

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO: ESTUDO DO RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO

Maria do Carmo Sobral¹; Gustavo Melo¹; Elie Tozzi¹; Hélio Lopes¹; Renata Carvalho²

RESUMO - As emissões de poluentes e nutrientes são causadoras de diversos problemas nos ecossistemas aquáticos. O excesso de nutrientes, especificamente, o nitrogênio e o fósforo, é o principal responsável pelo processo de eutrofização dos corpos d'água. Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade ambiental do reservatório Poço da Cruz localizado no município de Ibimirim, Pernambuco. O reservatório Poço da Cruz foi escolhido devido à sua importância estratégica para o desenvolvimento da região. Para a avaliação da qualidade da água foram utilizados o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET). Avaliaram-se também os aspectos legais e institucionais referentes ao controle da poluição hídrica. Foi avaliado a qualidade da água do reservatório Poço da Cruz e esta apresenta-se comprometida. O lançamento de efluentes sem tratamento das cidades localizadas no entorno do reservatório, o aporte de matéria orgânica dos rios afluentes são as principais fontes de contaminação da água do reservatório Poço da Cruz.

ABSTRACT - The emissions of pollutants and nutrients are causing several problems in the aquatic ecosystems. The excess of nutrients, specifically, the nitrogen (N) and phosphorus (P) is the main responsible for the eutrophication process of water bodies. Thus this work has the objective of evaluate the environmental quality of the reservoir Poço da Cruz in the city of Ibimirim, Pernambuco. The reservoir Poço da Cruz has been chosen because of its strategic importance for the development of the region. To evaluation the quality of water we used the Water Quality Index (WQI) and Trophic State Index (TSI). It was evaluated also the legal and institutional aspects related to water pollution control. It was evaluated the quality of reservoir water Poço da Cruz and it has been compromised. The release of untreated effluents from cities located around the Reservoir, the input of organic matter and sediments from tributary rivers are the main sources of water contamination of the Poço da Cruz reservoir.

Palavras-chave: Reservatório Poço da Cruz, Semiárido, Qualidade Ambiental.

1) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Depto de Engenharia Civil, Grupo de saneamento Ambiental. Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, Cidade Universitária, Recife/PE CEP 50740-350. E-mail: msobral@ufpe.br, gustmelo@gmail.com, elietozzi@yahoo.com.br, heliovasf@hotmail.com

2) Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco – IFPE, Departamento de Gestão Ambiental. Av. Prof Luiz Freire, 500, Cidade Universitária - Recife/PE - CEP: 50740-540. E-mail: renatacarvalho@recife.ifpe.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Historicamente os reservatórios foram construídos para irrigação. Mais recentemente os reservatórios estão sendo destinados a outros usos, como navegação, pesca, abastecimento público e industrial, recreação e geração de energia. A qualidade da água desses sistemas tornaram-se informações de grande importância com o aumento da degradação ambiental e do uso múltiplo dos reservatórios.

Dentro deste contexto, a tipologia desses ecossistemas, bem como sua caracterização, constituem importantes referências para operações de planejamento e manejo. Conhecendo o sistema de operação de um reservatório, as informações armazenadas nesses ecossistemas artificiais tornam-se extremamente relevantes quando se considera o seu uso potencial para planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica, incluindo o controle da qualidade da água.

O monitoramento da água dos rios em Pernambuco, que formam importantes reservatórios, vem se mostrando ineficaz na manutenção da qualidade da água utilizada para o abastecimento, como já foi comprovado em estudos anteriores de Sobral et al. (2002, 2005).

Entre as diversas legislações utilizadas para uma avaliação da qualidade ambiental de reservatórios destacam-se as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 302/02 e nº 357/05.

A primeira estabelece parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a institui a elaboração obrigatória de Plano Ambiental de Conservação e Uso do seu entorno.

Segundo esta Resolução, constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de 30 (trinta) metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e 100(cem) metros para áreas rurais.

