

## IV-316 - AVALIAÇÃO DE INDICADORES MICROBIOLÓGICOS NAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO SOBRAL (CACHOEIRO), SOBRAL/CE

**Julio César Xavier Souza**<sup>(1)</sup>

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Bolsista PIBIC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* Sobral.

**Maria Keline Xavier Freire**<sup>(2)</sup>

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Bolsista PIBIC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* Sobral.

**Tamily Candido de Lima**<sup>(3)</sup>

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* Sobral.

**Lorena Dandara Nogueira de Lima**<sup>(4)</sup>

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Bolsista PIBIC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* Sobral.

**Francisco Rafael Sousa Freitas**<sup>(5)</sup>

Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPgES/LARHISA/UFRN). Professor do Eixo Ambiente, Saúde e Segurança do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* Sobral.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Princesa Isabel, 616 – Parque Silvana II - Sobral - Ceará - CEP: 62040-060 - Brasil - Tel: +55 (88) 99809-0617 - e-mail: [souza.jx@gmail.com](mailto:souza.jx@gmail.com)

### RESUMO

Tendo em vista a importância da aqüedagem no estado do Ceará como forma de mitigar os efeitos da estiagem e os perigos que a água contaminada microbiologicamente trazem aos usos múltiplos que se façam da água armazenada, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade microbiológica do açude Sobral (Cachoeiro), localizado na zona periurbana da cidade de Sobral, no semiárido do noroeste do Ceará. Foram realizadas sete campanhas de coleta no período de Março a Novembro de 2016 em três pontos distintos ao longo da bacia hidráulica do reservatório. Os parâmetros analisados foram Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Bactérias Heterotróficas Totais – BHT, Coliformes Totais e Termotolerantes. Os resultados encontrados indicam que, embora não tão consistente, a qualidade da água do manancial vem sofrendo degradação, demonstrada pela presença de Coliformes Termotolerantes e pelas elevadas densidades de Bactérias Heterotróficas. Ocorre portanto, a necessidade de uma vigilância da qualidade microbiológica da água e o desenvolvimento de ações de educação ambiental para a divulgação dos problemas potenciais que podem ocorrer advindos desses processos. As possíveis fontes poluidoras devem ser identificadas e controladas para preservação e manutenção da qualidade da água armazenada, garantia da segurança de seu uso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coliformes Termotolerantes, Bactérias Heterotróficas Totais, Poluição Difusa, Semiárido.

### INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida na Terra e está presente em diversos segmentos da vida do homem, que depende do seu fornecimento para beber, se alimentar e para realizar a maioria de suas atividades diárias. O aumento pela demanda d'água, ocasionado pelo constante aumento da população mundial, aliado à crescente contaminação dos recursos hídricos, têm tornado sua disponibilidade cada vez mais escassa (VEGA *et al.*, 1998).

Outro fator que pode comprometer o abastecimento de água em algumas regiões é a irregularidade com que as precipitações ocorrem. Em regiões semiáridas, como por exemplo a região Nordeste do Brasil que enfrenta períodos de seca, a escassez de água ainda é um dos principais problemas ambientais e sociais existentes. Diante disso, o governo vem investindo há décadas em alternativas que visam garantir um melhor abastecimento de água e minimizar os problemas causados pela escassez da mesma. Destaca-se o Departamento Nacional de

Obras Contra as Secas (DNOCS), um órgão responsável pela construção de açudes criado a mais de cem anos (ALVES et al., 2014). Outras medidas implementadas foram a perfuração de poços profundos e, mais recentemente, a distribuição de cisternas para o armazenamento de água da chuva. No entanto, mesmo diante dessa preocupação para com a garantia no abastecimento de água, os aspectos relacionados com a sua qualidade permanecem geralmente negligenciados (BRITO et al., 2005).

O abastecimento de água em regiões de baixa precipitação pluviométrica constitui-se em um dos maiores desafios da Engenharia Sanitária em todo o mundo (Payne, 1986). No Nordeste brasileiro, a açudagem, ou seja, a criação de reservatórios para acúmulo de água é uma prática bastante comum e se refere a uma necessidade crítica à questão hídrica regional. As condições ambientais, irregularidade espacial da disponibilidade de água precipitada, elevadas taxas de evapotranspiração, solos rasos e pedregosos, alto grau de insolação diária, o mau dimensionamento e manejo das obras hídricas e a degradação acelerada de qualidade da água armazenada agravam ainda mais os problemas socioeconômicos do nordeste brasileiro (AB'SÁBER, 1990).

