

## **Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, Trópico semi-árido Brasileiro**

*José Etham de Lucena Barbosa, Rogério Souza Andrade<sup>2</sup>, Ruceline Paiva. Lins<sup>3</sup>, Célia Regina Diniz<sup>4</sup>*

### **ABSTRACT**

The aims of this study are to assess and diagnose the trophic evolution of some aquatic ecosystems located on Taperoá River basin (Taperoá, Soledade and Namorados dams and Panati lagoon). Their trophic features was obtained through physical, chemical and biological factors. The samples were collected bimonthly, on August, October and December 2004 (dry period), February, April and June 2005 (rainy period). It was evaluated the following variables: water temperature, dissolved oxygen concentration, electrical conductivity, pH. It was applied the trophic state index (TSI) of Carlson modified for tropical environments, which was determined by water transparency, chlorophyll - a, total phosphorus and orthophosphate. The environments had presented high temperatures and spatial and temporal differences are often related to the collection schedules. The amounts of dissolved sediment had influenced strongly the values of transparency, which presented low penetration of light for all the environments. They exhibited good oxygenation, considerable alkalinity and high electrical conductivity. For TSI, the ecosystems had been classified between oligotrophic and mesotrophic, depending on the time of the year. Although the described environments had limnological features that put them inside the ecological quality standards, their trophic states were caused mainly due to temporary climatic alterations than properly eutrofication sources.

**Keywords:** eutrofication, limnological variables, semi-arid, dams.

### **RESUMO**

Este trabalho objetivou avaliar e diagnosticar o estado de evolução trófica de açudes da bacia do rio Taperoá através da abordagem fundamentada em fatores físicos, químicos e biológicos de suas águas, de modo a lançar bases para a caracterização trófica dos seus sistemas integrantes. As coletas realizaram-se nos meses de agosto, outubro e dezembro de 2004 (período seco), fevereiro, abril e junho de 2005 (chuvas). Os ambientes amostrados foram os açudes Taperoá, Soledade, Namorados e lagoa Panati. As variáveis analisadas foram: temperatura, transparência, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, e os dados de transparência da água, clorofila, fósforo total e ortofosfato foram integralizados em fórmula e calculada média ponderados para aplicação do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson modificado para ambientes tropicais. Os ambientes apresentaram-se com temperaturas elevadas e diferenças espaciais e temporais muitas vezes ligadas aos horários de coleta. As quantidades de sedimento dissolvido influenciaram fortemente os valores de transparência que apresentou baixa penetração de luz para todos os ambientes. Todos os ambientes apresentaram-se bem oxigenados, águas bastante alcalinas e de alta condutividade elétrica. Para o IET os ambientes foram classificados de oligotrófico a mesotrófico, dependendo da época do ano e, a pesar dos ambientes apresentarem características limnológicas dentro dos padrões de qualidade ecológica, o estado trófico dos ambientes esteve mais em função das alterações climáticas temporalmente que propriamente das fontes eutrofizantes.

**Palavras-chave:** eutrofização, variáveis limnológicas, semi-árido, açudes.

## 1 INTRODUÇÃO

A implementação de estudos de avaliação trófica em sistemas aquáticos tem como relevância a detecção e predição dos seus processos de eutrofização e busca de propostas de soluções que viabilizem o aumento da vida útil desses ecossistemas (TUNDISI, 1999). A eutrofização cultural é atualmente um dos principais problemas relacionados à qualidade da água e disponibilidade de recursos hídricos no mundo. Causada pelo estabelecimento de atividades humanas nas bacias de drenagens, fato que tem incrementado descargas de nutrientes nos lagos, rios, reservatórios e estuários tendo como conseqüência mudanças nas características tróficas destes corpos aquáticos. Inúmeras fontes têm sido identificadas como as causas primárias deste enriquecimento: descargas domésticas e industriais e águas residuais urbanas e agrícolas, produtos que tem restringido drasticamente o tempo de vida útil destes ecossistemas.

