

# **<sup>1</sup>CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RESERVATÓRIO DE PEDRA DO CAVALO – BA.**

*Carla Fernandes Macedo<sup>1</sup>; Ricardo Henrique Bastos de Souza<sup>2</sup>; Cláudia Bloizi<sup>3</sup>; Jorge  
Amorim<sup>4</sup>*

**Resumo** - O objetivo do estudo foi caracterizar o reservatório da Pedra do Cavalo. Foram determinados oito pontos de coleta distribuídos pelo Reservatório. A temperatura da água foi mensurada através de um termistor digital. O oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH foram medidos a partir de eletrodos específicos. A transparência da água foi determinada pelo disco de Secchi. Níveis de turbidez foram obtidos através do uso de um turbidímetro e alcalinidade total por titulometria com ácido sulfúrico a 0,02N. Foi observada uma diferença significativa ( $p < 0.05$ ) temporal ao longo do ano para todas as variáveis. Não foi encontrada diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os pontos, podendo-se destacar a amplitude de variação das médias das variáveis condutividade (298,7 a 388,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), fósforo total (35,93 a 48,67  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) e clorofila-a (4,35 a 7,3  $\mu\text{g}/\text{l}$ ). No presente estudo somente fósforo total foi encontrado em valor acima do recomendado pelo CONAMA, onde a concentração em todos os pontos ultrapassou 50  $\mu\text{g}/\text{l}$  nos meses de junho a agosto. Tendo em vista o potencial para contaminação por efluentes doméstico e industrial e conseqüente eutrofização do sistema estudado, estratégias de monitoramento contínuo podem minimizar a perda da qualidade da água em mananciais do Estado e suas possíveis conseqüências para a bacia hidrográfica.

**Palavras-Chave** - Qualidade da água, Reservatório de Pedra do Cavalo, nutrientes

## **LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION PEDRA DO CAVALO RESERVOIR – BA.**

**Abstract** - The aim of study was to characterize the Pedra do Cavalo reservoir. Were determined eight sampling points throughout the reservoir. The water temperature was measured using a digital thermistor. Dissolved oxygen, conductivity and pH were measured from specific electrodes. Water transparency was determined by Secchi disk. Turbidity levels were obtained through the use of a turbidimeter and total alkalinity by titration with 0.02N sulfuric acid. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ), throughout time of year for all variables. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between the points, which can highlight the range of variation of the averages of the conductivity (from 298.7 to 388.6  $\text{mS} / \text{cm}$ ), total phosphorus (35.93 to 48.67  $\text{mg} / \text{l}$ ) and chlorophyll-a (4.35 to 7.3  $\text{g} / \text{l}$ ). In this study

---

\*<sup>1</sup>Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: cfmacedo@ufrb.edu.br

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- UFRB.

<sup>3</sup>Professor Adjunto do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UFRB.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo da EMBASA/CBDB.

only total phosphorus was found in the above amount recommended by CONAMA, where the concentration at all points exceeded 50 µg / l in the months from June to August. Given the potential for contamination by domestic and industrial effluents and consequent eutrophication studied strategies for continuous monitoring can minimize the loss of water quality in watersheds of the state and its possible consequences for the watershed.

**Keywords** – water quality, Pedra do Cavalo reservoir, nutrients

## **INTRODUÇÃO**

Reservatórios são sistemas aquáticos modificados, extremamente complexos e dinâmicos, que apresentam as funções principais de manutenção da vazão dos cursos da água e atendimento às variações da demanda dos usuários (Prado, 2002).

Tendo em vista que as características limnológicas da água de um reservatório refletem as diversas atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, torna-se necessário a compreensão da dinâmica do ecossistema aquático para o entendimento metabólico que subsidiarão informações necessárias ao auxílio de programas que visem a conservação e utilização racional (Esteves, 2011). Neste sentido, pesquisas limnológicas têm despertado interesse crescente, visto que seus resultados podem ser amplamente aplicados para a conservação desses ambientes. O estudo de lagos, rios e áreas alagadas apresentam uma importância cada vez maior na sociedade, pois a poluição é um dos principais problemas a ser enfrentado. A grande disponibilidade de água doce no Brasil e sua condição ambiental heterogênea favorecem amplas possibilidades para o desenvolvimento de pesquisas limnológicas.

Os efeitos da aquicultura no meio aquático incluem o aumento dos níveis de nutrientes dissolvidos, turbidez, aumento da matéria orgânica no sedimento, decréscimo da diversidade das espécies, na biomassa bentônica, redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, mudanças na condutividade da água e pH (Talbot e Hole, 1994).

