



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DINÂMICA DE NUTRIENTES E EUTROFIZAÇÃO EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO DURANTE EVENTO DE SECA PROLONGADA.

Camila Ferreira Mendes¹; Vanessa Virginia Barbosa¹; Gleydson Kleyton Moura Nery²; José

Etham Lucena Barbosa³ & Janiele França Nery³

RESUMO – Os sistemas aquáticos do semiárido estão sujeitos a alterações do estado trófico e perda de qualidade de água devido às precipitações irregulares e secas prolongadas. Objetivou-se nesse trabalho avaliar a dinâmica dos nutrientes e sua influência no processo de eutrofização em reservatórios do semiárido. Foi coletado dados ambientais em 8 reservatórios localizados na Bacia do Rio Paraíba. Os reservatórios apresentaram contínua redução dos volumes, com alguns reservatórios atingindo o estado de colapso hídrico. O nitrogênio inorgânico, em detrimento ao orgânico correspondeu à principal fração de nitrogênio total nos reservatórios: Acauã, Boqueirão, Namorados e Taperoá, sendo a amônia a forma nitrogenada dominante. Os reservatórios Camalaú, Cordeiro e Poções apresentaram menor fração de nutrientes inorgânicos com nitrato sendo a porção mais A turbidez correlacionou-se positivamente com o fósforo total ($r = 0,53$) e clorofila-a ($r = 0,59$), enquanto o oxigênio dissolvido correlacionou-se negativamente com nitrito ($r = -0,42$) e nitrato ($r = -0,58$). Os reservatórios em estudo apresentaram elevadas concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, os quais aumentaram significativamente com a diminuição do volume do reservatório, assim, o período de seca prolongada funciona como um potencializador da eutrofização em sistemas aquáticos do semiárido.

¹) Universidade Estadual da Paraíba Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, 58429-500, (083) 98897-0821, camilafmendes@hotmail.com

²) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, 58429-500, (083) 9819-4371, vanessa_bio18@hotmail.com

³) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, 58429-500, (083) 99905-7456, gleydson.kleyton@gmail.com

⁴) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, 58429-500, (083) 98822-2179, ethambarbosa@hotmail.com

⁵) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, 58429-500, (083) 98825-9039, janiele.biologa@gmail.com

ABSTRACT– The semi-arid aquatic systems are subject to change trophic status and loss of water quality due to prolonged droughts and irregular rainfall. This work aimed to evaluate the nutrient dynamics and their influence on the eutrophication process in semiarid reservoirs. To that end, we collected environmental data in 8 reservoirs located in the Paraíba River basin. The reservoirs showed a steady decrease in volumes, with some reservoirs reaching the state of water collapse. The inorganic nitrogen over the organic corresponded to the main fraction of total nitrogen in the reservoirs: Acauã, Boqueirão, Namorados and Taperoá, and ammonia nitrogen the dominant form. Statistical analysis showed a positive correlation between temperature and dissolved oxygen ($r = 0.71$) and negatively with turbidity ($r = -0.43$), nitrate ($r = -0.63$), and total nitrogen. Turbidity was positively correlated with total phosphorus ($r = 0.53$) and chlorophyll-a ($r = 0.59$), while the dissolved oxygen correlated negatively with nitrite ($r = -0.42$) and nitrate ($r = -0.58$). Shells study showed high concentrations of nutrients nitrogen and phosphorous, which increased with the decrease reservoir volume, so the prolonged drought period functions as a potentiator of water eutrophication in semiarid systems.

Palavras-Chave: Reservatórios; Nitrogênio; Fósforo.

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida tem como sua principal característica os baixos índices pluviométricos, e algumas regiões, possuem curta estação chuvosa com o total de chuvas inferiores aos índices de evapotranspiração. Uma consequência dessas características são ecossistemas aquáticos intermitentes ou que perdem grande parte de seu volume durante a estação seca, o que provoca alterações no estado trófico do sistema e consequente perda da qualidade da água (Barbosa *et al.* 2012). Além disso, os ecossistemas dessa região têm passado por períodos de alterações climáticas extremas atuais, que causam juntamente com a eutrofização ampliação das ações de ambos nos sistemas (Horn *et al.*, 2015).