Notadamente no Brasil, tem-se verificado uma crescente preocupação com o rápido processo de degradação dos ambientes aquáticos, em virtude, principalmente, do intenso desenvolvimento urbano e industrial registrado nos últimos anos, que tem acelerado e comprometido os processos tróficos naturais nesses sistemas. No Nordeste brasileiro a grande maioria dos mais de 70.000 açudes existentes é usada para abastecimento, para culturas de vazante, para irrigação e para pesca. Considerando o grande número desses ecossistemas aquáticos na região, os programas orientados ao fornecimento de água de melhor qualidade para consumo, piscicultura e irrigação, são desestruturados, visto que, são desvinculados de estudos básicos que analisem de forma integrada variáveis endógenas dos sistemas e variáveis ambientais que influenciam na qualidade das águas.

Na mesoregião do Cariri Paraibano, em especial na bacia hidrográfica do Rio Taperoá, a grande maioria dos açudes que compõe o seu potencial hídrico, são considerados temporários, tanto pela irregularidade das chuvas e acentuada evaporação, como também pela retirada de água

para consumo humano e dessedentação de animais, fatores que levam geralmente estes ambientes a seu esgotamento durante períodos de estiagem.

Com base nestes antecedentes, os açudes destas regiões secas se destacam como ecossistemas de relevância fundamental na manutenção de comunidades vegetais e animais, especialmente agregados humanos, tanto por serem considerados elos fundamentais no ciclo da água, como por serem um reflexo evidente das condições ambientais da região, tais como, tipo de solo, bacia de drenagem, influência antrópica e variações climáticas.

O intuito deste trabalho foi o de avaliar e diagnóstica o estado de evolução trófica dos principais açudes da bacia do rio Taperoá através de uma abordagem baseada em fatores físicos, químicos e biológicos de suas águas, de modo a lançar bases para a caracterização trófica dos seus sistemas integrantes, bem como, de conservação e manejo do mesmo, conhecimento fundamental para os futuros empreendimentos a serem desenvolvidos na região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

A bacia do rio Taperoá, situa-se na parte central do Estado da Paraíba, Brasil (Figura 1), na região fisiográfica da Borborema Central, na microrregião homogênea dos Cariris Velhos (6°51'S e 7°32'S de latitude sul e 36°15'W e 37°15'W de longitude oeste), com vegetação predominante do tipo caatinga arbustiva arbórea aberta já quase que totalmente antropizada. O clima da região é do tipo sub-desértico quente com tendência tropical e caracteriza-se por apresentar temperaturas médias em torno de 25°C, com estação seca prolongada, superior a 8 meses. A bacia drena uma área de 7.316 Km<sup>2</sup>. Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente, que nasce na serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no açude de Boqueirão - Presidente Epitácio Pessoa (PARAIBA, 1997).

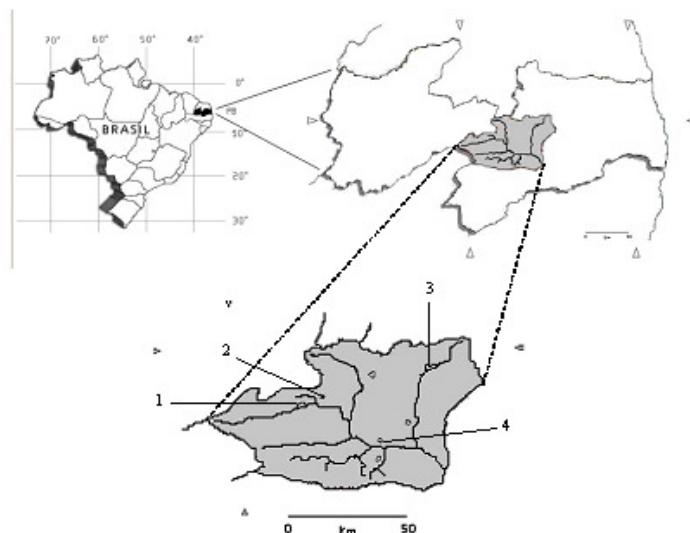


Figura 1 - Mapa da bacia do rio Taperoá evidenciando a localização dos sistemas estudados - (1) Açude Taperoá II, (2) Lagoa Panati, (3) Açude Soledade, (4) Açude Namorados

## 2.2. Épocas e locais de coletas

As coletas foram realizadas nos meses de agosto, outubro e dezembro de 2004, e fevereiro, abril e junho de 2005. Os ambientes amostrados foram: Açude Taperoá II, Açude Soledade, Açude Namorados e Lagoa Panati (Figura 1).

