



UTILIZAÇÃO DE ARGILAS COMO ALTERNATIVA PARA REMEDIAÇÃO DE ECOSISTEMA EUTROFIZADO

Gleydson Kleyton Moura Nery ¹
Janiele França Nery ²
Wilza da Silva Lopes ³
Antonielly dos Santos Barbosa ⁴

RESUMO

No semiárido a principal fonte de abastecimento hídrico foi e ainda é a construção de reservatórios para promover a segurança hídrica. Contudo, com aumento da demanda e consequente contaminação dos corpos hídricos o processo de eutrofização encontra-se cada vez mais acelerado de forma que medidas de restauração têm sido necessárias, desta forma objetivamos em nosso estudo avaliar a aplicabilidade de argilas modificadas e não modificadas como ferramenta de remediação para reservatório eutrófico urbano. Para realização dos ensaios de remoção de cor e turbidez, foram coletadas amostras de água do reservatório de Bodocongó na cidade de Campina Grande - PB durante o mês de Fevereiro de 2020 e foram conduzidos experimentos em escala de bancada compostos por três tratamentos (Montmorilonita, Esmectita e Phoslock) com 1 a 6 níveis repetidos três vezes. Observou-se que o perfil do pH das amostras foram alcalinas e não se modificaram nos tratamentos, obteve-se uma taxa de cerca de 55% e 45% de remoção para turbidez e cor, respectivamente, com maior tempo de contato com as argilas (16, 24 e 32 horas). Em conclusão pudemos identificar o potencial da utilização de argila e seus derivados no remediação de reservatórios eutrofizados, principalmente no que se refere a argilas não modificadas.

Palavras-chave: Geoengenharia, Qualidade de Água, Semiárido.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a sobrevivência humana, por isto muitas estratégias foram desenvolvidas no intuito de obtê-la e utilizá-la para múltiplos fins industriais, agrícolas, domésticos entre outros (HADDELAND *et al.*, 2014). Contudo, cerca de um bilhão de pessoas, 18% da população, encontram-se sem acesso a uma quantidade mínima e de qualidade para consumo (WHO & UNICEF, 2005). Para o semiárido, uma das principais alternativas as formas de abastecimento foi e ainda é a construção de reservatórios que

¹Msc.em Ecologia e Conservação pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), gleydson.nery@insa.gov.br;

²Dra. em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Pesquisadora do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) janiele.nery@insa.gov.br;

³Dra. em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Pesquisadora do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) wilza.lopes@insa.gov.br;

⁴Dra em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG antoniellybarbosa@yahoo.com.br;



estabelece armazenamento de água para a segurança hídrica para populações urbanas e rurais em áreas normalmente adversas (AZEVEDO *et al.*, 2017).

Tais reservatórios são grandes "atratores" ao desenvolvimento econômico que estimulam a migração e promovem a reorganização geral dos sistemas regionais e locais (TUNDISI *et al.*, 2008) acabando por contribuir para o enriquecimento de substâncias (e.g. fósforo e nitrogênio) que promovem o processo de eutrofização que promove a perda da qualidade cênica além de impactos a nível ecológico que geram a redução da biodiversidade aquática e o aparecimento de organismos potencialmente tóxicos e indesejáveis como algas, cianobactérias e macrófitas (SCHINDLER, 2006; SMITH *et al.*, 2006; TUNDISI *et al.*, 2008).

A eutrofização cultural leva a deterioração da qualidade da água, podendo ocasionar profundas modificações influenciadas por fatores como tempo de residência da água, altas temperaturas e evapotranspiração, tais fatores ocasionam alterações na composição, abundância e estrutura das comunidades aquáticas comprometendo, assim, a estabilidade do ecossistema pelo desaparecimento local de algumas espécies e a disseminação de espécies exóticas (FERREIRA *et al.*, 2005; AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Desta maneira, medidas que visem a restauração ou minimização dos impactos da eutrofização são necessárias e uma das técnicas promissoras é a aplicação da geoengenharia, a qual decorre da intervenção do ciclo biogeoquímico utilizando materiais naturais ou inovações industriais sob condições apropriadas para reduzir o lançamento de fósforo a partir dos sedimentos e a formação de florações (LÜRLING *et al.*, 2014). Uma alternativa de material inovador nesta perspectiva é o uso de bentonitas modificadas com lantânio (Phoslock®) (DOUGLAS *et al.*, 1999, 2004; COPETTI *et al.*, 2016) têm crescido em aplicação nos últimos anos.