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (2003), a água contaminada por microrganismos patogênicos é responsável por cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento. O estudo de microrganismos aquáticos se torna imprescindível para o diagnóstico da qualidade da água que é utilizada para múltiplos fins pelas populações humanas (NASCIMENTO, 2013).

Os organismos patogênicos oriundo de fezes de humanos e animais, em contato com água transmitem diversas doenças. Por conta disso os indicadores microbiológicos têm sido utilizados para verificar a presença de poluição fecal, sendo a bactéria *Escherichia coli* o microrganismo indicador de contaminação fecal mais aplicado (BARRELL et al., 2002).

A água armazenada em poços rasos ou reservatórios normalmente não recebem tratamento adequado e encontram-se mais susceptíveis à contaminação microbiana podendo causar sérios riscos à saúde da população que a utiliza (BRITO et al., 2011).

As bactérias heterotróficas, também utilizadas como indicadores qualidade de água, são aquelas que utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono, estando incluídas neste grupo bactérias patogênicas como aquelas pertencentes ao grupo coliforme (CETESB, 2006). Já as bactérias do grupo coliforme têm sido utilizadas há vários anos na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais, e atendem vários dos requisitos de um bom indicador de contaminação fecal. Apesar de ocorrerem em solos, plantas e outras matrizes ambientais (CONAMA, 2005), são recorrentemente encontradas em ambientes contaminados por efluentes orgânicos domésticos ou industriais e poluição difusa advinda do atividades realizadas na bacia hidrográfica.

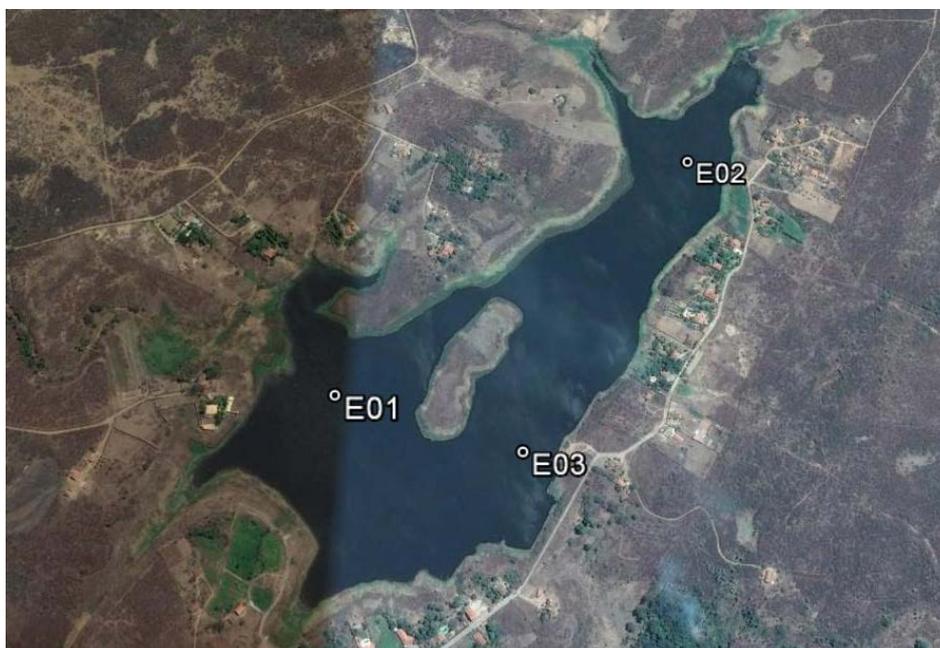
A açudagem no Ceará tem a importante função de mitigar os efeitos da seca, tão comum no semiárido. Para tanto, a água armazenada nesses açudes, utilizada principalmente para consumo humano deve ser preservada e bem gerencia, para que não traga prejuízos as comunidades aquáticas e à população que faz seu uso, considerando que a água contaminada é o principal veículo de transmissão de doenças.

Desta forma, este trabalho objetivou realizar avaliação de indicadores microbiológicos de qualidade nas águas em um reservatório localizado na zona semiárida do noroeste do estado do Ceará, verificando o atendimento ao disposto na resolução CONAMA 357 de 2005, além de gerar dados que possam ser utilizados para melhoria da eficiência da gestão desse recurso hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de água foram realizadas no reservatório Sobral, popularmente conhecido como Cachoeiro, localizado no município de Sobral, no noroeste do estado do Ceará. O reservatório pertence à bacia hidrográfica do rio Acaraú e possui capacidade máxima de acumulação de 4,27 hm<sup>3</sup> (COGER, 2016), sendo utilizado para abastecimento, irrigação difusa e lazer.

