



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ASPECTOS QUALITATIVOS DA ÁGUA DO AÇUDE DE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE – PB¹

Aurean de Paula Carvalho²; João Miguel de Moraes Neto²; Vera Lucia Antunes de Lima²;
Ridelson Farias de Sousa²; Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva³;
Francisco Damião de Araújo⁴

RESUMO

Sabe-se que a água é um dos mais importantes recursos naturais, sendo indispensável para a sobrevivência e diversas atividades econômicas, por isso tem-se elevado o seu consumo, o que tem resultado em problemas cada vez mais sérios de degradação e poluição ambiental. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do açude de Bodocongó, em Campina Grande, no estado da Paraíba. O estudo foi conduzido nos anos de 2006 e 2007, quando foram avaliados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais. Os resultados obtidos demonstraram que as águas do açude Bodocongó não atenderam aos padrões de qualidade determinados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salobras classe um, dois e três; e que o lançamento de esgoto doméstico e industrial sem tratamento é a principal fonte de poluição das águas do açude.

Palavras-chave: degradação ambiental, recurso hídrico, gestão pública.

WATER QUALITY ASPECTS OF THE BODOCONGÓ RESERVOIR IN CAMPINA GRANDE, STATE OF PARAIBA, BRASIL

ABSTRACT

It is known that water is one of the most important natural resources and is essential for the survival and various economic activities, so it has high consumption, which has resulted in increasingly serious problems of pollution and degradation environment. This study aimed to evaluate the water quality of the Reservoir of Bodocongó, in Campina Grande, the state of Paraíba. The study was conducted in the years 2006 and 2007, when they were assessed the following physical, chemical and biological parameters: temperature, pH, dissolved oxygen, total dissolved solids, total nitrogen, total phosphorus and fecal coliform. The results showed that the waters of the Reservoir of Bodocongó aren't in accordance with the standards of quality set by CONAMA Resolution 357/05 to brackish water class one, two and three, and that the launch of domestic sewage and industrial without treatment is the main source of pollution the waters of the reservoir.

Keywords: environmental degradation, water resource, public management.

Trabalho recebido em 15/06/2008 e aceito para publicação em 18/07/2008.

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);

² EAFA-TO (Escola Agrotécnica Federal de Araguatins-Tocantins)/ UFCG, Fone: (83) 33101014. Rua Capitão João Alves de Lira, 1305, Bela Vista, CEP 58101-281, Campina Grande – PB, E-mail: aureanp@yahoo.com.br; moraes@deag.ufcg.edu.br; antuneslima@gmail.com; ridelsonfarias@yahoo.com.br;

³ DEAg/ UFCG, UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), E-mail: dgkcs@yahoo.com.br;

⁴ EAFA -TO E-mail: araujo.frd@gmail.com;

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento sócio-econômico e vem tendo rápido aumento de consumo, tornando-se escasso para a maioria das regiões em desenvolvimento (TUNDISI, 2003), com uma demanda de 70-80 % exigidos para a irrigação, menos de 20 % para a indústria, e apenas 6 % para o consumo doméstico. A deterioração dos recursos hídricos é influenciada pelo crescimento das áreas urbanas, atividades agrícolas, explosão de atividades industriais e do sistema de transporte (PRINZ & SINGH, 2003).

Este recurso natural vem sendo utilizado de forma predatória e irracional e isto tem resultado em sua degradação, poluição e alteração da sua qualidade, tornando-o inadequado para os usos múltiplos definidos em lei. Dessa forma o aumento e a diversificação dos usos dos recursos hídricos resultaram numa diversidade de impactos, das mais variadas amplitudes, exigindo diferentes tipos de análises e monitoramentos.

Os impactos decorrentes dessas intervenções aliados ao consumo elevado, a distribuição irregular de água doce no mundo e a sua conseqüente escassez, tornam-na um bem a cada dia mais raro, dotado de valor econômico e importante para a sobrevivência dos seres humanos e

para o desenvolvimento sócio-econômico de uma região, a ponto de desencadear tensões e ameaças de guerra sobre o direito do uso da água.

Levando-se em consideração que, de toda a água do planeta, somente cerca de 2,5% é doce, torna-se bastante evidente a necessidade da utilização sistemática e racional dos recursos naturais visando atender ao desenvolvimento sustentável, a melhoria da qualidade de vida e a geração de renda. Neste contexto, deve-se salientar que segundo a SEPLAN (1997) o quadro ambiental do Estado da Paraíba é um dos mais afetados pela ação do homem no nordeste, enfrentando grandes pressões, em especial, os recursos hídricos.

As águas superficiais, nesse estado, encontram-se fortemente comprometidas pela contaminação de efluentes de esgotos e fertilizantes, dentre outros. Já as águas subterrâneas, principalmente as menos profundas da faixa litorânea, encontram-se poluídas por coliformes e nitrito. Também os rios como o Cabelo, Jacarapé e Cuiá têm contribuído para contaminar as praias da zona litorânea com coliformes fecais.

