

<http://amazoniareal.com.br/barragens-tropicais-e-gases-de-efeito-estufa-2-estimativas-de-metano/>



PHILIP FEARNSIDE



Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 2: Estimativas de Metano

- Amazônia Real
- 26/01/2015 18:45

PHILIP M. FEARNSIDE & SALVADOR PUEYO

A água num reservatório tropical estratifica termicamente, com uma camada de água morna (o epilímnio), nos 2-10 m superiores onde a água está em contato com o ar e que contém oxigênio, e uma camada mais fria (o hipolímnio), na parte inferior, onde qualquer oxigênio se esgota rapidamente e praticamente toda a decomposição produz o metano em vez de CO₂. A água que passa pelas turbinas e vertedouros sai a partir da camada inferior (Fig. 1). Emissões a jusante ocorrem quando a água é liberada sobre pressão abaixo da barragem. Assim como bolhas emergem quando é aberta uma garrafa de refrigerante, a liberação de pressão reduz a solubilidade dos gases, fazendo com que as bolhas se formam (lei de Henry) [1]. Mais lentamente, o aquecimento da água do rio abaixo da barragem provoca mais liberação. Emissões a jusante foram omitidas em uma série de compilações globais de estimativas de impactos de barragens, tais como as lideradas por St. Louis *et al.* [2] Batsviken *et al.* [3] e Barros *et al.* [4].

A proporção da emissão de metano a montante e a jusante depende da área do reservatório e a magnitude do fluxo do rio: emissão a montante é proporcional à área do reservatório, mas a emissão a jusante é proporcional à vazão do rio. Em Balbina, onde a área do reservatório é extraordinariamente grande (cerca de 3.000 km²) e a vazão média muito pequena (657 m³/s), cerca da metade (53%) da emissão de metano é a jusante¹³. Em Tucuruí, com aproximadamente a mesma área como reservatório, mas com 17 vezes mais vazão que em Balbina, as emissões a jusante representam 88-93% do CH₄ ([5], p. 85).

Fig. 1 – Água rica em metano é extraída a partir de baixo da termoclina que divide a coluna de água em uma camada superficial (o epilímnio) e uma camada inferior anóxica (o hipolímnio). A termoclina impede que a água fria no fundo do reservatório alcançasse a superfície. Um desenho da barragem de Tucuruí (à direita) mostra as profundidades dos vertedouros e das turbinas no momento da medição de 1989 das concentrações de metano por José Tundisi (à esquerda; dados em [6]). O nível da água foi levantado por 2 m adicionais desde 2002. A liberação da pressão e o contato com o ar com uma concentração muito menor de metano, quando a água emerge, permita que esse gás “desgaseifique” para a atmosfera.

Quando as emissões a jusante são incluídas nas estimativas, frequentemente têm sido subestimadas por métodos que deixam passar uma porção maior da emissão sem ser medida. Grande parte do metano é liberado imediatamente, assim que a água emerge das turbinas, e até mesmo dentro das turbinas, fazendo com que estimativas baseadas em medições de fluxo por amostradores que flutuam na superfície da água

do rio a alguma distância a jusante (por exemplo, [7]), inevitavelmente, perdem muito desta emissão. O único meio prático de evitar esta distorção é calcular a emissão imediata da “degaseificação” a partir da diferença na concentração de CH_4 na água no reservatório na profundidade da entrada da turbina e na água abaixo da barragem (por exemplo, [8]).

Um fator metodológico que afeta todas as estimativas baseadas em concentração até agora essencialmente duplica a emissão de metano de água que passa através dos vertedouros e turbinas em barragens típicas da Amazônia. O efeito é dependente da profundidade: a concentração de CH_4 na água ao nível da turbina (normalmente perto do fundo do reservatório) é crítica, e esta concentração tem sido, tradicionalmente, medida na água, que é levada para a superfície em uma garrafa Ruttner, a partir do qual uma amostra é retirada com uma seringa e analisada quimicamente.

Qualquer metano que saia da solução enquanto a garrafa está sendo emergida é perdido. Um dispositivo de amostragem apelidado de “garrafa Kemenes” captura e mede esse metano, gerando valores de concentração de CH_4 a uma profundidade de turbina típica de 30 m que são aproximadamente o dobro daqueles de medições feitas usando garrafas Ruttner. No caso de Balbina, isso resulta em uma emissão média de degaseificação nas turbinas calculada a partir diferença de concentração (usando garrafas Kemenes) que é 116% maior do que a média com base em amostragem simultânea com garrafas Ruttner [9].

