

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



Belo Monte e os Gases de Efeito Estufa 5: Fontes de Carbono para Formação de Metano

qui, 17/12/09

por Globo Amazônia /

categoria *Uncategorized*

Durante cada mês, ao longo de um período de 50 anos, pode-se calcular a área de zona de deplecionamento que permanece exposta durante um mês, dois meses, e assim sucessivamente até um ano, e uma categoria separada que é mantida para área de deplecionamento exposta durante mais de um ano. A área que é submersa em cada classe de idade é calculada durante cada mês. Isto permite um cálculo da quantia de biomassa herbácea que é inundada, baseado em presunções relativas à taxa de crescimento da vegetação na zona de deplecionamento. A categoria para vegetação com mais de um ano de idade contém biomassa mais lignificada, já que o crescimento depois do primeiro ano é, em grande parte, alocado à produção de madeira, em lugar de tecidos mais macios (a biomassa de folhas da floresta é usada para esta categoria).

As macrófitas são uma fonte importante de biomassa macia, facilmente decomposta. As populações destas plantas aquáticas aumentam com exuberância, cobrindo parte significativa de reservatórios novos, conforme observado em Brokopondo, no Suriname (1), Curuá-Una, no Pará (2), Tucuruí, no Pará (3), Balbina, no Amazonas (4) e Samuel, em Rondônia (5). Imagens de satélite LANDSAT indicam que as macrófitas em Tucuruí cobriram 40% da superfície do reservatório dois anos depois

do enchimento, diminuindo para 10%, depois de uma década.(6) Baseado em monitoramento em Samuel e Tucuruí, Ivan Tavares de Lima (3) desenvolveu uma equação (eq. 1) para descrever a evolução da cobertura de macrófitas, que é utilizada na presente análise:

$$Y = 0,2 X^{-0,5} \text{ (eq. 1)}$$

onde:

X = anos desde o enchimento

Y = a fração do reservatório coberta por macrófitas.

As macrófitas morrem a uma determinada taxa no reservatório e a biomassa morta afunda. Em lagos de várzea, a mortalidade das macrófitas resulta em uma reposição da biomassa 2-3 vezes por ano.(7) O ponto central desta faixa (4,8 meses) implica que 14,4% da biomassa de macrófita morre em cada mês. Esta taxa foi adotada para mortalidade de macrófita nos reservatórios. Além desta mortalidade, uma parte da biomassa de macrófitas é encalhada quando o nível da água desce. Como os ventos prevalecentes (que sopram de leste para oeste) empurram as macrófitas flutuantes contra apenas uma margem, uma parte do tapete de plantas flutuantes necessariamente é posicionada onde será encalhada sempre que o nível d'água desce. As quantidades envolvidas são impressionantes, como é evidente em Tucuruí.(8) Como as macrófitas concentram-se ao longo de apenas uma margem do reservatório, somente a metade da zona de deplecionamento é considerada na computação das áreas de macrófitas encalhadas. Quando encalhadas, as macrófitas morrem e se decompõem aerobicamente. No entanto, se o nível d'água sobe novamente antes do processo de decomposição ser completado, o estoque de carbono remanescente em macrófitas encalhadas é acrescentado ao estoque de carbono subaquático que pode produzir metano. Aqui se presume que, se uma área estiver exposta durante apenas um mês, então a metade das macrófitas encalhadas ainda estará presente quando estas áreas forem re-inundadas.

A cobertura de macrófitas em reservatórios amazônicos passa por uma sucessão regular de espécies, começando com a aguapé (*Eichhornia*) e terminando com *Salvinia*, como aconteceu em Curuá-Una (9) e Balbina(4). *Eichhornia* e outras macrófitas que predominam nos primeiros anos têm significativamente mais biomassa por hectare que *Salvinia*. Em Balbina a substituição de macrófitas de biomassa alta por *Salvinia* aconteceu entre o sétimo e o oitavo ano depois do enchimento.(4) Nos

presentes cálculos presume-se que a troca para *Salvinia* acontece sete anos depois de enchimento do reservatório. Macrófitas flutuantes como *Eichhornia* e *Salvinia* são muito comuns em reservatórios, mas algumas espécies enraizadas também ocorrem.