## 2.3. Variáveis Ambientais

A temperatura da água, transparência, pH e condutividade elétrica, foram determinados no local usando termômetro de reversão, disco de Secchi de 30cm de diâmetro, medidor de pH digital portátil HANNA, modelo B - 213, e um condutímetro digital portátil COLE - PALMER, respectivamente. O oxigênio dissolvido foi determinado através do método de Winkler descrito em Golterman *et al* (1978).

Para as análises de nutrientes inorgânicos, as amostras foram filtradas com filtro de fibra de vidro Whatman GF/C de 47mm de diâmetro, colocadas em frascos de polietileno e congeladas para posterior análise. As amostras não filtradas foram utilizadas para determinar a

concentração de fósforo total dissolvido e ortofosfato solúvel, segundo o Standard Methods (APHA, 1995). Para determinação da clorofila *a* utilizou-se acetona 90% como solvente e a fórmula proposta por Lorenzen (1967) descrita em Jeffrey *et al.* (1997). Para o cálculo do IET foi utilizado o índice de Carlson (1977), modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. *et al* (1983). O índice considera a média ponderada de expressões formuladas a partir dos dados de transparência da água, fósforo total dissolvido, ortofosfato solúvel e clorofila *a*. Os critérios de aplicação das fórmulas são: oligotrófico  $IET < 44$ , mesotrófico  $44 < IET < 54$  e eutrófico  $IET > 54$ .

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura da água (Figura 2 e Tabela 1) registrados em quatro ambientes da bacia hidrográfica do rio Taperoá evidenciaram águas relativamente quentes para todos os ambientes apresentando médias acima dos 25 °C, tendo a lagoa Panati apresentado os resultados mais elevados com médias de 28,9 °C e alta variabilidade temporal (CV = 9,4%)

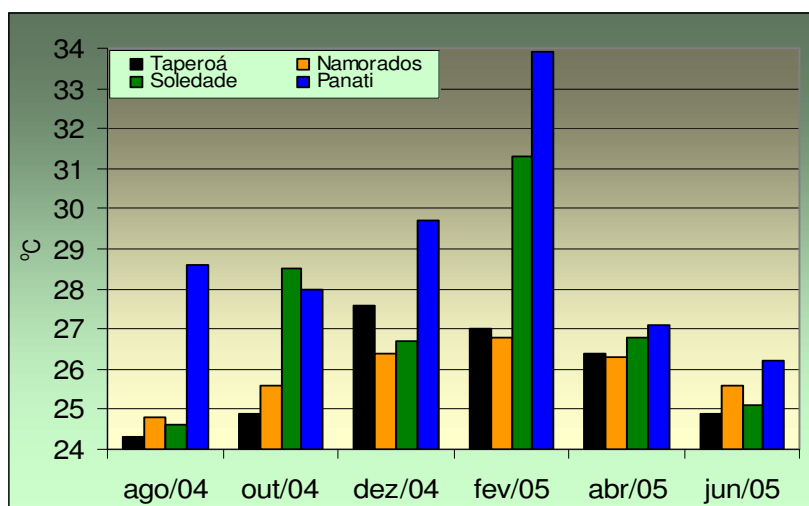


Figura 2 - Variação temporal da temperatura da água em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Em termos gerais para todos os ambientes pesquisados, as maiores temperaturas concentraram-se no período chuvoso (fevereiro/05) e as mais baixas nos períodos de seca (agosto/04 e junho/05). É possível que a

variação sazonal desses valores deva estar em função do padrão de horários de coleta, que influenciaram na disposição sequencial dos valores.