Com essa tendência de utilização de materiais minerais, argilas e solos, objetivamos em nosso estudo avaliar a aplicabilidade de argilas modificadas e não modificadas como ferramenta de remediação para reservatório eutrófico urbano.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O reservatório de Bodocongó localizado no município de Campina Grande - PB, (7°13'11" S, 35°52'21" W) com altitude de 548 m acima do nível do mar (Figura 1). As condições climáticas são de Semiárido quente (BSwh no sistema Köppen), tendo a temperatura média anual está entre 25 e 31°C e precipitação de 700 mm/ano. O reservatório faz parte da



bacia do rio Paraíba; possui uma superfície de 371897 m², profundidade média e máxima de 3,5 e 7,0 m, e volume médio de 1019830 m³. O processo de urbanização em torno do reservatório promovem freqüentemente do esgoto e da descarga de águas residuais no reservatório de Bodocongó, além de um declínio na vegetação ripária. Considerado como reservatório hipereutrófico com concentração média de potássio total de 396,0 µg/L (ABÍLIO *et al.*, 2006).

Para os ensaios, foram coletadas amostras de água de diferentes locais do reservatório em Fevereiro de 2020. Nesse momento, havia um floração de algas, promovendo um a elevada turbidez e cor no sistema.

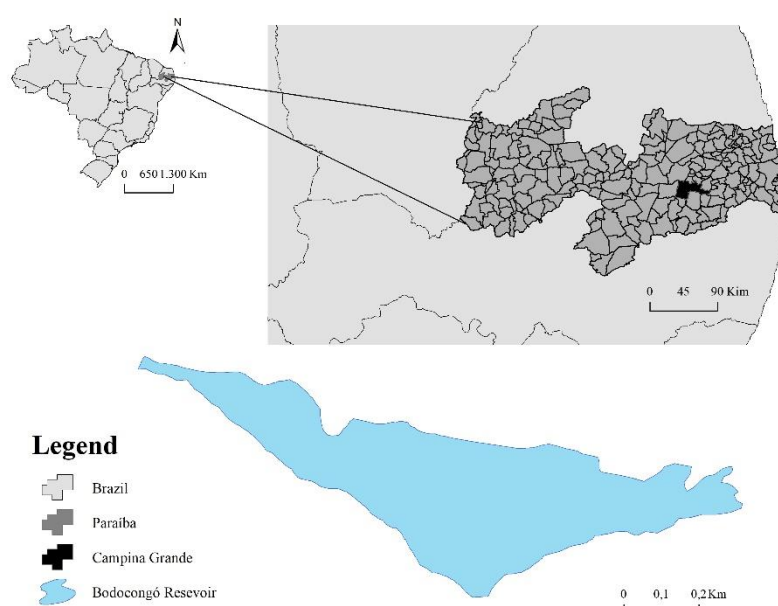


Figura 1. Representação da localização do reservatório de estudo.

Caracterização das Argilas

Foram utilizadas três de argilas (montmorilonita, esmectitas e phoslock) sendo argilas do grupo das esmectitas, constituídas de partículas cristalinas de argilominerais de granulometria fina e com dimensões coloidais. As argilas montmorilonita apresentam alta capacidade de troca de cátions, sendo essa uma propriedade importante para aplicações tecnológicas. Enquanto, o phoslock é resultado de uma modificação iônica da argila bentonita, que recebeu um tratamento com elemento lantano favorecendo-a na capacidade de complexar íons orto-fosfato (PO₄), desenvolvida na Austrália pela CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) (DOUGLAS *et al.*, 2000).



A argila montmorilonita foi fornecidas pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a argila esmectita foi extraída diretamente do solo de reservatórios do semiárido enquanto que, o phoslock foi adquirido.