A Resolução CONAMA nº 357/05 dividiu as águas do território nacional em águas doces (salinidade $\leq 0,05\%$), salobras ($0,05\% < \text{salinidade} < 3,0\%$) e salinas (salinidade $\geq 3,0\%$), estabelecendo para o território brasileiro as classes de usos preponderantes, quais sejam: i) águas doces (classe especial, 1, 2, 3, 4), águas salinas (classe especial, 1, 2, 3); e iii) salobras (classe especial, 1, 2, 3), além das condições e padrões de lançamento de efluentes.

A Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

Este trabalho tem como objeto de estudo o reservatório Poço da Cruz que fará parte do Projeto de Interligação de Bacias Hidrográficas do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional.

A construção do reservatório foi finalizada em 1958 e a sua e gerência é responsabilidade do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas). O reservatório tem como finalidade principal a irrigação das terras de jusante, sendo o mesmo o maior reservatório de água do Estado de Pernambuco.

O reservatório Poço da Cruz é considerado um corpo d'água receptor pelo Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional que trata-se de um empreendimento destinado a assegurar a oferta de água à população do semiárido nordestino. A idéia é transferir, por meio de dois canais de distribuição, água do rio São Francisco para os rios intermitentes do Nordeste Setentrional – agreste e os sertões da Paraíba, do Rio Grande do Norte, do Ceará e de parte de Pernambuco. Os canais do Projeto São Francisco serão dois: o Eixo Leste, que beneficiará parte do sertão e as regiões agreste de Pernambuco e da Paraíba e o Eixo Norte, que levará água para os sertões de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte.

O Eixo Leste, no qual se localiza o Poço da Cruz, terá sua captação no lago da barragem de Itaparica, no município de Floresta/PE e se estenderá por 220 km até o rio Paraíba. Para o atendimento das demandas da região agreste de Pernambuco, o projeto prevê a construção de um ramal de 70 km que interligará o Eixo Leste à bacia do rio Ipojuca.

Devido à sua importância estratégica, pretendeu-se com esta pesquisa avaliar a qualidade ambiental do reservatório Poço da Cruz localizado no município de Ibimirim, Pernambuco, baseando-se nos parâmetros da qualidade da água e no uso e ocupação do solo nas margens do mesmo no intuito de subsidiar sua gestão ambiental.

2 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos almejados foram feitas observações e entrevistas realizadas durante quatro (4) visitas exploratórias (Figura 1), para desenvolvimento do Projeto de Pesquisa “Projeto de Integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional – Monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia”, financiado pelo Ministério da Integração Nacional. Estas visitas tiveram como objetivo observar o uso e ocupação do solo e as atividades realizadas no entorno do reservatório, verificando a presença de possíveis fontes poluidoras.



Figura 1: Tomada d'água do reservatório Poço da Cruz

A coleta de dados primários realizou-se por meio de observações sistemáticas (diretas e indiretas) e de entrevistas com reassentados, funcionários do DNOCS e líderes de associações. Esta fase teve como objetivo verificar os dados anteriormente obtidos e atualizá-los, anotando-se todos os registros que se fizeram importantes.

A análise da qualidade da água foi baseada nos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e da condição de eutrofização. Foram utilizados os dados do monitoramento da qualidade de água do rio Moxotó e do reservatório de Poço da Cruz, que vem sendo realizado continuamente pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e a Agência Nacional da Água (ANA).

Para a avaliação da qualidade da água do reservatório, foram coletadas amostras de água na superfície do reservatório. Foram realizadas 4 (quatro) coletas, sendo 2 (duas) em 2009 e 2 (duas) em 2010. As coletas foram feitas nos meses de março e agosto.

A água foi coletada na superfície do reservatório utilizando-se frascos plásticos e de vidro. Os frascos foram previamente lavados com água do local. As análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no Standard Methods (APHA, 2000).

