

Maria Lucia Absy
Francisca Dionízia de Almeida Matos
Iêda Leão do Amaral
(Orgs)

Diversidade Vegetal Brasileira

Conhecimento, Conservação e Uso

Conferências, Simpósios e Mesas-redondas
do 61º Congresso Nacional de Botânica



Sociedade Botânica do Brasil

DESMATAMENTO AMAZÔNICO COMO FONTE DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Philip Martin FEARNside ¹

Resumo - As estimativas oficiais têm subestimado as emissões amazônicas por diversas razões. No primeiro inventário de emissões de gases de efeito estufa (concluído em 2004) a subestimativa estão relacionadas à omissão das raízes das árvores, árvores mortas e alguns outros componentes do estoque de carbono florestal nas áreas sendo desmatadas. Além de um grande exagero da área e da taxa de crescimento da vegetação secundária que absorve parte do carbono emitido pelo desmatamento. Itens, também, não considerados no total nacional incluem as contribuições líquidas da exploração madeireira, incêndios florestais, hidrelétricas, e os gases traços de queimadas recorrentes de savanas, pastagens e capoeiras. Os problemas com as raízes das árvores e a área de capoeira estão sendo sanados no segundo inventário (a ser concluído em 2010), mas os demais continuam a subestimar o impacto da atividade humana na Amazônia sobre o aquecimento global. Mesmo subestimado, desmatamento na Amazônia é a principal fonte brasileira de emissões de gases de efeito estufa. Há urgência na melhoria da quantificação do serviço ambiental da floresta em evitar emissões de gases de efeito estufa, e na negociação para remunerar este serviço.

Palavras chave - Amazônia, Aquecimento global, Carbono, Desmatamento, Efeito estufa, Serviços ambientais

Embora a maior parte da emissão total antropogênica de gases de efeito estufa no mundo esteja relacionada à queima de combustíveis fósseis, no Brasil a maior parte da emissão se deve ao desmatamento amazônico. Este fato oferece uma oportunidade ao País, porque seria muito mais fácil para o Brasil diminuir

substancialmente a sua emissão do que é o caso para muitos outros países. A mitigação do aquecimento global por meio da redução de desmatamento representa uma atividade econômica com muito mais valor em potencial por hectare do que a conversão da floresta em pastagens ou outros usos. Ao mesmo tempo, o Brasil é um dos países que mais tem a perder com o agravamento do aquecimento global inclusive com a possibilidade de perder a própria floresta amazônica. A floresta enfrenta sérias ameaças à sua sobrevivência devido às mudanças globais, que estão projetadas em tornar a Amazônia mais quente e mais seca.

As florestas amazônicas têm um papel importante na mitigação do aquecimento global devido ao seu grande estoque de carbono, tanto na biomassa como no solo. Se a floresta é desmatada, muito deste carbono é liberado para a atmosfera em gases de efeito estufa, tais como CO₂ e CH₄. Os incêndios florestais e a exploração madeireira também liberam carbono, assim como também as barragens hidrelétricas. Também há perigo de grandes emissões como consequência de mudanças climáticas, tais como o carbono emitido pelos aumentos de mortalidade devido ao estresse fisiológico de seca, calor e inundações, ou diminuição de absorção de carbono devido a reduções no crescimento das árvores. A floresta tem duas funções: uma função como fonte de emissões anuais, e outra dividida ao grande estoque de carbono na floresta remanescente. Este grande

¹ Coordenação de Pesquisa em Ecologia- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Av. André Araújo 2936, Bairro: Petrópolis, CEP: 69.060-001, Manaus/AM, pmfearn@inpa.gov.br.

Este estoque de carbono tem o potencial para desencadear emissões não intencionais que podem iniciar processos de retroalimentação positiva que degradam o restante da floresta, podendo contribuir para um efeito estufa "foragido", que escapa do controle humano.

Estimativas do estoque do carbono na floresta amazônica, e das quantidades de gases emitidas quando esta floresta sofre desmatamento ou outras mudanças de uso da terra, representam informações críticas tanto para o entendimento dos processos de mudança global como para a valoração do serviço ambiental de evitar a perda de floresta. O princípio básico em fazer tais estimativas é a necessidade de incluir tudo, tanto do lado de emissões como de absorções ou outros fluxos que alteram o balanço líquido provocado pela mudança do uso da terra. Durante muitos anos os números oficiais brasileiros omitiram a principal fonte de emissão por desmatamento, que é a decomposição da madeira residual que não queimou após a derrubada da floresta (ver revisão em Fearnside, 2000a). Esta omissão, que representa aproximadamente dois-terços da emissão do desmatamento, terminou em 2004 com o primeiro inventário nacional de gases de efeito estufa, sendo que os métodos padronizados desses inventários sob a Convenção de Clima incluem a decomposição. No entanto, vários estoques importantes e carbono na floresta ainda foram omitidos, levando à subestimativa das emissões. O relatório diz: "consideração do carbono na biomassa abaixo do solo (raízes) é complexa e não foi incluída neste inventário" (Brasil, MCT, 2004, p. 146). Apesar de incerteza sobre a percentagem exata de biomassa nas raízes, simplesmente considerar como zero ao invés de usar os poucos estudos existentes representa um erro não só em termos quantitativos, mas também em termos da filosofia de ciência.