A eutrofização consiste no processo de enriquecimento dos corpos aquáticos principalmente por fósforo e nitrogênio, e tem como consequência não somente perda das qualidades cênicas como também o desencadeamento de uma cascata de efeitos ecológicos, os quais resultam em redução da biodiversidade aquática e no crescimento intenso de organismos muitas vezes indesejáveis, como algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas (Schindler, 2006).

Nitrogênio e fósforo são elementos que estão presentes nos corpos d'água, advindos tanto de fontes internas, pela ciclagem de nutrientes do sedimento ou decomposição dos produtores primários, como de fontes externas, principalmente dos esgotos industriais e domésticos despejados sem tratamento nos sistemas aquáticos (James *et al.*, 2005; Sondergaard *et al.*, 2007). Estes ganham especial atenção, pois, devido ao seu aumento contínuo e acentuado intensificam o processo de eutrofização, fenômeno que atinge grande parte dos ecossistemas aquáticos em todo mundo (Anneville *et al.*, 2015). Na região semiárida do nordeste brasileiro, a eutrofização dos reservatórios

foi identificada como o maior problema relativo à perda de qualidade de água no Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, (Bouvy *et al.*, 2000; Costa *et al.* 2006; Eskinazi-Sant'Anna *et al.*, 2006, Vasconcelos *et al.*, 2012).

O conhecimento dos padrões de variação temporal das concentrações ambientais de nutrientes constituem uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente para a gestão dos recursos hídricos (Straskarba, e Tundisi, 1999). Deste modo, o objetivo deste estudo é avaliar a dinâmica dos nutrientes nitrogenados e fosfatados e sua influência no processo de eutrofização, em sistemas aquáticos do semiárido paraibano, durante um evento de seca prolongada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens limnológicas medições hidrológicas dos açudes foram operacionalizadas em 8 reservatórios da Bacia do Rio Paraíba (Figura 1), localizada nas coordenadas 21°30'20" latitude sul e 41°04'12,21" longitude Oeste e 22°19'32,45" formada pelo Alto Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá, os quais foram: Açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão; Açude Argemiro de Figueiredo localizado na cidade de Itatuba;, Açude Taperóa II (município Taperoá); açude Namorados (São João do Cariri); Mucutú (Juazeirinho); açude Poções (Monteiro) e açude Camalaú (município de Camalaú) com freqüência de coleta trimestral entre o período de Julho a dezembro de 2015. Os dados de precipitação e volume dos reservatórios foram obtidos do banco de dados disponível no site da AESA (Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba).

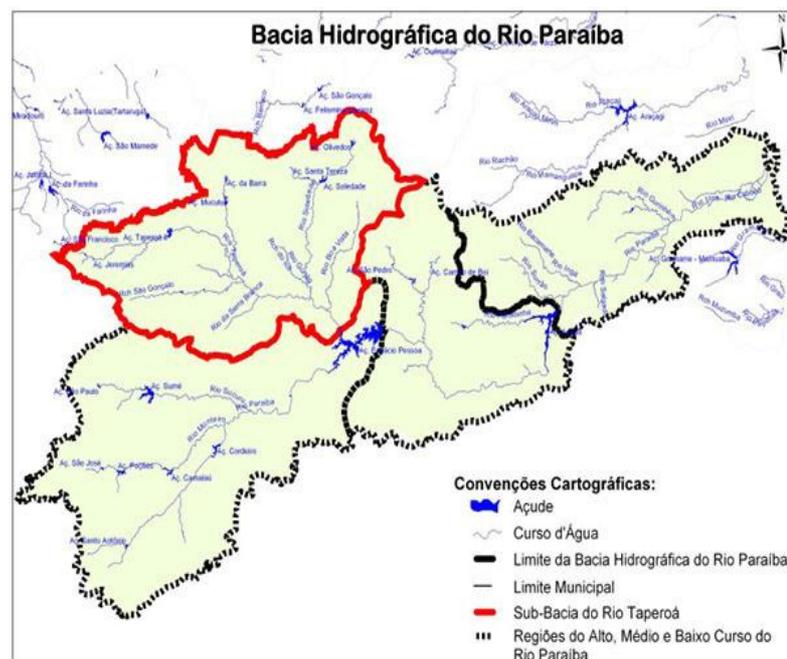


FIGURA 1. Mapa da Bacia do Rio Paraíba, no estado da Paraíba (AESA).