Nesta pesquisa foram analisados os parâmetros mais comumente utilizados para caracterização de corpos d'água, relacionados à contaminação dos mesmos. Para verificação da qualidade da água de Poço da Cruz foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos e biológicos: temperatura, turbidez, sólidos dissolvidos solúveis, sólidos solúveis totais, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, DBO, DQO, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, clorofila, coliformes termotolerantes, e fitoplâncton.

O fitoplâncton foi coletado em frascos de vidro de 1000 ml, a 30 cm da superfície, e fixado com solução de lugol. A identificação dos organismos foi feita utilizando-se um microscópio binocular, com até 1000 vezes de aumento, equipado com aparelho fotográfico.

A análise quantitativa do fitoplâncton foi realizada utilizando-se um microscópio invertido através do método de sedimentação de Utermöhl (1958).

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas foram analisados em verificação ao atendimento à resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Para uma avaliação da qualidade da água do reservatório também foram aplicados 2 índices, a saber: o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Moxotó está situada, em sua maior parte, no Estado de Pernambuco, estende-se na sua porção sudeste no Estado de Alagoas até o Rio São Francisco. Localiza-se entre as latitudes 7°52'21" e 9°19'49" S e 36°57'49" e 38°14'41" W (Figura 2).

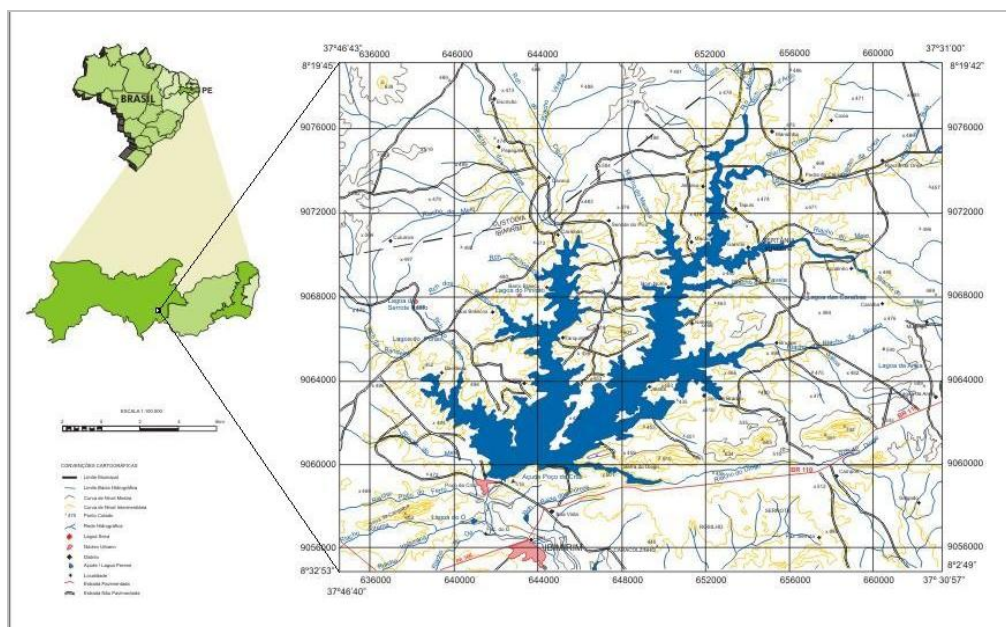


Figura 2: Localização da área de estudo, município de Ibimirim – PE

A bacia detém uma área total de 9.744,01 km², sendo 89,2 % pertencente ao Estado de Pernambuco. O Rio Moxotó percorre aproximadamente 226 km até encontrar a foz. A nascente do Rio Moxotó está localizada no município de Sertânia, próximo a divisa entre os estados de

Pernambuco e Paraíba e a sua foz deságua no Rio São Francisco. Tem como seu principal afluente o Rio Piutá, com aproximadamente 54 km de extensão.