Quadro 1. Dados estatísticos de variáveis físicas e químicas em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Variáveis	Estatística	Taperoá	Namorados	Soledade	Panati
Temperatura	Média	25,9	25,9	27,2	28,9
	DP	1,3	0,7	2,5	2,7
	CV	5,2	2,8	9	9,4
pH	Média	8,1	7,8	8,9	8,6
	DP	0,2	0,1	0,8	0,8
	CV	2,1	1,8	9,4	9,5
C. Elétrica	Média	677,6	274,3	1278	268,4
	DP	210,2	63,9	395,4	127,1
	CV	31	23,3	30,9	47,3
Oxigênio	Média	6,2	5,8	7,9	6,1
	DP	1,1	1	1,5	1,8
	CV	18,1	16,4	18,8	30
Transparência	Média	0,5	0,3	0,6	0,3
	DP	0,1	0,1	0,1	0,1
	CV	16,8	38,2	19,6	37,8
Fósforo total	Média	47,8	14,5	91,2	19,5
	DP	0,25	10,8	5,0	9,8
	CV	0,5	17,2	14,2	24,8
Orotofosfato	Média	13,5	25,3	4,3	5,1
	DP	1,2	11,2	5,3	9,4
	CV	3,5	18,4	16,2	26,1
Clorofila <i>a</i>	Média	9,1	22,3	1,8	2,4
	DP	5,6	2,4	4,1	1,9
	CV	61,5	10,7	227,7	79,1

Em relação à transparência da água, os valores máximos e mínimos obtidos pelo disco de Secchi no período seco foram detectados no açude Soledade (0.8m) e na lagoa Panati (0.3m),

respectivamente (Quadro 1). O açude Soledade apresentou a maior média no período em amostra de 0,63m sendo a lagoa Panati o maior coeficiente de variação (34.9%) (Figura 3).

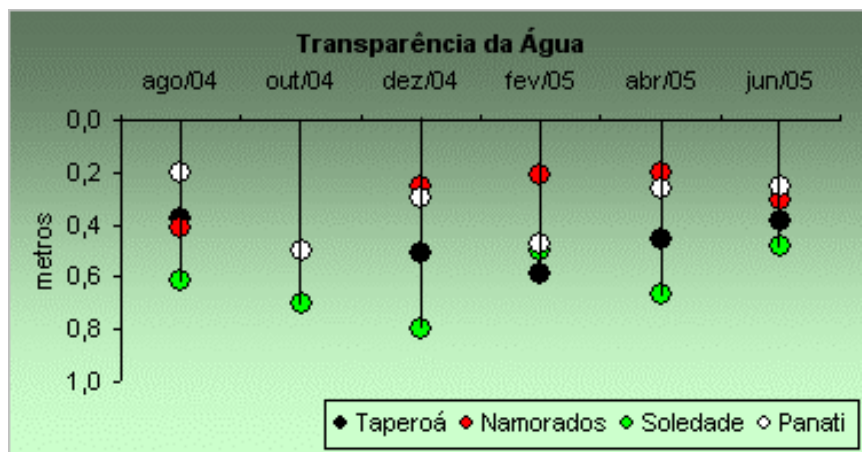


Figura 3 - Variação temporal do disco de secchi em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Segundo Herry (1999), a variação da transparência, deve-se a dois fatores principais: introdução de material alóctone, elevando a quantidade de material em suspensão na água e ressuspensão de material do sedimento, provocada pelo vento, principalmente nos períodos em que as cotas hídricas dos sistemas aquáticos estavam baixas, modificando assim, sua transparência. Assim, a transparência medida pelo disco de Secchi é função, essencialmente da reflexão da luz na superfície do corpo d'água sendo, por isso, influenciada pelas características da luz pelas águas e dos constituintes da matéria orgânica nela dissolvida ou em suspensão (WETZEL, 1993).

Para os ambientes em estudo, o baixo índice de penetração de luz apresentado, é um fato que pode estar em função dos processos de mistura da água favorecidos pelos ventos da região e a baixa profundidade dos açudes analisados, o que provoca susceptibilidade a ressuspensão de materiais (orgânicos e inorgânicos) depositados nos substratos das camadas mais profundas dos ambientes.

Quanto ao pH, nota-se em geral, que os valores situaram-se entre 7 e 11 mostrando que todos os valores estão com pH neutro à muito alcalino. Verificou-se ainda que o açude Soledade obteve a maior média com pH 8,9 com CV de 9,4% (Figura 4).

