

FRACIONAMENTO DE FÓSFORO EM SEDIMENTOS DO RIO BENTO GOMES, PANTANTAL DE POCONÉ, MT

Lucimeire Lima de Oliveira (*), Josias do Espírito Santo Coringa, Elaine de Arruda Oliveira Coringa

* Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cuiabá - Bela Vista
meireayala@hotmail.com

RESUMO

O Fósforo constitui um elemento essencial para todas as formas de vida. Entretanto, pouco se conhece sobre as formas inorgânicas e orgânicas do fósforo que possam ser utilizadas para estimativas do potencial de fertilização do rio para manutenção da produção primária e na avaliação do potencial de contaminação antrópica. Este trabalho teve por objetivo determinar as formas de fósforo nos sedimentos de fundo do Rio Bento Gomes, no Pantanal de Poconé, a fim de avaliar possíveis diferenças entre as regiões amostradas e suas implicações ambientais. O estudo foi realizado no Pantanal de Poconé, sub-região norte mato-grossense, no Rio Bento Gomes, em oito pontos amostrais ao longo do rio, durante o período de chuvas no Pantanal. As análises de fracionamento do fósforo no sedimento seguiram a metodologia descrita por Berner e Rao (1994), cujas frações são compostas pelo fósforo total (Pt), fósforo inorgânico (Pi) e fósforo orgânico (Po). As maiores concentrações de fósforo foram encontradas nos sedimentos coletados em regiões de baixa hidrodinâmica, onde ocorre um favorecimento na deposição de sedimentos finos e matéria orgânica. Os teores de fósforo inorgânico foram maiores que de fósforo orgânico na maioria dos pontos amostrados, com exceção daqueles pontos de baixa energia fluvial, onde a matéria orgânica particulada influenciou no aporte de fósforo orgânico para o sedimento. Os teores de sedimentos finos e de matéria orgânica foram os principais parâmetros ambientais correlacionadas com as frações de fósforo.

PALAVRAS-CHAVE: Fósforo orgânico, Sedimento, Eutrofização.

INTRODUÇÃO

O Pantanal é uma das maiores áreas úmidas do planeta e tem extrema importância em relação aos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos como o fósforo. Banhado por uma grande quantidade de rios, o Pantanal é marcado pelo regime anual de cheias, e por ser uma planície ligeiramente inclinada, recebe a descarga de sedimentos (GIRARD, 2002). Várias sub-bacias drenam para o Rio Paraguai, entre elas a do Rio Bento Gomes, que engloba os Municípios de Poconé e Nossa Senhora do Livramento.

O fósforo é um nutriente essencial para todas as formas de vida na terra, porém atua como um fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos, podendo conduzir a eutrofização, que gera modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio, com perdas da sua produtividade e biodiversidade (PROTAZIO, 2004).

Nos últimos anos, em virtude do acelerado crescimento urbano-industrial das cidades, tem aumentado substancialmente o aporte de cargas poluentes para os ecossistemas aquáticos, comprometendo assim a qualidade ambiental dos ecossistemas (NUNES, 2013).

O manejo e a ocupação do solo de uma bacia de drenagem influenciam diretamente na qualidade química das águas superficiais e dos sedimentos, seja pela disposição de resíduos sólidos ou lançamento de cargas orgânicas ricas em nutrientes, oriundas de efluentes domésticos, urbanos ou industriais. Em áreas rurais onde há uso intenso de fertilizantes e pesticidas, os solos são carregados e lixiviados, contribuindo com uma carga de fósforo para o meio aquático (DE PAULA et al., 2010).

O fósforo pode ser encontrado no sedimento sob várias formas, o que determina sua dinâmica na interface água e sedimento. Estas espécies podem ser agrupadas em frações que distribuem no sedimento, modificando sua importância ambiental (ANDRADE, 2010).

