

Nível trófico do reservatório de Jacarecica I – Sergipe – Brasil

Trophic level of the reservoir Jacarecica I – Sergipe – Brasil

H. L. Garcia¹; V. L. Silva¹; L. P. Marques¹; C. A. B. Garcia²; J. P. H. Alves²;
M. G. Silva³; F. O. Carvalho⁴

¹Laboratório de Engenharia Ambiental e Qualidade, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife-Pe, Brasil

²Laboratório de Química Analítica Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Se, Brasil

³Instituto Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Se, Brasil

⁴Laboratório de Sistemas Inteligentes Aplicados, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, 57072-970, Maceió-Al, Brasil

helenicelgarcia@gmail.com

(Recebido em 27 de junho de 2012; aceito em 10 de julho de 2012)

O objetivo deste estudo foi avaliar o estado trófico da água e identificar o nutriente limitante do reservatório Jacarecica I (Sergipe, Brasil), utilizando o índice de estado trófico (IET) proposto por Carlson. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados foram o pH, transparência, condutividade elétrica, concentrações de amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido e clorofila-a. Para estes parâmetros, é importante ressaltar que as concentrações de todos os nutrientes foram maiores no período de chuva do que no período de seca, logicamente pela maior deposição de matéria orgânica ao logo longo do perímetro irrigado. Os valores de fósforo total, oxigênio dissolvido e clorofila a ultrapassaram os limites estabelecidos na Resolução n° 375/05 do CONAMA para as Classes 1 e 2 de águas. Observou, também, que o nutriente limitante do reservatório foi de nitrogênio durante o período seco e de fósforo durante o período chuvoso. Além disso, com base nos resultados do IET, a classificação do reservatório variou de eutrófico a oligotrófico, dependendo da época e do local de amostragem, ocorrendo redução do estado trófico no sentido do rio para a represa.

Palavras-chave: Eutrofização; Nutriente-limitante; Qualidade da Água

The objective of this study was to evaluate the trophic state of water and identify the limiting nutrient reservoir Jacarecica I (Sergipe, Brazil), using the trophic state index (EIT) by Carlson. The physical, chemical and biological agents used were pH, transparency, electrical conductivity, ammonia, nitrite, nitrate, total nitrogen, total phosphorus, dissolved oxygen and chlorophyll-a. For these parameters, it is noteworthy that the concentrations of all nutrients were higher during the rainy season than during the dry season, most logically by deposition of organic matter to just over irrigated. The values of total phosphorus, dissolved oxygen and chlorophyll a exceeded the limits established in Resolution No. 375/05 of CONAMA for Class 1 and Class 2 water. Noted also that the limiting nutrient was nitrogen reservoir during the dry and phosphorus during the rainy season. Furthermore, based on the results of the EIT, the classification of the reservoir ranged from eutrophic to oligotrophic depending on season and sampling site, resulting in reduction of the trophic state towards the river to the dam.

Keywords: Eutrophication; Nutrient-limiting; Water Quality

1. INTRODUÇÃO

É notória a crescente preocupação mundial com os recursos naturais. Cada vez mais a sociedade pressiona os governos em busca de uma qualidade de vida melhor. O crescimento populacional, o desenvolvimento tecnológico, a necessidade de cada vez mais aumentar a produção de alimentos, tem levado o homem a explorar estes recursos. Essa exploração ocorre, na maioria das vezes, sem nenhum planejamento, de forma predatória, satisfazendo as suas necessidades, sem contudo considerar umas das premissas básicas do desenvolvimento sustentável, tão apregoada pelos órgãos de gestão e desenvolvimento mundiais, que é explorar

os recursos naturais sem comprometer a sobrevivência e as necessidades das futuras gerações [1].

Os agroecossistemas nordestinos, os açudes, barragens ou reservatórios, muitas vezes são as únicas fontes de água na maior parte do ano. Em Sergipe, os perímetros irrigados são de fundamental importância socioeconômica, pois fornecem água e dão suporte aos agroecossistemas através da irrigação, além também de ter outros usos como recreação, pesca e doméstico. Neste contexto, o monitoramento dos reservatórios através de parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água permite inferir sobre possíveis fontes poluentes que podem prejudicar o uso da água [2].

