



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **CARACTERIZAÇÃO DE QUALIDADE AMBIENTAL DE UM RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

*Evaldo de Lira Azevêdo<sup>1</sup>; Marcos Callisto<sup>2</sup>; José Etham L. Barbosa<sup>1</sup>; & Joseline Molozzi<sup>1</sup>*

**RESUMO** – Na região Semiárida os reservatórios são primordialmente um mecanismo preventivo ao problema da estiagem, garantindo o abastecimento, o desenvolvimento social e econômico da região. Considerando a pressão a que estão expostos estes ecossistemas, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias específicas de utilização e conservação dos recursos hídricos. O presente estudo objetiva avaliar a qualidade ambiental de um reservatório localizado em região Semiárida partindo da análise do nível de influências antrópicas, variáveis ambientais e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. O estudo foi desenvolvido no reservatório Epitácio Pessoa, bacia do Rio Paraíba, em coletas realizadas em 20 sítios amostrais. Os locais de amostragem foram classificados em três grupos com diferentes graus de qualidade ambiental: boa qualidade ambiental (20%); qualidade moderada (55%) e má qualidade (25%). *Corbicula largillierti*, *Oligochaeta* e *Parachironomus* foram os táxons indicadores de qualidade ambiental. As informações obtidas subsidiarão propostas de medidas e gestão deste reservatório no semiárido paraibano.

**ABSTRACT**– Reservoirs in the semiarid region are primarily a preventive mechanism to the problem of drought, ensuring the supply, social and economic development of the region. Considering the pressure they are exposed to these ecosystems, it is necessary to develop specific methodologies for use and conservation of water resources. This study aims to evaluate the environmental quality of a reservoir located in semiarid region by analyzing the level of anthropogenic influences, environmental variables and benthic macroinvertebrate community. The study was developed in the Epitácio Pessoa reservoir, Paraíba River basin, in 20 sampling sites. The sampling sites were classified into three groups with different degrees of environmental quality: good (20%); moderate (55%) and poor (25%). *Corbicula largillierti*, *Oligochaetes* and *Parachironomus* taxa were indicators of environmental quality. The obtained information might support management investments on this semiarid Paraíba reservoir.

**Palavras-Chave** – Macroinvertebrados bentônicos, *Corbicula largillierti*, Qualidade ecológica de reservatórios

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Laboratório de Ecologia Aquática e Ecologia de Bentos, Rua das Baraúnas, 351, Bodocongó, CEP 58429-500, Campina Grande, PB, Brasil -\*e-mail: [evaldoazevedo@yahoo.com.br](mailto:evaldoazevedo@yahoo.com.br); [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com); [jmolozzi@gmail.com](mailto:jmolozzi@gmail.com)

<sup>2</sup>-Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Depto. Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, Belo Horizonte, MG, tel. 31-3409-2595, fax. 31-3409-2569, [callistom@ufmg.br](mailto:callistom@ufmg.br)

## INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é a região semiárida mais populosa do mundo, com uma população de 22 milhões de pessoas, correspondendo a 11,8% da população brasileira (IBGE, 2007). O clima é uma das características mais preponderantes do semiárido, principalmente devido à ocorrência de secas estacionais e periódicas (Mendes, 1997). A média pluviométrica dessa região é de 800 mm, sendo a média para o estado da Paraíba inferior (Silva *et al.*, 2003). Pelas características climáticas e econômicas, como a pecuária e o turismo, se faz necessário o desenvolvimento de metodologias específicas de utilização e conservação dos recursos hídricos no semiárido brasileiro (Cirilo *et al.*, 2010). A baixa precipitação e a elevada evaporação intensificam a eutrofização de ecossistemas aquáticos no semiárido, devido à remobilização de nutrientes do sedimento e aumento de concentrações na água, resultando em perda de qualidade ecológica e reduzindo seus múltiplos usos (Freitas *et al.*, 2011).

Os reservatórios são primordialmente um mecanismo preventivo ao problema da estiagem, garantindo o abastecimento (Konig *et al.*, 1990), além de serem fundamentais para o desenvolvimento social e econômico na região do semiárido brasileiro (Lima *et al.*, 2012). Estão submetidos à intensa pressão humana devido aos benefícios para abastecimento, irrigação, recreação e produção de pescado (Mustapha, 2008). Oferecem importantes funções ecológicas (Tundisi *et al.*, 2008) e abrigam inúmeras espécies aquáticas de interesse comercial (Tundisi, 1999). A má gestão de reservatórios no semiárido compromete sua qualidade, desencadeando problemas de eutrofização, salinização, propagação de doenças veiculadas pela água, problemas sanitários (Abílio, 2002; Abílio *et al.*, 2006) e perda de biodiversidade; relacionadas à degradação ambiental e a introdução de espécies exóticas (Lockwood *et al.*, 2005).

