

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



Belo Monte e os gases de efeito estufa 11: Fontes de Carbono e Caminhos de Liberção de Gases

seg, 12/04/10

por Globo Amazônia |

categoria [Uncategorized](#)

Gás carbônico das árvores mortas

As muitas árvores deixadas em um reservatório que projetam acima d'água emitem CO₂ quando apodrecem. Parâmetros para a dinâmica e decomposição aeróbica da biomassa acima d'água são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros para a emissão gases da biomassa acima da água no reservatório de Babaquara

Parâmetro	Valor	Unidades	Fonte
Fração acima do solo	0,759		Ref. 5.
Profundidade médio de zona de água de superfície	1	metro	Suposição, baseado em deterioração de madeira comercial.
Taxa de decomposição de folhas na zona sazonalmente inundada	-0,5	Fração/ano	Suposição.
Taxa de decomposição acima d'água (0-4 anos)	-0,1680	Fração/ano	Presumido mesmo como floresta derrubada (6) ^(*)
Taxa de decomposição acima d'água (5-7 anos)	-0,1841	Fração/ano	Presumido mesmo como floresta derrubada (6)
Taxa de decomposição acima d'água (8-10 anos)	-0,0848	Fração/ano	Presumido mesmo como floresta derrubada (6)
Taxa de decomposição acima d'água (>10 anos)	-0,0987	Fração/ano	Presumido mesmo como floresta derrubada (6)
Conteúdo de carbono de madeira	0,50		Ref. 7.
Biomassa total médio de floresta a Babaquara	244	Mg/ha	Ref. 8 para biomassa acima do solo; Fração acima do solo como acima.
Profundidade média da água ao nível mínimo operacional normal	18,4	metros	A 142 m sobre o mar.
Profundidade média da água ao nível operacional normal	23,4	metros	A 165 m sobre o mar.
Biomassa inicial presente: folhas	4,1	Mg/ha	Calculado de biomassa total e de Ref. 9.
Biomassa inicial presente: madeira acima d'água	138,8	Mg/ha	Calculado de biomassa total e de Ref. 9.
Biomassa inicial presente: abaixo do solo	58,8	Mg/ha	Calculado de biomassa total e de Ref. 9.
Liberção de metano por térmitas em floresta	0,687	kg CH ₄ /ha/ano	Ref. 10.
Liberção de metano por térmitas em biomassa acima d'água por Mg C se deteriorado por térmitas	0,0023	Mg CH ₄	Ref. 11.

Por cento de decomposição mediado por térmitas acima do nível d'água máximo operacional normal	4,23	%	Ref. 10 para biomassa derrubada.
Por cento de decomposição mediado por térmitas abaixo da linha d'água do nível máximo operacional normal	0	%	Baseado em Ref. 12.
Área total do reservatório ao nível operacional normal	6.140	km ²	
Área do leito fluvial	136	km ²	Ref. 8.
Área desmatada antes de inundar (zona de inundação permanente)	0	km ²	
Área total de floresta inundada	6.004	km ²	Calculado por diferença.
Área de floresta original na zona de inundação permanente	2.424	km ²	Área da zona, menos o leito fluvial e a área previamente desmatada.
Área de floresta original de zona de deplecionamento	3.580	km ²	Calculado por diferença entre a área de floresta e o total.
Taxa de quebra de troncos na altura da linha d'água para árvores > 25 cm DAP	0,063	Fração do estoque original/ano	Baseado em Ref. 12, pág. 245.
Taxa de troncos que quebram na linha de água para árvores < 25 cm DAP	0,113	Fração do estoque original/ano	Baseado em Ref. 12, 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 Ref. 12, pág. 245.
Por cento da biomassa acima do solo de madeira viva em galhos e troncos acima do primeiro galho	30,2	%	Ref. 9 baseado em Ref. 13.
Por cento da biomassa de madeira acima do solo em troncos	69,8	%	Ref. 9 baseado em Ref. 13.
Por cento de biomassa de troncos > 25 cm DAP	66,0	%	Calculado abaixo.
10-25 cm DAP como por cento de biomassa de fuste total em árvores vivas > 10 cm DAP	22	%	Ref. 14.
0-10 cm DAP como por cento de biomassa viva total acima do solo	12	%	Ref. 15.
Fuste como por cento de biomassa viva total acima do solo	57,47	%	Baseado no fator de expansão de biomassa de 1,74 para