A bacia do Riacho Bodocongó vem sendo palco de intensas transformações impulsionadas pela urbanização e desenvolvimento industrial, através da instalação de indústrias e construção de moradias. Desta forma, essa bacia vem

sofrendo inúmeras agressões, o que é comum em centros urbanos, as quais incluem: desmatamento de matas ciliares, poluição de recursos hídricos, crescimento desordenado de bairros e ocupação de áreas sem planejamento, uso descomedido de água, lançamento de esgotos, alteração da drenagem, erosão, dentre outros. Tais agressões podem comprometer o abastecimento em áreas urbanas da cidade e provocar problemas socioeconômicos, como a redução da disponibilidade hídrica.

De modo geral, a qualidade de um ambiente aquático pode ser definida em função da presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações e, segundo a composição e estrutura da biota aquática presente no corpo de água (MEYBECK & HELMER, 1996).

O monitoramento da qualidade de um recurso hídrico busca obter informações quantitativas e qualitativas das características da água através de amostragem, sendo realizado para se atingir propósitos específicos, como o conhecimentos das condições biológicas, físicas, químicas e ecológicas, enquadramentos em classes ou para a fiscalização (detecção de infrações aos padrões de qualidade da água estabelecidos em lei).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do açude de Bodocongó - PB e verificar se a mesma se enquadra dentro dos padrões determinados pelas Resoluções 274/2000 e 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas salobras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

A cidade de Campina Grande é a segunda maior do estado da Paraíba e situa-se no semi-árido nordestino, na mesoregião do Agreste Paraibano, zona oriental do Planalto da Borborema, na bacia do Médio Paraíba. Encontra-se no trecho mais alto das escarpas deste Planalto, com altitudes variando entre 500 e 600 m, ocupando uma área de 970 km², dos quais 411 km² são de área urbana.

A cidade dista 120 km de João Pessoa, capital do estado, e tem uma população estimada em 376.132 habitantes (IBGE, 2007), dos quais a maior parte reside na área urbana.

O clima da região é classificado como sendo do tipo As', segundo o sistema de Köppen, sendo quente e úmido com chuvas de outono-inverno e precipitação média anual de 730 mm. A temperatura oscila entre 28,6° C e 19,5° C com uma média de 22,9° C. O município polariza um universo de cinco micro-regiões

homogêneas, perfazendo um total de 23.960 km² que corresponde a 43% do território paraibano, consistindo em um dos centros urbanos de maior desenvolvimento tecnológico do Nordeste Brasileiro (PMCG, 2007).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado no açude de Bodocongó, um recurso hídrico muito importante para a cidade de Campina Grande, uma vez que alimenta o horto florestal e o complexo industrial instalado em seu entorno, é usado para o lazer e, também, é um elemento paisagístico de enorme relevância para os habitantes deste município.

O período de amostragem abrangeu os anos de 2006 e 2007, em quatro pontos

de coletas distribuídos ao longo deste corpo hídrico, os quais foram marcados com um sistema de posicionamento global (GPS) e apresentados na Figura 1.

Para a definição dos pontos de coleta de água, foram realizados estudos bibliográficos relacionados à área, visitas de campo e entrevistas junto à comunidade. A localização dos pontos é apresentada na Tabela 1.

Foi utilizada, também, uma imagem de satélite para a melhor compreensão dos processos que ocorrem no entorno do açude e que influenciam na sua dinâmica, pois o geoprocessamento é uma ferramenta que, nos últimos anos, tem auxiliado sobremaneira os estudos ambientais.



Figura 1. Pontos de coleta ao longo do açude de Bodocongó. (Fonte: Google, 2007).

Tabela 1. Localização dos pontos de coleta de água no açude de Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de 2006 a 2007.

Ponto	Latitude (S)	Longitude (W)	Local de referência
1	07° 12' 52,9"	35° 54' 59,6"	localiza-se no sangradouro do açude;
2	07° 12' 38,4"	35° 55' 25,7"	localiza-se ao lado da captação de água para abastecimento industrial;
3	07° 12' 47,8"	35° 54' 41,1"	localiza-se próximo a entrada de esgoto doméstico e captação para a piscicultura;
4	07° 12' 51,7"	35° 54' 39,7"	localiza-se a cerca de oitenta metros do ponto três, neste local encontra-se o sistema de captação de água para a irrigação.

2.2. Análises de água

Os parâmetros de qualidade da água estudados neste trabalho foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio total, fósforo total, condutividade elétrica, coliformes totais e sólidos totais.

As amostras foram coletadas mensalmente, durante as duas estações, seca e chuvosa, a partir do mês de dezembro 2006 até março de 2007. A metodologia adotada foi dividida e exposta em duas partes, em função dos parâmetros, na seguinte ordem:

2.2.1. Metodologia de campo

As coletas de campo foram feitas com frasco de 250 mL, e as medidas *in situ* realizadas com aparelhos portáteis específicos para cada parâmetro.

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram determinados *in locu* com

oxímetro modelo YK 22DO. Já os parâmetros condutividade elétrica e pH foram analisados com o condutivímetro digital CD-840 INSTRUTHERM e o pHmetro modelo TEC-3P - MP da TECNAL, respectivamente, segundo os protocolos de uso destes aparelhos.

