

Eixo Temático ET-08-011 - Poluição Ambiental

O POTENCIAL DE LIBERAÇÃO DE FÓSFORO DE UM RESERVATÓRIO LOCALIZADO NA REGIÃO SEMIÁRIDA TROPICAL BRASILEIRA

Alana Jade de Lima Bezerra¹, Jéssica Papera de Oliveira¹, Fabiana Araújo¹,
Hérika Cavalcante Dantas da Silva²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mails: alanajade15@gmail.com, fabianabio@gmail.com.

²Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: silvahcd@gmail.com.

RESUMO

A eutrofização, que consiste no enriquecimento de corpos d'água por nutrientes com consequente aumento da produção primária, deteriora a qualidade da água. O fósforo (P) possui um papel especialmente importante nesse processo por ser considerado o nutriente limitador para a produção primária. Logo, é recomendado que o foco esteja voltado para esse nutriente. Muitas vezes, mesmo que o aporte externo de P seja controlado, não há melhora da qualidade da água. Isso ocorre devido à fertilização interna, processo por meio do qual o P acumulado no sedimento é liberado para a coluna d'água. P existe no sedimento em várias substâncias e nem todas são consideradas facilmente disponíveis para liberação. A qualidade da água pode ser influenciada pelo volume do corpo d'água, o que é especialmente relevante para uma região como o semiárido brasileiro, onde os reservatórios sofrem grandes variações de volume ao longo do ano, podendo, inclusive, secar por completo. No período de chuvas seguinte, os reservatórios são abastecidos com águas novas, porém o sedimento ainda traz consigo o P acumulado ao longo dos anos, o qual pode ser liberado para a coluna d'água. O objetivo deste trabalho é estimar o potencial de liberação de P do sedimento de um reservatório no semiárido, que secou completamente devido a um evento de seca severa. Verificamos que a maior parte do P nos sedimentos se encontra em formas de baixa mobilidade, consideradas não disponíveis. Isto sugere que, nessa situação, o aporte externo de nutrientes exercerá maior influência no estado trófico do ambiente quando comparado à fertilização interna.

Palavras-chave: Fósforo, Sedimento, Fracionamento, Liberação.

INTRODUÇÃO

A eutrofização dos corpos d'água consiste no enriquecimento deles por nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, resultando no aumento da produção primária, podendo estar associada a florações de cianobactérias. A alta densidade algal traz consequências severas para a qualidade da água, tais como aumento da turbidez da água, depleção de oxigênio, mortalidade de peixes (SMITH; SCHINDLER, 2009). O fósforo (P) possui um papel especialmente importante na questão da eutrofização (CARPENTER, 2008). Isso se dá por que, geralmente, ele é fator limitante para a produção primária em corpos d'água continentais. Sendo assim, o aumento nas concentrações desse nutriente é o principal gatilho para o desenvolvimento acentuado das populações de algas. Logo, para restaurar esse ecossistemas aquáticos eutrofizados, o foco das ações deve estar no controle do fósforo (SCHINDLER et al., 2008).

A principal medida para reverter o quadro de eutrofização é o controle do aporte externo de nutrientes (JEPPESEN et al., 2007). Porém, mesmo que esse controle ocorra, alguns ambientes podem continuar eutróficos devido à fertilização interna (SØNDERGAARD et al., 2003). Este é o processo pelo qual P acumulado no sedimento ao longo dos anos retorna à coluna d'água. Uma vez incorporado ao sedimento, o P pode continuar sendo liberado por até décadas após cessado o aporte externo (OLSZEWSKA et al., 2017). Essa liberação depende de fatores tais como potencial redox, pH, ressuspensão física do sedimento por vento ou

bioturbação, cobertura vegetal, mineralização da matéria orgânica, temperatura e razão P:ferro (SØNDERGAARD et al., 2003).

Contudo, nem todo o P presente no sedimento pode ser facilmente transportado para a água, uma vez que há formas mais móveis que outras, o que influencia no potencial do sedimento em interferir no estado trófico do ambiente (WANG et al., 2013). No que diz respeito à mobilidade das frações de P presentes no sedimento, P fracamente adsorvido ao sedimento e dissolvido na água intersticial (P-água) é a fração mais móvel (RYDIN, 2000). Seguida por P ligado a hidróxidos de ferro (Fe) e Manganês (Mn) (P-BD) e, em menor intensidade óxidos de alumínio (Al) (P-NaOH), sendo ambas as formas sensíveis ao potencial redox da interface água-sedimento. As frações menos móveis são de P ligado ao cálcio (Ca) e P presente em matéria orgânica refratária (WANG et al., 2006; ZHU et al., 2012).