As campanhas mensais foram realizadas em três estações de amostragem distribuídas ao longo do eixo longitudinal da bacia hidráulica do reservatório, onde foram priorizadas áreas próximas a balneário ou áreas residenciais/agrícolas que possuem influência direta sobre o manancial (Figura 1). A amostragem foi realizada no período de março à novembro de 2016 (totalizando 07 campanhas).



**Figura 1: Distribuição das estações amostrais no reservatório (Fonte: Google Earth, 2017).**

A análise das amostras coletadas foi baseada na avaliação de parâmetros microbiológicos (Coliformes Totais e Termotolerantes, pelo método dos Tubos Múltiplos - Número Mais Provável (NMP/100mL); e Bactérias Heterotróficas Totais-BHT, para as quais as amostras foram semeadas em duplicata no meio de cultura *Plate Count Agar* (PCA), pela técnica do *Pour Plate* – Unidade Formadora de Colônia (UFC/mL), e parâmetros físico-químicos: Temperatura medida com o auxílio de termômetro de imersão total; Oxigênio Dissolvido analisado por titulometria pelo método de Winkler (APHA, 1998); pH, medido eletronicamente através de pH-metro).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que durante o período avaliado, a temperatura da água não apresentou grandes variações temporais, com amplitude de 5°C ( $\pm 1,9$ ), com máximo de 34°C em março/2016 (Tabela 1). Valores semelhantes foram observados por Soares-Filho *et al.*, (2006), estudando o mesmo manancial no período de março a dezembro de 2005. De acordo com Tavares (2000), amplitudes térmicas máximas de 4°C estão dentro do esperado para açudes localizados no nordeste brasileiro e para outras regiões tropicais para o mesmo horário de coleta. Nesse estudo nem todas as coletas puderam ser realizadas no mesmo horário, ocorrendo no período da manhã ou da tarde.

**Tabela 1: Média mensal e resultados das estatísticas descritivas para os parâmetros analisados.**

Mês/2016	Temperatura (°C)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg/L O <sub>2</sub> )	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)
MAR	34,0	7,1	7,6	255	13	10145
ABR	32,8	8,7	7,8	549	32	1628
MAI	33,0	8,2	7,7	29	9	7496
JUN	29,8	7,8	8,5	NR	NR	NR
AGO	30,5	8,1	5,8	76	33	789
SET	29,0	8,3	6,2	24	15	5476
NOV	30,0	8,7	7,4	101	75	4729
<i>Média</i>	<i>31,3</i>	<i>8,1</i>	<i>7,3</i>	<i>*95</i>	<i>*22</i>	<i>*3691</i>
<i>Mediana</i>	<i>30,5</i>	<i>8,2</i>	<i>7,7</i>	<i>88</i>	<i>23</i>	<i>5102</i>
<i>Mínimo</i>	<i>29,0</i>	<i>7,1</i>	<i>5,8</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>789</i>
<i>Máximo</i>	<i>34,0</i>	<i>8,7</i>	<i>8,5</i>	<i>549</i>	<i>75</i>	<i>10145</i>
<i>DV</i>	<i>1,9</i>	<i>0,5</i>	<i>1,0</i>	<i>203</i>	<i>25</i>	<i>3524</i>

\*Média Geométrica; DV – Desvio Padrão; NR – Não Realizado; NMP – Número Mais Provável; UFC – Unidade Formadora de Colônia.

Os valores de pH apresentaram pequena variação (amplitude de 1,56) e estiveram sempre acima de 7,0 (máximo 8,71;  $\pm$  0,54), denotando caráter básico das águas do manancial, atendendo o disposto na Resolução CONAMA 357/05 para águas doces Classe II que estabelece a faixa padrão de 6 a 9 para o pH.

Resultados semelhantes foram encontrados por Braga (2006), em estudo realizado no açude Gavião/CE. Freitas (2008), ao analisar as águas do reservatório Cruzeta/RN registrou valores acima de 8,0 por quase todo o período de estudo. De acordo com Esteves (1998) o caráter alcalino são características de ecossistemas com balanço hídrico negativo, no qual a precipitação é menor que a evaporação, como é o caso do reservatório estudado, localizado em região de clima semiárido.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes (Piveli & Kato, 2006).

