



# Balanço do carbono em reservatórios hidrelétricos

por

Bohdan Matvienko

- Seres vivos são constituídos, em grande parte, por carbono, e se alimentam de compostos do C
- Alguns metabólitos do ciclo da vida, como o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{CH}_4$ , estão se enriquecendo na atmosfera terrestre e poderão provocar o aquecimento do ar devido ao efeito estufa.
- O objetivo inicial dos balanços do C nos reservatórios Brasileiros era avaliar como a instalação de reservatórios altera a emissão dos GEE

# Reservaório como caixa preta

Limite inferior da caixa preta

O carbono fresco que se sedimenta passa por transformações antes de se tornar permanente (substâncias húmicas).

A delimitação inferior da caixa preta é a superfície entre carbono fresco e o permanente, e se situa 2 a 5 mm abaixo da interface sedimento-água

# Vias de entrada e saída

- Carbono dissolvido e particulado entra e sai do reservatório pelos afluentes e defluentes. Para sua quantificação são analisadas amostras de água
- Na interface água-ar ocorre emissão e absorção de  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$
- Sedimento fresco se deposita no fundo e se transforma em formas permanentes

- Na interface água-ar gases são liberados (1) na forma de bolhas, chamada ebulição e (2) por difusão molecular, chamada emanação
- A ebulição é quantificada mediante captura por funis