2.2.2. Metodologia de laboratório

As amostras foram coletadas num frasco de 1000 mL, em seguida acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo e levadas para serem processadas no laboratório do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), em Campina Grande-PB. As seguintes análises foram realizadas:

a) Coliformes fecais (CF): foram analisados segundo a técnica dos tubos múltiplos em meio de cultura caldo lactosado de acordo com a metodologia

descrita por Standard Methods (APHA, 1995).

b) Nitrogênio Total: foram analisados pelo método micro Kjeldahl (APHA, 1995).

c) Fósforo Total: através do método ácido ascórbico após a digestão com persulfato de amônio (APHA, 1995).

d) Sólidos Totais: foram analisados pelo método da cápsula de porcelana (APHA, 1995).

2.3. Correlação com a legislação ambiental e literatura técnica

A qualidade da água é definida em função de valores máximos e mínimos permitidos para as variáveis físicas, químicas e biológicas, estabelecida pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, o equilíbrio ecológico do meio ambiente, a qualidade de vida e levando-se em conta os usos prioritários. Neste trabalho, os valores obtidos para os parâmetros estudados estão correlacionados com os padrões estabelecidos pelas Resoluções nº. 274/2000 e 357/2005 do CONAMA e complementações citadas na literatura específica. Essa relação permite uma visão geral da qualidade da água e do estado ambiental do açude em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Precipitação pluviométrica

Durante o período de estudo, a precipitação mensal mínima registrada foi de 4 mm, em dezembro de 2006, e a máxima mensal foi de 95,1 mm, em março de 2007, conforme a Figura 2. O período compreendido entre dezembro de 2006 e janeiro de 2007 foi caracterizado como de estação seca, com uma precipitação acumulada de 33 mm. O período chuvoso ficou compreendido entre fevereiro e março de 2007, quando a precipitação acumulada atingiu 160,5 mm.

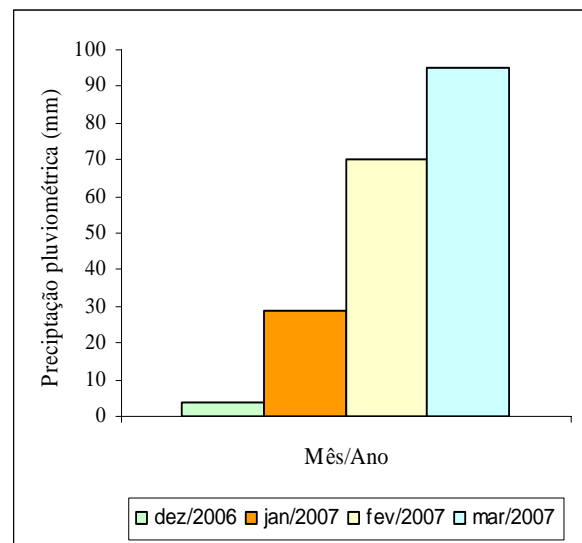


Figura 2. Pluviometria mensal no município de Campina Grande, Paraíba, do período de estudo. Fonte: AESA (2007).

3.2. Temperatura da água.

A temperatura da água apresentou-se alta durante o período de estudo. Os resultados mostraram que a maior

temperatura ocorreu em março de 2007 no Ponto Um (PI), quando se atingiu 30,3 °C, e a mínima alcançou 24,1 °C, no Ponto Dois (PII), em dezembro de 2006 (Figura 3), com uma amplitude térmica de 6,2 °C. Nesse mesmo açude foram registradas amplitudes entre 5,0 e 5,5 °C, próximas aos valores deste trabalho, por Abílio (2002); Diniz (2007) e Ceballos (1995).

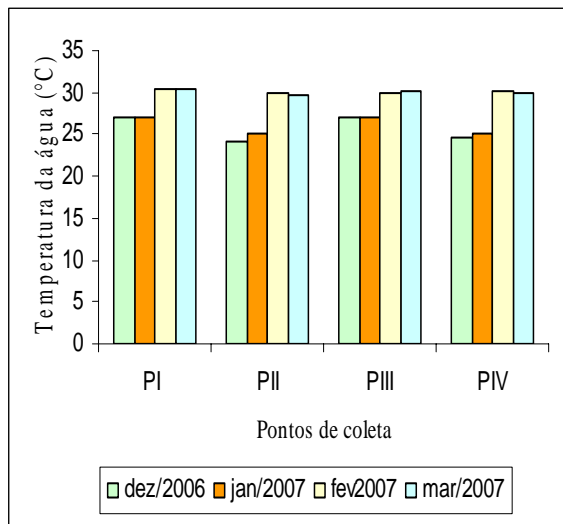


Figura 3. Temperatura da água nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Diniz (2005) observou uma amplitude de 4,6 °C nas águas do açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão – PB, enquanto Bouvy, Barros-França e Carmouze (1998) registraram uma amplitude térmica de 6,3 °C em açudes pernambucanos. Estes resultados demonstram que os valores obtidos estão

dentro da faixa comum nesta parte da região nordestina.