Quanto aos valores de Oxigênio Dissolvido, as amostras analisadas apresentaram níveis de oxigenação sempre próximos a saturação, com valor mínimo de cerca de 5,8 mg/LO<sub>2</sub> em agosto/2016 ( $\pm$  0,96), atendendo ao disposto na CONAMA 357/05 para águas doces Classe II que define uma concentração não inferior a 5 mg/LO<sub>2</sub>.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos.

O Número Mais Provável para Coliformes Termotolerantes nas amostras analisadas teve um valor máximo de 75 NMP/100mL ( $\pm$  25), atendendo disposto na Resolução CONAMA 357/05 que define um limite máximo <1000 NMP/100mL de Coliformes Termotolerantes para águas doces Classe II. Nesse período, considerando a Resolução 274/2000, a água do açude classificou-se como adequada para a balneabilidade. Porém a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS) estabelece que a água própria para o consumo humano deve estar isenta de coliformes Termotolerantes ou E.coli em cada 100mL. De acordo com os resultados obtidos todas as amostras apresentaram-se em desacordo com a legislação brasileira. Araújo *et al.*, (2014), ao analisarem a água do reservatório Forquilha/CE, registraram para Coliformes Termotolerantes valores que variaram de

$2,0 \times 10^2$  a  $1,3 \times 10^2$  CTT/100mL sendo também identificada a presença de *E. coli* em todas as amostras analisadas configurando, portanto, uma água imprópria para o consumo humano.

A concentração de Coliformes Totais apresentou valor máximo de 549 NMP/100m ( $\pm 203$ ), registrado em abril, período chuvoso de 2016. A portaria 2914/2011 do MS não estabelece um limite de tolerância para coliformes totais em amostras de água, entretanto sugere que quando detectada a presença destes deve-se adotar medidas de caráter corretivo e preventivo seguida da realização de novas análises até que se obtenha um resultado satisfatório. Nascimento *et al.*, (2007), afirmam que a presença de coliformes totais na água pode ser indício de falhas em seu armazenamento, distribuição ou tratamento.

O número de Bactérias Heterotróficas Totais teve valor mínimo 789 UFC/mL em agosto de 2016 e máximo de 10145 UFC/mL em março de 2016. A alta incidência do grupo das Bactérias Heterotróficas Totais está associada a poluição por matéria orgânica em águas. Segundo a legislação brasileira vigente para a água de consumo humano, apesar de não serem utilizadas como padrão de potabilidade, seu valor não deve ultrapassar 500 UFC/mL (BRASIL, 2004). Portanto todas as amostras analisadas encontraram-se impróprias para o consumo humano. Ao analisarem as águas do açude Sabiá no Município de Meruoca/CE, Souza *et al.*, (2017) encontraram resultados semelhantes, com valores que variaram de  $1,2 \times 10^2$  UFC/mL a  $8,6 \times 10^4$  UFC/mL. De acordo com Sabioni & Silva (2006), as Bactérias Heterotróficas Totais são encontradas normalmente na água, porém, quando em quantidades elevadas, podem causar sérios riscos à saúde do consumidor tendo em vista sua capacidade de atuação como patógenos secundários.

## CONCLUSÕES

A análise e estudo de microrganismos indicadores presentes em águas naturais em ambientes urbanos, para abastecimento, lazer ou para outros fins são de extrema importância para a gestão hídrica e prevenção da contaminação desses sistemas.

Os resultados encontrados indicam que, embora não tão consistente, a qualidade da água do manancial vem sofrendo degradação, demonstrada pela presença de bactérias do grupo Coliforme, bem como pelas densidades de Bactérias Heterotróficas observadas, as quais podem estar diretamente relacionados com a disposição de resíduos orgânicos provenientes de atividades humanas e de animais que, quando dispostos no ambiente de maneira inadequada, podem contaminar os corpos d'água oferecendo, assim, riscos à saúde humana em decorrência do consumo da água contaminada e outros usos. Este quadro de degradação pode apresentar-se mais crítico no início do período chuvoso, com o carreamento de material trazido pelo escoamento superficial difuso na bacia e ao final do período de estiagem, momento em que o reservatório encontra-se com menor volume de água armazenada.