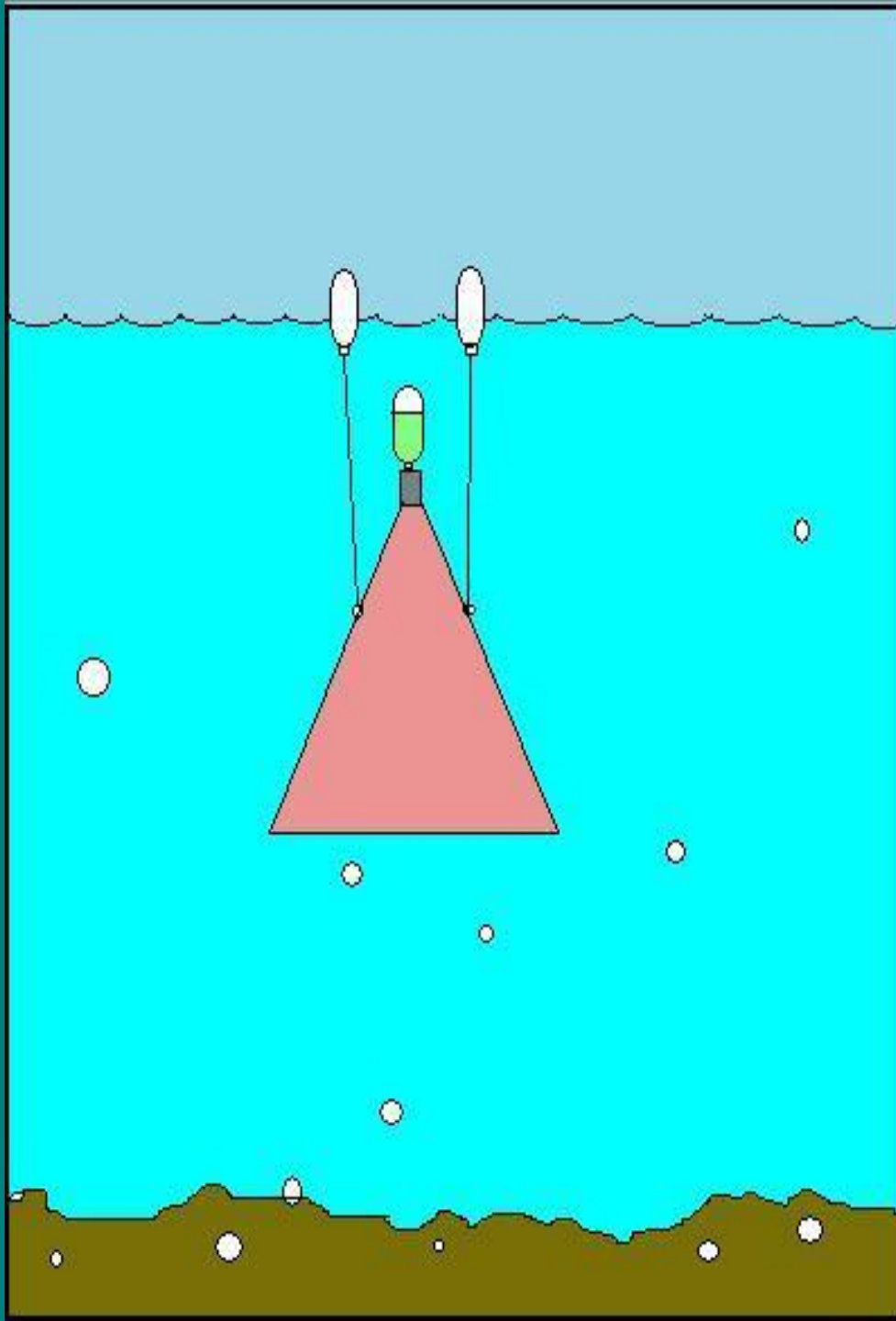




- No sedimento do fundo a decomposição dos detritos sedimentados é muito intensa consumindo ela todo oxigênio dissolvido
- No ambiente anóxico a mineralização continua pela via da metanogênese
- Num primeiro estágio de re-arranjo molecular são gerados ácidos orgânicos
- Num re-arranjo adicional é gerado metano:



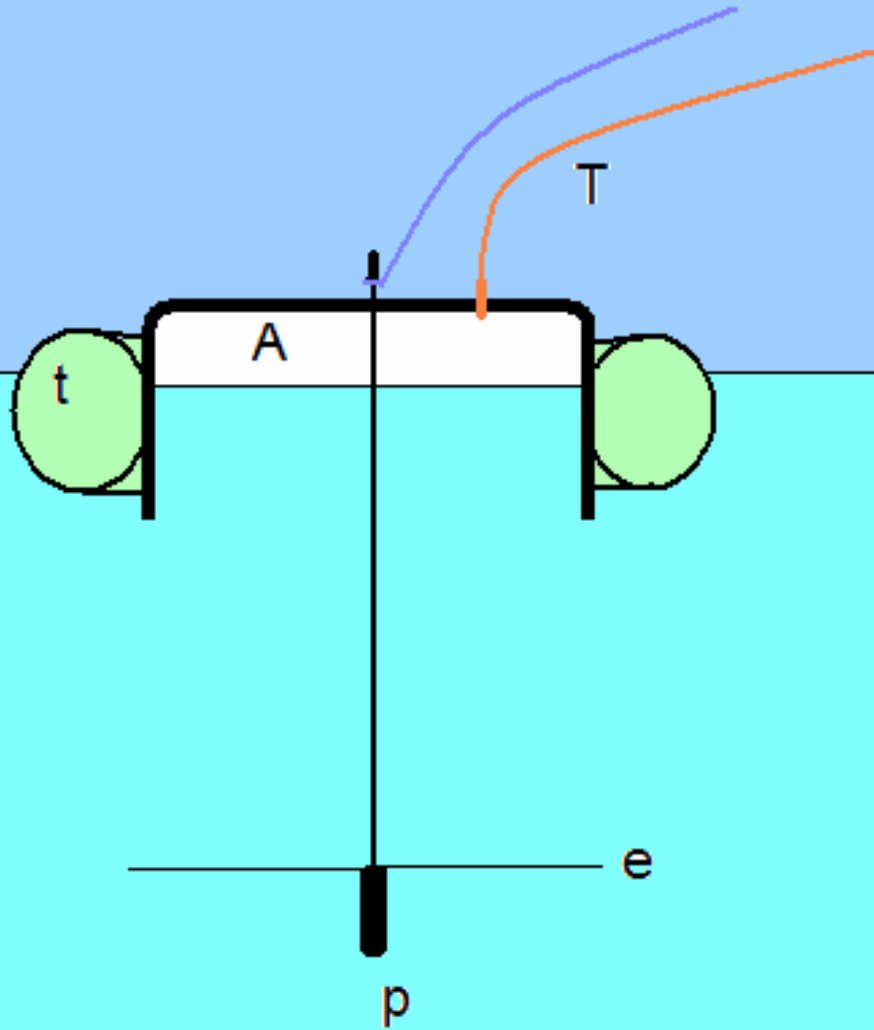




- O volume captado em cada funil é medido. Tipicamente são capturados de 0 a 300 mL d<sup>-1</sup> em um funil. Se levam alíquotas para análise cromatográfica
- A composição das bolhas é principalmente CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub> :
  - 20 – 80% CH<sub>4</sub>
  - 20 – 80% N<sub>2</sub>
  - ~2% O<sub>2</sub>
  - 0.5% CO<sub>2</sub>
  - 0.5% Ar