O reservatório Poço da Cruz está localizado no município de Ibimirim, distante 350km de Recife. A sua bacia hidráulica cobre uma área de 5600ha e faz parte da bacia do Rio Moxotó, que é uma sub-bacia do Rio São Francisco. Ele é o maior reservatório do Estado de Pernambuco. As principais características técnicas do reservatório estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1: Características técnicas do reservatório Poço da Cruz

Elemento do Reservatório	Características
Capacidade	504.000.000m ³
Material Técnico de Barramento	Enrocamento
Altura Máxima de Base	42,50m
Largura Máxima de Base	161,88m
Altura do Coroamento	420m
Largura do Coroamento	12m
Volume do Enrocamento	676,734m ³
Volume de Terra	263,927m ³
Largura do Vertedouro da Barragem	600m
Lâmina Máxima	1,3m
Volume de Escavação	22,0m ³
Tomada de Água	Feita através de galerias

Fonte: Adaptado das informações do DNOCS, 2009

O reservatório tem como finalidade principal a irrigação, mas também existe outras utilizações no mesmo, como a prática da pesca artesanal, auxilia no fluxo do transporte fluvial de escolares e moradores das margens e atividades de lazer. Além dessas finalidades ele também contava com a geração de energia, mas atualmente a usina hidrelétrica encontra-se desativada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal finalidade da água do reservatório é a irrigação, mas também é utilizada para outros fins como a pesca e o lazer. Em campo foi possível observar o canal de irrigação que leva água para o Perímetro Irrigado do Moxotó, no qual são cultivados banana, manga, mamão, goiaba e côco (Figura 3).



Figura 3: Canal de irrigação do Perímetro Irrigado Moxotó

Também foi observada uma área de lazer da população, chamada de Prainha, onde foi constatada a presença de vários bares construídos na margem do reservatório, além da grande quantidade de lixo. Essas construções não estão respeitando a faixa de 100m para áreas rurais estabelecidas na Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 (Figuras 4 e 5).