Estudos sobre a qualidade ambiental devem ser realizados de forma ampla, considerando diversos aspectos do ecossistema aquático, tais como: características físicas e químicas da água, as comunidades biológicas (Meticalfe, 1989; Oliveira & Cortes, 2006; Duran, 2006) e aspectos de estrutura física do ambiente, como influências antrópicas (US-EPA, 2007; Molozzi *et al.*, 2012). Nos EUA, a avaliação de características físicas de habitats em lagos e reservatórios têm sido realizada através de aplicação de protocolo de avaliação desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US Environmental Protection Agency). No Brasil, este protocolo foi adaptado e tem sido utilizado com sucesso em estudos ecológicos em reservatórios (ex.: Molozzi *et al.*, 2011; Molozzi *et al.*, 2012; Ligeiro *et al.*, 2013; Molozzi *et al.*, 2013). A aplicação do protocolo de habitats físicos possibilita a investigação do grau de impacto ao qual o ecossistema está submetido, entre outros itens avalia o grau de influência antrópica, como presença de agricultura, criações de animais e construções humanas. Neste estudo foram utilizadas informações do protocolo de caracterização de habitats físicos referentes a perturbações humanas nos reservatórios para o cálculo de métricas de distúrbio na zona ripária e zona inundável dos reservatórios de acordo com Kaufmann *et al.* (2014a e 2014b).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório Epitácio Pessoa (Figura 1), pertencente à bacia hidrográfica do Rio Paraíba no ano de 2012. O reservatório Epitácio Pessoa (7° 28' 4" - 7° 33' 32" S, 36° 8' 23" - 36° 16' 51" W) foi construído no ano de 1956 apresenta capacidade hídrica de mais de 418 milhões de m<sup>3</sup> e tempo de residência da água de 3 a 5 anos (AESAs, 2013), devido à ocorrência de longos períodos de estiagem, favorecendo a retenção de nutrientes e sedimentos oriundos de sua bacia de drenagem (Freitas *et al.*, 2011).

### Coleta e identificação de macroinvertebrados

As amostras de macroinvertebrados bentônicos foram coletadas com auxílio de draga Van Veen (área 316,5 cm<sup>2</sup>). *In situ*, foram transferidas para sacos plásticos e conservadas em formol a 4%. Em laboratório as amostras foram lavadas em peneiras de malhas 1 mm, 500 µm e 250 µm e

armazenadas em potes plásticos com álcool a 70 %. Os organismos foram identificados em estereoscópio de luz com auxílio de bibliografia especializada (Ward & Whipple, 1959; Merritt & Cummins, 1996; Hawking & Smith, 1997; Mugnai *et al.*, 2010).

