

Site Globoamazonia <http://colunas.globoamazonia.com/philipfearnside/>



Belo Monte e os Gases de Efeito Estufa. 6: As Árvores Mortas e Emissões Pré-Represa

seg, 25/01/10

por Globo Amazônia /

categoria Uncategorized

Diferente do metano, o gás carbônico é retirado da atmosfera pela fotossíntese quando as plantas crescem. Portanto, o CO₂ liberado pela decomposição de biomassa herbácea que cresce no reservatório e na sua zona de deplecionamento não pode ser contado como um impacto no aquecimento global, já que este CO₂ está sendo apenas reciclado repetidamente, entre a biomassa e a atmosfera. A biomassa nas árvores da floresta que foram mortas quando o reservatório foi criado é uma questão diferente, e o CO₂ que elas liberam

constitui um impacto líquido sobre o efeito estufa. Somente a porção acima d'água desta biomassa se decompõe a uma taxa apreciável.

A biomassa de madeira acima d'água é modelada com algum detalhe, baseado no que é conhecido a partir da experiência em Balbina (que foi enchida ao longo do período 1987-1989). Os troncos das árvores quebram no ponto atingido pelo nível alto da água, deixando tocos projetados fora da água quando o nível cai. Até oito anos depois de serem inundadas, aproximadamente 50% das árvores com diâmetro ≥ 25 cm e 90% das árvores com diâmetro < 25 cm tinham sido quebrados (1). Além disso, os galhos caem continuamente das árvores em pé. Aproximadamente 40% das árvores de terra firme flutuam em água (2), as árvores que afundam (as com densidade de madeira > 1 g/cm³ no estado verde) permanecem onde estão, ou seja, na zona permanentemente inundada ou nas áreas mais rasas que são periodicamente expostas na zona de deplecionamento. Os troncos que flutuam são empurrados pelo vento e pelas ondas até a margem e serão expostas à decomposição aeróbica na zona de deplecionamento quando o nível d'água descer. Os estoques e as taxas de decomposição para cada categoria são calculados. A decomposição aeróbica contribui para a emissão de CO₂ da biomassa acima da água. Parâmetros para a dinâmica e decomposição aeróbica da biomassa acima d'água são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros para a emissão de gases da biomassa acima da água

Parâmetro	Valor	Unidades	Fonte
Fração acima do solo	0,759	Fração	Fearnside (8), pág. 337
Profundidade média da zona de água de superfície	1	metro	Suposição, baseado na deterioração de madeira de valor comercial,
Taxa de decomposição de folhas na zona sazonalmente inundada	-0,5	Fração/ano	Presunção.
Taxa de decomposição acima d'água (0-4 anos)	-0,1680	Fração/ano	Presumido igual que em floresta derrubada: Fearnside (9), pág. 611.
Taxa de decomposição acima d'água (5-7 anos)	-0,1841	Fração/ano	Presumido igual que em floresta derrubada: Fearnside (9), pág. 611.
Taxa de decomposição acima d'água (8-10 anos)	-0,0848	Fração/ano	Presumido igual que em floresta derrubada: Fearnside (9), pág. 611.
Taxa de decomposição acima d'água (>10 anos)	-0,0987	Fração/ano	Presumido igual que em floresta derrubada: Fearnside (9), pág. 611.
Conteúdo de carbono de madeira	0,50	Fração	Fearnside <i>et al.</i> (10).