3.3. Oxigênio dissolvido (OD)

Os teores de oxigênio dissolvido na água são demonstrados na Figura 4, os quais apresentaram um valor máximo de 3,9 mg L⁻¹ no Ponto Três (PIII), em dezembro de 2006, e um mínimo de 1,5 mg L⁻¹ no Ponto Dois (PII), em março de 2007.

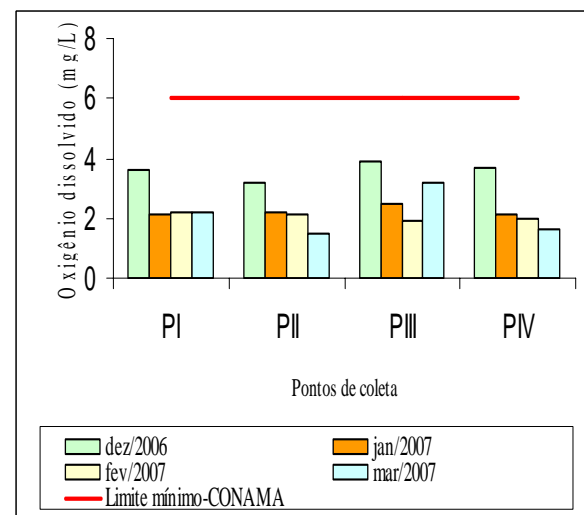


Figura 4. Concentrações de Oxigênio dissolvido nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Diniz (2005) e Diniz et al. (2007), neste mesmo açude, encontraram teores mínimos e máximos próximos aos do presente estudo (1,6 e 4,2 mg L⁻¹; 0,4 e 2,9 mg L⁻¹). Já Rosas, Coutinho e Olivera (1990) observaram uma faixa de variação

de 1,61 e 6,62 mg L⁻¹, para o teor de oxigênio dissolvido, na Lagoa do Valadão em Sergipe. Os baixos valores de OD obtidos no presente trabalho são característicos de ambientes com elevada carga orgânica, uma vez que os organismos decompositores consomem altas concentrações de oxigênio na estabilização da matéria orgânica.

Observando a Figura 4 nota-se que os maiores valores de OD foram registrados nos meses de menor precipitação, sendo que o inverso ocorreu nos meses de maiores precipitações. Tal observação reforça a idéia de que a lavagem da bacia de drenagem contribui significativamente com a elevação da poluição deste corpo hídrico.

Ressalta-se ainda que em março de 2007, no Ponto Dois (PII), foi obtido o

menor valor de OD, onde também se registrou a mortandade de peixes visualizada nas Figuras 5a e 5b. Tal ocorrência, possivelmente, deve-se a introdução de esgoto doméstico e industrial clandestinos, através da galeria de águas pluviais, e a lavagem das gaiolas de aves que contribui com o aumento da matéria orgânica.

A resolução CONAMA 357/05 estabelece que a concentração de oxigênio dissolvido para águas salobra Classe Um deve ser igual ou superior a 5 mg L⁻¹. Como pode ser observado na Figura 4, em nenhum momento do estudo os valores obtidos atingiram o que determina a legislação em questão.

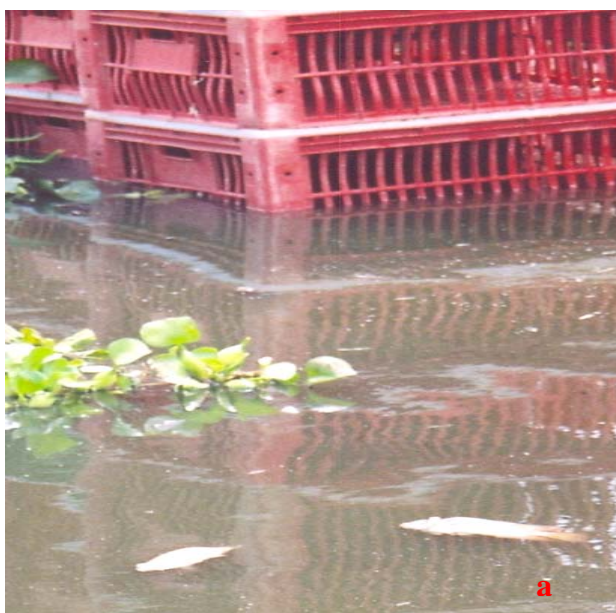


Figura 5. Mortandade de peixes em função do baixo teor de oxigênio dissolvido no açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba.

3.4. Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH apresentou valores com uma faixa de variação de 6,7 a 9,3, sendo que o mínimo foi registrado em dezembro de 2006 e o máximo em fevereiro de 2007, ambos no Ponto Três (PIII). A Figura 6 revela o claro predomínio de valores básicos neste período de estudo.