As fontes poluentes têm origem antrópica e podem ser pontuais ou difusas. As fontes pontuais referem-se aos despejos domésticos e efluentes industriais, enquanto que as difusas relacionam-se com os insumos agrícolas aplicados aos agroecossistemas do entorno dos corpos hídricos [3].

Nesses ambientes aquáticos, podem ocorrer modificações em seus estados de trofia que podem ser, natural, resultado do aporte de nutrientes oriundos do escoamento superficial, sendo chamada de “envelhecimento natural” de um lago, ou artificial, resultante do aumento populacional, da industrialização, do uso de fertilizantes químicos na agricultura e do uso de produtos de limpeza contendo compostos polifosfatados.[4]

A maioria dos reservatórios existentes no Nordeste tem mais de noventa anos, contudo apesar de sua importância, não se sabe muito sobre eles. Calcula-se que o número de barragens na região esteja entre cinquenta e sessenta mil, o que demonstra a importância social desses reservatórios.[5]

O carregamento de parte dos fertilizantes utilizados em culturas agrícolas e a grande carga de esgotos residenciais e industriais, têm levado cursos e reservatórios de água, naturais ou artificiais, a uma condição de desequilíbrio caracterizada pela grande disponibilidade de nutrientes, que normalmente acelera o crescimento da vegetação aquática indesejável.[6]

Com relação aos reservatórios, ressalta-se que a situação é delicada, pois impactos negativos consideráveis como a redução da capacidade de depuração do curso d'água, o aumento da capacidade de retenção de sedimentos e nutrientes e alteração das características físicas, químicas e biológicas do sistema ocorrem no sistema aquático desde a fase de construção do reservatório, que por sua vez refletem na qualidade da água. Fatores como estes podem levar a um incremento do processo de eutrofização do reservatório e, dependendo do nível atingido, comprometer os usos múltiplos do reservatório, afetando assim a sustentabilidade dos agroecossistemas do seu entorno.[7]

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água com relação ao estado trófico do reservatório Jacarecica I, além de identificar o nutriente limitante desse sistema hídrico com base em análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Perímetro Irrigado de Jacarecica I, projeto implantado pelo Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (Dehidro) em 1987, no município de Itabaiana, Sergipe. A barragem que abastece o perímetro, está incluída na sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica, afluente da bacia do Rio Sergipe pela margem direita, entre as coordenadas 10° 44' Sul e 37° 20' Oeste.

O clima da região, de acordo com a classificação Köppen é do tipo AS', clima tropical chuvoso, com verão seco e a estação chuvosa se adianta, com temperatura média anual no mês mais quente (janeiro) de 26,2 °C e no mês mais frio (julho) de 22,5 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 886 mm/ano [8],[9].

Os solos são predominantemente planossolos (74,7%), existindo ainda os plintossolos (12,5%), neossolos (8%) e os luvissolos (4,8%). O relevo da bacia é ondulado suave, com altitudes que variam de 130 m a 400 m [10].

A água é usada predominantemente para irrigação, dessedentação de animais e, eventualmente, uso doméstico, além disso os habitantes da região utilizam para recreação

(banhos). A área irrigável do perímetro é de 252 ha, com lotes de 2,0 ha, sendo predominante os agricultores familiares, no total de aproximadamente 150 famílias. Os beneficiários desse perímetro são pequenos agricultores assentados. A cultura predominante é batata-doce, seguida das culturas olerícolas.

O monitoramento foi feito em cinco campanhas, nos meses de janeiro, março, maio, julho e outubro, sendo que as campanhas de janeiro, março e outubro correspondem ao período seco e as campanhas maio e julho ao período chuvoso.

Foram selecionadas cinco estações de amostragem no reservatório de características diferenciadas ao longo da mesma. Essas estações foram georeferenciadas com auxílio de um GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca Garmin e modelo Etrex Legend.