O mesmo se aplica à omissão da biomassa morta (necromassa). Além da omissão total de alguns componentes, são utilizados valores mínimos para a contribuição de outros, como palmeiras e lianas. Mais importante é a escolha de valores muito altos para a área e a taxa de crescimento de vegetação secundária (capoeira) na região, levando à presunção de que esta vegetação estaria absorvendo 30 milhões de C por ano, assim neutralizando essa quantidade de emissão do desmatamento. As capoeiras na Amazônia brasileira são, predominantemente, em pastagens degradadas, onde o solo é compactado e de fertilidade baixa, e onde o crescimento da vegetação é lento. A fonte que serviu como base para este parte do cálculo (Houghton *et al.*, 2000) adotou esses valores como uma simples presunção, sem apoio em dados medidos. Estudos baseados em mensurações na região indicam crescimento em aproximadamente a metade da taxa presumida (Fearnside, 1996; Fearnside & Guimarães, 1996). Além disso, as capoeiras existentes na região representam uma absorção herdada, causada por desmatamentos em anos anteriores ao período do inventário. Se essas são contabilizadas, então as emissões herdadas também teriam que ser consideradas, ou seja, a emissão substancial da decomposição de troncos deixados nas áreas desmatadas em anos anteriores ao período inventariado (ver Fearnside & Laurance, 2004).

O inventário faz um cálculo da emissão anual por exploração madeireira de apenas 2.4 milhões de toneladas de carbono, muito menor que estimativas publicadas de 61 milhões de toneladas (Fearnside, 2000b) e 80 milhões de toneladas (Asner *et al.*, 2005). A estimativa da emissão por exploração madeireira é feita à parte, sem entrar no computo total das emissões. Por outro lado, a estimativa da biomassa usada para as

emissões por desmatamento é baseado em inventários de volume florestal do Projeto RADAMBRASIL, feitos antes da maior parte da degradação da biomassa por exploração madeireira, assim compensando essa omissão.

O segundo inventário brasileiro, ainda não finalizado, corrige alguns dos problemas do primeiro inventário em estimar as emissões (Aguiar *et al.*, 2009). Há uma percentagem acrescentada para representar as raízes. A biomassa morta, aparentemente, não foi incluída, pois usa dados derivados do mapa de biomassa viva acima do solo de Saatchi *et al.* (2007). A mudança de uma estimativa de biomassa baseada nos dados de RADAMBRASIL para uma baseada em Saatchi *et al.* (2007) não necessariamente representa uma melhoria. Isto porque, o mapa de biomassa elaborado por Saatchi *et al.* (2007) utilizado no segundo inventário foi derivado de menos de 90 parcelas em floresta original no Brasil, versus aproximadamente 3.000 parcelas do Projeto RADAMBRASIL usadas no primeiro inventário (ver Fearnside, 2008a). Deve ser mencionado que há uma série de melhorias recentes nas estimativas de densidade de madeira, altura de árvores e outros fatores no cálculo de biomassa a partir de dados mensurados em parcelas como as que foram a base de ambos os inventários (Nogueira *et al.*, 2007, 2008a,b).

Várias fontes de emissão precisam ser incluídas no inventário, que não foram consideradas no total de emissões do País no primeiro inventário e que precisam ser incluídas no segundo. Uma delas inclui a exploração madeireira. As estimativas de biomassa de Saatchi *et al.* (2007) refletem a degradação do estoque de biomassa na floresta por exploração madeireira nas últimas décadas, diferente das estimativas usadas no primeiro inventário. Portanto, é ainda mais importante que a tabulação das emissões inclua uma estimativa da emissão

por exploração madeireira.

Outras fontes omitidas são a emissão de gases-traço (gases que não CO₂) das queimadas recorrentes em e pastagens e capoeiras. Isto se aplica também às queimadas recorrentes em savanas, que foram calculadas à parte no primeiro inventário sem inclusão no total nacional. Gases-traço (como N₂O) emitidos pelo solo sob pastagens amazônicas também fazem parte da emissão, e precisam ser contrabalanceados com inclusão de estimativas da perda de fontes e sumidouros na floresta original (Fearnside, 2000b).

Outras fontes incluem os incêndios florestais (Alencar *et al.*, 2004, 2006). Essas têm uma relação direta com a proximidade do desmatamento e com as alterações causadas pela exploração madeireira (Nepstad *et al.*, 1999, 2001; Cochran *et al.*, 1999). Há também emissões pela mortalidade de árvores devido a fechos de borda (Laurance *et al.*, 1997), mas isto aplica apenas ao aumento líquido do comprimento das bordas na região, por ser parcialmente contrabalanceado pela redução de biomassa em bordas sujeitos ao desmatamento (Fearnside, 2000c).