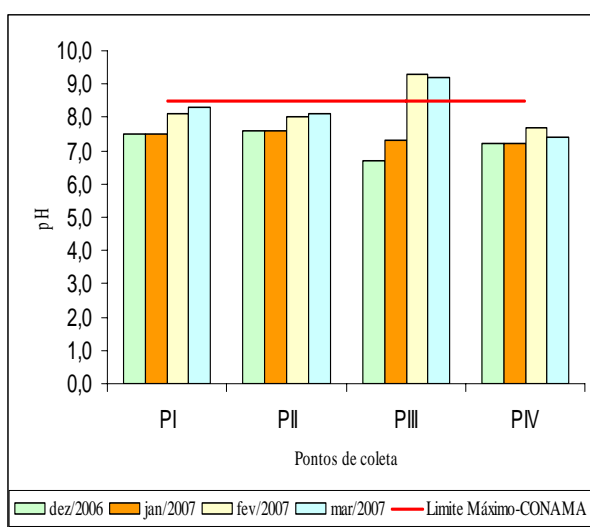


Figura 6. Valores de pH nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Braga (2006) encontrou resultados semelhantes aos valores registrados nesta pesquisa, em estudo realizado no açude Gavião – CE. Oliveira (2006) registrou valores que variaram entre 6,6 e 8,0, na lagoa do Batoque – CE; Fernandes (1997) observou uma variação do pH entre 6,7 e 9,4, no açude São Salvador na Paraíba; Melo e Chacon (1976) registraram um pH

de 8,9 no açude Soledade, na Paraíba; Diniz (2007) pesquisando o açude de Bodocongó também obteve pH básico.

Segundo Wright apud Esteves (1998) e Melo e Chacon (1976), os açudes nordestinos, durante o período seco, apresentam valores de pH normalmente superiores a 8,0. Este comportamento, de acordo com Esteves (1998), são característicos de ecossistemas aquáticos com balanço hídrico negativo, no qual a precipitação é menor do que a evaporação.

Durante a maior parte do período de estudo este parâmetro sempre esteve dentro dos limites estabelecidos para as águas salobras Classe Um, determinado pela resolução CONAMA 357/05, ficando um pouco acima do limite de 8,5 somente nos meses de janeiro e fevereiro de 2007, possivelmente em função da adição de alguma substância de origem industrial aos esgotos lançados no açude.

3.5. Condutividade elétrica

Os resultados referentes à condutividade elétrica, obtidos durante o período de estudo nos diferentes pontos de coleta, mostraram que a mesma variou de 1,39 a 1,75 dS m⁻¹ (Figura 7).

Resultados semelhantes têm sido destacados por outros autores que estudaram corpos d'água nordestinos, os quais encontraram elevados valores de

condutividade elétrica, como: Rosas, Coutinho e Oliveira (1990) na Lagoa de Valadão – SE; Ceballos (1995) e Ceballos (1997) nos recursos hídricos lânticos paraibanos (Lagoa da Roça, Judide, Ligeira, Fazenda Corredor, Pia, Epitácio Pessoa, São Gonçalo, Jatobá, São Mamede, etc.); Watanabe, Gadelha e Passearat-de-Silans (1989) em oito açudes entre João Pessoa e Campina Grande - PB; Fernandes (1997) no açude São Salvador, na Paraíba; e Diniz (2005) nos açudes Boqueirão e Bodocongó, evidenciando uma característica marcante das águas desta região. Em todo caso, conforme Ayers & Westcot (1999), a condutividade elétrica apresentou valores considerados aceitáveis para a irrigação de diversas culturas.

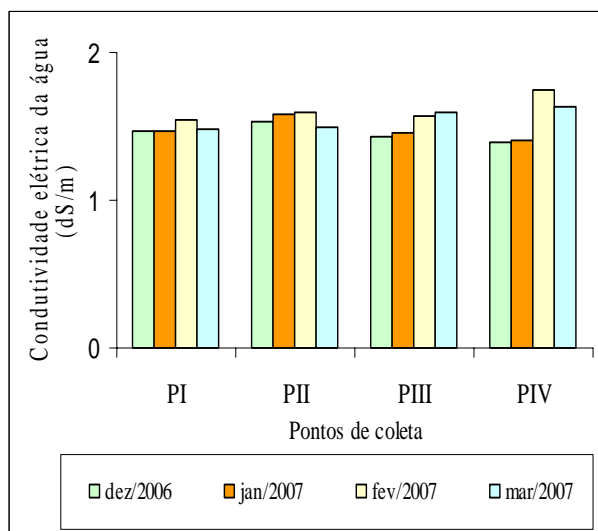


Figura 7. Concentrações de condutividade elétrica da água nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

3.6. Sólidos totais

As concentrações de sólidos totais apresentaram acentuada diferença entre o mês inicial e o mês final do ciclo da pesquisa. Tal comportamento pode ser observado em todos os pontos de coleta, conforme a Figura 8.