em árvores vivas > 10 cm DAP

Biomassa viva acima do solo < 10 cm DAP	22,2	Mg/ha	biomassa de fuste > 190 Mg/ha em árvores vivas > 10 cm DAP (14).
Galhos como porcentagem de biomassa viva de fuste	51,4	%	Calculado a partir de informações acima.
Biomassa de galhos	55,9	Mg/ha	Baseado em Ref. 14.
Biomassa acima do solo de floresta	185,3	Mg/ha	Calculado a partir de informações acima.
Biomassa de madeira viva acima do solo	155,5	Mg/ha	Calculado de total e fração acima do solo.
Biomassa de madeira morta acima do solo	25,6	Mg/ha	Biomassa total, menos o peso das folhas e da biomassa morta.
Biomassa viva de fuste	108,6	Mg/ha	Ref. 16.
Biomassa viva de fuste 10-25 cm DAP	23,9	Mg/ha	Partilha baseada em Ref. 14.
Biomassa viva de fuste < 10 cm DAP	13,0	Mg/ha	Partilha baseada em Ref. 14.
Biomassa viva de fuste 0-25 cm DAP	36,9	Mg/ha	Ref. 15.
Biomassa viva de fuste > 25 cm DAP	71,7	Mg/ha	Somado dos dados acima.
Biomassa viva de fuste: acima da linha d'água	96,4	Mg/ha	Partilha baseada em Ref. 14.
Biomassa viva de fuste: 0-25 cm DAP: acima da linha d'água	32,8	Mg/ha	Distribuição vertical interpolada de Ref. 13.
Biomassa viva de fuste: > 25 cm DAP: acima da linha d'água	63,6	Mg/ha	Distribuição vertical interpolada de Ref. 13.
Fração das árvores que flutuam	0,4	Fração	Distribuição vertical interpolada de Ref. 13.
Fração de galhos originais em árvores restantes que caem por ano	0,094	Fração	Ref. 17.
Fração médio de área de deplecionamento exposta anualmente	0,5	Fração	Calculado de Ref. 12.
			Estimativa aproximada baseado no nível do reservatório em 2000 em Balbina.

As emissões de biomassa acima d'água consideradas aqui são conservadoras por duas razões. Uma é que elas estão baseadas na vazão média do rio em cada mês e na suposição de que o manejo da água respeite o limite do nível mínimo normal previsto para o reservatório. Nenhuma consideração foi feita quanto à possibilidade de que o nível da água poderia ser abaixado além deste nível mínimo em anos extremamente secos, como em eventos de El Niño. A outra suposição conservadora é que a biomassa na zona de deplecionamento nunca se queima. Queimar é um evento ocasional, mas afeta quantidades significativas de biomassa quando isso acontecer. Durante a seca do El Niño de 1997-1998, os reservatórios de Balbina e de Samuel atingiram cotas muito inferiores aos níveis de operação oficialmente tidos como “mínimos”, e áreas grandes das zonas de deplecionamento expandidas se queimaram. Embora seja provável que tais emissões às vezes acontecerão em Babaquara, elas não foram considerados nesta análise.

Emissões de Ecossistema de Pré-represa

As áreas dos ecossistemas naturalmente inundados e não inundados são apresentadas na Tabela 2. Os tipos de floresta sazonalmente inundados são considerados como pertencendo à “área inundada”. No entanto, isto pode representar uma superestimativa da extensão verdadeira “área inundada”, sendo que imagens de radar do Satélite de Recursos da Terra Japonês (JERS) indicam que praticamente nada da área do reservatório planejado tem inundação abaixo da cobertura da floresta.(1) No entanto, deveria ser lembrado que lagos temporários ao longo dos rios Xingu e Iriri existem: mapas analisados por de Miranda *et al.* (2) indicam de 28 a 52 lagos na área a ser inundada por Babaquara, dependendo do mapa usado na análise.

Tabela 2: Área e Biomassa de vegetação ao Belo Monte e Babaquara^(a)

Tipo de vegetação	BABAQUARA			BELO MONTE		
	Área	Biomassa		Área	Por cento	Biomassa
	(km ²)	Por cento	acima do solo ^(b) (Mg/ha peso seco)	(km ²)		acima do solo ^(b) (Mg/ha peso seco)
Vegetação não inundada						
Floresta aberta de terra firme	3.565,3	58,0	175,2			
[floresta aberta mista (FA)+						
floresta aberta submontana (FS)]						
Floresta aberta de terra firme				205,7	46,7	125,27
sobre revelo acidentado						
Floresta aberta de terra firme				11,9	2,7	201,9
sobre revelo ondulado						
Floresta secundária latifoliada	10,9	0,2	20,0	11,0	2,5	20,0
Vegetação inundada						
Floresta densa ciliar estacionalmente	2.421,9	39,3	201,2	191,5	43,6	121,2
inundável ou Floresta Densa Ciliar (FC)						

^(c)

	Floresta Aberta ciliar estacionalmente	5,6	0,1	60,0			
	submersa (Formações pioneiras						
	aluviais campestres)						
Sem vegetação (canal fluvial)							
	Áreas sem cobertura vegetal	136,3	2,4	0,0	20,0	4,5	0,0
Totais							
	Total de vegetação não inundada	3.576,3	58,2		228,5	51,9	
	Total de vegetação inundada	2.427,5	39,4		191,5	43,6	
	Vegetação total	6.003,7	97,6	185,3	420,0	95,5	122,8
	Reservatório total	6.140,0	100,0		440,0	100,0	

(a) Dados de Revilla Cardenas (19, p.55; 8, pág. 87), com áreas ajustadas em proporção à estimativa de área de reservatório atual (6.140 km² para Babaquara; 440 km² para Belo Monte).