A estação A, localizada nas coordenadas geográficas 10° 39' 220" S e 37° 21' 502" O, está próxima a uma área de mata e o mais próximo possível da desembocadura do rio Jacarecica. As estações B, C e D estão localizadas nas coordenadas geográficas 10° 39' 566" S / 37° 21' 725" O, 10° 39' 882" S / 37° 21' 368" O e 10° 40' 197" S / 37° 21' 339" O, respectivamente, e encontram-se em áreas centrais da barragem. A estação E, localizada nas coordenadas geográficas 10° 40' 460" S / 37° 21' 563" O, encontra-se na saída para o canal sangradouro.

O objetivo de se realizar as cinco campanhas diferentes de 60 amostras (12 por campanha) foi para verificar o efeito sazonal sobre as características físicas, químicas e biológicas da água da barragem. Para cada estação, a amostragem foi efetuada em diferentes profundidades de acordo com a Tabela 1.

Em cada estação foi coletada amostra de água nas profundidades especificadas na Tabela 1, utilizando-se para isso garrafa de Van Dorn. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de um litro e mantidos em caixa de isopor com gelo, para conservação em baixa temperatura e proteção contra a luz até chegarem ao laboratório. No momento da coleta, foram determinadas as profundidades, a transparência da água e a temperatura do ar e da água.

Tabela 1: Profundidade de coleta das amostras

Estação	Profundidade (m)			Profundidade de coleta
	mínima	máxima	média	
A	0,70	4,00	2,19	Superfície (ponto 1S)
B	2,20	5,60	3,60	Superfície e fundo (pontos 2S e 2F, respectivamente)
C	3,50	11,00	6,66	Superfície, meio e fundo (pontos 3S, 3M e 3F, respectivamente)
D	4,60	11,00	7,84	Superfície, meio e fundo (pontos 4S, 4M e 4F respectivamente)
E	9,50	13,00	10,90	Superfície, meio e fundo (pontos 5S, 5M e 5F respectivamente)

A preservação das amostras e as análises dos parâmetros estudados foram efetuadas utilizando a metodologia analítica descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. 19th ed. 1995 [11].

Para caracterização do estado trófico da Barragem Jacarecica I foram determinados os seguintes parâmetros: pH, transparência, temperatura, condutividade elétrica, amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido e clorofila a. As metodologias utilizadas para a quantificação das variáveis químicas, físicas e biológicas da água foram as APHA 2510, 4500, 1020.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao mesmo tempo em que é um parâmetro fundamental para os ambientes aquáticos, a interpretação dos valores de pH torna-se complexa devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Na Figura 1, percebe-se que, em geral, nas camadas mais profundas da coluna d'água há uma tendência à redução do pH. Levando-se em consideração os limites estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA [12], pH variando entre 6,0 e 9,0, todas as amostras encontraram-se dentro destes limites para as classes de águas doces 1 e 2.

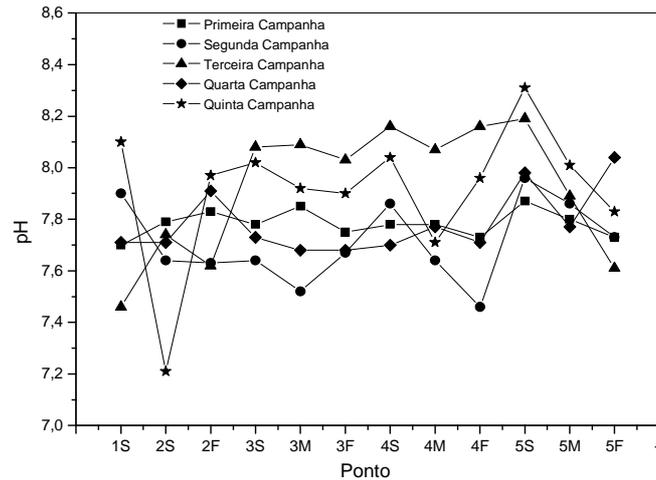


Figura 1: Variação espacial e temporal do pH da água.