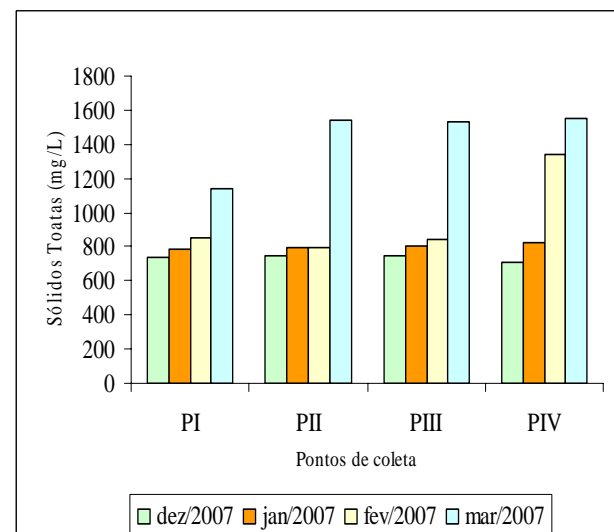


Figura 8. Concentrações de sólidos totais nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

No período estudado, a menor concentração atingiu 713 mg L^{-1} , no mês de dezembro de 2006, enquanto a mais elevada alcançou 1552 mg L^{-1} , no mês de março de 2007, ambas registradas no Ponto Quatro (PIV). Essa variação deve-se, possivelmente, ao lançamento de esgoto e ao araste promovido pelas chuvas de materiais acumulados nas valas, nos bueiros e na bacia de drenagem.

3.7. Nitrogênio total (N)

O nitrogênio total esteve presente em elevadas concentrações ao longo do período de estudo, sendo que a média dos valores observados atingiu de $5,3 \text{ mg L}^{-1}$.

A Figura 9 mostra as variações da concentração de nitrogênio total ocorridas nos quatro pontos de coleta. Nota-se que o menor valor de N foi de $2,2 \text{ mg L}^{-1}$, registrada no Ponto Três (PIII) em janeiro de 2007, e o mais elevado atingiu $10,6 \text{ mg.L}^{-1}$ em fevereiro deste mesmo ano, no ponto quatro (PIV), coincidindo com os maiores valores de pluviosidade.

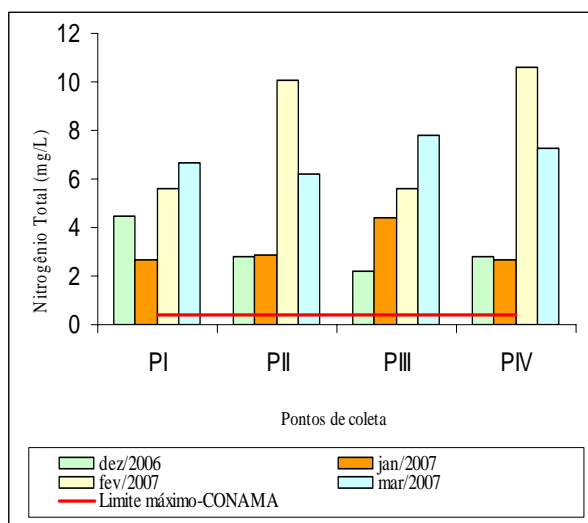


Figura 9. Concentrações de nitrogênio total nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Percebe-se um incremento em direção aos Pontos Três (PIII) e Quatro (PIV), indicando uma contaminação

crescente relacionada aos esgotos (domésticos e hospitalares), resíduos agrícolas e efluentes provenientes da piscicultura instalada nas margens deste açude.

Outros trabalhos relacionados a qualidade da água de corpos hídricos registraram resultados semelhantes aos desta pesquisa. Nesses trabalhos também foi apontado como a causa principal das elevações do teor de nitrogênio o lançamento de esgotos, fertilizantes e drenagem da bacia hidrográfica, como relatado por Tundisi (2006) no reservatório da hidrelétrica de Lajeado – TO, Franca et al. (2006) no rio dos Macacos – CE e Carvalho (1997) no ribeirão Lajeado – TO.

Os valores obtidos de nitrogênio total observados neste trabalho foram superiores ao limite de $0,40 \text{ mg L}^{-1}$ estabelecido na resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para as águas salobras Classe Um. Nota-se que, em nenhum momento do estudo, os valores encontrados ficaram de acordo com o que determina a legislação em questão, visto que o menor valor registrado ficou 5,5 vezes acima do limite estabelecido pela norma citada.

Os altos valores de nitrogênio total obtidos durante o período de estudo revelam que o açude encontra-se eutrofizado, principalmente em função do

lançamento de esgotos domésticos sem tratamento. Além disso, os baixos valores de oxigênio dissolvidos deste recurso hídrico, possivelmente, são influenciados pelas elevadas concentrações deste nutriente, uma vez que, segundo Esteves (1998), para oxidar 1 mg do íon amônio (NH_3) são necessários 4,3 mg de oxigênio.

Ressalta-se, ainda, que isto tem sérias implicações ecológicas como a mortandade de peixes (Figura 5a e 5b), visto que em condições de elevado pH e alta temperatura, a amônia apresenta-se na forma livre tóxica aos peixes e que concentrações de amônio acima de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ são letais para diversas espécies (VON SPERLING, 1997; ESTEVES, 1998). Tais condições estão presentes no açude, conforme as Figuras 3, 6 e 9.

