

SEDIMENTOS DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA: TESTEMUNHO DO MANEJO DO RECURSO HÍDRICO

Karen Ferreira^{1*}, Daniela Palma², Sheila Cardoso-Silva³, Lilian de Sá⁴, Marcelo Pompêo⁵

1. Doutorado da Universidade Estadual Paulista (ICT-UNESP)
2. Mestranda da Universidade Estadual Paulista (ICT-UNESP)
3. Pós-Doutorado da Universidade Estadual Paulista (ICT-UNESP)
4. Professora da FMVZ-USP - Departamento de Patologia
5. Professor do IB-USP - Departamento de Ecologia/Orientador

Resumo

O reservatório Guarapiranga é estratégico no abastecimento do município de São Paulo, está cercado por grande aglomerado urbano, e sofre a influência das atividades em seu entorno. Os sedimentos deste reservatório têm apresentado acúmulo de compostos e contaminantes, deste modo, é importante a análise deste compartimento para um manejo hídrico adequado. Buscou-se avaliar a heterogeneidade espacial dos metais Cr e Pb nos sedimentos superficiais deste manancial. Foi realizada coleta em Maio de 2018, em 16 pontos, com uma draga tipo Eckman. Porções de 200g de sedimento foram secas em estufa a 60°C por 144 horas e posteriormente trituradas e peneiradas. Foram determinados também a granulometria e os teores de matéria orgânica pelo método de ignição. Os metais foram determinados pelo protocolo 3050-B da USEPA. Os valores dos metais foram abaixo ou semelhantes aos valores de referência regional. Os dados poderão subsidiar tomadas de decisões no gerenciamento dos mananciais urbanos.

Palavras-chave: Metais; Heterogeneidade espacial; Matéria orgânica.

Apoio financeiro: Este trabalho faz parte do Projeto Fapesp processo 16/24528-2: “Metais em sedimentos de reservatórios paulistas: subsídio à tomada de decisões através de abordagens geoestatística e ecotoxicológica”.

Introdução

O crescimento demográfico e industrial das últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas interiores (Cetesb, 2012), a poluição das águas é gerada principalmente por efluentes domésticos e industriais, carga difusa urbana e agrícola. O desenvolvimento sem planejamento das atividades antrópicas está colocando em risco a disponibilidade dos recursos hídricos, principalmente para o consumo humano (Brooke et al., 2008).

Segundo Guimarães (2009) reservatórios localizados em regiões altamente povoadas e industrializadas acabam por receber descargas de compostos orgânicos, de metais e de nutrientes que prejudicam significativamente a qualidade da água e ameaçam a vida aquática. Os sedimentos desempenham um papel fundamental em ecossistemas aquáticos pela sua capacidade de acumular compostos e remobilizar contaminantes (Leal et al., 2017). O sedimento pode tornar-se um compartimento redutor/oxidante tanto de matéria orgânica, quanto de metais (Hortellani et al., 2008).

Na avaliação da qualidade do corpo hídrico, os sedimentos são importantes e, podem representar uma fonte potencial de contaminação para o meio aquático, comprometendo a biota (Quinágua, 2006), mas também os usos múltiplos do reservatório (Pompêo, 2017). A avaliação deste compartimento é imprescindível para atingir padrões e manutenção da qualidade do recurso hídrico. Assim, este trabalho objetivou determinar a distribuição espacial dos metais chumbo e cromo presentes nos sedimentos superficiais do reservatório Guarapiranga (São Paulo, Brasil).

Metodologia

O Reservatório Guarapiranga está localizado na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil (23° 41'S e 46° 43'W). As amostras de sedimentos foram coletadas com auxílio de um coletor (tipo draga Eckman de 400 cm²), lançado do barco de alumínio e, os 10cm superficiais foram acondicionadas em potes plásticos de 750 mL. Os sedimentos foram transportados até o Laboratório de Limnologia da Universidade de São Paulo (LabLimno –IB-USP) sobre refrigeração, mantidas a 4 ± 2 °C até o momento da secagem. (CETESB, 2011).

Os pontos de amostragem foram escolhidos a partir do levantamento realizado por Leal *et al.*(2017), baseando-se na classificação de qualidade de sedimentos (CCME, 2001), as localizações dos pontos de coletas (fig.1) foram determinadas por GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico).



Figura 1: pontos de amostragem de sedimentos no Reservatório Guarapiranga. Imagem modificada do Google Earth

Uma porção 200g de cada amostra de sedimento foi separada em potes de plástico (coletor universal) e secas a 60°C em estufa por 6 dias. As amostras foram trituradas com auxílio de gral e pistilo de vidro para as análises de matéria orgânica e de metais, passadas através de uma peneira de 2 milímetros, para homogeneizar as amostras. As análises foram realizadas em duplicata para todos os pontos amostrados.