A água utilizada para as análises foi coletada com garrafa do tipo van dor e em in situ foi determinado as variáveis ambientais como temperatura da água, pH, condutividade (mS.cm-1), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg-1L) e sólidos totais dissolvidos, através de sonda multiparamétrica de marca HORIBA- U50. Os nutrientes estudados e seus respectivos métodos analíticos foram os seguintes: amônia (NH₃), nitrito (NO₂-) e ortofosfato (SRP), nitrato (NO₃-), fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT) pelo método de APHA *et al.*, 1998).

Para verificar correlação entre os parâmetros químicos e entre as variáveis químico-físicos foram feitos testes de Correlação no programa estatístico STASTIC 7 e tabulação dos dados no programa EXCEL 2010.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do estudo os volumes dos reservatórios diminuíram significativamente (Figura 2). Os reservatórios apresentaram maiores volumes no mês de julho, mês em que também foram verificados maiores índices pluviométricos, havendo contínua redução dos volumes, com alguns reservatórios atingindo o estado de colapso hídrico (Figura 2). Em outubro foram verificados os menores índices pluviométricos, sendo 0,0 mm para todos os reservatórios, com exceção de Acauã e Namorados onde foi registrado 0,5 mm e 2,5 mm, respectivamente.

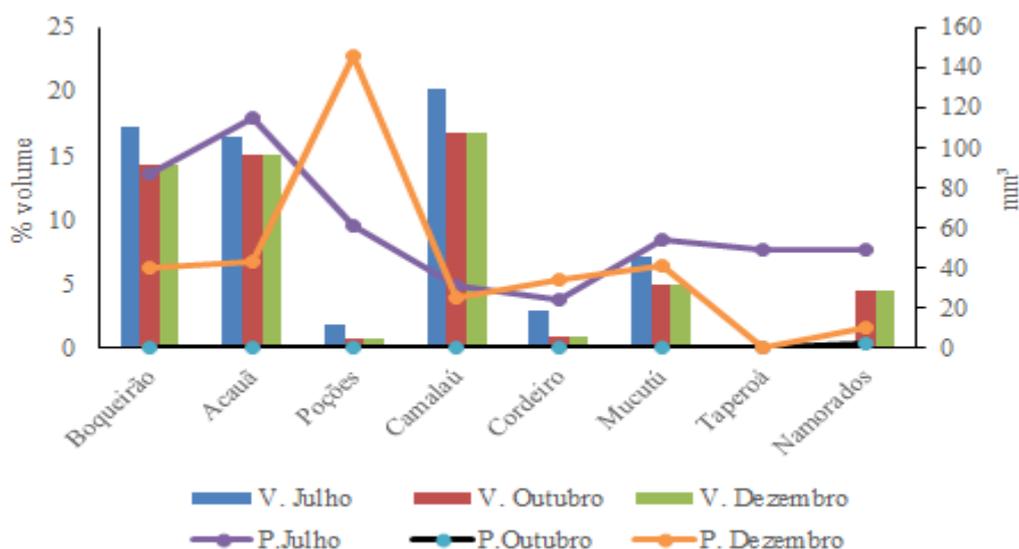


Figura 2. Precipitação e volume dos reservatórios da Bacia do Rio Paraíba no período de Julho a Dezembro de 2015.

Entre os meses de coleta e os reservatórios analisados, a maior temperatura foi verificada no mês dezembro, em Acauã (27,2°), e o mínimo no mês de outubro em Namorados (20°), neste

mesmo mês e reservatório foi verificado a maior turbidez (643) e mínimo oxigênio dissolvido (2,62 μg) e porcentagem de oxigênio (29%). A menor turbidez ocorreu Taperoá no mês de dezembro (4,26), bem como o maior oxigênio dissolvido (13,19 μg) e porcentagem de oxigênio (178,8%).

A alta turbidez pode ser uma consequência do baixo volume hídrico do sistema, e segundo Herry (1999), a redução do volume pode facilitar não só a introdução de material alóctone, como também promover o revolvimento do material do sedimento provocado pela ação do vento.