O fracionamento químico busca efetuar a classificação das espécies de fósforo de acordo com as características físicas (tamanho, solubilidade), biológicas (biodisponibilidade) e principalmente as químicas (energia de ligação e reatividade). Essas propriedades determinam o envolvimento do fósforo nos processos químicos, geológicos e biológicos (KATSAUNOS et al., 2007).

Este trabalho teve por objetivo determinar as formas de fósforo nos sedimentos de fundo do Rio Bento Gomes, no Pantanal de Poconé, a fim de avaliar possíveis diferenças entre as regiões amostradas e suas implicações ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no Pantanal de Poconé, sub-região norte mato-grossense, na bacia hidrográfica do Rio Bento Gomes, dreno coletor principal das microbacias onde se localizam os garimpos de ouro do município de Poconé.

Foram demarcados oito pontos de amostragem para coleta de sedimento, partindo do campus avançado do IFMT a 10 km do município de Poconé, (Figura 1).

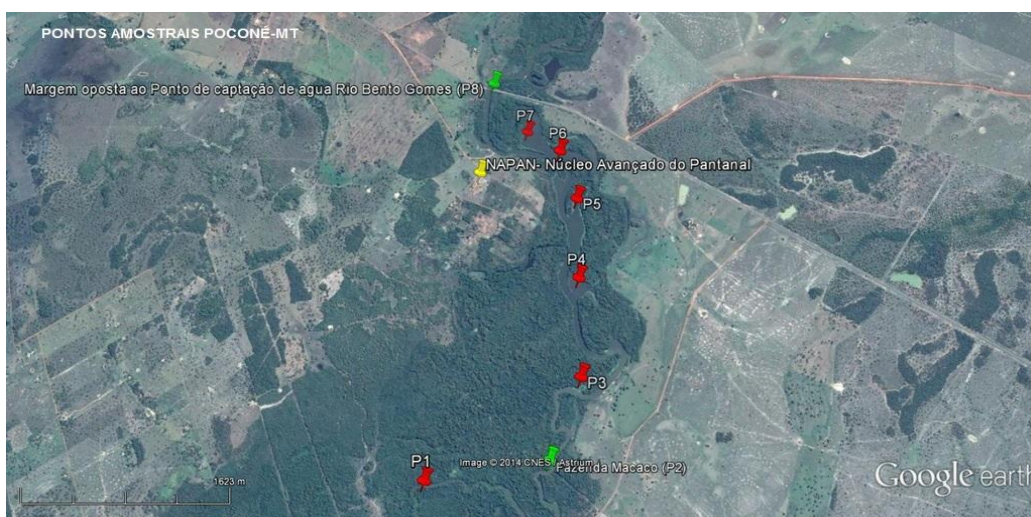


Figura1: localização dos pontos de coleta, ao longo do Rio Bento Gomes. Fonte: CORINGA, 2014.

A tabela a seguir descreve as informações e características locais de cada área onde foram realizadas as coletas dos sedimentos.

Tabela 1. Características locais das amostras de sedimentos coletadas.

Pontos	Característica locais de coleta
P1	Área não inundada, coletada em leito de sedimento seco.
P2	Área em frente a uma fazenda de gado, coletada a 3 m da margem do rio.
P3	Área de remanso, com vegetação de aguapé.
P4	Pequena ilha formada na curva do rio.
P5	Área de remanso próximo ao IFMT.
P6	Área de remanso, com vegetação densa no entorno.
P7	Área de remanso, com profundidade média de 7 m – antiga área de exploração de areia.
P8	Área à jusante da ponte próxima a captação da água da cidade (margem oposta).

As coletas foram realizadas em abril de 2013, no período chuvoso. Com auxílio de um amostrador Van-Veen (Figura 2), foram coletados aproximadamente 2 kg de sedimentos a 2 metros de profundidade do leito do rio. As amostras

coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos herméticos devidamente identificados e levados para o laboratório do IFMT – Bela Vista, em Cuiabá.