Desenho Experimental

A eficiência das argilas na remoção de cor e turbidez foi testada em escala laboratorial. Os experimentos foram compostos por três tratamentos (Montmorilonita, Esmectita e Phoslock) com 1 a 6 níveis repetidos três vezes (Figura 2). As alíquotas de 100 mL de água do reservatório de Bodocongó foram transferidas para erlenmeyer graduados de 150 mL. A água foi tratada com tratamento (concentração 2 mg/mL) ou deixada sem tratamento (controles), a 25°C. Após 1, 4, 8, 16, 24 e 32 horas, as análises de turbidez, cor e pH foram realizadas seguindo os métodos preconizados por APHA (2012).

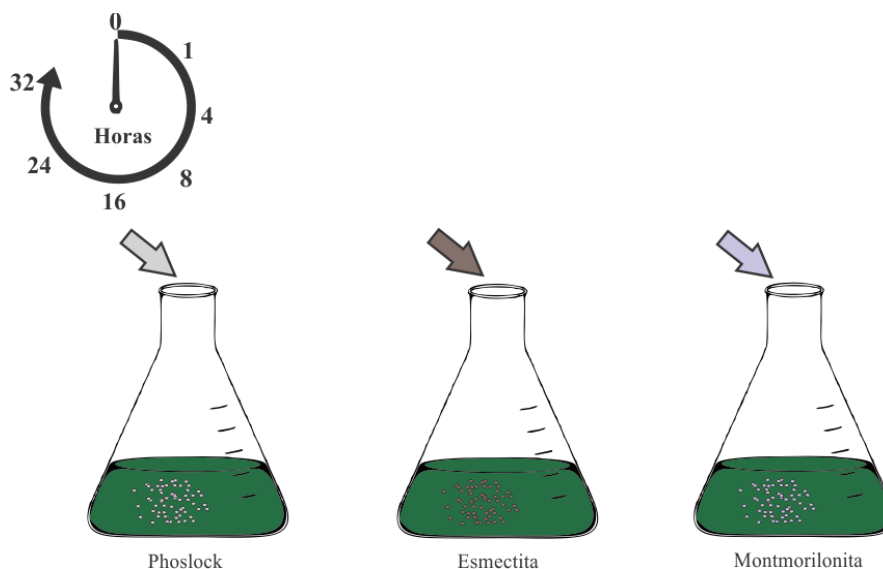


Figura 2. Representação esquemática do desenho experimental

A definição da concentração teste, foi baseada no calculo de concentração de ortofosfato (PO_4) realizada para uso do phoslock, uma vez que, baseado na literatura demonstra-se como um eficiente adsorvente para tratamento de água.

Análise de Dados

Foram calculadas as médias e desvio padrão para cada parâmetro em cada tempo e tipo de argila de forma a identificar e remover a influencia da deposição natural do material mineral e biológico presente na água. Com base nisso, foram calculados as taxas de remoção de cor e turbidez.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas do reservatório de Bodocongó utilizadas para o estudo apresentaram pH alcalino durante todo o estudo. Mesmo com a adição dos diferentes tipos de argila do estudo observou-se que não houveram variações no pH mantendo-se o perfil alcalino (Tabela 1). Em estudo de análises físico-químicas para águas de açudes do semiárido Nordeste é comum encontrar valores altos de pH devido ao balanço hídrico negativo (SILVA *et al.*, 2010)

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão do pH para os diferentes tipos de argila

Tempo	pH							
	Controle		Mutmurinolita		Esmectita		Phoslock	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
0h	8,3	± 0,01	8,3	± 0,02	8,3	± 0,02	8,3	± 0,01
1h	8,3	± 0,01	8,7	± 0,03	8,5	± 0,03	8,5	± 0,02
4h	8,9	± 0,02	8,8	± 0,02	8,7	± 0,01	8,6	± 0,10
8h	8,9	± 0,01	8,8	± 0,04	8,8	± 0,01	8,8	± 0,01
16h	8,9	± 0,02	8,7	± 0,06	8,8	± 0,04	8,9	± 0,06
24h	8,7	± 0,02	8,6	± 0,05	8,7	± 0,03	8,7	± 0,05
32h	9,1	± 0,03	9,0	± 0,03	9,0	± 0,01	9,0	± 0,02