(b) Valores incluem Biomassa morto (liteira e madeira morta), cipós, e o tapete de raízes.

(c) Valor para biomassa de floresta secundária acima do solo é aquele usado por Revilla Cardenas (8) para Babaquara, baseado em dados de Tucuruí.

Os parâmetros para emissões de metano pela floresta não inundada (floresta de terra firme) são apresentados na Tabela 3. Estes indicam um efeito mínimo sobre o metano, com a perda de um sumidouro pequeno no solo quando inundado. Emissões de óxido nitroso (N_2O) em solo florestado não inundado são pequenas: 0,0087 Mg de gás/ha/ano (3), ou 0,74 Mg/ha/ano de carbono CO_2 -equivalente, considerando o potencial de aquecimento global de 310.(4) Cálculos de óxido nitroso para floresta não inundada e para áreas inundadas são apresentados na Tabela 4. Os cálculos incluem o efeito da formação de poças temporárias em áreas de terra firme durante eventos periódicos de chuva pesada (Tabela 4).

Tabela 3: Fluxo evitado de metano da perda de floresta em Babaquara

Item	Valor	Unidades	Fonte
ABSORÇÃO PELO SOLO EM FLORESTA NÃO INUNDADA			
Absorção anual médio de gás de CH ₄ em florestas não inundada	-3,8	kg CH ₄ /ha/ano	Ref. 20, a partir de 22 estudos.
Área total de floresta inundada por reservatório	6.004	km ²	Baseado na área de reservatório de 6.140 km ² e a área do leito do rio, pág. 87.
Área de floresta ribeirinha inundada por reservatório	2.427	km ²	Ref. 8, pág. 87.
Área de floresta de terra firme inundada por reservatório	3.576	km ²	Calculado por diferença.
Fração de ano que floresta ribeirinha inunda naturalmente	0,17	Fração	presumido ser 2 meses, em média.
Absorção por ha por ano em floresta ribeirinha	-3,17	kg CH ₄ /ha/ano	Proporcional ao tempo não inundado.
Absorção por ano em floresta ribeirinha	-768,70	Mg CH ₄ /ano	Absorção por ha X área de floresta ribeirinha.
Absorção por ano em floresta de terra firme	-1.358,98	Mg CH ₄ /ano	Absorção por ha X área de floresta de terra firme.
Absorção total por ano	-2.127,68	Mg CH ₄ /ano	Somado por tipo de floresta .
Potencial de aquecimento global (GWP) de CH ₄	21	Mg gás de CO ₂ equivalente / Mg gás de CH ₄	Ref. 4.
CO ₂ carbono equivalente/ano	-0,012	Milhões de Mg CO ₂ – C equivalente /ano	Calculado de emissão de CH ₄ , GWP, peso atômico de C (12) e peso molecular de CO ₂ (44).
EMISSÃO ATRAVÉS DE TÉRMITAS DE FLORESTA			
Emissão/ha/ano	0,5	kg CH ₄ /ha/ano	Ref. 6.
Equivalentes de ha-ano de floresta	0,6	Milhões de equivalentes de ha-ano	Calculado a partir de informações acima.
Emissão/ano	317,0	Mg CH ₄ /ano	Calculado a partir de informações acima.
CO ₂ carbono equivalente/ano	0,0018	Milhões de Mg CO ₂	Calculado como acima.

equivalente/ano

Tabela 4: 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 em várzea de água branca (140).
Dias inundados por ano	59,4	dias	Suposição como acima
Emissão anual por km ²	6,2	Mg CH ₄ /ano/km ² .	Calculado a partir de informações acima.
Emissão natural anual através de floresta inundada	14.961	Mg CH ₄ /ano.	Calculado a partir de informações acima.
CO ₂ carbono equivalente/ano	0,086	Milhões de Mg CO ₂ – equivalente C/ano	Calculado a partir de informações acima.
Emissão anual ajustada para comprimento de ciclo		Mg CH ₄ /ano	considerando a emissão por ciclo (2 meses vs 6 meses).
CO ₂ carbono equivalente/ano		Milhões de Mg CO ₂ -equivalente C/ano	calculado acima.