A ausência de chuvas em períodos secos nas regiões semiáridas leva a redução do volume, que podem ser mais acentuado devido a elevadas taxas de evapotranspiração nessas regiões, resultando na concentração de nutrientes nos reservatórios. Nesses casos, a fertilização interna pode contribuir significativamente para a manutenção da alta concentração de nutrientes (COPPENS et al., 2016). O agravamento da eutrofização decorrente de períodos de seca também possuem outras consequências na qualidade da água de ambientes aquáticos rasos, tais como anoxia na região próxima ao sedimento, que, por sua vez, estimula a liberação de P e florações de cianobactérias (BRASIL et al., 2016). Frente ao cenário atual de mudanças climáticas e previsões para o futuro, espera-se maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, isso implica em secas mais severas nas regiões semiáridas (IPCC, 2014). Como consequência, corpos d'água podem secar completamente no semiárido brasileiro, que é sujeito à alta radiação solar e possui taxas de evaporação mais altas que a média de precipitação durante a maior parte do ano (BARBOSA et al., 2012).

A exposição do sedimento ao ar devido ao esvaziamento completo do reservatório leva a modificações físico, químicas e microbiológicas (QIU; MCCOMB, 1994; BALDWIN, 1996; BALDWIN; MITCHELL, 2000; KEITEL et al., 2016) que refletem na composição química das formas de P no sedimento. A dissecação do sedimento pode reduzir a afinidade do P por minerais de Fe (Baldwin & Mitchell, 2000), reduzindo assim a capacidade de adsorção e retenção do P substancialmente no sedimento (Qiu & McComb, 2002). Portanto, na ocorrência de um evento de reinundação pode levar a liberação desse P.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é de estimar o potencial de liberação de P do sedimento de um reservatório de água que ficou completamente seco devido a um evento de seca prolongada.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O objeto de estudo foi o reservatório Dourado, localizado na bacia do Rio Piranhas/Açu, cuja área é dividida entre os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Ele possui capacidade máxima de armazenamento de 10,3 hm³ e área total de 3,16 km² (SEMARH, 2017). Sua água serve para usos múltiplos tais como abastecimento humano e irrigação. O clima da região é classificado como tropical semiárido BS'h' (Classificação de Köppens) (ALVARES et al., 2013), com período chuvoso entre fevereiro e junho. Desde 2012 a região vem sofrendo com uma seca prolongada, o que fez com que esse reservatório secasse completamente.

Coleta

A amostra de sedimento foi coletada com auxílio de um Kajak, e apenas os 10 primeiros centímetros foram retirados. O material foi guardado em um recipiente de polietileno e acondicionado com gelo em uma caixa termicamente isolada para transporte até o laboratório, onde foi mantido refrigerado até a realização da análise. O peso seco do sedimento foi determinado secando-o por 24h sob temperatura de 105 °C em subamostras de 5 mL.

Fracionamento do sedimento

Foi realizado o fracionamento da fatia dos 10 centímetros homogeneizada. O método para extração sequencial do P no sedimento foi o proposto por PALUDAN; JENSEN (1995) modificado por Miquel Lüring (CAVALCANTE et al., 2018). No processo é utilizado 1g de sedimento ainda úmido.

Na primeira etapa, utilizamos água destilada anóxica para extrair a fração de P mais prontamente disponível (P – Água). O oxigênio foi removido da água através da adição de gás nitrogênio. Na segunda etapa, o reagente extrator utilizado foi o bicarbonato de dititionito (0,11 M), cuja função é extrair P inorgânico ligado a ferro e manganês (P - BD). Na terceira etapa, foi utilizado hidróxido de sódio (1 M) para extrair P ligado a óxidos de alumínio (P – NaOH). Em seguida, na quarta etapa, empregamos ácido clorídrico (0,5 M) para extrair P ligado a cálcio (P – HCl). Na quinta etapa, foi utilizado ácido clorídrico (1 M) para extrair P orgânico refratário, a fração mais indisponível.