Para a determinação dos metais, foi utilizado 1g de sedimento e seguiu o protocolo 3050-B da U.S. EPA (2010), a leitura foi realizada com um espectrofotômetro de emissão atômica de plasma induzido (ICP-AES modelo Agilent Technologies 700). Os resultados obtidos foram expressos em mg.kg⁻¹ de peso seco.

Enquanto para granulometria, não se utilizou de trituração para que não ocorresse fragmentação dos grãos. Utilizou-se no pré-processamento proposto por Suguio (1973) com adaptações. Alíquotas de 10g de sedimento foram pesadas e mantidas em béqueres com solução de peróxido de hidrogênio (Synth, Brasil) (H₂O₂, 10%, v/v) para remoção da matéria orgânica, aquecendo-se a 80°C até cessamento da reação. Em seguida, as amostras foram colocadas na estufa a 105°C para a eliminação da água, e posteriormente, pesadas para a determinação das porcentagens das frações granulométricas. As frações foram determinadas com jogo de tamises (2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,12 mm) e separados por areia grossa, areia fina e fração silte e argila (Carmo e Silva, 2012).

A matéria orgânica foi determinada por calcinação em forno mufla por 4 horas a 550°C, foi utilizado 0,5g de sedimento seco e acondicionado em cadinho de porcelana (Heiri et al., 2001). Posteriormente, o conjunto (cadinho+resíduos) foi acondicionado em dessecador e, pesado depois de estabilizada à temperatura do conjunto. O teor de matéria orgânica foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado menos a massa inicial de sedimento com a tara do cadinho, conforme a fórmula: $MO (\%) = (P - (T - C) \times 100) / P$, em que P = peso da amostra inicial (g); C = tara do cadinho (g); e T = peso da cinza + cadinho (g) (Cruz et al., 2014).

Resultados e Discussão

A composição do sedimento é predominantemente orgânica (tab.1) com teores acima de 10% (Esteves, 2011), isto que pode estar associada ao aporte de material alóctone, além dos esgotos e resíduos sólidos, com exceção do ponto C3P1, que apresentou a menor porcentagem na fração silte e argila, promovendo um menor acúmulo de matéria orgânica. Os resultados são corroborados pelos encontrados por Pompêo et al. (2013). A presença de sedimentos orgânicos é favorável à complexação de metais na região (Pompêo et al., 2013).

A Tabela 1 apresenta os resultados dos teores de matéria orgânica nas amostras de sedimentos do Reservatório Guarapiranga.

Ponto de coleta	C2P1	C2P2	C2P3	C2P4	C3P1	C3P2	C3P3	C3P4
Média	17,02±0,02	21,67 ± 0,05	18,71±0,23	17,42± 0,23	3,92±0,16	17,37± 0,12	17,68± 0,34	16,59± 0,01
Ponto de coleta	C4P1	C4P2	C4P3	C4P4	C5P1	C5P2	C5P3	C5P4
Média	39,69±0,09	20,92± 0,34	20,11± 0,45	21,36± 0,03	19,50±0,07	19,81± 0,06	27,29± 0,02	25,82± 1,54

Tabela 1: Teores em porcentagem de M.O. dos sedimentos no Reservatório Guarapiranga, com os respectivos desvios padrões.

A granulometria demonstra menores teores de areia grossa em todas os pontos de coleta, a exceção foi o ponto C4P1 (tab.2), que é próximo a margem do reservatório. Estes dados vão de encontro aos demonstrados por Leal et al. (2017), que a presença de areia grossa está associada a presença das ilhas e das praias, estas últimas, sofrem a ação direta antrópica. O predomínio da fração menor que 63 μm também é favorável a complexação de metais (Pompêo et al., 2013).

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de granulometria das amostras de sedimentos do Reservatório Guarapiranga.