Figura 2: Coleta de sedimentos com amostrador Van-Veen. Fonte: CORINGA,2014.

No laboratório, as amostras foram transferidas para recipientes adequados e levadas em estufa com circulação forçada a 45°C, para obtenção do material seco. Depois foram peneiradas em malha de nylon para as análises da granulometria dos sedimentos nas frações areia, silte e argila. A fração areia foi separada por meio de uma peneira com tamiz de 53 µm.

O pH dos sedimentos foi determinado durante a coleta, com um potenciômetro portátil. Para as análises do carbono orgânico total utilizou-se o método proposto por EMBRAPA (1997). As análises granulométricas e químicas para a caracterização do sedimento foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

As análises de fracionamento do fósforo no sedimento seguiram a metodologia descrita por Berner e Rao (1994), e foram realizadas no Laboratório de Águas do IFMT campus Bela Vista. Os procedimentos executados foram:

- **Fósforo total (PT):** Pesou-se 0,50g da amostra de sedimento em cadinhos de porcelana devidamente enumerados. Em seguida foram levados ao forno mufla à temperatura de 550°C por 12 horas, após o processo de calcinação os mesmos foram colocados em dessecador até atingir temperatura ambiente. As amostras foram transferidas para tubos de ensaio e adicionando 10ml de solução HCl 1 mol L⁻¹, colocadas na mesa agitadora por um período de 16 horas. Essas amostras foram então centrifugadas por 15 minutos a 3.000 rpm, para obtenção dos extratos e posterior análises dos ortofosfatos.
- **Fósforo inorgânico (P-inorg) :** O P-inorg foi determinado seguindo o mesmo procedimento para o P-total, porém, em alíquota de sedimento seco não calcinado em mufla.
- **Fósforo orgânico (P-org):** Foram determinadas de forma indireta, pela diferença entre os teores de fósforo total e inorgânico (equação 1):

$$P\text{-org} = P\text{-total} - P\text{-inorg} \quad \text{equação (1)}$$

As determinações dos ortofosfatos nos extratos obtidos foram efetuadas por espectrofotometria de absorção na região do visível, utilizando-se o método proposto por Murphy e Riley (1962), o qual é baseado na reação, em meio ácido, do ortofosfato (H₃PO₄) com molibdato de amônio. A figura 3, representa os padrões para curva padrão de calibração, e a Figura 4 são extratos mais solução preparada pra leitura dos ortofosfatos.

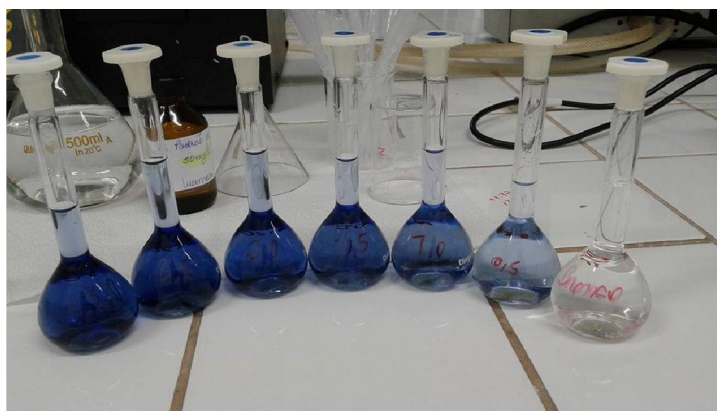


Figura 3:

fósforo para confecção da curva de calibração. Fonte: Autor do trabalho

Padrões de

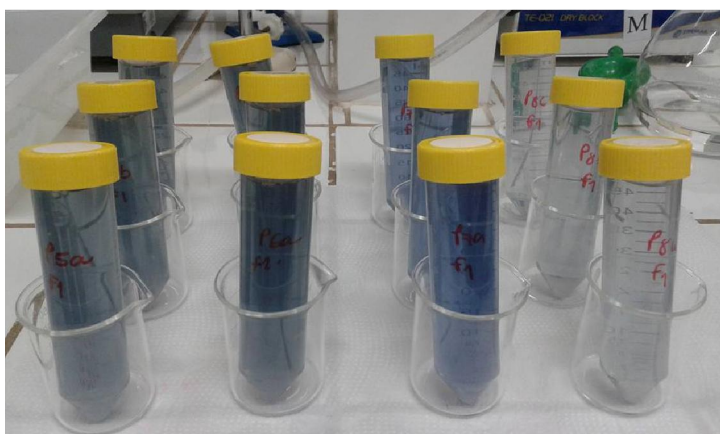


Figura 4. Extrato + solução Mix para leitura de ortofosfato inorgânico. Fonte: Autor do trabalho

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas dos sedimentos estão descritos na Tabela 2:

Tabela 2. Características físico-químicas do sedimento do Rio Bento Gomes.

Amostras	Areia	Silte	Argila	pH	COT ¹ (%)
	g kg ⁻¹				
P1	851	34	115	5,3	0,32
P2	634	76	299	4,95	2,52
P3	701	50	249	4,93	1,54
P4	784	33	183	4,82	1,38
P5	734	50	216	4,63	1,49
P6	184	183	633	4,76	2,39
P7	484	133	383	4,55	2,53
P8	801	50	149	4,93	0,43

¹carbono orgânico total;

Os valores médios de pH caracterizam acidez média a fraca do sedimento, provavelmente resultante da degradação lenta microbiana da matéria orgânica preservada nos sedimentos.

Quanto ao carbono orgânico, nas áreas de remanso e sedimentação, os teores de carbono acumulado refletiram nos maiores valores de matéria orgânica nos sedimentos coletados nos pontos de amostragem P2, P6 e P7, o que pode estar relacionadas com a granulometria mais fina do sedimento.

Os resultados do fracionamento do fósforo estão listados na Tabela 3 e na figura 5.

Tabela 3. Teores de fósforo total (Pt), fósforo inorgânico (Pi) e fósforo orgânico (Po) extraídos do sedimento do Rio Bento Gomes.

Amostras	Pt	Pi	Po
	mg kg ⁻¹		
P1	87,8	74,4	13,4
P2	81,1	62,4	18,7
P3	130,3	104,5	44,5
P4	88,6	86,8	1,8
P5	164,7	64,9	99,8
P6	213,5	63,2	150,3
P7	189,6	119,3	70,3
P8	67,7	44,2	23,5
Média	127,91	77,46	52,79
DPR (%)	43	32	97