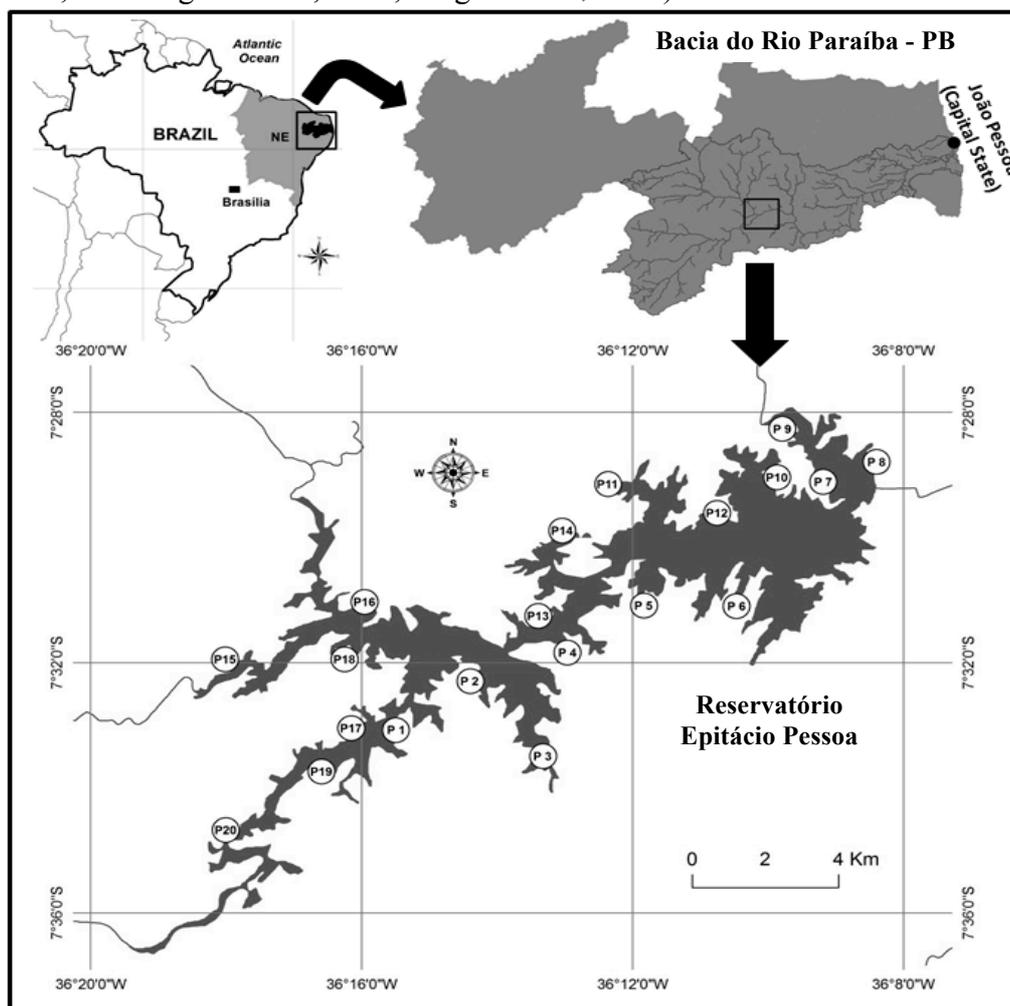


Figura 1- Reservatório Epitácio Pessoa, localizado na Bacia do Rio Paraíba, Brasil.

### Coleta e identificação de macroinvertebrados

As amostras de macroinvertebrados bentônicos foram coletadas com auxílio de draga Van Veen (área 316,5 cm<sup>2</sup>). *In situ*, foram transferidas para sacos plásticos e conservadas em formol a 4%. Em laboratório as amostras foram lavadas em peneiras de malhas 1 mm, 500 µm e 250 µm e armazenadas em potes plásticos com álcool a 70 %. Os organismos foram identificados em estereoscópio de luz com auxílio de bibliografia especializada (Ward & Whipple, 1959; Merritt & Cummins, 1996; Hawking & Smith, 1997; Mugnai *et al.*, 2010).

### Aplicação do protocolo de caracterização de habitats físicos e cálculo das métricas de distúrbio

Para a aplicação do protocolo de caracterização de habitats físicos foi utilizada a metodologia determinada por Kaufmann *et al.* (2014<sup>a</sup> e 2014 b). Em cada um dos 20 sítios amostrais o protocolo foi aplicado ao longo de 150 metros da margem, em 10 transectos consecutivos de 15 metros de largura totalizando 200 protocolos aplicados, sendo 10 em cada local. O cálculo das métricas de habitat físico foi realizado de acordo com a metodologia empregada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Kaufmann *et al.*, 2014a; Kaufmann *et al.*, 2014b). Para este estudo foram calculados os índices de extensão e intensidade do distúrbio humano na zona ripária (*RDis\_IX*, Shoreline human disturbance index) e zona inundável (*RDis\_IX* inud) e em seguida calculada a média entre as duas métricas.

## Variáveis físicas e químicas de coluna de água e sedimento

Algumas variáveis foram mensuradas para avaliar a qualidade das águas, incluindo: transparência da água, com disco de Secchi (m), temperatura (°C), pH, condutividade elétrica (mS/cm), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido (mg/L), sólidos totais dissolvidos (ppm) e salinidade (ppm), com auxílio de um multi-analizador (Horiba/U-50). Em laboratório foi realizada análise de alcalinidade total (Mackereth *et al.*, 1978). As concentrações de nutrientes (P-total, PO<sub>4</sub>, N-total, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>) foram analisadas de acordo com o Standart Methods for the Examination of Water & Waterwater (APHA, 1992). A composição granulométrica foi avaliada pelo método de peneiramento, segundo a metodologia de Suguio (1973), modificado por Callisto e Esteves (1996). As porcentagens de matéria orgânica dos sedimentos foram determinadas pelo método gravimétrico.

### Análises estatísticas

Para avaliar o agrupamento das médias de distúrbio na zona inundável e zona ripária em relação aos pontos de amostragem foi realizada análise de agrupamento utilizando distância euclidiana. Após a formação, *a posteriori*, dos grupos de sítios de amostragem compostos pelas métricas de distúrbio, foi realizada uma análise de significância Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA; Anderson, 2001; Anderson & Brarak, 2003; Anderson *et al.*, 2008). Esta análise verifica a existência de diferença significativa entre os grupos formados. Um fator foi selecionado: distúrbio antropogênico (sendo três níveis: menor distúrbio, distúrbio moderado e distúrbio elevado); com 999 permutações e nível de significância  $\alpha \leq 0,05$ . Os grupos foram separados considerando o fator grau de perturbação antropogênica, de acordo com os valores das métricas.