A transparência da água ao longo do reservatório variou entre 0,20 m a 1,15 m. Os valores mais elevados desse parâmetro ocorreram nas estações mais profundas, C, D e E, na campanha de maio. Por outro lado, os valores mínimos foram verificados na estação A, na campanha de julho, possivelmente devido ao aumento da turbidez da água [13].

As maiores temperaturas ocorreram no mês de janeiro e outubro (período de estiagem). A temperatura máxima, 31 °C, foi verificada durante o verão, janeiro 2005, a mínima verificada foi no mês de março, 24,5 °C.

O maior valor registrado para a condutividade elétrica foi durante o período de estiagem, no mês de março, 824,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, já que neste período há uma redução do volume d'água no reservatório, com conseqüente concentração dos sais dissolvidos, o que ocasiona aumento na condutividade elétrica da água. Por outro lado, os menores valores foram registrados no período chuvoso, no mês de julho, 265 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Vale ressaltar que estas observações referem-se ao ponto 1S localizado na estação A. Pôde-se observar a tendência à redução da condutividade elétrica ao longo do reservatório, fato que está associado ao aumento da profundidade das estações de coleta.

A variação da concentração de oxigênio dissolvido (OD) foi de 0,00 (condição de anoxia), no hipolímnio (região mais profunda do reservatório), a 7,33 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, durante o período de estudo.

Na Figura 2 observa-se a variação da concentração de oxigênio dissolvido na água, durante o período de janeiro a outubro de 2005. Percebe-se que no período da estiagem (janeiro, março e outubro) houve uma variação maior para a concentração de oxigênio dissolvido, apresentando também valores mais elevados para este parâmetro. Já no mês de julho a média da concentração de oxigênio dissolvido foi menor que nos demais meses, provavelmente, devido ao aumento dos sólidos em suspensão e da turbidez.

No período chuvoso ocorre aumento da matéria orgânica e particulada, gerando acréscimo da matéria orgânica no ecossistema aquático que, para sua decomposição microbiana, consome grande parte ou a totalidade do oxigênio dissolvido. A baixa taxa de fotossíntese do fitoplâncton associada à redução da transparência também contribui para a redução da concentração de oxigênio dissolvido neste período [4].

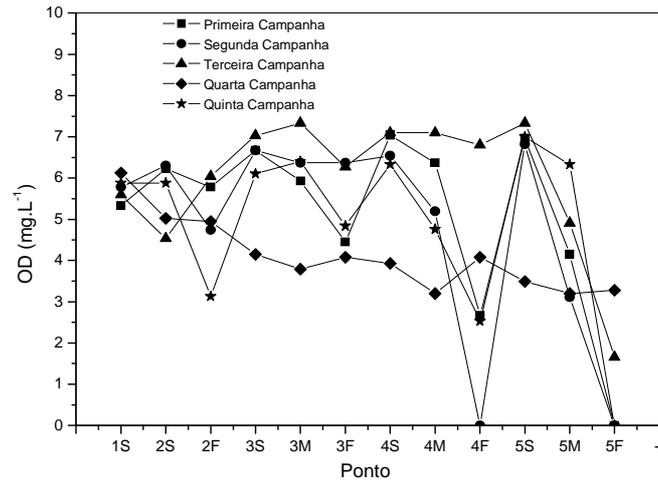


Figura 2: Variação espacial e temporal da concentração de oxigênio dissolvido.

O perfil da coluna d'água, principalmente nas estações D e E, nas três profundidades amostradas, indicam redução na disponibilidade de oxigênio no hipolímnio, provavelmente em função da profundidade e pouca luz, além da matéria orgânica proveniente da decomposição das árvores que foram deixadas no reservatório por ocasião o represamento da água, não sendo entretanto, suficiente para indicar estratificação da coluna.

Na Figura 3 estão representadas as variações espaciais e temporais nas concentrações de amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total.