Ponto de coleta	C2P1	C2P2	C2P3	C2P4	C3P1	C3P2	C3P3	C3P4
AG	0,00	0,00	0,00	0,00	13,85 \pm 5,30	0,00	0,00	1,20 \pm 0,14
AF	9,05 \pm 1,48	5,20 \pm 0,99	3,15 \pm 0,35	5,00 \pm 1,70	60,15 \pm 1,77	23,50 \pm 1,70	12,55 \pm 1,20	13,40 \pm 1,56
AS	78,70 \pm 1,27	78,50 \pm 1,27	85,50 \pm 0,14	83,60 \pm 4,67	21,45 \pm 6,29	65,25 \pm 1,63	78,75 \pm 4,45	77,8 \pm 7,64
Ponto de coleta	C4P1	C4P2	C4P3	C4P4	C5P1	C5P2	C5P3	C5P4
AG	19,05 \pm 3,46	2,45 \pm 0,78	10,55 \pm 2,33	6,5 \pm 1,27	0,00	0,00	0,00	0,00
AF	24,20 \pm 3,54	31,35 \pm 1,20	16,15 \pm 1,48	15,45 \pm 1,63	32,10 \pm 1,63	20,90 \pm 2,26	21,30 \pm 1,70	20,60 \pm 1,13
AS	37,75 \pm 0,21	52,40 \pm 3,68	59,55 \pm 5,16	59,60 \pm 0,99	53,65 \pm 1,48	66,65 \pm 1,77	58,30 \pm 1,41	59,40 \pm 1,70

Tabela 2: Teores de M.O. dos sedimentos no Reservatório Guarapiranga, com as respectivos desvios padrões. *AG:areia grossa; AF:areia fina; AS:argila e silte.

Os metais analisados apresentaram valores semelhantes entre os pontos, entretanto, o com coeficiente de variação para o chumbo e cromo foram 43,69% e 28,56% respectivamente, demonstrando que, há variação significativa entre os pontos e, possivelmente existe uma heterogeneidade no reservatório. Apesar do ponto C3P1 (tab.3), apresenta valores mais baixos, como na análise de matéria orgânica, eles podem estar associados. Nascimento (2003) infere que teores maiores de matéria orgânica podem apresentar maiores valores de metais, devido a afinidade de certos elementos.

Os valores encontrados neste trabalho, tanto para chumbo quanto para o cromo, são corroborados pelos encontrados por Pompêo et al. (2013) e Leal et al. (2017) e, estão abaixo ou semelhantes ao valores de referência regional, proposto por Nascimento (2003), para a região do Alto Tietê, para o chumbo 61 mg.kg⁻¹. Para o cromo alguns pontos apresentaram valores acima da referência regional de 38 mg.kg⁻¹.

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise para os metais chumbo e cromo em mg.kg⁻¹ nas amostras de sedimentos do Reservatório Guarapiranga.

Ponto de coleta	C2P1	C2P2	C2P3	C2P4	C3P1	C3P2	C3P3	C3P4
Pb	16,08 \pm 0,03	20,37 \pm 0,11	17,71 \pm 0,05	17,70 \pm 0,03	1,87 \pm 0,01	17,25 \pm 0,10	20,25 \pm 0,06	17,44 \pm 0,09
Cr	47,26 \pm 0,10	47,32 \pm 0,24	46,90 \pm 0,13	40,90 \pm 0,07	11,16 \pm 0,02	39,65 \pm 0,22	50,04 \pm 0,16	42,06 \pm 0,20
Ponto de coleta	C4P1	C4P2	C4P3	C4P4	C5P1	C5P2	C5P3	C5P4
Pb	21,06 \pm 0,04	24,89 \pm 0,05	25,96 \pm 0,07	10,49 \pm 0,04	39,38 \pm 0,20	39,01 \pm 0,05	27,43 \pm 0,12	26,29 \pm 0,13
Cr	33,19 \pm 0,06	45,98 \pm 0,10	52,34 \pm 0,14	20,60 \pm 0,09	44,20 \pm 0,22	47,92 \pm 0,06	34,87 \pm 0,15	29,27 \pm 0,15

Tabela 3: Quantificação do metais Chumbo e Cromo em mg.kg⁻¹ nos sedimentos no Reservatório Guarapiranga, com os respectivos desvios padrões. *Pb:chumbo; Cr:cromo. O limite de detecção foi 27,39883 mg.g⁻¹ e 0,88979 mg.g⁻¹, o limite de quantificação foi 91,32943 mg.g⁻¹ e 2,965965 mg.g⁻¹ respectivamente.

Conclusões

Os teores de matéria orgânica demonstram o incremento não natural no reservatório, assim fica evidenciado que, é necessário um “olhar” diferente pelos gestores, políticos e sociedade civil. A poluição química e orgânica oriunda de esgotos industriais e domésticos, evidenciam a falta de investimentos em saneamento básico. Este aporte resulta também em florações de algas e cianobactérias, que são problemáticas para a captação de água para abastecimento.

Os teores de chumbo na Represa Guarapiranga estão em conformidade com os valores de referência regional, entretanto, para cromo, alguns pontos apresentaram valores acima da referência. Os valores de background norteiam estudos e políticas para uso e gestão dos mananciais, porém, não podem ser a única ferramenta utilizada, mesmo que ela seja oriunda de estudos ecotoxicológicos, é necessário estar associada a outros estudos com a biota e flora do local. Pretende-se efetuar estudos ecotoxicológicos na região para avaliar o potencial de toxicidade na região.