O nitrogênio inorgânico, em detrimento ao orgânico correspondeu à principal fração de nitrogênio total nos reservatórios: Acauã, Boqueirão, Namorados e Taperoá, sendo a amônia a forma nitrogenada dominante. Os reservatórios Camalaú, Cordeiro e Poções apresentaram menor fração de nutrientes inorgânicos com nitrato sendo a porção mais abundante (figura 3). Concentrações de nitrito e nitrato foram maiores no mês de julho no reservatório Poções, 149,70 μg e 183,53 μg , respectivamente, e as menores em Taperoá (0,005 μg) em dezembro e 5,5 μg no mês de julho em Mucutú. A maior concentração de nitrogênio total foi verificada em dezembro no reservatório Namorados (498,26 μg) e menor em Boqueirão no mês de outubro (113,56 μg).

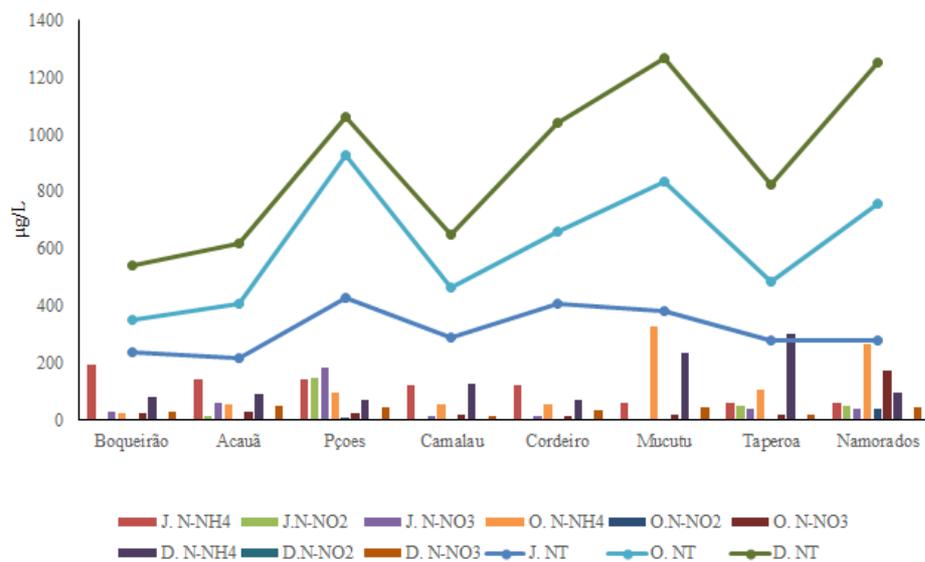


Figura 3. Nitrogênio total, nitrato, nitrito e amônia dos reservatórios da Bacia do Rio Paraíba no período de Julho a Dezembro de 2015.

Fósforo total apresentou maior concentração em Poções (879,03 μg) em dezembro e menor em Camalaú (30,33 μg) no mês de outubro (Figura 4). Poções também apresentou maior concentração de clorofila em outubro (505,46 μg) e menor em Taperoá no mês de dezembro (0,246 μg).

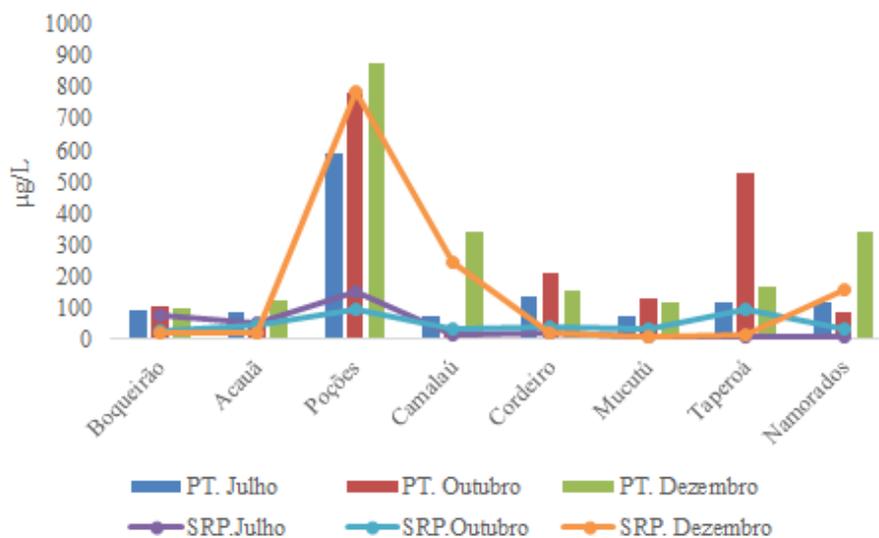


Figura 4. Fósforo total e fósforo solúvel reativo dos reservatórios da Bacia do Rio Paraíba no período de Julho a Dezembro de 2015.