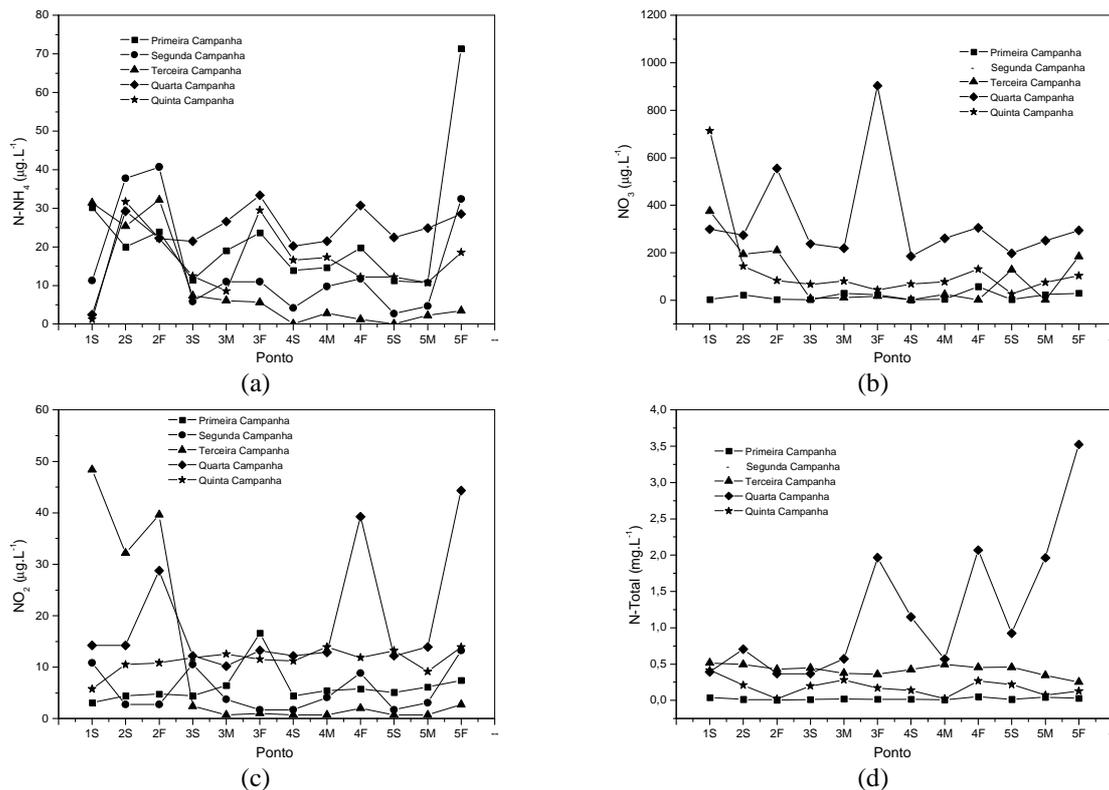


Figura 3: Variação espacial e temporal da concentração de amônia (a), nitrito (b), nitrato (c) e nitrogênio total (d).

O nitrogênio e o fósforo se destacam como elementos de grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização. As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: N₂, compostos orgânicos, amônia (NH₃ ou NH₄⁺), nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻). A presença de amônia em um corpo d'água

caracteriza a poluição recente por esgotos domésticos. Presença de nitrato, caracteriza uma poluição remota, em função de que o nitrogênio se encontra em seu último estágio de oxidação [14]. O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato [4].

Com relação aos limites estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA [9], para amônia, nitrito e nitrato, $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente, para as classes de água 1 e 2, todas as amostras apresentaram valores inferiores.

Os maiores valores das médias das concentrações de amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio total, foram registrados no mês de julho, $24,65 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, $18,97 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, $415,14 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, e $1,22 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente. Percebe-se também que há uma tendência dos valores máximos por campanha estarem registrados nos pontos correspondentes ao hipolímnio. O aumento médio das concentrações destes parâmetros pode estar associado ao aporte de matéria orgânica e fertilizantes através do escoamento superficial no reservatório neste período, como verificado por [15].