Após a extração, todos os sobrenadantes foram acidificados com ácido sulfúrico (2 M) e filtrados (0,45 µm). Os valores de fósforo solúvel reativo (SRP) foram determinados pelo método de MURPHY; RILEY, (1962). A extração foi realizada em 4 subamostras do sedimento os valores considerados são a média dos resultados. Para o cálculo da disponibilidade de P, foram consideradas frações disponíveis P – Água e P – BD, e frações indisponíveis P – NaOH, P – HCl e P – Residual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à quantidade de água presente no sedimento, 11% do peso correspondeu à água e 89% à material sólido. Os valores de fósforo reativo solúvel no sedimento variaram entre 1,33 µgP/g para a menor fração, P – Residual, e 42,49 µgP/g para a maior fração, P – HCl (Tabela) representando 54% do SRP no sedimento (Figura 1). P – HCl corresponde ao fósforo ligado ao cálcio, por exemplo, nas formas de apatita e carbonatos. Essa forma de fósforo tem baixa mobilidade e sua liberação é facilitada por valores baixos de Ph (KAISERLI et al., 2002), que não são comuns nos reservatórios dessa região, logo espera-se que essa fração se mantenha estável.

Tabela 1. Concentrações de fósforo reativo solúvel [µgP/g] por fração presente no sedimento exposto do reservatório Dourado.

P – Água	P – BD	P – NaOH	P – HCl	P – Residual
6,40	5,36	21,93	42,49	1,33

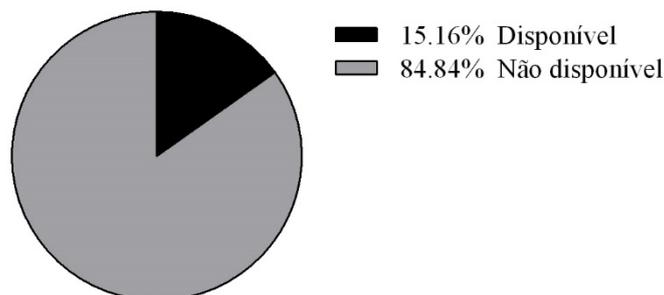


Figura 1. Porcentagem de cada fração de fósforo no sedimento de Dourado.

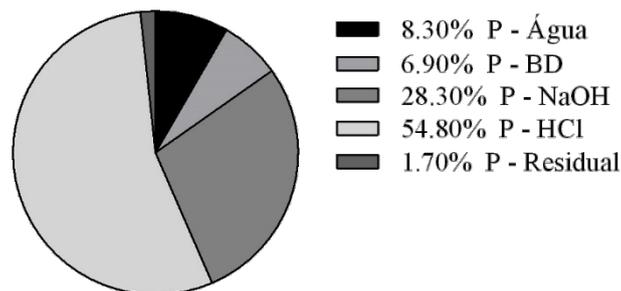


Figura 2. Porcentagens de fósforo potencialmente disponível e não-disponível no sedimento de Dourado

Com relação ao potencial de disponibilidade de P, as frações consideradas mais prontamente disponíveis somam 11,75 µgP/g, e as não disponíveis somam 65,75 µgP/g. Do SRP presente no sedimento, 15,16% se encontra em frações mais potencialmente disponíveis, ao passo em que 84,84% se encontra indisponível em frações de baixa mobilidade (Figura 2). A baixa porcentagem de P com potencial para ser liberado pelo sedimento é um indicativo de que, no período úmido, quando o reservatório receber novas águas, apenas uma pequena parte do estoque de P do sedimento será liberado para a coluna d'água. Porém, isso não significa que esse reservatório não poderá ter altas concentrações de P da água, eventualmente, uma alta biomassa fitoplanctônica, devido ao aporte externo de nutrientes. Depois da seca prolongada, o P presente no solo, será carregado para o corpo d'água através do escoamento superficial. No caso de um grande volume de água precipitada, a vazão afluente chegará com concentrações mais baixas de P. Assim o ambiente pode se manter em estado de águas claras quanto ele estiver com volume mais próximo à capacidade máxima, mas no período seco seguinte a concentração de P devido à redução dos níveis de água pode acarretar em aumento da produção primária (BRAGA et al., 2015)

CONCLUSÕES

Concluimos que, uma vez que a fração potencialmente disponível é relativamente baixa, e mais da metade do SRP no sedimento se encontra em formas pouco móveis, quando o reservatório receber novas águas a fertilização interna possuirá um papel secundário na determinação do estado trófico do sistema. Nesse caso, o aporte externo de nutrientes será mais relevante.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L. DE; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BALDWIN, D. S. Effects of exposure to air and subsequent drying on the phosphate sorption characteristics of sediments from a eutrophic reservoir. *Limnology and Oceanography*, v. 41, n. 8, p. 1725–1732, 1996.
- BALDWIN, D. S.; MITCHELL, A. M. the Effects of Drying and Re-Flooding on the Sediment and Soil Nutrient Dynamics of Lowland River – Floodplain Systems: a Synthesis. *Regul. Rivers: Res. Mgmt*, v. 16, p. 457–467, 2000.
- BARBOSA, J. E. D. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; et al. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 24, n. 1, p. 103–118, 2012.
- BRAGA, G. G.; BECKER, V.; OLIVEIRA, J. N. P. DE; et al. Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 27, n. 1, p. 15–23, 2015.