O nitrogênio provém principalmente da desnitrificação no sedimento

- A emissão é quantificada mediante câmaras
- Um volume conhecido de ar, aqui 1 L, é mantido pela câmara sobre a superfície da água



- Se retiram alíquotas aos 0, 1, 2 e 4 minutos. Acondicionadas em amploas gasométrias, são levadas para análise cromatográfica
- A partir da taxa de enriquecimento se calcula a taxa de liberação

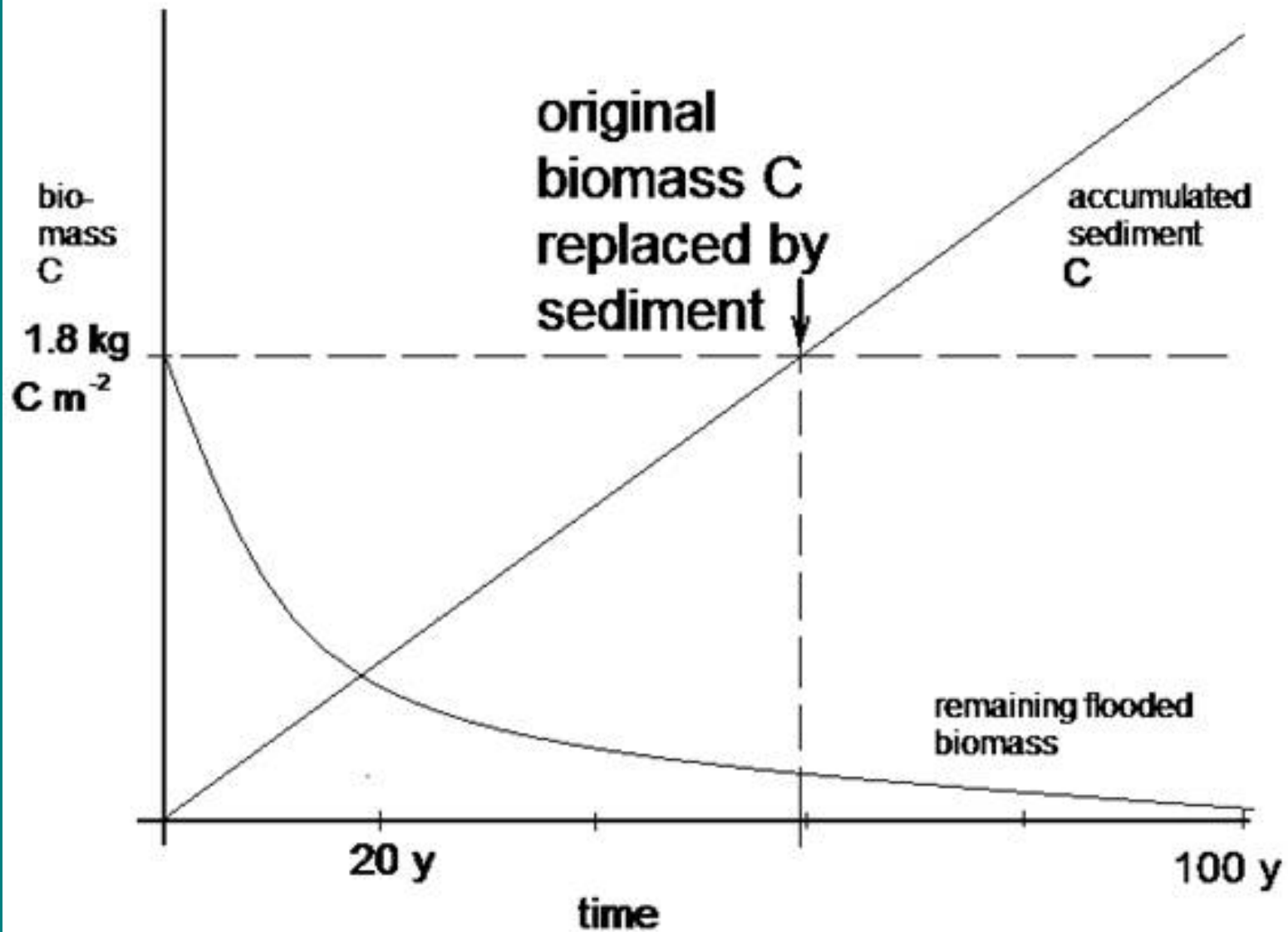


- A taxa de sedimentação permanente é entre 5 e 10% da sedimentação fresca
- O valor preciso é determinado usando um traçador, por exemplo o silício contido na sílica e na argila
- Se determina a taxa  $R$  de sedimentação do silício e a razão  $C/Si$  em testemunho de sedimento permanente
- A taxa  $P$  de acumulação de carbono permanente é  $P = R \times C/Si$