A importância das emissões liberadas imediatamente na saída da turbina é ilustrada pelos resultados em Balbina². Neste caso, a tomada de água das turbinas na barragem inclui uma estrutura em forma de funil, que capta a água na profundidade de 14 a 30 m. Considerando-se as concentrações de CH_4 integradas ao longo de todo o perfil do hipolímnio, a quantidade liberada a jusante (por ebulição imediata nas turbinas, acrescida por difusão no rio a jusante) seria 2,2 vezes maior do que a emissão pela difusão jusante sozinha se a liberação imediata baseia-se em amostras de garrafa Ruttner, ou 3,4 vezes mais, se for com base em amostras de garrafa Kemenes.

Se o cálculo baseia-se na localização da soleira da entrada da turbina a 30 m de profundidade, os multiplicadores correspondentes seriam 7,8 e 15,6, respectivamente. Em outras palavras, as estimativas de emissões a jusante com base apenas em fluxos capturados por câmaras de superfície no rio a jusante da barragem incluem menos da metade, e, possivelmente, tão pouco quanto uns dezesseis avos da emissão real a jusante [10].

NOTAS

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

[2] Saint Louis, V.C., C. Kelly, E. Duchemin, J.W.M. Rudd & D.M. Rosenberg. 2002. Reservoir surface as sources of greenhouse gases to the atmosphere: a global estimate. *Bioscience* 20: 766-775.

[3] Bastviken, D., L.J. Tranvik, J.A. Downing, P.M. Crill & A. Enrich-Prast. 2011. Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. *Science* 331: 50.

- [4] Barros, N., J.J. Cole, L.J. Tranvik, Y.T. Prairie, D. Bastviken, V.L.M. Huszar, P. del Giorgio & F. Roland. 2011. Carbon emission from hydroelectric reservoirs linked to reservoir age and latitude. *Nature Geoscience* 4: 593-596. doi: 10.1038/NGEO1211
- [5] Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96.
- [6] Rosa, L.P., M.A. dos Santos, J.G. Tundisi & B.M. Sikar. 1997. Measurements of greenhouse gas emissions in Samuel, Tucuruí and Balbina Dams. p. 41-55. In: L.P. Rosa & M.A. dos Santos (eds.) *Hydropower Plants and Greenhouse Gas Emissions*. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. 111 p.
- [7] dos Santos, M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D'Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & M.P.B. Ayr Júnior. 2008. Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 116-129.
- [8] 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.
- [9] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2011. CO₂ emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of Geophysical Research* 116, G03004, doi: 10.1029/2010JG001465
- [10] Este texto é uma tradução parcial atualizada de: Fearnside, P.M. & S. Pueyo. 2012. Underestimating greenhouse-gas emissions from tropical dams. *Nature Climate Change* 2(6): 382–384. doi:10.1038/nclimate1540 [disponível em: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n6/full/nclimate1540.html>]. PMF é do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, CEP 69067-0375. SP é do Dept. d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645, 08028, Barcelona, Catalunya, Espanha. As pesquisas dos autores são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7, 575853/2008-5), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo INPA (PRJ13.03). SP agradece ao “Centre de Recerca Matemàtica” (CRM) pela hospitalidade durante este trabalho. Agradecemos ao P.M.L.A. Gratos pelos comentários.

Leia também:

- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 1: Emissões Subestimadas](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Salvador Pueyo é do Departamento de Ecologia da Universidade de Barcelona, Catalunya, Espanha. É especialista na área de matemática usada pelo Eletrobrás para ajustar cálculos de emissão de metano: a

“criticalidade auto-organizadora” (SOC). Fez pós-doutorado orientado por Philip Fearnside, no Inpa, aplicando esta área à questão de incêndios na Amazônia, e depois trabalhou no Instituto de Mudanças Climáticas de Catalunha (IC3), onde analisou os cálculos de Eletrobrás. Hoje colabora com o Centro de Pesquisa Matemática (CRM) na aplicação de matemática aos problemas ecológicos.

Matérias relacionadas

- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 1: Emissões Subestimadas](#)
- [Belo Monte como ponta de lança 1: Os impactos da primeira barragem](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 2: Rebrotas da biomassa](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 1: Desmatamento e Limpeza](#)
- [Entre a cheia e o vazão: Documentário mostra influência de hidrelétricas na inundação de Porto Velho](#)