- BRASIL, J.; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R.; DANTAS, D. D. F.; HUSZAR, V. L. M. Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 770, n. 1, p. 145–164, 2016.
- CARPENTER, S. R. Phosphorus control is critical to mitigating eutrophication. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 32, p. 11039–11040, 2008.
- CAVALCANTE, H.; ARAÚJO, F.; NOYMA, N. P.; BECKER, V. Phosphorus fractionation in sediments of tropical semiarid reservoirs. **Science of The Total Environment**, v. 619–620, p. 1022–1029, 2018.
- COPPENS, J.; ÖZEN, A.; TAVŞANOĞLU, T. N.; et al. Impact of alternating wet and dry periods on long-term seasonal phosphorus and nitrogen budgets of two shallow Mediterranean lakes. **Science of the Total Environment**, v. 563–564, n. 1, p. 456–467, 2016.
- JEPPESEN, E.; MEERHOFF, M.; JACOBSEN, B. A.; et al. Restoration of shallow lakes by nutrient control and biomanipulation - The successful strategy varies with lake size and climate. **Hydrobiologia**, v. 581, n. 1, p. 269–285, 2007.
- KAISERLI, A.; VOUTSA, D.; SAMARA, C. Phosphorus fractionation in lake sediments - Lakes Volvi and Koronia, N. Greece. **Chemosphere**, v. 46, n. 8, p. 1147–1155, 2002.
- KEITEL, J.; ZAK, D.; HUPFER, M. Water level fluctuations in a tropical reservoir: the impact of sediment drying, aquatic macrophyte dieback, and oxygen availability on phosphorus mobilization. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 7, p. 6883–6894, 2016.
- MURPHY, J.; RILEY, J. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytical Chemistry Acta**, v. 27, p. 31–36, 1962.
- OLSZEWSKA, J. P.; HEAL, K. V.; WIN, I. J.; EADES, L. J.; SPEARS, B. M. Assessing the role of bed sediments in the persistence of red mud pollution in a shallow lake (Kinghorn Loch , UK). **Water Research**, v. 123, n. July, p. 569–577, 2017. Elsevier Ltd.
- PALUDAN, C.; JENSEN, H. S. Sequential extraction of phosphorus in freshwater wetland and lake sediment: Significance of humic acids. **Wetlands**, v. 15, n. 4, p. 365–373, 1995.
- QIU, S.; MCCOMB, A. J. Effects of oxygen concentration on phosphorus release from reflooded air-dried wetland sediments. **Marine and Freshwater Research**, v. 45, n. 7, p. 1319–1328, 1994.
- RYDIN, E. Potentially mobile phosphorus in Lake Erken sediment. **Water Research**, v. 34, n. 7, p. 2037–2042, 2000.
- SCHINDLER, D. W.; HECKY, R. E.; FINDLAY, D. L.; et al. Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 32, p. 11254–11258, 2008.
- SEMARH. Situação Volumétrica. .
- SMITH, V. H.; SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, n. 4, p. 201–207, 2009.
- SØNDERGAARD, M.; JENSEN, J. P.; JEPPESEN, E. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 506–509, p. 135–145, 2003.
- WANG, H.; HOLDEN, J.; SPERA, K.; et al. Phosphorus fluxes at the sediment–water interface in subtropical wetlands subjected to experimental warming: A microcosm study. **Chemosphere**, v. 90, n. 6, p. 1794–1804, 2013.
- WANG, S.; JIN, X.; ZHAO, H.; WU, F. Phosphorus fractions and its release in the sediments from the shallow lakes in the middle and lower reaches of Yangtze River area in China. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 273, n. 1–3, p. 109–116, 2006.
- ZHU, Y.; ZHANG, R.; WU, F.; et al. Phosphorus fractions and bioavailability in relation to particle size characteristics in sediments from lake Hongfeng, Southwest China. **Environmental Earth Sciences**, v. 68, n. 4, p. 1041–1052, 2012.