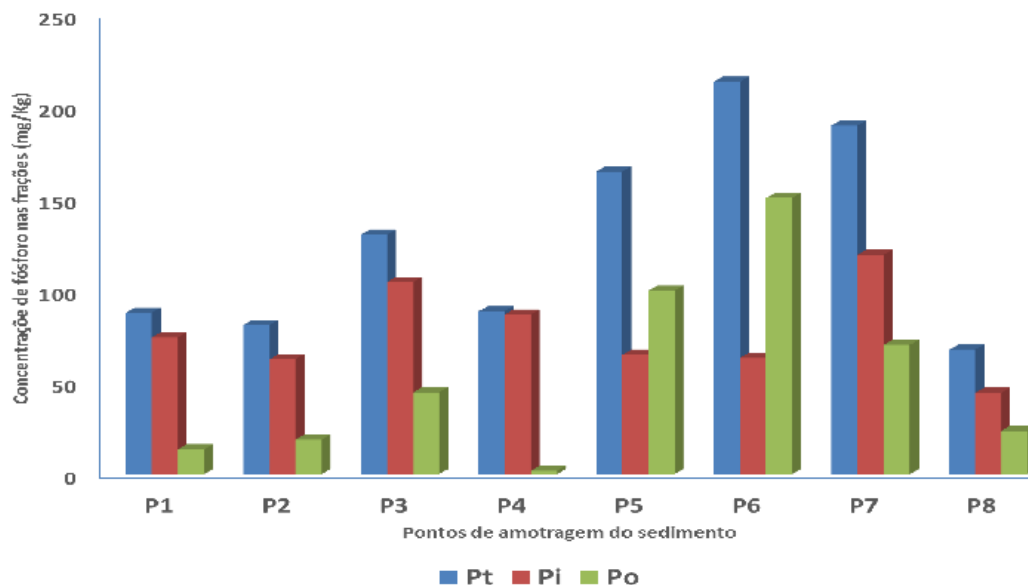


Figura 5. Distribuição das formas de fósforo no sedimento do Rio Bento Gomes. Fonte: Autor do trabalho

Os resultados revelam que houve variação significativa dos teores de fósforo ao longo dos pontos amostrados, principalmente com relação ao fósforo orgânico, a julgar pelos valores elevados do desvio padrão relativo (DPR). Os maiores teores de fósforo total foram encontrados em áreas de remanso do rio, nos pontos P3, P5, P6 e P7, regiões submetidas a uma menor hidrodinâmica de correntes.

Na maioria dos pontos, o P inorgânico (média de 77,5 mg kg⁻¹) foi maior que o P orgânico (média de 52,8 mg kg⁻¹), com exceção dos pontos P5 e P6, ambos em área de remanso, sem interferência antrópica. Nesse caso, a vegetação e a decomposição da matéria orgânica em ambiente de acumulação influenciaram no aporte de fósforo orgânico para o sedimento. A menor turbulência por diminuição do fluxo de água e a cobertura vegetal ainda conservada favorecem a deposição de partículas minerais de granulometria mais fina (argila e silte) e de matéria orgânica a ele associada.

A fração de sedimentos finos (silte mais argila) apresentou-se como o principal carreador de fósforo no sistema em estudo. Esta afirmativa é corroborada pela alta correlação obtida entre os teores de argila as frações de fósforo ($r = 0,80$). A adsorção de fósforo na fração fina do sedimento já vem sendo reportada por vários autores, que afirmam que teores elevados de sedimentos finos (argila e silte) possuem maior área superficial específica, e consequentemente, aumentando a capacidade de adsorção de formas de fósforo pelos sedimentos (PAGLIOSA et al., 2005; PAULA FILHO et al., 2012).

No geral, o padrão de distribuição do fósforo total (Pt) e fósforo orgânico (Pi) é concordante com o carbono orgânico total (COT), devido à correlação positiva e significativa entre as variáveis ($r = 0,61$ e $0,49$, respectivamente) e à localização das maiores fontes de matéria orgânica, que são os pontos P6 e P7 (COT = 2,59 e 2,53%, respectivamente). A matéria orgânica em suspensão possui grande importância como agregador de partículas nos sedimentos.

Os teores de argila também exibiram uma acentuada correlação com a matéria orgânica ($r = 0,77$). Isso ocorre porque as partículas de silte e argila são mais leves que os grãos de areia e por isso tendem a permanecer mais tempo em suspensão, podendo se agregar com a matéria orgânica e daí sedimentar. Esse material particulado em suspensão é um dos principais carreadores geoquímicos do fósforo em ambientes aquáticos.