Para identificar as variáveis ambientais que influenciaram a distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada a análise “Distance-based linear models” (DistLM) (Legendre & Anderson, 1999). Esta análise permite avaliar a relação entre uma ou mais variáveis preditoras para o conjunto de dados biológicos, a partir de uma matriz de dissimilaridade. Para identificar os principais táxons que contribuíram para a comunidade de macroinvertebrados bentônico em cada grupo de distúrbio foi realizada a análise SIMPER. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa PRIMER-6 + PERMANOVA (Systat Software, Cranes Software International Ltd, 2008).

## RESULTADOS

Considerando os valores das médias das métricas de distúrbios na zona inundável e na zona ripária, os 20 locais de amostragem foram agrupados em três grupos (Figura 2). A análise de significância mostrou a existência de diferença significativa entre os três grupos de locais de amostragem formados pelo agrupamento (PERMANOVA: Pseudo-F<sub>2,19</sub>= 106,21; p = 0,001).

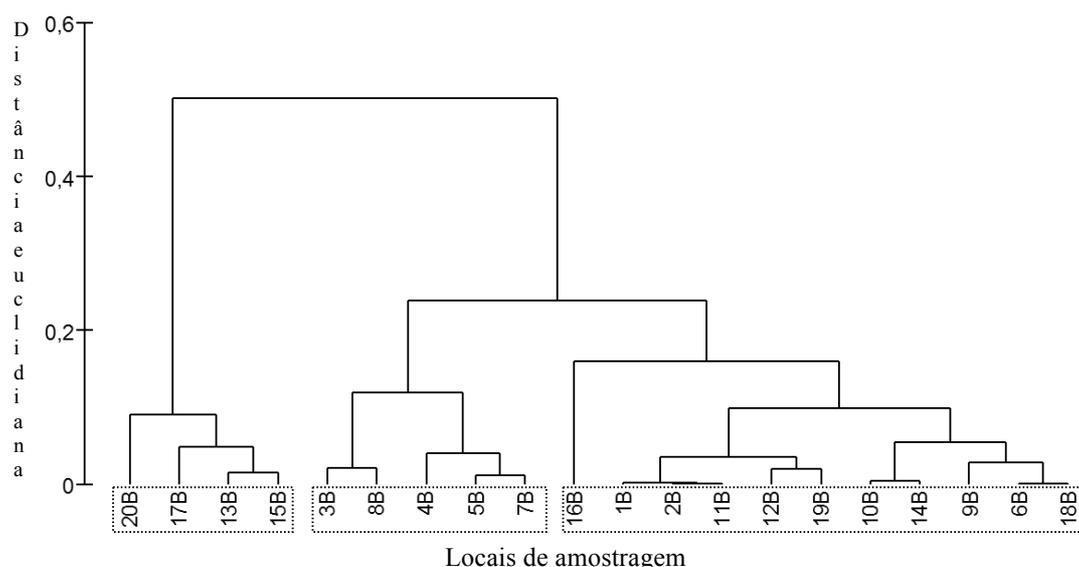


Figura 2 - Agrupamento dos locais de amostragem considerando as métricas de distúrbio antropogênico. Os números e as letras indicam os locais de amostragem no reservatório.

Com a análise de dispersão, foi possível observar que os valores das métricas para os locais de amostragem separaram os mesmos em grupos com três intervalos de valores para a métrica de distúrbio antropogênico, 0 - 0,2; 0,3 – 0,6 e 0,61-1 (Figura 3).