Em relação a turbidez da águas do reservatório, estas apresentam variação ao longo do tempo 59,6 a 104 NTU, tendo sua turbidez inicial de 71,2 NTU. Essa variação da Turbidez pode ocorrer devido ao tempo que leva para deposição do material dissolvido/suspensão ao longo do tempo, sem contar a predominância de algas existente na matriz que são dinâmicas e podem flutuar na coluna de água, uma vez que, devido às características da água deste açude que apresentam demanda de efluentes clandestinos provenientes industriais e domésticos, ricos em matéria orgânica (DUARTE, 1998; ABÍLIO, 2006; DINIZ, 2006; MOURA, 2012).

Com a adição da argila como forma de remediação, foi possível atingir boas remoções com cerca de 55% com maior tempo de contato (16 e 24 horas) para todas as argilas. Foi possível observar ainda que, com curto tempo de aplicação (1h e 4h, para o phoslock) houveram aumentos nos taxas de turbidez (Figura 3).

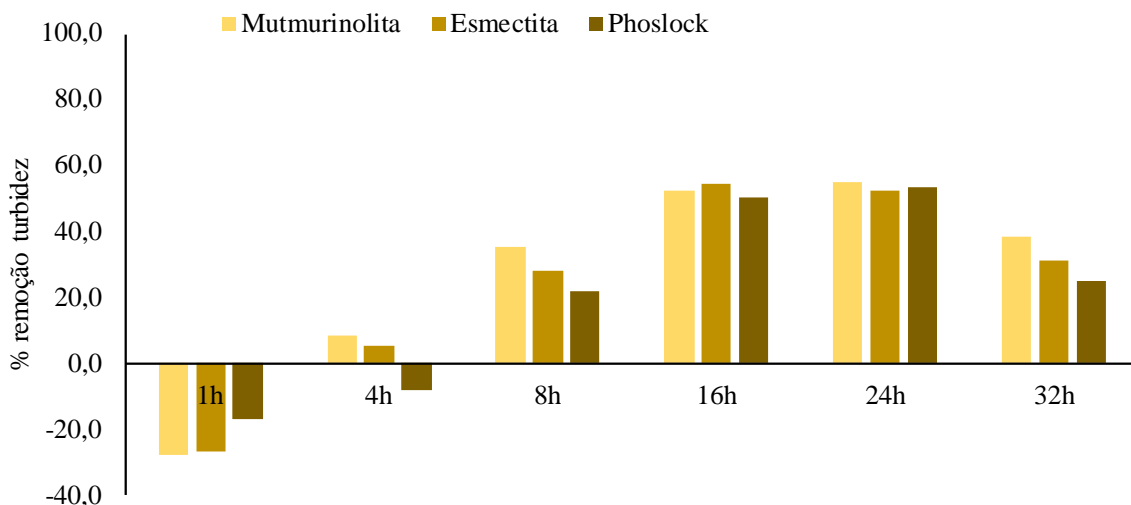


Figura 3. Avaliação das taxas de remoção de Turbidez para os diferentes tipos de argila e tempo de exposição em águas de reservatório eutrofizado.

Para o parametro de cor, foram observado menores remoções quando comparado a turbidez. A cor inicial das águas foi 414 uC e variando ao longo do tempo de estudo de 364 a 550 uC. A elevada cor das águas do reservatório podem estar relacionadas a presença de florações densas de algas como já relados em outros estudos (MONTEIRO *etl al.*, 2012; MONTEIRO & VASCONCELOS, 2013), além disso o processo de eutrofização ao qual o sistema encontra-se susceptível pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, à redução do oxigênio dissolvido, o comprometimento das condições ecológicas e ambientias (SMITH, SCHINDLER, 2009).