Biomassa inicial presente: folhas	2,23	% da biomassa total acima do solo	Fearnside (11), pág. 12.
Biomassa inicial presente: madeira	89,24	% da biomassa total acima do solo	Fearnside (11), pág. 12 para calculo da parte acima d'água, ver distribuição vertical na mesma fonte.
Liberação de metano por térmitas (cupins) em floresta	0,687	kg CH ₄ /ha/ano	Martius <i>et al.</i> (12), pág. 527.
Liberação de metano por térmitas em biomassa acima d'água por Mg C, se deteriorado por térmitas	0,0023	Mg CH ₄	Martius <i>et al.</i> (13).
Percentual de decomposição por ação de térmitas acima do nível d'água máximo operacional normal	4,23	%	Martius <i>et al.</i> (12), pág. 527 para biomassa derrubada.
Percentual de decomposição por ação de térmitas abaixo da linha d'água do nível máximo operacional normal	0	%	Baseado em Walker <i>et al.</i> (1).
Taxa de quebra de troncos na altura da linha d'água para árvores DAP > 25 cm	0,063	Fração do estoque original/ano	Baseado em Walker <i>et al.</i> (1), pág. 245.
Taxa de troncos que quebram na linha de água para árvores DAP < 25 cm	0,113	Fração do estoque original/ano	Baseado em Walker <i>et al.</i> (1), pág. 245.
Taxa de queda de galhos (e presumida queda de troncos acima do primeiro galho)	0,094	Fração do estoque original/ano	Baseado em Walker <i>et al.</i> (1), pág. 245.
Percentual da biomassa acima do solo de madeira viva em galhos e tronco acima do primeiro galho	30,2	%	Fearnside (11), pág. 12 baseado em Klinge & Rodrigues (14).
Percentual da biomassa de madeira acima do solo em troncos	69,8	%	Fearnside (11), pág. 12 baseado em Klinge & Rodrigues (14).
Percentual da biomassa de tronco DAP > 25 cm	66,0	%	Calculado de Brown & Lugo (15).
10-25 cm DAP como percentual de biomassa de fuste total em árvores vivos DAP > 10 cm	22	%	Brown & Lugo (15).
0-10 cm DAP como percentual de biomassa vivo total	12	%	Jordan & Uhl (16).

acima do solo			
Tronco como percentual de biomassa total viva acima do solo	57,47	%	Baseado no fator de expansão de biomassa de 1,74 para biomassa de > 190 Mg/ha em árvores vivas de DAP > 10 cm (15).
em árvores vivas DAP > 10 cm			
Galhos como percentual de biomassa viva de troncos	51,4	%	Baseado em Brown & Lugo (15).
Fração das árvores que flutuam	0,4	Fração	Richard Bruce, comunicação pessoal 1993; veja Fearnside (15), pág.
Fração de galhos originais em árvores restantes que caem por ano	0,094	Fração	Calculado de Walker <i>et al.</i> (1).
Fração média de área de deplecionamento exposta anualmente	0,5	Fração	Estimativa aproximada baseado no nível do reservatório em 2000 em Balbina.

Outra fonte de emissões é de árvores perto da margem do reservatório, mortas quando o lençol d'água sobe e alcança suas raízes. Em Balbina, uma faixa de árvores mortas é evidente ao redor da margem do reservatório.(1) Porque o formato do contorno da margem é extremamente tortuoso e inclui as margens das muitas ilhas criadas pelo reservatório, esta faixa de mortalidade da floresta afeta uma área significativa. As árvores mortas se decompõem, liberando CO₂ e, ao longo de um período de décadas, uma floresta secundária se desenvolve, com uma absorção de carbono. A presente análise presume que a mortalidade é de 90% na faixa até 50 m além da margem do reservatório e de 70% na faixa entre 50 a 100 m dessa margem. A decomposição segue o mesmo curso que em áreas derrubadas para agricultura, e presume-se que a vegetação secundária cresça à mesma taxa que as capoeiras em pousios de agricultura itinerante.(3).

Emissões de Ecossistemas Pré-Represa

As emissões dos ecossistemas presentes antes das represas serem construídas devem ser deduzidas das emissões das represas para se obter uma avaliação justa do impacto líquido do desenvolvimento hidrelétrico. Os parâmetros para emissões de metano pela floresta não inundada (floresta de terra firme) são apresentados na Tabela 2. Estes indicam um efeito mínimo sobre o metano, com a perda de um sumidouro pequeno no solo quando inundado. Emissões de óxido nitroso (N₂O) em solo florestado não inundado são pequenas:

0,0087 Mg de gás/ha/ano (4), ou 0,71 Mg/ha/ano de carbono CO₂-equivalente, considerando o potencial de aquecimento global de 298.(5) Cálculos de óxido nitroso para floresta não inundada e para áreas inundadas também são apresentados na Tabela 2. Os parâmetros para os cálculos incluem o efeito da formação de poças temporárias em áreas de terra firme durante eventos periódicos de chuva intensa.