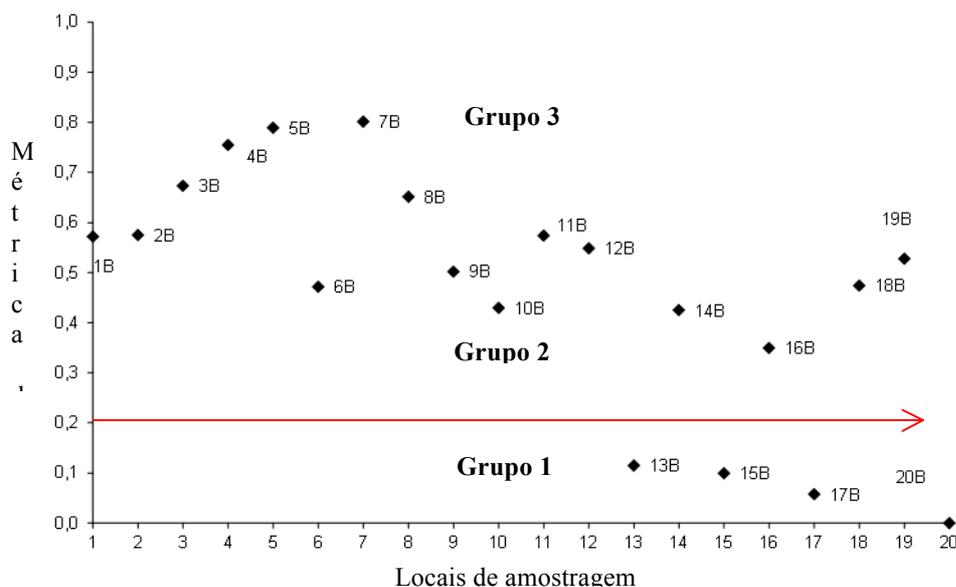


Figura 3 - Análise de dispersão mostrando os três intervalos de distúrbio antropogênico (0 - 0,2; 0,3 – 0,6 e 0,61-1).

As variáveis ambientais se mostraram diferentes entre os três grupos de locais de amostragem (PERMANOVA: Pseudo- $F_{2,19} = 1,765$ ;  $p = 0,017$ ) formados inicialmente pelas médias das métricas de distúrbio antropogênico. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos também apresentou composição e abundância diferentes entre os três grupos de locais de amostragem (PERMANOVA: Pseudo- $F_{2,19} = 4,4064$ ;  $p = 0,002$ ).

Com a análise DistLM foi possível verificar que as principais variáveis que influenciaram a comunidade de macroinvertebrados bentônicos no grupo 1 foram a condutividade elétrica da água ( $0,88 \text{ mS/cm} \pm 0,02$ ) e o ortofosfato ( $119,10 \text{ } \mu\text{g/L} \pm 9,84$ ), apresentando menores valores quando comparadas aos outros locais de amostragem. No grupo 2 de locais de amostragem as principais variáveis que direcionaram a comunidade foram a temperatura ( $26,38 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,52$ ), condutividade elétrica ( $0,86 \text{ mS/cm} \pm 0,02$ ), alcalinidade ( $15,72 \text{ mgCaCO}_3/\text{L} \pm 1,67$ ), nitrito ( $11,16 \text{ } \mu\text{g/L} \pm 1,12$ ), cascalho ( $83,15 \text{ g} \pm 156,59$ ) e areia média ( $49,32 \text{ g} \pm 25,36$ ). No grupo 3 de locais de amostragem as principais variáveis que direcionaram a comunidade foram a turbidez ( $17,44 \text{ NTU} \pm 16,10$ ), sólidos totais dissolvidos ( $0,53 \text{ g/L} \pm 0,008$ ) e o nitrato  $33,89 \text{ } \mu\text{g/L} \pm 2,77$ ). Os valores das variáveis ambientais para os três grupos de locais de amostragem podem ser observados na tabela 1.

Considerando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, o táxon que mais contribuiu para o grupo 1 foi *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) (97,6%%); para o grupo 2, *M. tuberculatus* (89, 55%) e *Oligochaeta* (5,99%); e para o grupo 3, *M. tuberculatus* (80,34%) e *Oligochaeta* (9,79%). Como *M. tuberculatus* predomina nos reservatórios do semiárido optamos por repetir a análise SIMPER desconsiderando este táxon. Assim, os táxons que contribuíram para cada grupo foram os seguintes: grupo1, *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (100%); grupo 2, *Oligochaeta* (54,38%), *C. largillierti* (23,67%); e grupo 3, *Oligochaeta* (48,53%) e *Parachironomus* (33,32%).

## DISCUSSÃO

Com a sobreposição dos três itens analisados (métricas de distúrbio antropogênico, variáveis ambientais e comunidade de macroinvertebrados bentônicos) podemos avaliar a qualidade ambiental do reservatório. A comunidade de macroinvertebrados e as variáveis físicas e químicas da água responderam de forma semelhante aos diferentes níveis de distúrbio antropogênico. Neste estudo conseguimos observar três níveis de distúrbios, os quais podemos classificar como grupo 1 (nível baixo de distúrbio antropogênico), grupo 2 (nível médio de distúrbio) e grupo 3 (nível elevado de distúrbio). Dessa forma os locais de amostragem no reservatório podem ser divididos em três grupos com

diferentes graus de qualidade ambiental: boa qualidade ambiental (20%); qualidade ambiental moderada (55%), e má qualidade ambiental (25%).