O fósforo é essencial para o crescimento de organismos e pode ser o nutriente que limita a produtividade primária de um corpo d'água. Tem sido apontado como o principal fator responsável pela eutrofização dos sistemas aquáticos [4].

A média de concentração mais elevada para este parâmetro, foi verificada no mês de maio, $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$. Assim como o aumento das formas nitrogenadas no reservatório, seu incremento pode estar associado ao carreamento de fertilizantes através do escoamento superficial. Não se verificou nenhum padrão de distribuição ao longo do reservatório, nem na coluna d'água, como é mostrado na Figura 4.

Na campanha do mês de março, 41,67% e 33,33% das amostras estavam acima dos limites definidos pela Resolução nº 357 do CONAMA [12] para as classes 1 ($0,02 \text{ mg.L}^{-1}$) e 2 ($0,03 \text{ mg.L}^{-1}$). Já no mês de maio, todas as amostras excederam o limite estabelecido. Nos meses de julho e outubro, apenas 1 amostra (8,3%) excedeu o limite.

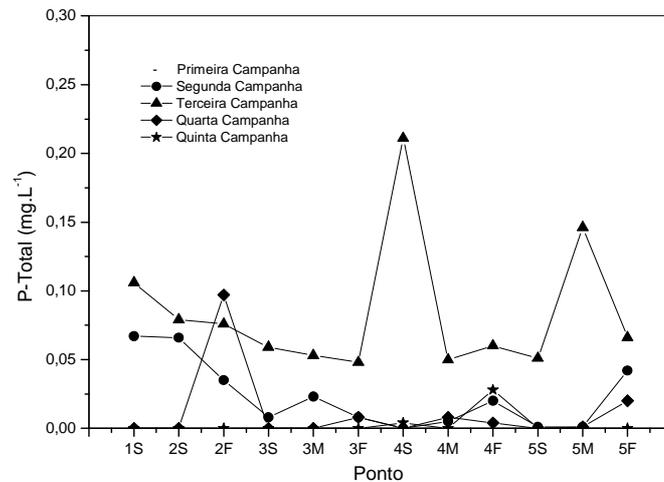


Figura 4: Variação espacial e temporal da concentração de fósforo total.

A clorofila *a* representa uma maneira de medir a biomassa de um reservatório através de sua produtividade primária.

O valor máximo para a concentração de clorofila *a* foi registrado na campanha de março, $80,18 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, uma vez que neste período, as elevadas temperaturas e radiação incidente favorecem o desenvolvimento das algas e, conseqüentemente, o incremento na concentração de clorofila *a*. De um modo geral, este período correspondeu aos valores mais elevados para este parâmetro, como é mostrado na Figura 5. Os valores mínimos foram verificados nas campanhas de julho e outubro, $0,39 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ e $0,00 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente.

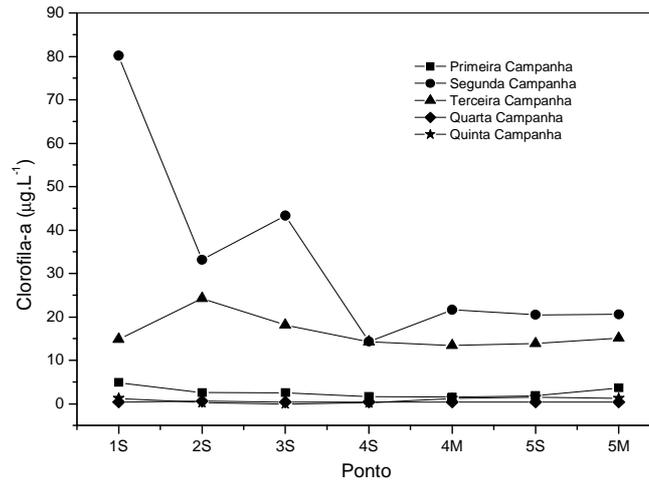


Figura 5: Variação da concentração de clorofila-a na água.