	Nov 14-16, '05	Mar 26-28, '06	Aug 10-13, '06	average
Area / km <sup>2</sup>	42	44.5	45.3	44
Carbon inputs, in t C d <sup>-1</sup>				
Flooded biomass	7.7	8.3	8.4	8.1
fraction of total	4.8%	3.3%	2.3%	3.2%
samples(n)	(1)	(1)	(1)	(1)
River input	151.5±134.0	244.3±69.0	352.3±174.7	249.4±156.4
fraction of total	95.2%	96.7%	97.7%	96.8%
samples (n)	(3)	(3)	(3)	(9)
Total input	159.2±134.0	252.6±69.0	360.7±174.7	257.5±156.4
Carbon outputs, in t C d <sup>-1</sup>				
Emitted as CH <sub>4</sub>	0.21±0.19	0.21±0.17	0.13±0.06	0.19±0.15
fraction of total	0.2%	0.1%	0.04%	0.1%
samples (n)	(26)	(25)	(22)	(73)
Emitted as CO <sub>2</sub>	14.3±25.7	21.3±31.2	19.7±11.4	18.3±24.8
fraction of total	12.3%	8.3%	5.8%	7.9%
samples (n)	(26)	(25)	(22)	(73)
River effluent	99.0±24.8	225.6±12.6	317.3±445.3	214.0±272.7
fraction of total	85.9%	87.5%	92.8%	92.8%
samples (n)	(3)	(3)	(3)	(9)
Permanent sediment	1.90±0.45	10.6±0.39	4.75±1.49	6.0±3.7
fraction of total	1.7%	4.1%	1.4%	2.6%
samples (n)	(12)	(14)	(13)	(39)
Total output	115.3±35.7	257.7±16.8	341.9±445.5	230.5±136.9
Balance defect	-32.0%	+2.0%	-5.4%	-11.1%





















FIM

# Produção primária e mineralização nos trópicos

- Na floresta úmida e no cerrado dos trópicos a produção primária está entre 0,5 e 1,5 [kg C m<sup>-2</sup>a<sup>-1</sup>]; média  $1 \times 10^3$  [g C m<sup>-2</sup>a<sup>-1</sup>]
- A bacia Amazônica tem área de 8 000 000 [km<sup>2</sup>] (=  $8 \times 10^{12}$  [m<sup>2</sup>])
- A produção primária da bacia é  $8 \times 10^{15}$  [g C a<sup>-1</sup>]
- O rio Amazonas tem vazão de 270 000 [m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>] a água contendo 16 [g C m<sup>-3</sup>]
- São levados ao mar  $4,32 \times 10^6$  [g C s<sup>-1</sup>] ou  $1,36 \times 10^{14}$  [g C a<sup>-1</sup>] (ou 1,7% da produção)
- A formação do solo é da ordem de 1 cm por milênio. No solo há 5% de carbono permanente que está sendo mantido por 0,15% da produção



# Resumo

- Produção primária .....100%
- Levados ao mar ..... 1,7%
- Retidos no solo ..... 0,15%
  
- A floresta está em estado estacionário, a massa de carbono residente nela é constante; a produção primária nada lhe acrescenta
  
- Onde está o resto da produção?
  
- ~ 98% da produção é emitida para o ar como CO<sub>2</sub>.

# Aproveitamento pela agricultura, um exemplo

- De 1000 kg de cana de açúcar se obtém 50 kg de etanol, que corresponde a um aproveitamento de 5% !
- Sobra o bagaço que consiste de lignocelulose, sendo ele 50% celulose
- A celulose é um polímero da glicose; há meios para despolimerizar, e fermentar a glicose
- Quando a despolimerização (hidrólise) ficar viável o aproveitamento subirá para 20% e o preço do álcool baixará para uns R\$ 0,50 L<sup>-1</sup>.