Tabela 1- Média dos valores das variáveis ambientais

Variáveis Ambientais	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Temperatura °C	27,1	±0,93	26,4	±0,52	26,4	±1,15
pH	9,9	±0,82	9,0	±0,39	9,1	±0,76
ORPmV	86,5	±28,54	110,9	±21,67	119,8	±15,27
Cond. mS/cm	0,9	±0,02	0,9	±0,028	0,8	±0,01
Turb NTU	117,8	±153,23	22,9	±22,27	17,4	±16,10
Od mg/L	8,7	±0,37	8,0	±1,28	9,1	±1,59
TDS g/L	0,6	±0,017	0,6	±0,01	0,5	±0,008
mg CaCo3/L	16,0	±1,41	15,7	±1,67	18,0	±2,12
NTµg/L	433,1	±73,13	449,1	±94,75	459,6	±106,75
PTµg/L	150,5	±29,85	230,9	±327,74	156,7	±38,75
NH4µg/L	609,1	±868,63	157,1	±47,06	161,0	±52,23
NO3µg/L	31,8	±2,02	29,2	±4,91	33,9	±2,77
NO2µg/L	9,6	±1,43	11,2	±1,12	12,4	±1,14
PO4µg/L	119,1	±9,84	130,1	±5,14	121,2	±6,84
Mat. Orgânica	7,1	±2,73	7,0	±3,15	10,9	±3,52
Cascalho	45,0	±22,75	83,2	±156,59	30,2	±41,09
Areia Grossa	95,4	±30,27	88,5	±57,59	50,6	±27,84
Areia média(250µm)	36,2	±16,72	49,3	±25,36	40,1	±9,88
Areia fina0,6mm (0,68)	41,7	±17,37	47,3	±24,66	50,7	±11,52
silte/argila<0,68 mm	154,3	±167,41	89,6	±73,91	51,0	±21,08

As variáveis ambientais selecionadas para os locais com boa qualidade ambiental apresentaram valores menores em relação aos outros locais, o que indica menor enriquecimento orgânico. Apesar da baixa riqueza de macroinvertebrados em reservatórios, *Corbicula largillierti* foi o táxon indicador de boa qualidade ambiental, mesmo sendo uma espécie exótica este molusco geralmente prefere ambientes com boa qualidade, bem oxigenados, com declividade suave do terreno (Santos *et al.*, 2012). Os locais de amostragem classificados como tendo qualidade ambiental moderada também apresentaram variáveis ambientais com valores moderados, a exemplo das concentrações de nitrito. Contudo, deve-se considerar a necessidade de observar as concentrações desses nutrientes, tendo em vista que em altas concentrações pode ser tóxico para peixes (Tsai & Chen, 2002). Ainda, a presença do nitrito em concentrações elevadas na água, pode causar problemas hemolinfáticos, uma vez que atua sobre o mecanismo de transporte do oxigênio, transformando hemocianina em metahemocianina, a qual é incapaz de transferir oxigênio para os tecidos (Gross, 2004). Nestes locais, o táxon indicador foi Oligochaeta, anelídeo que suporta ambientes alterados (Alba-Tercedor, 2000). Oligochaeta são organismos fossoriais, não apresentam exigências quanto à diversidade de habitats e microhabitats (Goulart & Callisto, 2003), o que explica o moderado impacto antropogênico. Os locais de amostragem agrupados no grupo 3 foram aqueles com variáveis ambientais que indicam condição de maior perturbação a exemplo da elevada turbidez, sólidos totais dissolvidos e o nitrato, indicando maior nível de influência antropogênica. As elevadas concentrações de nitrato pode causar blooms de floração do fitoplâncton (Muhid *et al.*, 2013), comprometendo a qualidade ambiental (Feio *et al.*, 2010). Os elevados níveis de turbidez e conseqüentemente sólidos totais dissolvidos, podem indicar alteração das margens dos reservatórios causando o carreamento de sedimento, possível bloom de microorganismos como cianobactérias, e entrada de esgotos domésticos (Borges, 2009). A elevada turbidez pode influenciar as comunidades aquáticas e afetar os usos doméstico, industrial e recreacional da água (Alves *et al.*, 2008). Neste grupo de locais, o táxon indicador foi *Parachironomus*. Este gênero de Chironomidae (Diptera) é generalista e minadores de macrófitas, o que explica sua presença nos locais de amostragem mais alterados (Trivinho-Strixino *et al.*, 2000).

## CONCLUSÃO

É possível avaliar a qualidade ambiental de reservatórios de forma ampla considerando métricas de distúrbios antropogênico, variáveis ambientais e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

A maior parte dos locais de amostragem foi classificada como tendo nível moderado de qualidade ambiental. A elevada abundância de espécies exóticas (*M. tuberculatus* e *C. largillierti*) evidencia a necessidade de implementação de medidas de gestão do ecossistema.