Os teores de fósforo orgânico (Po) apresentam distribuição muito semelhante à do fósforo total (Pt), conforme correlação significativa entre essas formas de fósforo ($r = 0,91$) e o teor de argila ($r = 0,80$). Bai et al. (2009) e Reitzel et al. (2007) ressaltam a importância da fração orgânica de fósforo no sedimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As maiores concentrações de fósforo encontra-se em regiões de baixa hidrodinâmica, onde ocorre um favorecimento na deposição de sedimentos finos e matéria orgânica.
- Os teores de fósforo inorgânico foram maiores que de fósforo orgânico na maioria dos pontos amostrados, com exceção daqueles pontos de baixa energia fluvial, onde a matéria orgânica particulada influenciou no aporte de fósforo orgânico para o sedimento.
- Os teores de sedimentos finos e de matéria orgânica são os principais parâmetros ambientais correlacionadas com as frações de fósforo.
- O tratamento estatístico dos dados com base nas análises de correlação entre os parâmetros estudados indicou relação direta entre o Pt, Po, COT e a fração fina do sedimento, com os maiores teores de fósforo associados espacialmente aos maiores conteúdos de argila.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, G. R. P. Argilominerais em solos de manguezais da costa brasileira. Dissertação de mestrado (Mestre em ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.
2. BAI, X. DING, S.; FAN, C. LIU T, SHI D, ZHANG L. Organic phosphorus species in surface sediments of a large, shallow, eutrophic lake, Lake Taihu, China. *Environ Pollut.*, Barking, Essex, v. 157, p. 2507–2513, 2009.
3. BERNER, R. A. & J. L. RAO. Phosphorus in sediments of the Amazon River and estuary: implications for the global flux of phosphorus to the sea. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58:2333-2339, 1994.
4. CORINGA, J. E. S. Fracionamento Geoquímico de Metais em Sedimentos e Avaliação da Qualidade da Água do Rio Bento Gomes, Pantanal de Poconé, Mato Grosso. Tese doutorado: UNESP, Instituto de Química, Araraquara, SP, setembro/2014.134p.



5. DE PAULA, F. C. F.; DE LACERDA, L. D.; MARINS, R. V.; AGUIAR, J. E.; OVALLE, A. R. C.; FALCÃO FILHO, C. A. T. Emissões naturais e antrópicas de metais e nutrientes para a bacia inferior do rio de contos, Bahia. *Quím. Nova*. 2010, 33, 70
6. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
7. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 1998. 602p.
8. GIRARD, P. Efeito cumulativo das barragens no Pantanal. Mobilização para conservação das Áreas Úmidas do Pantanal e Bacia do Araguaia. Instituto Centro Vida Campo Grande – MS – 2002
9. KATASOONOS, C. Z., GIOKAS D. L., VLESSDIS A.G., KARYANNIS. M. Identification on longitudinal and temporal patterns of phosphorus fractionation in river sediments by nonparametric statistics and pattern recognition techniques. *Desalination*, v. 213, p.311, 2007.
10. MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27:31-36, 1962.
11. NUNES, M. L. F. Distribuição e fracionamento do fósforo nos sedimentos dos rios Bacanga e Anil na ilha do Maranhão. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís - MA, 2013.
12. PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A.; BOSQUILHA, G. E.; BRAGA, E. S.; BARBOSA, F. A. Phosphorus dynamics in water and sediments in urbanized and non-urbanized rivers in Southern Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, v. 50, p. 965-974, 2005.
13. PAULA FILHO, F. J.; DE MOURA, M. C. S.; MARINS, R. V. Fracionamento Geoquímico do Fósforo em Água e Sedimentos do Rio Corrente, Bacia hidrográfica do Parnaíba/PI. *Rev. Virtual Química*, v.4 n.6, p. 623-640, 2012.
14. PROTAZIO, L. TANAKA S.M.C. N; CAVALCANTE, P.R. S. Avaliação de procedimentos de extração sequencial de fósforo em sedimento. São Luis-MA, Universidade Federal do Maranhão - UFMA. *Revista Analytica*, nº08, 2004.
15. REITZEL, K., AHLGREN, J., DEBRADANDERE, H., WALDEBACK, M., GOGOLL, A., TRANVIK, L., & RYDIN, E. Degradation rates of organic phosphorus in lake sediment. *Biogeochemistry*. v. 82, p.15-28, 2007.