Levando em consideração a Resolução n° 357 do CONAMA [12], todas as amostras nos meses de março e maio excederam o limite estabelecido para a classe 1 de água doce, $10 \mu\text{g.L}^{-1}$.

O estado trófico foi determinado a partir do Índice de Estado Trófico de Carlson para a clorofila, pois é o índice que está baseado diretamente sobre a biomassa algal, e a classificação trófica do reservatório para cada ponto é apresentada na Tabela 2. Os índices foram determinados para o epilânio de cada estação [16].

Os resultados obtidos com a aplicação do Índice de Carlson, conforme a Tabela 2, indicam que o reservatório de Jacarecica I, enquadra-se entre oligotrófico a eutrófico. Verifica-se o reservatório torna-se mais eutrofizado no final do período de estiagem e início do período chuvoso, o que pode ser atribuído à entrada de nutrientes, através do escoamento superficial, provenientes de matéria orgânica e fertilizante, principalmente porque as margens do reservatório são desprotegidas. Quando se considera o IET da clorofila por campanha, também se obtêm os mesmos estados tróficos. A mesma observação ocorre quando se considera o IET médio (média dos diferentes índices).

Tabela 2: Classificação do estado trófico do reservatório por ponto de amostragem.

Ponto	Estado trófico				
	Primeira Campanha	Segunda Campanha	Terceira Campanha	Quarta Campanha	Quinta Campanha
1S	Mesotrófico	Eutrófico	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
2S	Oligotrófico	Eutrófico	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
3S	Oligotrófico	Eutrófico	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
4S	Oligotrófico	Eutrófico	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
5S	Oligotrófico	Eutrófico	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico

Considerando ainda a Tabela 3, observa-se que há uma tendência à redução dos valores índices de estado trófico no sentido do rio para a barragem.

Para identificar desvios sistemáticos as diferenças: $IET_{(\text{clorofila})} - IET_{(P_t)}$ e $IET_{(\text{clorofila})} - IET_{(D_S)}$, foram plotados em um único gráfico. O $IET_{(\text{clorofila})} - IET_{(P_t)}$ é plotado no eixo vertical, nesse caso os pontos abaixo do eixo das abscissas podem estar associados a situações sendo o fósforo não é limitante da clorofila, ao contrário dos pontos localizados acima deste eixo. Pode-se combinar ainda o $IET_{(N_t)}$ e $IET_{(P_t)}$, nesse caso, pontos acima do eixo das abscissas sugerem a possibilidade do nutriente limitante ser o fósforo. Para o desvio $IET_{(\text{clorofila})} - IET_{(N_t)}$, os pontos plotados acima indicam a limitação do nitrogênio [17].

Para a determinação do nutriente limitante, escolhemos o desvio $IET_{(\text{clorofila})} - IET_{(N_t)}$, por termos os valores do índice do nitrogênio para a maioria das campanhas realizadas, janeiro, maio, outubro e outubro. Para confecção do gráfico [17], toma-se os valores médios mensais dos respectivos IET para cada estação de coleta. De acordo com a Figura 6, o nitrogênio é o limitante do sistema na estação de estiagem, pois os pontos plotados estão acima do eixo das abscissas. Contudo, à medida que se passa para a estação chuvosa, o sistema tem como nutriente limitante o fósforo, pois a maioria dos pontos está abaixo do eixo das abscissas.