3.8. Fósforo total (P)

O fósforo total apresentou grandes oscilações espacial-temporal, sem, contudo, mostrar um padrão definido de variações. A Figura 10 mostra a flutuação dos valores da concentração de fósforo nos quatro pontos do açude, durante o ciclo de quatro meses, indicando que as maiores elevações ocorrem à medida que se aproxima dos Pontos Três (PIII) e Quatro (PIV), os quais ficam próximos à entrada de esgoto doméstico de bairros da cidade.

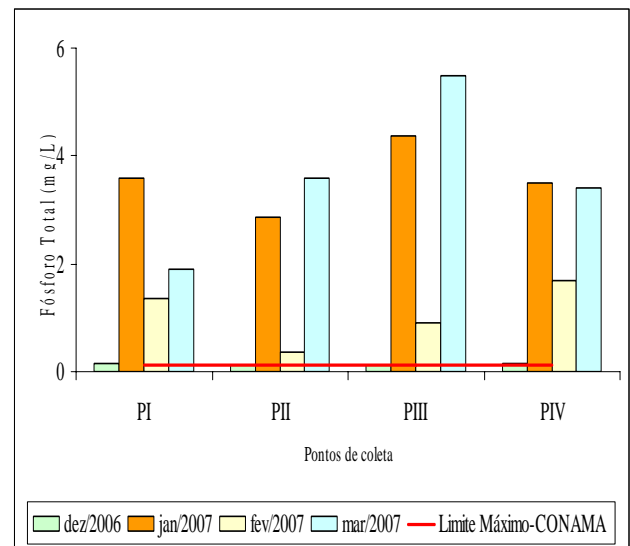


Figura 10. Concentrações de fósforo total nos quatro pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Nota-se que o teor mais elevado de P foi de $5,5 \text{ mg L}^{-1}$, em março de 2007, e o menor valor de $0,11 \text{ mg L}^{-1}$, no mês de dezembro de 2006, ambos registrados no Ponto Dois (PII).

A média atingiu $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, ficando sempre acima de $0,124 \text{ mg.L}^{-1}$, o qual representa o limite máximo estabelecido pela resolução 357/05 do CONAMA para o fósforo total.

Ressalta-se, ainda, que de acordo com a classificação apresentada por Von Sperling apud Von Sperling (1997), este corpo hídrico encontra-se hipereutrofizado, visto que os resultados obtidos para o parâmetro fósforo total, durante o período de estudo e em todos os pontos de coleta,

sempre excederam o valor de 100 mg m³. De acordo com este autor, uma água que atinge tal grau de trofia só é adequada para o uso de irrigação ou produção de energia.

3.9. Coliformes fecais

Os resultados referentes aos coliformes fecais, e apresentados na Tabela 2, mostraram que houve elevadas variações, tanto espacial quanto temporal, ao longo do ciclo de estudo, oscilando entre $3,8 \times 10^4$ e $7,1 \times 10^6$ NMP 100 mL⁻¹.

O Ponto Um (PI) registrou as mais altas contagens para as duas as estações (seca e chuvosa), comportamento semelhante também foi observado nos Pontos Dois (PII) e Três (PIII). Isto se deve, possivelmente, ao aporte de esgoto que o açude recebe de bairros circunvizinhos.

O Ponto Quatro apresentou valores mais baixos na estação seca e valores mais

elevados na estação chuvosa, possivelmente em função da contribuição da drenagem da bacia que carrou material fecal difuso. Ceballos (1995) e Diniz (2005) em estudos realizados neste mesmo açude observaram comportamento semelhante, porém encontraram valores bem menores ($5,0 \times 10^2$ a $6,0 \times 10^4$, $4,1 \times 10^3$ a $9,3 \times 10^4$ NMP 100 mL⁻¹). A partir da comparação desses trabalhos pode-se afirmar, nitidamente, que houve uma evolução alarmante nos níveis de poluição no açude Bodocongó, ao longo dos últimos doze anos.

Os elevados índices de coliformes fecais registrados explicitaram claramente a alta contaminação do açude, principalmente, por esgoto doméstico e hospitalar, com valores próximos ao esgoto bruto que, segundo Florentino (1993), é de 10^7 NMP 100 mL⁻¹ e, de acordo com Jordão e Pessoa (1995), varia entre 10^7 e 10^8 NMP 100 mL⁻¹.

Tabela 2. Análise de coliformes fecais nos quatros pontos de coleta do açude Bodocongó, em Campina Grande, Paraíba, no período de estudo.

Época de amostragem	Ponto de coleta			
	PI	PII	PIII	PIV
	----- (NMP 100 mL ⁻¹) -----			
Dezembro de 2006	$7,1 \times 10^6$	$3,6 \times 10^6$	$4,8 \times 10^5$	$3,8 \times 10^4$
Janeiro de 2007	$7,0 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$8,3 \times 10^4$
Fevereiro de 2007	$6,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$2,7 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$
Março de 2007	$6,5 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$	$2,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo sobre a degradação dos recursos hídricos do açude Bodocongó permitem concluir que:

- 1 - As águas do açude não atenderam aos padrões de qualidade determinados pela Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas salobras classe um, dois e três; revelando-se imprópria para os usos múltiplos como: irrigação, aquicultura, lazer, dentre outros;
- 2 - O lançamento de esgoto doméstico e industrial sem tratamento é a principal fonte de poluição das águas do açude; aliados à contribuição de águas de lavagem de carros, de matadouro clandestino e da disposição inadequada de resíduos sólidos;