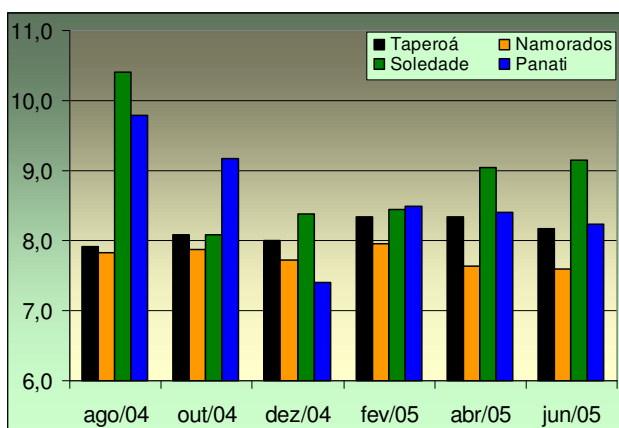


Figura 4 - Variação temporal do pH em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Os valores estabelecidos ao pH na coluna d'água dos ambientes amostrados podem sugerir a presença de soluções tamponantes capazes de manter o pH dentro de limites próximos. Provavelmente, isto pode ser explicado pela rapidez com que as reações de dissociação das formas carbonadas ( $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ) se processam para neutralizar íons  $\text{H}^+$  e, desta forma, manter o pH inalterado (COLE, 1983; WETZEL, 1993). Os elevados valores de pH certamente soa atribuídos em partes as consideráveis concentrações de bicarbonatos nos solos do semi-árido nordestino. Leprun (1983) estudando mais de 304 açudes da região semi-árida do embasamento cristalino constatou elevados valores de alcalinidade associados com a predominância do íon bicarbonato.

Essas cargas de íon bicarbonato, certamente, deve ter influenciado sobremaneira

os elevados valores de condutividade elétrica encontrados, principalmente no açude Soledade. Esta variável relaciona-se com a presença de íons dissolvidos no ambiente como partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos na água maior será sua condutividade elétrica (TUNDISI *et al.*, 1995).

Para os ambientes analisados a lagoa Panati apresentou os menores valores, com uma média de  $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , máxima 190, mínima 130, CV 23.1%. Por outro lado, no período seco, o açude Soledade foi de maior média entre os ambientes ( $1279 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , CV = 03,9%). Os altos valores encontrados neste ambiente podem estar relacionados com a presença de sais dissolvidos na água de origem alóctone ou autóctone (figura 5).

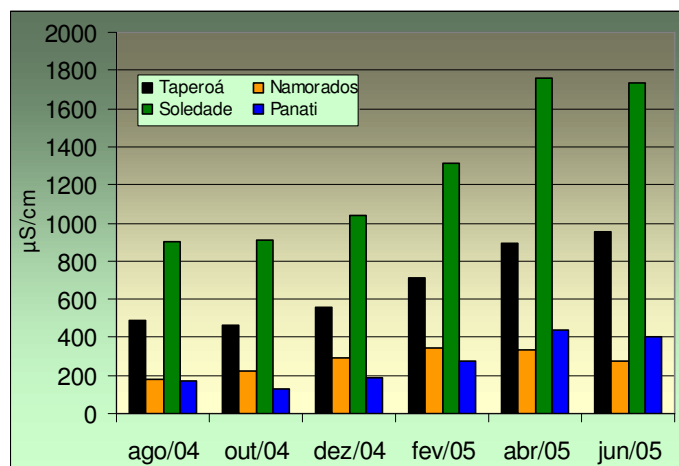


Figura 5 - Variação temporal da condutividade elétrica em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Em relação ao oxigênio dissolvido, os ambientes amostrados apresentaram-se relativamente bem oxigenados com médias superiores a  $5,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . No período seco os maiores valores para o oxigênio foram detectados no açude Soledade  $8,9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e na lagoa Panati  $8,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $X: 6,26 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (Quadro 1 e figura 6). Os menores valores de oxigênio foram averiguados no açude Soledade com máxima  $6,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e mínima 5 (DP: 0,78; CV: 14,18%). A maior média encontrada foi detectada no açude Soledade  $7,27 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , e a menor no açude Taperoá II  $5,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial ao metabolismo respiratório da maior parte dos organismos aquáticos. A dinâmica da distribuição de oxigênio nos reservatórios é governada pelo equilíbrio entre as entradas do gás proveniente da atmosfera, da produção pela fotossíntese e as perdas devidas às oxidações químicas e biológicas (WETZEL, 1993).