O Reservatório de Pedra do Cavalo possui uma área com potencial para cultivo de peixes, produção de alimento e, conseqüentemente geração de emprego e renda. No entanto, considerando os múltiplos usos deste manancial (abastecimento doméstico e industrial, dessedentação, lazer, etc.), é preciso conhecer os impactos que uma piscicultura intensiva pode causar no reservatório.

Considerando que o conhecimento é um elemento chave no estabelecimento de diretrizes específicas para o monitoramento, gestão, manejo e recuperação de um reservatório, o presente estudo teve como objetivo caracterizar limnologicamente e avaliar a influência da atividade de piscicultura intensiva e adição de nutrientes na qualidade da água do reservatório da Pedra do Cavalo. Além disso, identificar o estado trófico do sistema, através das concentrações dos nutrientes, nitrogênio e fósforo e da concentração de clorofila-a.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo**

A bacia do Rio Paraguaçu drena uma área de aproximadamente 56.000km<sup>2</sup>, situando-se entre as latitudes 11°11'S e 13°42'S e longitude 38°40'W e 42°07'W. Esta comporta 42 municípios totalmente incluídos e 41 parcialmente incluídos, e uma população de 2.500.000 habitantes. Situados dentro desta bacia, estão 14 reservatórios, num total em torno de 5.453 milhões de

m<sup>3</sup> de capacidade de armazenamento, sendo o maior deles, o reservatório de Pedra do Cavalo, localizado no Rio Paraguaçu (Ceped, 1980 apud Lima 2001).

A região do baixo Paraguaçu, cujo trecho terminal é caracterizado por um complexo estuarino lagunar, ainda se acha num estado de industrialização incipiente com destaque para o Centro Industrial de Subaé, em Feira de Santana, afeto ao afluente Jacuípe, principal afluente do Paraguaçu que deságua no lago artificial gerado pela Barragem de Pedra do Cavalo e, bem assim, para algumas indústrias de beneficiamento de fumo, sisal e de aguardente de cana situadas a jusante da barragem. De maneira geral caracteriza-se por uma área essencialmente voltada para as atividades agro-pastoris e pesqueiras, sendo que a maior contribuição antropogênica estaria relacionada com esgotos domésticos, os pesticidas e agrotóxicos (Ceped, 1980 apud Lima, 2001).

O reservatório de Pedra do Cavalo possui uma área de aproximadamente 56.000km<sup>2</sup>, drenado pela Bacia do Paraguaçu que apresenta como limite natural, ao norte as bacias dos rios São Francisco e Itapicuru, ao sul as bacias dos rios de Contas, Jiquiriçá e Jaguaripe, a oeste a bacia do rio São Francisco e a leste as bacias dos rios Pojuca, Inhambupe e a baía de Todos os Santos.

### Amostragens

Foram determinados oito pontos de coleta distribuídos pelo Reservatório (Figura 1). As coletas foram mensais no decorrer de um ano, sendo as amostragens realizadas na superfície de cada ponto. As variáveis transparência, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido foram determinados in situ. A temperatura da água foi mensurada através de um termistor digital. O oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH foram medidos a partir de eletrodos específicos. A transparência da água foi determinada pelo disco de Secchi. Níveis de turbidez foram obtidos através do uso de um turbidímetro e alcalinidade total por titulometria com ácido sulfúrico a 0,02N (Greenberg *et al.*, 2005).