Figura 4: “Prainha” – Área de lazer na margem do reservatório



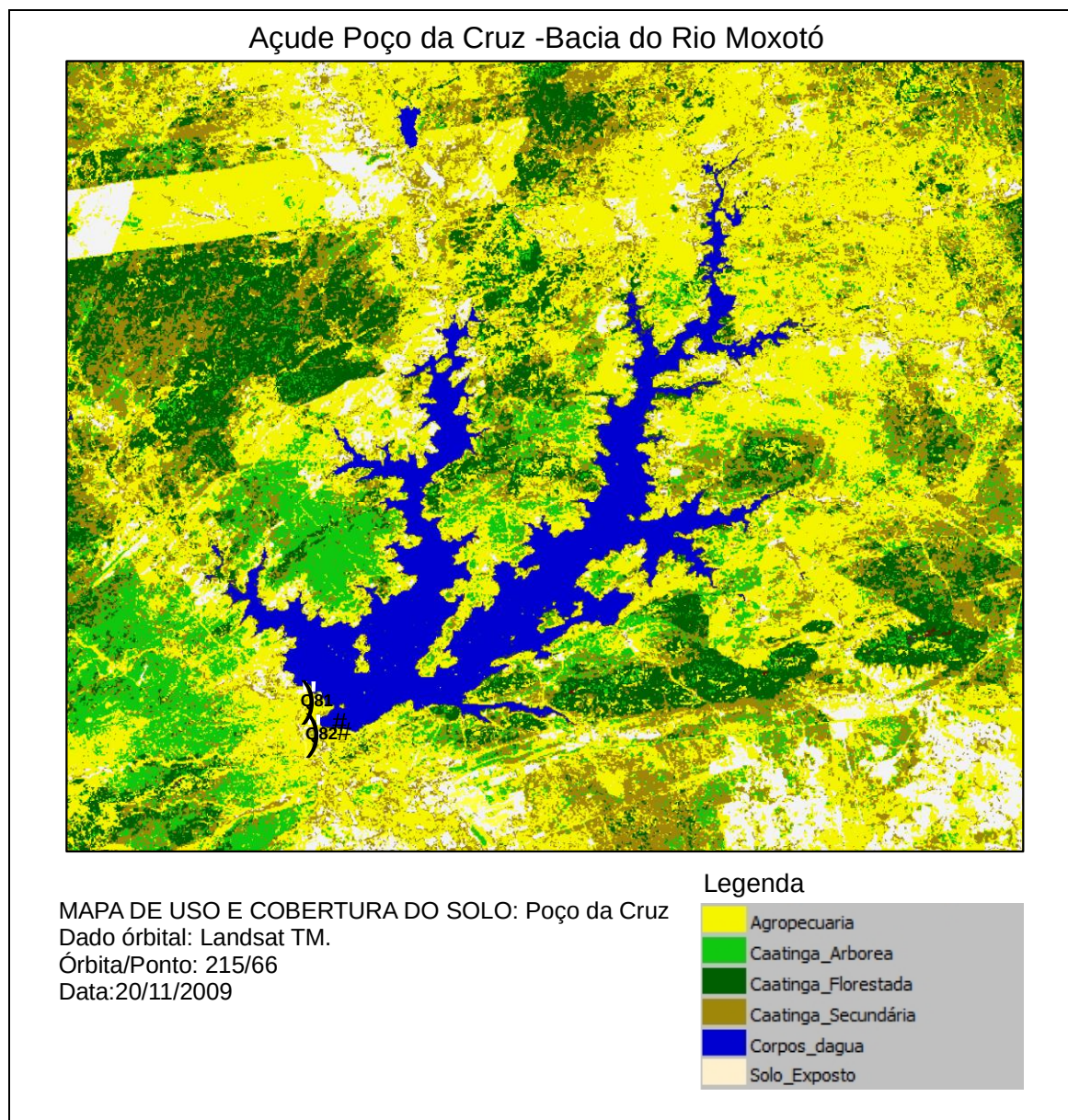
Figura 5: Presença de lixo nas margens do reservatório

A atividade da pesca, antigamente realizada com tanques-rede, é feita hoje artesanalmente com o auxílio de canoas (Figura 6).



Figura 6: Pesca artesanal no reservatório

O mapeamento de uso e cobertura do solo dividiu o reservatório nas seguintes categorias: agropecuária, caatinga florestada, caatinga arborizada, caatinga secundária, corpos d'água e solo exposto. Foi observado que nas margens a principal atividade é a agricultura (Figura 7).



Os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estão apresentados no Quadro 2 juntamente com os limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005.

Quadro 2: Valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Resolução CONAMA 357/2005		Mar/09	Ago/09	Mar/10	Ago/10
Parâmetros	Limites				
Temperatura (°C)	---	28,2	24,0	27,8	26,5
Turbidez (NTU)	máximo 100	2,89	2,55	5,6	2,73
Sólidos dissolvidos solúveis (mg/L)	máximo 500	240	200	215,5	264
Sólidos solúveis totais (mg/L)	---	76	10	134,5	6
Condutividade (µS/cm)	---	4	2,71	2	2,51
pH	entre 6 e 9	8,7	8,13	9,11	7,67
Oxigênio dissolvido (mg/L)	mínimo 5,0	9	11,1	8,1	5,1
DBO (mg O ₂ /L)	máximo 5	2	1	0,5	6
DQO (mg O ₂ /L)		75,75	39,75	0,5	6
Nitrato (mg/L-N NO ₃)	máximo 10	6,3	50,4	1,6	3,2
Nitrito (mg/L-N NO ₂)	máximo 1000	0,05	0,09	0,06	0,05
Nitrogênio amoniacal (mg/L-N NH ₃)	---	0	0,71	0,09	0,21
Nitrogênio total (mg/L-N)	---	31,64	51,2	1,7	3,46
Ortofosfato (mg/L)	---	0,02	2	3,8	0,036
Fósforo total (mg/L)	máximo 0,03	0,03	3,4	4,8	0,058
Clorofila-a	máximo 30	8,6	6,51	39,8	13,4
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	≤1000 em 80% de 6 amostra/ano	<1,8	2,68	<1,8	<1,8