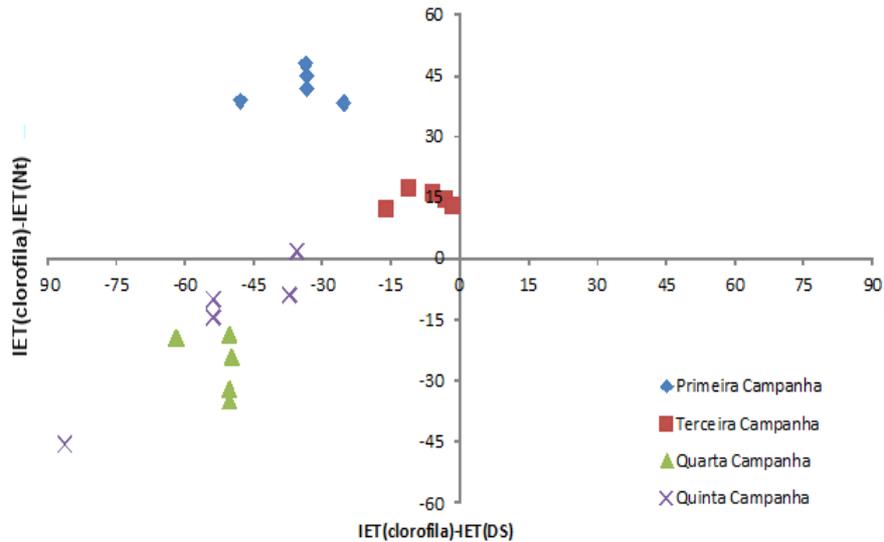


Figura 6: Desvio entre os IET em função da clorofila-a, nitrogênio total e fósforo total.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvida a análise dos parâmetros físico-químicos que classificam o corpo hídrico para as diversas possibilidades de uso e planejamento ambiental. Neste sentido, foi possível observar que ocorreu uma redução na concentração do oxigênio dissolvido no período chuvoso, e anoxia no hipolímnio, durante o período de estiagem. Além disso, o reservatório de Jacarecica I, apresentou características de sistemas oligotróficos a eutróficos, tornando-se mais eutrofizado no final do período de estiagem e início do período chuvoso.

Pela análise dos índices de estado trófico e de seus desvios, foi possível identificar que o nutriente limitante do reservatório no período de estiagem foi o nitrogênio e, durante o período chuvoso o fósforo passa a ser o componente limitante.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

1. SREBOTNJAK, T.; CARR, G.; SHERBININ, A.; RICKWOOD, C.. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. *Ecological Indicators*, 17, 108-119, 2012
2. CÓRDOBA, E. B.; MARTINEZ, A. C.; FERRER, E. V.. Water quality indicators: Comparison of a probabilistic index and a general quality index. The case of the Confederación Hidrográfica del Júcar (Spain). *Ecological Indicators*, 10, 1049-1054, 2010.
3. SIMÕES, F. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C.; GIMENEZ, S. M. N.; YABE, M. J. S.. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators*, 8, 476-484, 2008
4. ESTEVES, F. de A.. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988, 575 p.
5. WATANABE, T.; COLER, R. A.; PAZ, R. J. The implementation of a regional biomonitoring program in northeast Brazil. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 2, 1999, p. 187-189.
6. CAVENAGHI, A. L. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da Bacia do rio Tietê. Botucatu, São Paulo: Faculdade Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2003, 73 p. Tese de Doutorado.
7. PRADO, R. B. Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. São Carlos, São Paulo: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004, 172 p. Tese de Doutorado.

8. Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação De Sergipe. Projeto Jacarecica: Levantamento de solos e classes de terra para irrigação. 1984.
9. Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação De Sergipe Fichas técnicas, 2004.
10. CARVALHO JÚNIOR, C. S. Problemas ambientais no Perímetro Irrigado Jacarecica I. Universidade Federal de Sergipe, 2001. 40 p. Monografia – Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente.
11. American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: APHA, 1995. 1268 p.
12. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 375 de 18 de junho de 2005. Brasília: D.O. U., 1986. www.mma.gov.br/port/conama. 28 set 2005
13. HAVENS, K. E., et al. N:P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. *Environmental Pollution*, v. 122, 2003, p. 379-390.
14. MACEDO, J. A. B. de. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.
15. CHEN, J., et al. Characteristics of and human influences on nitrogen contamination in Yellow River System, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 93, 2004, p. 125-138.
16. CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, 1977, p. 361-369.
17. CARLSON, R. E.; SIMPSON, J. A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods. North American Lake Management Society, 1996, 96p.