Com a aplicação das argilas conseguimos a remoção de até 45% para os períodos com maior tempo de contato com as argilas (16 a 32 horas). Houveram contribuições no aumento da coloração no tempo de 1h para todas as argilas e também com 4h, para Mutmurinolita (Figura 4). Isto se dá em decorrência do processo de solubilização das argilas em água causando uma breve turvação na água até sua adsorção e decantação que ocorre em períodos posteriores ao tempo de 4 horas de exposição.

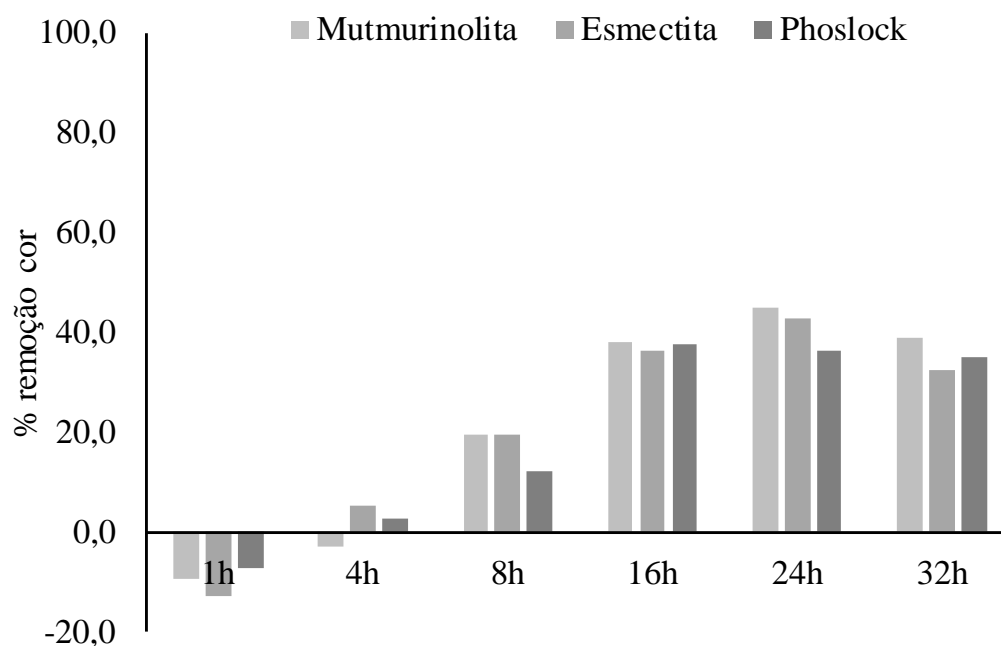


Figura 4. Avaliação das taxas de remoção de Cor para os diferentes tipos de argila e tempo de exposição em águas de reservatório eutrofizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar o potencial da utilização de argila e seus derivados na remediação de reservatórios eutrofizados, uma vez que, a sua utilização sem a necessidade de produtos químicos para remoção de cor e turbidez surtiram efeitos satisfatórios (45% e 55% de remoção). Há necessidade de mais estudos relacionados para identificação de dosagens mais eficientes e a sua utilização combinada, assim como o seu potencial na remoção de microrganismos aquáticos predominantes (ex. cianobactérias) nestes tipos de ecossistemas. Destaca-se ainda o uso da Esmectita como um adsorvente para remoção dos parâmetros estudados, uma vez que, esta argila não foi tratada nem modificada e apresentou bons resultados revelando um potencial produto para estes processos adsorventes.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; LEITE, R. L.; RUFFO, T. L. M. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados a macrófitas *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semiárido paraibano. Revista de Biologia e Ciências da Terra, n. 1, p: 165-178, 2006.

AGOSTINHO, AA., GOMES, LC., and PELICICE, FM., 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem. 501 p.



AZEVEDO, E. L., ALVES, R.R.N., DIAS, T.L.P., MOLOZZI, J. How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change? *Environ Monit Assess* 189, 375, 2017.

COPETTI, D., FINSTERLE, K., MARZIALI, L., STEFANI, F., TARTARI, G., DOUGLAS, G., REITZEL, K., SPEARS, B.M., WINFIELD, I.J., CROSA, G., D'HAESE, P., YASSERI, S. e LÜRLING, M. Eutrophication management in surface waters using lanthanum modified bentonite: a review. *Water Research*, v.97, p.162-174, 2016.