Presume-se que a biomassa de macrófitas é de 11,1 Mg/ha de peso seco durante os primeiros seis anos, baseado em um tapete de *Eichhornia* mensurado no Lago Mirití, um lago de várzea perto de Manacapuru, Amazonas.(10) Para comparação, em lagos de várzea, espécies de *Oryza* tiveram 9-10 Mg/ha de peso seco, enquanto que *Paspalum* teve 10-20 Mg/ha.(11) Em lagos de várzea, nove medidas de macrófitas enraizadas foram tomadas depois de aproximadamente três meses de crescimento, resultando em uma média de 5,7 Mg/ha de biomassa seca (DP=1,7, variação=3,2-8,7).(12) Depois que ocorre a transição para *Salvinia*, a biomassa por hectare de macrófitas se torna mais baixa. O valor de biomassa usado no cálculo é de 1,5 Mg/ha de peso seco, que é a biomassa de tapetes de *Salvinia auriculata*.(12)

O metano da água que é retido abaixo da termoclina será exportado dos reservatórios na água puxada pelas turbinas e pelo vertedouro. Esta é uma característica de represas hidrelétricas, que é completamente diferente dos corpos d'água naturais, tais como lagos de várzea, que são fontes globalmente significativas de CH₄ apenas com emissões de superfície. Abrir as entradas para as turbinas e para o vertedouro é como tirar a tampa do ralo em uma banheira: a água é tirada do fundo, ou pelo menos da porção mais funda (hipolimnion) do reservatório. Debaxo da termoclina a concentração de CH₄ aumenta à medida que se desce na coluna d'água. Uma observação importante de Petit Saut é que dentro de um mesmo reservatório, a concentração de CH₄, em qualquer ponto é aproximadamente constante a qualquer profundidade abaixo da superfície, independentemente da profundidade até o fundo do local em questão.(13). Aqui é calculado para cada mês, a profundidade abaixo da superfície dos vertedouros e das entradas das turbinas, para então calcular a concentração de CH₄ correspondente na água liberada por estas estruturas.

À medida que se desce pela coluna d'água, a pressão aumenta e a temperatura diminui. Ambos os efeitos agem para aumentar a concentração de CH₄ a profundidades maiores. Pela Lei de Henry, a solubilidade de um gás é diretamente proporcional à pressão, enquanto o Princípio de Le Chatelier reza que a solubilidade de um gás é inversamente proporcional à temperatura. Embora ambos os efeitos sejam importantes, o efeito da pressão predomina.(14) Por exemplo, a pressão seria quase cinco atmosferas aos 48 m de profundidade da entrada das turbinas no nível operacional normal planejado na hidrelétrica de Altamira (Babaquara).(15) Quando a água emergir das turbinas, a

pressão cai imediatamente para uma atmosfera. Quando a pressão cai são liberados gases dissolvidos, da mesma maneira que bolhas de CO₂ emergem quando se abre uma garrafa de refrigerante. A facilidade com que cada gás sai da solução é determinada pelo constante da Lei de Henry do gás. Essa constante é mais alta para CH₄ do que para CO₂, fazendo com que, também por esta razão, o metano seja liberado mais prontamente que as bolhas de gás carbônico. Em Petit Saut, por exemplo, a água que entrava nas turbinas em 1995 apresentava uma razão de CO₂ para CH₄ de 9:1, mas no ar imediatamente abaixo da barragem, a relação era de 1:1, significando assim que, proporcionalmente, muito mais metano dissolvido é liberado.(13)

Referências

- (1) Paiva, M.P. 1977. The Environmental Impact of Man-Made Lakes in the Amazonian Region of Brazil. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS), Diretoria de Coordenação, Rio de Janeiro, RJ. 69 p.
- (2) Junk, W. J., B.A. Robertson, A.J. Darwich & I. Vieira. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 11: 689-716.
- (3) de Lima, I.B.T. 2002. Emissão de metano em reservatórios hidrelétricos amazônicos através de leis de potência. Tese de doutorado em energia nuclear, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, SP. 108 p.
- (4) 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.
- (5) Fearnside, P.M. 2005. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35(1): 1-19.
- (6) 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.

(7) Melack, J. & B.R. Forsberg. 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated watersheds. p. 235-274. In: McClain, M. E., Victoria, R. L., Richey, J. E. (eds.) *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*. Oxford University Press, New York, E.U.A. (pág. 248).

(8) Fearnside, P.M. 2001. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management* 27(3): 377-396.

(9) Vieira, I. 1982. Aspectos Sinecológicos da Ictiofauna de Curuá-Úna, Represa Hidroelétrica da Amazônia Brasileira. "Livre docencia" thesis in biology, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. 107 p.

(10) P.M. Fearnside, dados não publicados.

(11) T.R. Fisher, D. Engle & R. Doyle, dados inéditos citados por Melack & Forsberg (7), pág. 248.

(12) Junk, W.J. & M.T.F. Piedade. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. p. 147-185. In: Junk, W.J. (ed.) *The Central Amazon Floodplain – Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemanha.

(13) Galy-Lacaux, C., R. Delmas, C. Jambert, J.-F. Dumestre, L. Labroue, S. Richard & P. Gosse. 1997. Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: A case study in French Guyana. *Global Biogeochemical Cycles* 11(4): 471-483.

(14) Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. *Climatic Change* 66(1-2): 1-8.

(15) 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.) *Tenotãmõ: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil*. International Rivers Network, São Paulo. 344 p.

(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>.