Os locais com melhor qualidade ambiental podem ser utilizados como balizadores para a conservação dos demais. *C. largillierti*, *Oligochaeta* e *Parachironomus* foram os táxons indicadores de qualidade ambiental.

Esta metodologia pode ser eficiente para o gerenciamento e conservação de reservatórios, tendo em vista que o nível de degradação antropogênica no perímetro dos reservatórios interfere diretamente na qualidade da água. Estes resultados podem subsidiar a implementação de medidas de gestão de recursos hídricos no semiárido nordestino.

## BIBLIOGRAFIA

- ABÍLIO, F.J.P.; (2002). “*Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, Nordeste do Brasil*”. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Pulo, 179p
- ABÍLIO, F.J.P.; FONSECA-GESSNER A.A.; LEITE, R.L.; RUFFU, T.R.M.; (2006). “*Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita Eichhornia crassipes de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano*”. Revista de Biologia e Ciências da Terra 1, pp. 165-178.
- ALBA-TERCEDOR, J. (2000). “*BMWP’, um adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score Systems*”. Biol. Amb., 14, pp. 2000
- ALVES, E.C.; DA SILVA, C.F.; COSSICH, E.S.; TAVARES, C. R. G.; DE SOUZA FILHO, E. E., e CARNIEL, A. (2008). “*Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó–Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos*” Acta Scientiarum. Technology, 30, pp. 39-48
- ANDERSON, M.J., (2001). “*A new method for non-parametric multivariate analysis of variance*”. Austral Ecology 26, pp. 32-46.
- ANDERSON, M.J., (2001). “*Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression*”. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58, pp. 626-639.
- ANDERSON, M.J.; BRAAK, C.J.F. (2003). “*Permutation tests for multi-factorial analysis of variance*”. Journal of Statistical Computation and Simulation 73, pp. 85-113.
- ANDERSON, M.J.; GORLEY, R.N.; CLARKE, K.R.; (2008). *PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E. Plymouth.
- ANDERSON, T.J., STELZER, R.S., DRECKTRAH, H.G., EGGERT, S.L. (2012). “*Secondary production of Chironomidae in a large eutrophic lake: implications for lake sturgeon production*”. Freshwater Science 31, pp. 365-378
- APHA - American Public Health Association. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. 1220 p.
- BARBOUR, M.T.; STRIBLING, J.B.; KARR, J.R. (1995), “*Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition, chap. 6*”. org. por Davis, W.S. e Simon, T.P., ed. Biological assessment and criteria-Tools for water resources planning and decision making: Boca Raton, Fla., Lewis Publishers, pp. 63-77.
- BORGES, D. V. C. (2009). “*Avaliação da qualidade da água e ocorrência de cianobactérias do ribeirão do Funil*”, Ouro Preto-MG.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F.; (1995). “*Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita - lago Batata (Pará, Brasil)*”. Oecologia Brasiliensis 1, pp. 335-348.
- CIRILO, J. A; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J.N.B. (2010). “*A questão da água no semiárido brasileiro*” Águas do Brasil análises estratégicas. Org. por Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B.1 ed. : Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 81-91.
- DURAN, M. (2006). “*Monitoring Water Quality Using Benthic Macroinvertebrates and Physicochemical Parameters of Behzat Stream in Turkey*”. Polish J. Of Environ. Stud 15, pp. 709-717
- FREITAS, F.R.S.; RIGHETTO, A.M.; ATTAYDE, J.L.; (2011). “*Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro*”. Oecologia Australis 15, pp. 655-665