DINIZ, C. R.; BARBOSA, J. E. L.; CEBALLOS, B. S. O. Variabilidade Temporal (Nictemeral Vertical e Sazonal) das condições Limnológicas de Açudes do Trópico Semi-árido Paraibano. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, n. 1, p. 1- 19. 2006.

DOUGLAS, G.B., ADENEY, J.A. e ROBB, M.S. A novel technique for reducing bioavailable phosphorus in water and sediments. In: *Proceedings of the International Association Water Quality Conference on Diffuse Pollution*, p.517-523, 1999.

DOUGLAS, G.B., ROBB, M.S., COAD, D.N. e FORD, P.W. A review of solid phase adsorbents for the removal of phosphorus from natural and wastewaters. In: Valsami-Jones, E. (Ed.), *Phosphorus in Environmental Technology e Removal, Recovery, Applications*. IWA Publishing, p. 291-320 (Chapter 13), 2004

DUARTE, M. A. C.; CEBALLOS, O.; SUSANA, B.; ANNEMARIE, K.; MELO, H. N. M.; ARAUJO, J. A. H. Índice do Estado Trófico de Carlson (JET) aplicado em corpos aquáticos lênticos do nordeste do Brasil. In: *CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL*, 26., Lima, 1998. Resumos... Lima: Asociacion Peruana de IngenierY a Sanitaria y Ambiental - AIPS; AIDIS, 1998. p.1-5.

FERREIRA, R.A.R.; CAVENAGHI, A.L.; VALINI, E.D.; CORRÊA, M.R.; NEGRISOLI, E.; BRAVIN, L.F.N., TRINDADE, M.L.B.; PADILHA, F.S. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. *Planta Daninha*, Viçosa, 23(2): 203-214, 2005.

HADDELAND, I., HEINKE, J., BIEMANS, H., EISNER, S., FLÖRKE, M., HANASAKI, N., KONZMANN, M., LUDWIG, F., MASAKI, Y., SCHEWE, J., STACKE, T., TESSLER, Z. D., WADA, Y., & WISSER, D. Global water resources affected by human interventions and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3251–3256, 2014.

LÜRLING, M., WAAJEN, G. e VAN OOSTERHOUT, F. Humic substances interfere with phosphate removal by lanthanum modified clay in controlling eutrophication. *Water Research*, n.54, p.78-88, 2014.

MOURA, GC; MONTEIRO, FM; VIANA, LG; ALBUQUERQUE, MV; SILVA, SM. Evolução do estado trófico do reservatório de Bodocongó, semiárido, BRASIL. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia. UEPB. 2012.

MONTEIRO, F. M.; MOURA, G. C.; VASCONCELOS, J. F.; VIANA, L. G.; SILVA, S. M. Cianobactérias no açúde bodocongó: implicações para a saúde pública. *Anais Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia*. UEPB. 2012.



MONTEIRO, F. M.; VASCONCELOS, J. F. Ocorrência de cianobactérias produtoras de toxinas em um reservatório do semiárido brasileiro. Anais Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro.2013.

SILVA, D. F., GALVÍNCIO, J. D., ALMEIDA, H. R. R. C. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. Qualitas Revista Eletrônica, v. 9, n. 3, 2010.

SMITH, V. H., SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? Trends in Ecology and Evolution 24: 201-207. 2009.

SMITH, J.L., HANEY, J.F. Foodweb transfer, accumulation and depuration of microcystins, a cyanobacterial toxin, in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbo-sus*). Toxicon 48 (5), 580–589, 2006.

SCHINDLER, D.W. Recent advances in the understanding and management of eutrophication. Limnol. Oceanogr. 51: 356–363, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. and TUNDISI, J. E. M. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. Brazilian Journal of Biology,68: 1133-1135., 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION AND UNITED NATIONS INTERNATIONAL CHILDREN'S EMERGENCY FUND. Water for Life: Making it Happen. Report of the Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. France, 44p, 2005.