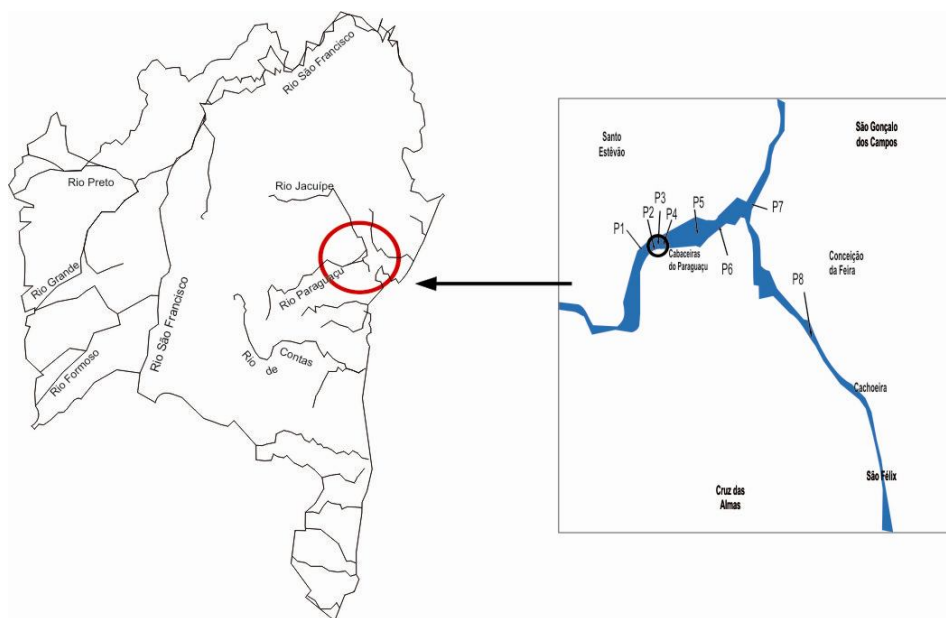


Figura 1 - Mapa da Bahia com destaque para o Reservatório de Pedra do Cavalo de Pedra do Cavalo e imagem ampliada do Reservatório com destaque para uma piscicultura intensiva.

No laboratório as amostras foram filtradas em filtros Whatman GF/C e, os filtros preservados congelados para posterior análise de clorofila-a, segundo Nush (1980). Amostras da água bruta e filtradas também foram congeladas para análises de fósforo total, nitrogênio total, nitrito, nitrato, fósforo solúvel, determinados pelo método colorimétrico descrito em Murphy e Riley (1962) e com a utilização de um bloco digestor e espectrofotômetro digital HACH DR-2000 (Adams, 1990), respectivamente. As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água do NEPA (Núcleo de Estudos em Pesca e Aqüicultura) da UFRB.

As concentrações de sólidos totais, fixos e voláteis foram determinadas para sete meses de coleta, conforme método descrito em Greenberg *et al.* (2005). As amostras de água foram filtradas em filtros Whatman GF/C previamente secos e pesados. Os filtros contendo material particulado foram novamente secos em estufa a 110 °C por 2 horas e pesados em balança analítica determinando assim os sólidos totais. Em seguida estes filtros foram muflados à 550 °C por 4 horas e as cinzas pesadas para determinar as concentrações de sólidos fixos em suspensão. Sólidos voláteis suspensos foram determinados pela diferença entre sólidos totais e sólidos fixos suspensos.

#### **Análise dos dados**

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, tendo como tratamentos as estações de coleta e os meses como repetições. As possíveis diferenças entre os pontos de coleta foram confirmadas pelo teste de Fischer, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). Os pontos foram comparados através do teste de Tukey.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que as variáveis limnológicas devem ser utilizadas como fatores fundamentais para o conhecimento da dinâmica deste sistema. De uma maneira geral foi observada uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) temporal ao longo do ano para todas as variáveis. Para as variáveis limnológicas obtidas no Reservatório, a temperatura variou de 25,1 a 34,3°C apresentando uma média de 30,38°C. O pH variou de 6,3 a 8,6 com valor médio de 7,65. Os valores de turbidez variaram de 0,2 a 4,1 NTU apresentando uma média de 1,48 ao longo do ano. O oxigênio dissolvido variou de 3,62 a 11,37mg/L com média de 7,29mg/L. A alcalinidade variou de 29,9 a 46,6mg/L e uma média de 38,8mg/L. A condutividade variou de 89 a 473µS/cm apresentando uma média de 336µS/cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios ( $\pm$  DP), mínimos e máximos das variáveis limnológicas da água no decorrer do ano do Reservatório de Pedra do Cavalo.

	Média ( $\pm$ DP)	Máximo	Mínimo
Temperatura (°C)	29,2 $\pm$ 2,36	34,3	25,1
Condutividade (µS/cm)	336,59 $\pm$ 81	473	89
pH	7,65 $\pm$ 0,39	8,6	6,3
OD (mg/L)	7,29 $\pm$ 2,06	11,37	3,62
Turbidez (NTU)	1,48 $\pm$ 0,94	4,1	0,2
Sólidos totais Solúveis (mg/L)	1,04 $\pm$ 0,0	2,9	0
Alcalinidade (mg/L)	38,79 $\pm$ 3,0	46,6	29,9
Nitrato (µg/L)	38,2 $\pm$ 41,3	157,78	38,22
Nitrito (µg/L)	0,55 $\pm$ 0,1	0,84	0,37
Fósforo total ( µg/L)	41,57 $\pm$ 15,2	80,57	7,7
Ortofosfato (µg/L)	38,52 $\pm$ 10,2	76,86	16,86
Clorofila-a ( µg/L)	5,7 $\pm$ 5,3	30,97	0,42

As concentrações de clorofila-a foram bastante semelhantes de novembro a março, sendo o maior valor obtido no mês de abril (31,0 ug/l), demonstrando também a alta quantidade de organismos fotossintetizantes nos meses com maior precipitação e o menor valor encontrado de 0,42 ug/l no mês de outubro. Ocorreram também valores maiores de sólidos fixos e sólidos totais nos meses de março e abril. Para os sólidos totais o maior valor observado foi de 1,04 mg/l no mês de agosto e o menor de 0,01 mg/l no mês de outubro (Tabela 1).