A dragagem de áreas impactadas como a observada no manancial Guarapiranga não é recomendada, devido a resuspensão de contaminantes possivelmente aprisionados no sedimento, como por exemplo o cromo e cobre. Pode ocorrer a transformação destes elementos em formas mais tóxicas e estes podem se tornar biodisponíveis para a biota na coluna d'água.

Referências bibliográficas

Brooke, D.; Ribeiro, D.; Rodrigues, L.; Campos, M.; Mendes, R. Algas E Seus Impactos Em Sistemas De Tratamento De Águas Para Abastecimento: Estudo De Caso Sistema Guarapiranga. Universidade de São Paulo – USP Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - PHD PHD5032 - Microbiologia Aplicada a Operações e Processos de Engenharia Sanitária e Ambiental Prof. Murilo Damato Junho / 2008. Disponível em: <https://www.brookepeig.com/downloads/Algas.pdf> Acesso em: Mar/2019

Caleffi S. 2000. Impacto do uso de sulfato de cobre sobre o zooplâncton na represa Guarapiranga. In: Espíndola, E. L. G.; Paschoal, C. M. R. B.; Rocha, O.; Bohrer, M. B. C.; Oliveira-Neto, A. L. (eds). *Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI*. São Carlos, RiMa. 573 p.

Canadian Council of Ministers of the Environment – CCME 2001. Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Prepared by the technical secretariat of the CCME task group on water quality guidelines, Ottawa, Canada.

Carmo, D. L. do; Silva, C. A. 2012 Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.36 no.4 Viçosa.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB 2012 Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – SMA/SP. Disponível em <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/> - Mar/2018

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB 2011 – Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão et al. - São Paulo: CETESB; Brasília: ANA.

Cruz, M. A. S.; Santos, L. T. S. de O.; Lima; L. G. L. M. L.; de Jesus, T. B. 2014 Caracterização granulométrica e mineralógica dos sedimentos como suporte para análise de contaminação ambiental em nascentes do rio Subaé, Feira de Santana (BA). *Geochimica Brasiliensis* 27(1): 49-62.

ESTEVES, F.A. Fundamentos da limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2011. 826 p.

Guimarães, G. M.; Fávaro, D. I.T.; Franklin, R. L.; Ferreira, F. J. and Bevilacqua, J. E. 2009. Metal and trace element assessment of sediments from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, by neutron activation analysis - INAC 2009 – International Nuclear Atlantic Conference.

Heiri, O.; Lotter, A.; Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *J Paleolimnol*, 25(1),101–110.

Hortellani, M. A.; Sarkis, J. E. S.; Abessa, D. M. S.; Souza, E. C. P. M. 2008. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos – São Vicente - Química. Nova, Vol. 31, No. 1, 10-19.

Leal, P. R. 2017 Geoestatística e Ecotoxicologia como ferramentas para gestão de reservatórios. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Nascimento, M. R. L. do. 2003 Proposição de valores de referência para concentração de metais e metalóides em sedimentos limnicos e fluviais da bacia hidrográfica do Rio Tietê, SP – dissertação de doutorado - São Carlos, UFSCAR, 2003, 111p.

Pompêo, M. 2017 Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros - São Paulo. Instituto de Biociências da USP. 1ª ed., 138p.

Pompêo, M.; Padial, P. R.; Fiorillo, C. M.; Cardoso-Silva, S.; Moschini-Carlos, V., Silva, D. C. V. R. da; Paiva, T. C. B. de; Brandimarte, A. L. 2013. Biodisponibilidade de metais no sedimento de um reservatório tropical urbano (reservatório Guarapiranga – São Paulo (SP), Brasil): há toxicidade potencial e heterogeneidade espacial?. *Geochimica Brasiliensis* 27(2): 104-119.

Quináglia, G. A. – Caracterização dos níveis basais de concentração de metais – São Paulo, Ed. Biblioteca 24 horas, 1ª ed., 260p.

São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. 1.ed. Meio ambiente paulista [recurso eletrônico]: relatório de qualidade ambiental 2016 / Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Org: Edgar Cesar de Barros. Equipe técnica Aline Bernardes Cândido [et al.]. — 1ª ed. — São Paulo: SMA, 2016.

Suguio, K., 1973. Introdução a sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blücher. EDUSP, 317 p.

USEPA - United State Environmental Protection Agency. 2010 US.EPA 3050B, Method 3050B. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils, <http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf>.