O pH teve uma pequena alteração na coleta de março/2010. Assim como o pH, a DBO também apresentou só um valor fora do limite estabelecido pela legislação brasileira, chegando a 6 mg/L em agosto/2010. Os maiores aumentos em termos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. Em reunião no DNOCS, os técnicos informaram que as cidades localizadas no entorno do reservatório despejam seus efluentes domésticos sem tratamento no Poço da Cruz, podendo esta ser a causa deste valor encontrado. Também foi constatado por Sobral et al. (2006) que o lançamento de efluentes sem tratamento no reservatório de Itaparica, localizado no semiárido pernambucano, prejudicou a qualidade da água do mesmo.

Em relação à concentração de nitratos, a coleta de agosto de 2009 foi a única que apresentou valor acima do recomendado na Resolução CONAMA 357/2005 (10 mg/L), apresentando valor correspondente a 50,4 mg/L. O nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998).

O fósforo é indispensável para o crescimento de algas e quando se encontra em altas concentrações, pode levar a eutrofização de lagos e reservatórios (TUNDISI, 2008). As concentrações deste parâmetro estiveram acima do permitido na legislação em 3 ocasiões. De acordo com dados da CPRH, em 2008 o reservatório Poço da Cruz também apresentou concentrações de fósforo total acima do limite estabelecido na CONAMA 357, chegando a 0,13 mg/L. Huszar et al. (2000) ao estudarem diversos reservatórios no Estado de Pernambuco, entre eles o Poço da Cruz, também encontraram uma alta concentração de fosfato total.

Segundo Vollenweider (1968), modificado e ampliado por Ryding e Rast (1989), o reservatório de Poço da Cruz pode ser considerado mesotrófico em março/2009, eutrófico em agosto/2010 e hipereutrófico em agosto/2009 e março/2010. Estas elevadas concentrações de fósforo devem-se principalmente ao aporte de material orgânico vindo das cidades localizadas no entorno. Estas cidades lançam boa parte dos seus efluentes no reservatório em decorrência da maior parte da população não ter saneamento básico adequado.

As concentrações de clorofila estiveram dentro do permitido, exceto no mês de março/2010 onde a concentração chegou a 39,8 mg/L, superior aos 30 mg/L permitidos. Neste mês também foi encontrada a maior concentração de fósforo total, indicando o processo de eutrofização neste ambiente.

O fitoplâncton esteve distribuído em 3 classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae. Foi observado o predomínio das Cyanophyceae em todas as campanhas (Quadro 3).

Quadro 3: Densidade do fitoplâncton no reservatório Poço da Cruz

Classes	Coletas			
	Março/2010	Agosto/2010	Março/2010	Agosto/2010
Cyanophyta	17696	8706	6553015	2193139
Chlorophyta	293	127	6587	2336
Bacillariophyta	25	16892	947	5955

Em relação às cianobactérias, foram encontradas densidades acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/ 2005 para classe 2 (50.000 células/ mL) no ano de 2010. Estes valores indicam a presença de florações destas espécies, podendo acarretar em perda da qualidade da água e problemas relacionados à saúde da população e de animais.

Uma das espécies encontradas nas coletas foi a *Cylindrospermopsis raciborskii*, que é potencialmente produtora de toxinas e facilmente encontradas em reservatórios de Pernambuco (HUSZAR et al. 2000; MENDONÇA, et al. 2006).