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, F. J. P. **Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, nordeste do Brasil.** São Carlos, 2002. 179 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos.
- APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 19 ed. Washington D.C.: APHA-AWWA-WPCF. 1995.
- AESA. Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Geoprocessamento. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocess.php>> Acesso em: 02 fev. 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** Trad. H. R. GHEYI; J. F. de MEDEIROS; F. A. V. DAMASCENO. Campina Grande. UFPB, 1999.
- BOUVY, M.; BARROS-FRANÇA, L. M.; CARMOUZE, J. P. Compartimento microbiano em sete açudes do Estado de Pernambuco. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 1, p. 93-101. 1998. Disponível em: <http://www.sblimno.org.br/acta/my_web_sites/acta_limnologica_contents1001P.htm>. Acesso em: 04 de mai. 2007.
- BRAGA, E. DE A. S. **Determinação dos compostos inorgânicos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fósforo total, na água do açude gavião, e sua contribuição para a eutrofização.** Fortaleza, 2006. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará.
- CARVALHO, A. de P. **Diagnostico da influência dos diferentes usos (solo e água) sobre a qualidade da água do ribeirão Lajeado.** Palmas, 1997. 95 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Fundação Universidade do Tocantins.
- CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do tropico semi-árido.** São Paulo, 1995. 192 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Paulo.

- CEBALLOS, B. S. O. et al. Variabilidade da qualidade das águas de açudes nordestinos. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 19. 1997. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABES, 1997.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005: 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. Resoluções CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 05 fev. 2007.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 274 de 29 de novembro 2000: Dispõe sobre os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras. Resoluções CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 05 fev. 2007.
- DINIZ, R. C. et al. Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias em dois açudes do semi-árido (PB). XXVII Congresso Interamericano de Engenharia sanitária e Ambiental. Disponível em: www.mma.gov.br/conama. Acesso em: 10 de abr. de 2007.
- DINIZ, R. C. **Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias em dois açudes do semi-árido (PB)**. Campina Grande, 2005. 193 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.
- _____. **Fundamentos de limnologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FERNANDES, R. M. L. **Açude São Salvador. Aspectos sanitários e físico-químicos da água represada e de seu tributário principal. Proposta de manejo para retardo da eutrofização**. Campina Grande, 1997. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande.
- FLORENTINO, E.R. **Caracterização dos esgotos domésticos das ETE's de Campina Grande, Guarabira e Sapé-PB. Campina Grande-PB**. Campina Grande, 1993. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba.
- FRANCA, R. M. da et al. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, vol. 1, n. 1, p. 92-102, mar. 2006.
- GOOGLE EARTH. Campina Grande. Disponível em: <<http://earth.google.com>> Acesso em: 05 fev. 2007.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados Estatísticos do Município de Campina Grande/PB. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de mai. 2007.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- MELO, H. A. R.; CHACON, J. O. **Exame biológico pesqueiro do açude púco “soledade” (Soledade, PB) Brasil**. Fortaleza: Boletim técnico. DNOS 1976. p 3-26.

- MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. Water Quality Assessments - **A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring**. 2nd Edition. Cambridge: University Press, 1996.
- OLIVEIRA, E. C. **Aspectos limnológicos e sanitários de uma lagoa costeira no litoral leste do Ceará - Lagoa do Batoque**. São Carlos, 2006. 163 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) Universidade de São Paulo.
- PMCG-PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. **A cidade**. Disponível em: <www.pmcg.pb.gov.br/cidade.htm>. Acessado em 06 de mai. de 2007.
- PRINZ, D.; SINGH, A. K. Water Resources in arid regions and their sustainable management. *Annals of Arid Lands*, Special issue on research. 2003.
- ROSAS, E.; COUTINHO, O.; OLIVEIRA, N. B. Estudo limnológico de um lago de várzea em Sergipe, Nordeste do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliense**, v. 3, p. 245- 273, 1990. Disponível em: <http://www.sblimno.org.br/acta/my_web_sites/acta_limnologica_contents301P.htm>. Acesso em: 20 de mai. 2007.
- SEPLAN (Secretaria de Planejamento do Estado da Paraíba). **Plano de desenvolvimento Sustentável: 1996-2010** – João Pessoa, 1997.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Rima IIE. São Carlos, 2003.
- TUNDISI, J. E. M. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO)**. São Carlos, 2006. 152 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Federal de São Carlos.
- VON SPERLING, M.; **Introdução à qualidade das águas e aos tratamentos de esgotos**. 2a Ed. Belo Horizonte-MG. UFMG, 1996.
- WATANABE, T.; GADELHA, C. L.M.; PASSERAT-DE-SILANS, A. M. B. Análise estatística da relação entre a presença de plantas aquáticas e parâmetros físico-químicos da água de açudes. Congresso Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 8. 1989. **Anais...** p. 585-594, Foz do Iguaçu, 1989