SOS Amazônia. 2008.
50. Henderson, A.J. *The palms of the Amazon*. New York: Oxford University Press. 1995. 362 pp.
51. RadamBrasil. *Levantamento de Recursos Naturais*. Vols. 12-13. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro. 1976-1977.
52. Balée, W. "The culture of Amazonian forests". *Advances in Economic Botany* 7: 1-21. 1989.
53. Nelson, B. W. "Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon". *Remote Sensing Reviews* 10: 105-125. 1994.
54. Schaan, D. P.; Parssinen, M.; Ranzi, A.; Piccoli, J. C. "Geoglifos da Amazônia Ocidental: Evidência de complexidade social entre povos da terra firme". *Revista de Arqueologia* 20: 67-82. 2007.