O cálculo do IQA demonstrou que o reservatório encontra-se de médio a ruim, Quadro 4:

Quadro 4: Índice de Qualidade da Água (IQA)

Coletas			
Março 2009	Agosto 2009	Março 2010	Agosto 2010
55,0 - Médio	39,2 - Ruim	44,8 - Ruim	52,6 - Médio

De acordo com a CPRH, o reservatório apresentou um IQA bom em maio de 2008, porém foi considerado supereutrófico em relação ao IET no mês de maio de 2008. Segue no Quadro 5 a situação do reservatório quanto ao Índice de Estado Trófico das campanhas de março e agosto de 2009 e março e agosto de 2010.

Quadro 5: Índice de Estado Trófico (IET)

Índice de Estado Trófico (IET)			
Março 2009	Agosto 2009	Março 2010	Agosto 2010
63,0 - Eutrófico	91,8 - Hipereutrófico	93,9 - Hipereutrófico	67,0 - Supereutrófico

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A faixa de 100 m da mata ciliar, considerada como reserva ecológica pela Resolução CONAMA nº 302/02, não está sendo preservada. Este fato pode vir a causar prejuízos à qualidade da água e causar processos de erosão na margem do reservatório.

Constatou-se concentrações de pH, DBO, nitrato, fósforo total e clorofila fora dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/ 2005 e na Portaria 518/ 2004 do Ministério da Saúde. Portanto, verifica-se a necessidade de tratamento dos efluentes urbanos, industriais e agrícolas, a fim de diminuir o impacto no ambiente.

O lançamento de efluentes sem tratamento das cidades localizadas no entorno do reservatório, o aporte de matéria orgânica e de sedimentos dos rios afluentes são as principais fontes de contaminação da água do reservatório Poço da Cruz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Ministério da Integração Nacional Brasileiro pelo financiamento do projeto, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq através da bolsa de produtividade em pesquisa da primeira autora, à Facepe pela bolsa de pesquisa do segundo autor e à Capes pela bolsa de doutorado sanduíche do quarto autor.

BIBLIOGRAFIA

APHA. *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater*. Washington. American Public Health Association (APHA), 2000.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 574p.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S. da, MARINHO, M. M.; DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C. L. *Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters*. Hydrobiologia, v. 424, 2000.

MENDONÇA, D. F. P. DE; MENDONÇA, V. S. DE; AURELIANO, J. T. Histórico das florações de cianobactérias no estado de Pernambuco (1998-2005). In: REUNIÃO ANUAL DA REDE LUSO-BRASILEIRA DE ESTUDOS AMBIENTAIS. 10. 2006, Recife. Anais... Recife: UFPE/TU Berlin, 2006.

RYDING, S. O.; RAST, W. The control of eutrophication of lakes and reservoirs. *Man and the Biosphere Series*, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, Paris, France. 1989, 314 pp.

SOBRAL, M. GUNKEL, G.; MONTENEGRO, S. G. L.; AURELIANO, J.; FERRAZ, A. C.; ALMEIDA, T. A. Evaluation of the WaterMonitoring System for Tropical River Basins in Northeast Brazil. In: INTERNAT. SPECIALISED CONF. WATERSHED & RIVER BASIN MANAGEMENT, 9., Edingurh. 2002. Anais... Edingurh:IWA, 2002.

SOBRAL, M. C.; GUNKEL, G.; ROHN, H.; AURELIANO, J. Avaliação do Monitoramento da Qualidade da água de rios intermitentes: o caso do rio Ipojuca, Pernambuco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16. 2005, João Pessoa, Anais... João Pessoa.

SOBRAL, M. C.; CARVALHO, R. M.C.M. O. In: REUNIÃO ANUAL DA REDE LUSO-BRASILEIRA DE ESTUDOS AMBIENTAIS. 10. 2006, Recife. Anais... Recife: UFPE/TU Berlin, 2006.

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M.; *Limnologia.*, 2008. 632 p.

UTERMÖHL, H. Zur vervollkomnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie Mitteilungen*, 9, p. 1-38, 1958.

VOLLENWEIDER, R. A. The scientific basis of lake and stream eutrophication with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors. *Technical Report DAS/DSI/68.27*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France. 1968.