De modo geral, os resultados sugerem a necessidade de uma vigilância da qualidade bacteriológica da água utilizada do manancial e o desenvolvimento de ações de educação ambiental para a divulgação dos problemas potenciais que podem ocorrer advindos desses processos. As possíveis fontes poluidoras devem ser identificadas e controladas para preservação e manutenção da qualidade da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB' SÁBER, AN. Dossiê Nordeste Seco. In: Estudos Avançados. Vol. 4 N° 9. São Paulo, Maio/Agosto 1990.
2. ALVES, F. R. L.; AGUIAR, F. L. L.; ARAÚJO, A. B.; MELO, M. B.; SALES, J. C.; FONTENELLE, R. O. S. Avaliação microbiológica da água do açude Edson Queiroz no Município de Santa Quitéria, Ceará. Revista Higiene Alimentar, v. 28, n. 238/239, p.89-92, 2014.
3. APHA; AWWA; WEF. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. Twentieth Edition, Washington, DC. 937p.
4. ARAÚJO, A. B.; SALES, J. C.; FONTENELLE, R. O. S.; ALVES, F. R. L.; AGUIAR, F. L. L. Qualidade microbiológica e avaliação do estado trófico de amostras de água do açude Forquilha – CE. Enciclopédia Biosfera, Centro científico conhecer, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 3368, 2014.

5. BARRELL, R.; BENTON, C.; BOYD, P. CARTWRIGHT, R.; CHADA, C.; COLBOURNE, J.; COLE, S.; COLLEY, A.; DRURY, D.; GODFREE, A.; HUNTER, P.; LEE, J.; MACHRAY, P.; NICHOLS, G.; SARTORY, D.; SELLWOOD, J.; WATKINS, J. The microbiology of drinking water: water quality and public health. Methods for the Examination of Waters and Associated Materials. Environment Agency, 2002. Part 1.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 518 de 5 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade além de outras providências. Disponível em: <[http://www.aeap.org.br/doc/portaria\\_518\\_de\\_25\\_de\\_marco\\_2004.pdf](http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf)>. Acesso em 03 dez. 2016.
7. BRITO, L. T. L.; ANJOS, J. B.; PORTO, E. R.; CAVALCANTI, N. B.; GNADLINGER, J.; XENOFONTE, G. H. S. Avaliação da qualidade das águas de açudes no Município de Petrolina e Ouricuri, PE e Canudos Uauá, BA: estudo de caso. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI, Jul. 2005.
8. BRITO, S. A.; FERNANDES, C. N.; SOUZA, H. H. F.; TELES, G. G. S.; SANTOS, P. F.; VERAS, H. N. H.; PINHO, A. I. Avaliação físico-química e microbiológica da água “in Natura”, distribuída pela rede de abastecimento e do Reservatório Ossean Araripe/Crato-Ce. Caderno de Cultura e Ciências, Crato, v. 2, n. 2, p. 1-7, 2011.
9. CETESB. L5.201: contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio. São Paulo, 2006. 14 p. Norma técnica.
10. COGER, COMPANIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br>> Acesso em 01 dez. 2016.
11. CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/Conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 06 dez. 2016.
12. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre qualidade das águas de balneabilidade. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html)>. Acesso em 07 dez. 2016.
13. FREITAS, F. R. S. 2008. Eutrofização do reservatório Cruzeta na bacia representativa do rio Seridó – RN. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, Brasil. 80p.
14. NASCIMENTO, M. S. V.; CARDOSO M. O.; OLIVEIRA, E. H.; CARVALHO, O. B. Análise bacteriológica da água no estado do Piauí nos anos de 2003 e 2004. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 21, n.151, p. 99-103, 2007.
15. NASCIMENTO, V. F. S.; ARAÚJO, M. F. F. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista de ciências ambientais*, v.7, n.1, jul.2013.
16. PAYNE, A. The ecology of tropical lakes and rivers, John Wiley and Sons, 1986.
17. PUIVELL, R. P.; KATO, M. T. Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005. p.285.
18. SABIONI, J. G.; SILVA, I. T. Qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em Ouro Preto, MG. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 20, n. 143, p. 72-74, 2006.
19. SOARES-FILHO, L. C.; LIMA, E. S. S.; FREITAS, F. R. S.; PESSOA, E. V. Estudo Limnológico do açude Sobral, Ceará. Anais do VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, Ce, 2006.
20. TAVARES, J. L. Evolução da Eutrofização de uma Represa Nordestina de Recente Formação. Represa São Salvador. 2000. 141f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – C.C.T. - Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande.
21. VEGA, M.; PARDO, R.; BARRDO, E.; DEBAN, L. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of the river water by exploratory data analysis. *Water Research*, v. 32, n.12, p. 3581-3592, 1998.