- GOULART, M.; CALLISTO, M. (2003). “Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental”. Revista FAPAM 2, pp.153-164
- GROSS, A. (2004). “Acute and chronic effects of nitrite on white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, cultured in low-salinity brackish water”. Journal of the aquaculture society, 35, pp. 315-321
- HAWKING, J.H., SMITH, F.J. (1997). *Colour guide to invertebrates of Australian inland water*, Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Albury.
- KAUFMANN, P.R.; HUGHES, R.M.; VAN SICKLE, J.; WHITTIER, T.R.; SEELIGER, C.W.; PAULSEN, S.G. (2014a). “Lakeshore and littoral physical habitat structure: A field survey method and its precision”. Lake Reserv Manage 30, pp. 157-176
- KAUFMANN, P.R.; PECK D.V.; PAULSEN, S.G.; SEELIGER, C.W.; HUGHES R.M.; WHITTIER T.R.; KAMMAN N.C. (2014B). “Lakeshore and littoral physical habitat structure in a national lakes assessment”. Lake Reserv Manage 30, pp. 192-215
- KONIG, A.; CEBALLOS, B.S.O.; CASTRO, S.P.; (1990). “As descargas clandestinas de esgotos e seu efeito na degradação das águas do Açude Velho Campina Grande, PB”. in Anais do Seminário Regional de Engenharia Civil., Recife, pp. 653-662.
- LIGEIRO, R.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; MACEDO, D. R.; FIRMIANO, K. R.; FERREIRA, W.; OLIVEIRA, D.R.; MELO, A. S.; CALLISTO, M. (2013) . “Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness”. Ecological Indicators. 25, pp. 45-57
- LIMA, S.M.L.; BARBOSA, L.G.; CRUZ, P.S.; WANDERLEY, S.L.; CEBALLOS, B.S.O.; (2012). “Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil”. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 7, pp.18-25.
- LOCKWOOD, J.L.; PHILLIP C.,P.; BLACKBURN, T.; (2005). “The role of propagule pressure in explaining species invasions”. Ecology and Evolution 20, pp. 223-228.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. (1978). *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Cumbria: Freshwater Biol. Ass.. 120p.
- MENDES, B.V. (1997). *Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do SemiÁrido*. Fortaleza: SEMACE. 108 p
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. (1996). “An introduction to the aquatic insects of North America”. 3rd Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque. Iowa. 722p
- MOLOZZI, J. (2011). *Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ecológica de reservatórios urbanos*. Tese de Doutorado - Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Departamento de Biologia Geral, UFMG, Belo Horizonte, 183 p.
- MOLOZZI, J.; FEIO, M.J.; SALAS, F.; MARQUES J.C.; CALLISTO, M. (2012). “Development and test of a statistical model for the ecological assessment of tropical reservoirs based on benthic macroinvertebrates”. Ecological Indicators 23, pp. 155-165.
- MOLOZZI, J.; HEPP, L. U.; CALLISTO, M. (2013). “The additive partitioning of macroinvertebrate diversity in tropical reservoirs”. Marine and Freshwater Research. 1, pp. 1
- MORETTI, M. S. (2004). “Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos”. Adaptado a parer de: Pérez, G. R. 1988. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento da Antioquia. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, 217 p.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F.; (2010). *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Technical Books Editora. Rio de Janeiro. 174p.
- MUHID, P.; DAVIS, T.W.; BUNN, S.E.; BURFORD, M.A. (2013). “Effects inorganic nutrients in recycled water on freshwater phytoplankton biomass and composition”. Water research 47, pp. 384-394.
- MUSTAPHA, M.K.; (2008). “Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters”. Turkish Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences 8, pp.309-319.
- OLIVEIRA, S.V.; CORTES, R.M.V.; (2006). “Environmental indicators of ecological integrity and their development for running waters in northern Portugal”. Limnetica 25, pp. 479-498.

- PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Comitê Rio Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/paraiba/2014>>. Acesso em: jun. 2014.
- SANTOS, S.B; THIENGO, S.C; FERNANDEZ, M.A; MIYAHIRA, I.C; GONÇALVES, I.C.B; XIMENES, R.F; MANSUR, M.C.D, e PEREIRA, D. (2012). “*Gastrópodes límnicos invasores: morfologia comparada*”, *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. Org. por MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; PAZ, I.C.P.; ZURITA, M.L.L.; RODRIGUEZ, M.T.R., NEHRKE, M.V. e BERGONCI, P.E.A. Porto Alegre: Redes, p. 125-136.
- SILVA, V. P. R; CAVALCANTI, E. P.; NASCIMENTO, M. G.; CAMPOS, J. H. B. C. (2003). “Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia”. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 7, pp. 269-274.
- SUGUIO, K., (1973). *Introdução à sedimentologia*. Edgard Blücher LTDA. EDUSP. São Paulo. 317p.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; CORREIA, L.C.S.; SONODA, K.. (2000). “*Phytophilous chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow infernão lake (jataí ecological station, Luiz Antônio, SP, brazil)*”. *Rev. Brasil. Biol.* 60, pp. 527-535
- TSAI, S.J e J.C C.H.E.N. (2002). “*Acute toxicity of nitrate on Penaeus monodon juveniles at different salinity levels*”. *Aquaculture*, 89,pp. 127-137
- TUNDISI, J.G. (1999). “*Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos*”, in *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Org. por Henry, R. ed. FAPESP e FUNDBIO, Botucatu-SP, pp. 23-27.
- US-EPA, 2007. *Evaluation of the Nation's Lakes: Field Operations Manual*. EPA 841-B-07-004. Washington D.C E.S. Environmental Protection Agency. 332p.
- WARD, H.B; WHIPPLE, G.C. (1959). *Biologia de Água*. John Wiley and Sons. New York, 1248p.