Em reservatórios do semiárido o *input* P e N ocorre em esporádicos episódios, as chuvas nem sempre atuam como carreadora de nutrientes, uma vez que a bacia de drenagem caracteriza-se por ser pobre em matéria orgânica. O reservatório Poções apresenta elevadas cargas de fósforo total que não refletem em biomassa algal. Como não há fontes alóctones, as concentrações de fósforo do ecossistema podem ser mantidas pelo crescimento da ressuspensão de material do sedimento, principalmente quando as águas apresentam baixo nível (Eckert *et al.*, 2003), controlado pelo ciclo do fósforo no ambiente (Ruley e Rush, 2004).

Em lagos rasos, fontes internas de fósforo podem contribuir até 20 vezes mais na concentração do fósforo do que fontes externas (Krogerus e Ekholm, 2003). Townsend (1999) relatou que em reservatórios australianos, as elevadas temperaturas e hipoxia na zona hipolimnética podem contribuir significativamente, para o aumento nas concentrações de fósforo na água provenientes do sedimento, o que explica as elevadas concentrações de fósforo nos reservatórios em estudo.

Thornton e Rast (1993) propuseram que concentrações superiores a $60 \mu\text{g l}^{-1}$ de fósforo total e $12 \mu\text{g l}^{-1}$ de clorofila-a são indicativas de um estado eutrófico em reservatórios de zonas semiáridas, pois nesses ambientes a biomassa de algas seria mais limitada por luz do que por fósforo. De acordo com esses critérios de classificação trófica podemos classificar os reservatórios como eutróficos com base nas concentrações médias de fósforo total. No entanto, se basearmos a classificação trófica nos valores médios de clorofila-a, enquadramos o reservatório Camalaú como mesotrófico e os demais eutróficos, sendo a eutrofização crescente ao longo do período de estudo.

Análises de correlação de Pearson demonstrou correlação positiva entre a temperatura e o oxigênio dissolvido ($r = 0,71$) e negativa com a turbidez ($r = -0,43$), nitrato ($r = -0,63$), e nitrogênio total. A turbidez correlacionou-se positivamente com o fósforo total ($r = 0,53$) e clorofila-a ($r = 0,59$), enquanto o oxigênio dissolvido correlacionou-se negativamente com nitrito ($r = -0,42$) e nitrato ($r = -0,58$). Nitrogênio e fósforo totais correlacionaram-se negativamente com o volume (%) dos reservatórios (tabela 2).

Tabela 2: Análise de correlação entre os parâmetros físicos e químicos (Temp. = temperatura em °C, Turb. = turbidez, OD mg = oxigênio dissolvido em mg/L, NO_2 = nitrito em $\mu\text{g/L}$, NO_3 = nitrato em $\mu\text{g/L}$, NT = nitrogênio total em μg , PT = fósforo total em μg , Cl-a = clorofila-a em μg , % Vol. = volume dos reservatórios).

	Temp.	Turb.	OD mg	NO_2	NO_3	NT	PT	Cl-a	% Vol.
Temp.	1,00	-0,43	0,71	0,38	-0,63	-0,47	-0,18	-	0,28
Turb.	-0,43	1,00	-0,22	0,33	0,38	0,17	0,53	0,59	-0,55
OD mg	0,71	-0,22	1,00	-0,42	-0,58	-0,28	-0,09	-	0,20
NO_2	-0,38	0,33	-0,42	1,00	0,78	0,25	0,22	0,16	-0,29
NO_3	-0,63	0,38	-0,58	0,78	1,00	0,36	0,17	0,09	-0,19
NT	0,47	0,17	-0,28	0,25	0,36	1,00	0,08	0,12	-0,48
PT	-0,18	0,53	-0,09	0,22	0,17	0,08	1,00	0,84	-0,45
Cl-a	-0,25	0,59	-0,06	0,16	0,09	0,12	0,84	1,00	-0,41
% Vol.	0,28	-0,55	0,20	-0,29	-0,19	-0,48	-0,45	-	1,00

As relações positivas observadas entre clorofila-a e turbidez podem estar relacionadas à ocorrência de cianobactérias nesses sistemas (Vasconcelos *et al.*, 2012). As cianobactérias são excelentes competidoras em situações em que a luz é limitante, uma vez que possuem ficobiliproteínas, as quais absorvem luz eficientemente no espectro entre o pico de absorção da clorofila-a e dos carotenóides, sendo suas sínteses suscetíveis às variações ambientais, especialmente quantidade e qualidade de luz (Hoek *et al.* 1995).