Tabela 2: Fluxo evitado de metano e fluxo de óxido nitroso da perda de floresta

Item	Valor	Unidades	Fonte
FLUXO DO SOLO EM FLORESTA NÃO INUNDADA			
Absorção anual média de CH ₄	-3,8	kg CH ₄ /ha/ano	Potter <i>et al.</i> (17) de 22 estudos
Emissão anual média de N ₂ O	8,7	kg N ₂ O/ha/ano	Verchot <i>et al.</i> (4), pág. 37
Fração do ano que a floresta ripária é inundada naturalmente	0,17	Fração	Presumido ser 2 meses, em média
Absorção por ha por ano em floresta ripária	-3,17	kg CH ₄ /ha/ano	Proporcional ao tempo não inundado
Emissão por ha por ano em floresta inundada	7,23	kg N ₂ O/ha/ano	Proporcional ao tempo não inundado
EMISSÃO ATRAVÉS DE TÉRMITAS DE FLORESTA			
Emissão/ha/ano	0,5	kg CH ₄ /ha/ano	Fearnside (9).
EMISSÕES DE INUNDAÇÃO NATURAL DE FLORESTA INUNDADA PRÉ-REPRESA			
Emissão de metano de floresta inundada durante inundação natural	103,8	mg CH ₄ /m ² /dia.	Media de cinco estudos em floresta de várzea de água barrenta: Wassmann & Martius (6), pág. 140.
Emissão de N ₂ O quando inundada	7,6	kg N ₂ O/km ² /dia	7.6 mg N ₂ O/m ² /dia (médias dos reservatórios de Tucuruí e Samuel (18)
Dias inundados por ano	59,4	dias	Presunção (representa a situação de Babaquara (19).
Emissão anual por km ²	6,2	Mg CH ₄ /ano/km ² .	Calculado a partir de informações acima
EMISSÕES DE EVENTOS PERIÓDICOS DE FORMAÇÃO DE POÇAS EM FLORESTA DE TERRA FIRME			
Formação de poças em florestas de terra firme-porcentagem inundada	5	porcentagem da área que inunda por evento	Baseado em Mori & Becker (20).
Frequência de eventos de formação de	5	anos entre eventos	Presunção

poças			
Duração de cada evento de formação de poças	30	dias	Presunção
Emissão de CH ₄ quando inundado ou com formação de poças	103,8	mg CH ₄ /m ² /dia.	Presumido ser o mesmo que em floresta de várzea (como acima).
Emissão de N ₂ O quando inundado	7,6	kg N ₂ O/km ² /dia	Presumido ser o mesmo que em reservatórios (como acima).

Para áreas inundadas (no ambiente pré-represa), é feita a suposição de que cada ponto inundado é submerso durante dois meses, em média, por ano. Claro que algumas partes da área ficariam submersas mais tempo e algumas durante períodos mais curtos, dependendo da altitude de cada ponto. O valor usado para emissões por hectare (103,8 mg CH₄/m²/dia, DP=74,1, variação=7-230) é a média de cinco estudos em floresta de várzea (de água barrenta) revisada por Wassmann e Martius (6). Um valor semelhante de 112 mg CH₄/m²/dia (n=68, DP=261) foi encontrado durante inundações em florestas de igapós (água preta) ao longo do rio Jaú, um afluente do rio Negro. Nas florestas de igapó na bacia do rio Jaú estudadas por Rosenqvist *et al.* (7) a taxa de emissão de metano das áreas inundadas é muito mais alta durante o período curto quando o nível d'água está caindo do que durante o resto do tempo que a área está debaixo d'água. Isto tenderia a fazer a emissão anual um pouco independente do período de tempo que as áreas são inundadas, e torna o resultado relativamente robusto quando extrapolado para outras bacias hidrográficas na Amazônia se a quantidade emitida é expressa em termos de emissão por ciclo de inundação.