EMISSÕES DE EVENTOS PERIÓDICOS DE FORMAÇÃO DE POÇAS EM FLORESTA DE TERRA FIRME

Formação de poças em florestas de terra firme	1.801	km ² -dias/ano.	Calculado da área: 5% inundam por evento (baseado em Ref. 1) com frequência de 5 anos e duração de 30 dias.
Emissão quando inundado ou com formação de poças	103,8	mg CH ₄ /m ² /dia.	Presumido ser o mesmo que a floresta de várzea (como acima)
Emissão natural anual através de formação de poças	187,0	Mg CH ₄ /ano.	Calculado a partir de informações acima.
CO ₂ carbono equivalente/ano	0,001	Milhões de Mg CO ₂ – equivalente /ano	Calculado a partir de informações acima.

TOTAIS

Emissão total de metano	43.259	Mg CH ₄ /ano	Calculado a partir de informações acima, incluindo ajuste para comprimento do ciclo.
-------------------------	--------	-------------------------	--

CO₂ carbono equivalente/ano

0,248

Milhões de Mg CO₂ -
equivalente C/ano.

Calculado a partir de informações acima.

Presumindo as mesmas taxas de emissão como as medidas nos estudos de várzea de água branca (o Xingu é considerado um rio de água clara, mais semelhante à água branca do que água preta), a emissão anual seria equivalente a apenas 0,043 milhões de toneladas de carbono equivalente a carbono de CO₂ em Babaquara em uma base diária, ou 0,248 milhões de toneladas de carbono CO₂-equivalente se este resultado for multiplicado por três para aproximar o efeito da estação de enchente mais curta (2 meses contra 6 meses). Os ajustes resultantes para o efeito dos ecossistemas pré-represa são muito pequenos, como será mostrado mais adiante quando serão calculadas as emissões líquidas para as duas represas.

Referências

- (1) Melack, J.M. & L.L. Hess. 2004. Remote sensing of wetlands on a global scale. *SILnews*, No. 42: 1-5. <http://www.limnology.org/news/silnews42.pdf>
- (2) de Miranda, E.E., J.R. de Miranda & P.F. dos Santos. 1988. Efeitos ecológicos das barragens do Xingu: Uma avaliação preliminar. p. 83-102. In: L.A.O. Santos & L.M.M. de Andrade (eds.) *As Hidrelétricas do Xingu e os Povos Indígenas*. Comissão Pró-Índio de São Paulo, São Paulo, SP. (pág. 88).
- (3) 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).
- (4) Schimel, D. & 75 outros. 1996. Radiative forcing of climate change. p. 65-131. In: J. T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg & K. Maskell (eds.) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. (pág. 121).
- (5) Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: Net committed emissions. *Climatic Change* 35(3): 321-360. (pág. 337).
- (6) Fearnside, P.M. 1996. Amazonia and global warming: Annual balance of greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon region. p. 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. (pág. 611).

- (7) 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.
- (8) Revilla Cardenas, J.D. 1988. *Relatório: Levantamento e Análise da Fitomassa da UHE de Babaquara, Rio Xingú*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM.
- (9) Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19. (pág. 12).
- (10) Martius, C., P.M. Fearnside, A.G. Bandeira & R. Wassmann. 1996. Deforestation and methane release from termites in Amazonia. *Chemosphere* 33(3): 517-536. (pág. 527).
- (11) 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.
- (12) 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.
- (13) Klinge, H. & W.A. Rodrigues. 1973. Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. *Acta Científica Venezolana* 24: 225-237.
- (14) Brown, S. & A.E. Lugo, 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia* 17(1): 8-18.
- (15) Jordan, C.T. & C. Uhl. 1978. Biomass of a "tierra firme" forest of the Amazon Basin. *Oecologia Plantarum* 13(4): 387-400.
- (16) Klinge, H. 1973. Biomasa y materia orgánica del suelo en el ecosistema de la pluviselva centro-amazónico. *Acta Científica Venezolana* 24: 174-181. (pág. 179).
- (17) R. Bruce, comunicação pessoal, 1993; veja Ref. 18, pág. 61.
- (18) Fearnside, P.M. 1997. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 90(1): 59-89.

(19) Revilla Cardenas, J.D. 1987. *Relatório: Levantamento e Análise da Fitomassa da UHE de Kararaô, Rio Xingú*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM.

(20) 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.

(21) Wassmann, R. & C. Martius. 1997. Methane emissions from the Amazon floodplain. p. 137-143. In: W.J. Junk (ed.) *The Central Amazon Floodplain – Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemanha. (pág. 140).

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

(23) 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.

(Abreviada de Fearnside, P.M. 2009. As Hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como Fontes de Gases de Efeito Estufa. *Novos Cadernos NAEA* 12(2)).

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