A inundação de áreas de floresta amazônica por hidrelétricas também emite quantidades substanciais de gases de efeito estufa. Isto é tratado em uma discussão à parte no primeiro inventário, sem inclusão nos totais de emissão. No entanto, as estimativas são muito subestimadas por omitirem as emissões das turbinas e vertedouros (ver Fearnside, 2005, 2008b). Em suma, a perda da floresta amazônica é responsável por emissões substanciais de gases de efeito estufa. Evitar essas perdas representa um serviço ambiental de grande valor, que tem o potencial para substituir o padrão destrutivo que sustenta a economia nas áreas rurais da Amazônia hoje (Fearnside, 2008c). É necessário um rápido

progresso tanto na melhoria da quantificação desses serviços quanto na negociação de formas de remunerá-los.

Agradecimentos

O Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 610042/2009-2; 575853/2008-5; 305880/2007-1), Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) contribuíram no apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Aguiar, A.P.; Ometto, J., Nobre, C.,; Câmara, G.; Longo, K.; Araújo, R.; Soares, J.V., Valeriano, D.; Almeida, C.; Vieira, I. & Almeida, A. 2009. Relatório Técnico Sintético: Estimativa das Emissões de CO₂ por Desmatamento na Amazônia Brasileira. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, 26 p.

Alencar A.; Solórzano, L. & Nepstad, D.C. 2004. Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape. *Ecological Applications* 14(4): S139-S149.

Alencar, A.; Nepstad, D.C. & Diaz, V.M. del C. 2006. Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO years: Area burned and committed carbon emissions. *Earth Interactions* 10: 1-17.

Asner, G.P.; Knapp, D.E.; Broadbent, E.N.; Oliveira, P.J.C.; Keller, M. & Silva, J.N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science* 310: 480-482.

Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2004. Comunicação Nacional Inicial do Brasil a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. MCT Brasília, DF, 274 p.

Cochrane, M.A.; Alencar, A.; Schulze, M.D.; Souza, Jr., C.M.; Nepstad, D.C.; Lefebvre, P. & Davidson, E.A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical

forests. *Science* 284: 1832-1835.

Fearnside, P.M. 2000a. Effects of land use and forest management on the carbon cycle in the Brazilian Amazon. *Journal of Sustainable Forestry* 12: 79-97.

Fearnside, P.M. 2000b. Greenhouse gas emissions from land use change in Brazil's Amazon region. p. 231-249 In: R. Lal, J.M. Kimble & B.A. Stewart (eds.) *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*. Advances in Soil Science. CRC Press, Boca Raton, Florida, E.U.A. 438 p.

Fearnside, P.M. 2000c. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46: 115-158.

Fearnside, P.M. 2005. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10: 675-691.

Fearnside, P.M. 2008a. Quantificação do serviço ambiental do carbono nas florestas amazônicas brasileiras. *Oecologia Brasiliensis* 12: 743-756.

Fearnside, P.M. 2008b. Hidrelétricas como "fábricas de metano": O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12: 100-115

Fearnside, P.M. 2008c. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80: 101-114.

Fearnside, P.M. & Guimarães, W.M. 1996. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 80: 35-46.

Fearnside, P.M. & Laurance, W.F. 2004. Tropical deforestation and greenhouse gas emissions. *Ecological Applications* 14: 982-986.

Houghton, R.A.; Skole, D.L.; Nobre, C.A.; Hackler, K.T, Lawrence, J.L. & Chomentowski, W.H. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403: 301-304.

Laurance, W.F.; Laurance, S.G.; Ferreira, L.V, Rankin-de Merona, J.M.; Gascon, C. & Lovejoy, T.E. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278: 1117-1118.

- Nepstad, D.C.; Alencar, A.; Nobre, C.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Potter, C.; Moutinho, P.; Mendoza, E.; Cochrane, M. & Brooks, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 398: 505-508.
- Nepstad, D.C.; Carvalho, G.; Barros, A.C.; Alencar, A.; Capobianco, J.P.; Bishop, J.; Moutinho, P.; Lefebvre, P.; Silva, Jr., U.L. & Prins, E. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154: 395-407.
- Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W. & França, M.B. 2007. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecology and Management* 248: 119-135.
- Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W.; Barbosa, R.I. & Keizer, E.W.H. 2008a. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management* 256: 1853-1857.
- Nogueira, E.M.; Nelson, B.W.; Fearnside, P.M.; França, M.B. & de Oliveira, Á.C.A. 2008b. Tree height in Brazil's "arc of deforestation": Shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass. *Forest Ecology and Management* 255: 2963-2972.
- Saatchi, S.S.; Houghton, R.A.; dos Santos Alvalá, R.C.; Soares, J.V. & Yu, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon Basin. *Global Change Biology* 13: 816-837.