Referências

- (1) Walker, I., R. Miyai & M.D.A. de Melo. 1999. Observations on aquatic macrophyte dynamics in the reservoir of the Balbina hydroelectric powerplant, Amazonas state, Brazil. *Acta Amazonica* 29: 243-265.
- (2) Fearnside, P.M. 1997. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 90(1): 59-89.
- (3) Fearnside, P.M. 2000. 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(1-2): 115-158.
- (4) Verchot, L.V., E.A. Davidson, J. H. Cattânio, I.L. Akerman, H.E. Erickson & M. Keller. 1999. Land use change and biogeochemical controls of nitrogen oxide emissions from soils in eastern Amazonia. *Global BioGeochemical Cycles* 13(1): 31-46. (pág. 37).

- (5) Forster, P. & 50 outros. 2007. Changes in atmospheric constituents and radiative forcing. p. 129-234. In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 996 p. (p. 212).
- (6) Wassmann, R. & C. Martius. 1997. Methane emissions from the Amazon floodplain. In: Junk, W.J. (ed.) *The Central Amazon Floodplain – Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemanha. p. 137-143.
- (7) Rosenqvist, A., B.R. Forsberg, T.P. Pimentel, Y.A. Rausch & J.E. Richey. 2002. The use of spaceborne radar data to model inundation patterns and trace gas emissions in the Central Amazon floodplain. *International Journal of Remote Sensing* 7: 1303-1328. (pág. 1323).
- (8) Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1): 64-75.
- (9) Fearnside, P.M. 1996. Amazonia and global warming: Annual balance of greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon region. pp. 606-617 In: J. Levine (ed.) *Biomass Burning and Global Change. Volume 2: Biomass Burning in South America, Southeast Asia and Temperate and Boreal Ecosystems and the Oil Fires of Kuwait*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A. 902 p.
- (10) Fearnside, P.M., N. Leal Filho & F.M. Fernandes. 1993. Rainforest burning and the global carbon budget: Biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* 98(D9): 16,733-16,743.
- (11) Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.
- (12) Martius, C., P.M. Fearnside, A.G. Bandeira & R. Wassmann. 1996. Deforestation and methane release from termites in Amazonia. *Chemosphere* 33(3): 517-536.
- (13) Martius, C., R. Wassmann, U. Thein, A.G. Bandeira, H. Rennenberg, W.J. Junk & W. Seiler. 1993. Methane emission from wood-feeding termites in Amazonia. *Chemosphere* 26 (1-4): 623-632.
- (14) Klinge, H. & W.A. Rodrigues. 1973. Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. *Acta Cientifica Venezuelana* 24: 225-237.
- (15) Brown, S. & A.E. Lugo. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia* 17(1): 8-18.
- (16) Jordan, C.T., C. Uhl. 1978. Biomass of a "tierra firme" forest of the Amazon Basin. *Oecologia Plantarum* 13(4): 387-400.
- (17) Potter, C.S., E.A. Davidson & L.V. Verchot. 1996. Estimation of global biogeochemical controls and seasonality on soil methane consumption. *Chemosphere* 32: 2219-2246.

(18) de Lima, I.B.T., R.L. Victoria, E.M.L.M. Novo, B.J. Feigl, M.V.R. Ballester & J.M. Ometto. 2002. Methane, carbon dioxide and nitrous oxide emissions from two Amazonian reservoirs during high water table. *Verhandlungen International Vereinigung für Limnologie* 28(1): 438-442.

(19) Fearnside, P.M. 2005. Hidrelétricas Planejadas no Rio Xingu como Fontes de Gases do Efeito Estufa: Belo Monte (Kararaô) e Altamira (Babaquara). p. 204-241 In: Sevá Filho, A.O. (ed.) *Tenotã-mã: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil*. International Rivers Network, São Paulo. 344 p.

(20) Mori, S.A. & P. Becker. 1991. Flooding affects survival of Lecythydaceae in terra firme forest near Manaus, Brazil. *Biotropica* 23: 87-90.

(Abreviada e atualizada de Fearnside, P.M. 2008. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115).

Mais informações estão disponíveis em <http://philip.inpa.gov.br>.