Quanto às concentrações dos nutrientes, o fósforo total variou de 7,7 a 80,57 ug/l com o menor valor no mês de dezembro e o maior em julho. Já para o fósforo dissolvido, o menor valor observado foi 16,86 no mês de abril e o maior 76,86 ug/l, coincidindo com o pico do fósforo total no mês de julho. Quanto ao nitrogênio, as concentrações de nitrito variaram de 0,37 a 0,84 ug/l e para o nitrato foi observada uma concentração média de 38,2 alcançando um valor máximo de 157,8 ug/l no mês de julho (Tabela 1). Desta maneira, as elevadas concentrações de nutrientes, como P total (80,6 mg.L<sup>-1</sup>) indicaram que Pedra do Cavalo pode ser considerado um reservatório enriquecido.

Para a transparência da água, os valores médios variaram de 1,2 a 4,1m, com os valores mais baixos coincidindo com o período de chuvas, sendo possivelmente essa redução oriunda do acréscimo de material em suspensão na coluna da água.

Não foi encontrada diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os pontos, podendo-se destacar a amplitude de variação das médias das seguintes variáveis: condutividade (298,7 a 388,6  $\mu\text{S/cm}$ ), fósforo total (35,93 a 48,67  $\mu\text{g/l}$ ) e clorofila-a (4,35 a 7,3  $\mu\text{g/l}$ ) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ ), fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ ) e clorofila-a nos oito pontos do Reservatório de Pedra do Cavalo.

Pontos/Variáveis	Condutividade	Fósforo total	Clorofila
1	298,7	35.93	4.62
2	309,3	39.26	4.39
3	316,1	38.19	5.95
4	311,9	39.26	4.35
5	355,1	38.55	7.10
6	360,4	47.60	7.28
7	388.6	48.67	5.31
8	352.6	45.10	6.38

De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, alguns parâmetros deveriam ser observados para avaliação da qualidade das águas continentais, como oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total e clorofila-a. No presente estudo, considerando oxigênio dissolvido pode-se destacar o mês de junho, onde na maioria dos pontos foram observados valores abaixo de 5 mg.L<sup>-1</sup>. Já, em relação à turbidez, foi observada uma concentração abaixo de 10 NTU em todos os pontos no decorrer das estações. O fósforo total foi encontrado em valor acima do recomendado pelo CONAMA em alguns dos meses, onde a concentração ultrapassou 50  $\mu\text{g/l}$  em todos os pontos no mês de julho e na maioria dos pontos nos meses junho e setembro. Em relação à clorofila-a somente no mês de abril foi encontrado um valor acima de 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  no ponto 6.

A reduzida transparência da água, associada às elevadas concentrações de fósforo total no decorrer do ano e de clorofila-a (abril, junho e julho) caracterizam o Reservatório como um ambiente eutrófico, de acordo com o índice de estado trófico de Nürnnberg (1996). Em função

dos aportes oriundos dos arroios afluentes do Rio Paraguaçu, contribuintes da bacia de drenagem, a carga de nutrientes é derivada da ocupação urbana e industrial no entorno do Reservatório, que podem ser apontadas como as principais causas do provável processo de eutrofização desse reservatório.

Tendo em vista o potencial para contaminação por efluentes doméstico e industrial e conseqüente eutrofização do sistema estudado, estratégias de monitoramento contínuo podem minimizar a perda da qualidade da água em mananciais do Estado e suas possíveis conseqüências para a bacia hidrográfica.

## **REFERÊNCIAS**

- ESTEVES, F. (2011). Fundamentos de Limnologia. 3º Ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência.
- GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. (2005). Standart methods for examination of water and wastewater. 18.ed. Washington: American Public Health Association.
- LIMA, M.A.S. Águas acumuladas em açudes e barragens na região de Santa Maria e flutuações em seus atributos físico-químicos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em ciências do solo. UFSM – RS – Santa Maria. 83p.
- MURPHY, J; RILEY, I. P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal.Chim.Acta* 27:31-6.
- NÜRNBERG, G. (1996). Trophic state of clear and colored, soft- and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake and Reservoir Management*, 12: 432-447.
- NUSH, E. A. (1980). Comparision of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. Fur Hydrobiology*, v.14, p.14-36.
- Prado
- TALBOT, C. e HOLE, R. (1994). Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology, Germany*, 10: 258-270.