As relações entre o nutrientes fosfatados e nitrogenados com o volume dos reservatórios são indicativos que a seca é um potencial intensificador dos processos de eutrofização em sistemas semiáridos.

4. CONCLUSÃO

Os reservatórios em estudo apresentaram elevadas concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, os quais aumentaram significativamente com a diminuição do volume do reservatório, assim, o período de seca prolongada funciona como um potencializador da eutrofização em sistemas aquáticos do semiárido.

5. BIBLIOGRAFIA

ANNEVILLE, O.; DOMAIZON, I.; KERIMOGLU, O.; RIMET, F.; JACQUET, S. *Blue-green algae in a “greenhouse century”?* (2015). New insights from field data on climate change impacts on cyanobacteria abundance. *Ecosystems*, 18, p. 441-458.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. da S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. *Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management*. (2012). *Acta Limnologica Brasiliensia*. 24, 1, 103-118.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. *Ocorrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought*. (2000). *Aquatic Microbial Ecology*. 23, 13-27.

COSTA, I.A.S.; SANTOS, A. P.; SILVA, A.A.L.; MELO, S.G.; PANOSSO, R.F. & ARAÚJO, M.F.F. (2006). *Floração de Algas Nocivas: ameaça às águas Potiguares*. *Revista Fundação de Apoio a Pesquisa do Rio Grande do Norte*, 14-16.

ESKINAZI-SANT’ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S.; SANTOS, C.M.; ARAÚJO, M. & MELO, J.L. (2006). *Águas Potiguares: Oásis ameaçados*. *Revista Ciência Hoje*, 39: 68-71.

HERRY, R.; NUNES, M. A.; MITSUKA, P. M.; LIMA, N DE; CASANOVA, S. M. C. *Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP)*. (1999). *Rev. Brasil. Biol.*, v.70, n. 4, p.571-590.

HOEK, C. van den. (1995). *Algae: introduction to phycology*. Syndicate of the University of Cambridge. USA.

HORN, H.; PAUL, L.; HORN, W.; UHLMANN, D.; RÖSKE, I. *Climate change impeded the re-oligotrophication of the saidenbach reservoir.* (2015). *International Review of Hydrobiology*, 100: 43-60.

JAMES, C.; FISHER, J.; RUSSELL, V.; COLLINGS, S.; MOSS, B. *Nitrate availability and hydrophyte species richness in shallow lakes.* (2005). *Freshwater Biology*. 50, 1049-1063.

KROGERUS, K.; EKHOLM, P. *Phosphorus in settling matter and bottom sediments in lakes loaded by agriculture.* (2003). *Hydrobiologia*. 429, 15-28.

RULEY, J. E.; RUSH, K. A. *Development of a simplified phosphorus management model for a shallow, subtropical, urban hypereutrophic lake.* (2004). *Ecological Engineering*. 22, 77-98.

SCHINDLER, D.W. (2006) *Recent advances in the understanding and management of eutrophication.* *Limnology and Oceanography*. 51, 356–363.

SONDERGAARD, M.; JEPPESEN, E.; LAURIDSEN, T. L.; SKOV, C.; van NES, E. H.; ROIJACKERS, R.; LAMMENS, E.; PORTIELJE, R. *Lake restoration: successes, failures and long-term effects.* (2007). *Journal of Applied Ecology*. 44, 1095-1105.

STRAŠKRABA, M., & TUNDISI, J.G. (1999). *Reservoir ecosystem functioning: theory and applications.* In J. G. Tundisi & M. Straškraba (Eds.), *Theoretical reservoir ecology and its applications* (pp.565–597). Leiden: Backhuys.

THORNTON, J.A. & RAST, W. (1993). *A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes.* Pp.1-24. In: M. straskabra, J.G. Tundisi & A. Duncan (Eds). *Comparative Reservoir Limnology on water Quality Management.* 291p

VASCONCELOS, J.F.; BARBOSA J.E.L.; DINIZ C.R.; CEBALLOS B.S.O. *Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores.* (2012). *Boletim ABLimno* 39, 2, 1-20.