De acordo com Matheus *et al.*, (1995), a determinação do oxigênio é essencial na avaliação das condições naturais da água e na detecção dos impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

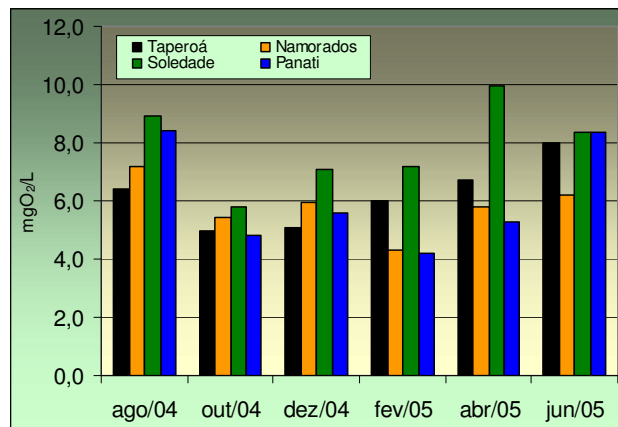


Figura 6 - Variação temporal do oxigênio dissolvido em quatro ambientes aquáticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.

Esses valores foram detectados, possivelmente, em virtude de maiores temperaturas da água no período amostrado. Com o aumento da temperatura, há a diminuição da solubilidade de oxigênio na água e aumento da intensidade dos processos biológicos, ou seja, o aumento do metabolismo dos organismos provoca maior consumo de oxigênio (SCHÄFER, 1985). Contudo o principal fator que contribuiu para a diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido deve ter sido causado pelo baixo nível das cotas hídricas nos ambientes.

### Índice de Estado Trófico

O rápido processo de degradação de corpos aquáticos tem se tornado um problema agudo, sobretudo em ambientes aquáticos tropicais. A tipologia destes sistemas alterados por diversas cargas orgânicas e inorgânicas de efluentes, utilizando-se índices de eutrofização podem contribuir para trazer soluções eficazes para o entendimento do funcionamento destes corpos aquáticos (DIAS, 2003).

Os índices de estado trófico (IET) foram desenvolvidos com o intuito de classificar as águas de lagos e reservatórios, facilitando assim, aos agentes de tomada de decisões e a comunicação ao público sobre o estado ou a natureza na qual se encontram tais sistemas. Para Margalef (1983), Toledo Jr. *et al* (1983), a classificação ou estado trófico do ambiente é padronizado da seguinte maneira: oligotrófico (O), mesotrófico (M) e eutrófico (E). Outros

sistemas de classificação incluem, ainda, ultra-oligotrófico e hipereutrófico.

Por intermédio dos resultados das concentrações de fósforo total, fosfato inorgânico ou ortofosfato, transparência da água e clorofila-a, na zona marginal dos sistemas, foi estimado o IET médio de cada ambiente, mensalmente, nos períodos seco e chuvoso (quadro 2).

O açude Namorados apresentou-se durante todo o estudo níveis oligotróficos, ou seja, com baixa carga orgânica e nutrientes dissolvidos. Apenas no mês de dezembro/04, período mais crítico de seca, houve um ligeiro avanço para o estado de oligotrofia.

Com relação ao açude Soledade, a forte concentração de nitrogênio e fósforo detectados, e bloom de cianobactérias, principalmente no período de seca do açude, os níveis de eutrofização atingiram valores máximos. Em fevereiro e abril (período das chuvas) há ligeira diluição nas concentrações dos nutrientes e redução do estado trófico para o nível mesotrófico.

Taperoá permaneceu com níveis constantes de mesotrofia, em quanto a lagoa Panati com níveis oligotróficos, apenas com variações no período de seca, quanto todos os ambientes sofrem ligeiro acréscimo nas condições tróficas.

**Quadro 2.** Classificação do estado trófico referente aos quatro ambientes estudados da bacia do rio Taperoá no período de agosto/04 a junho/05 (O) oligotrófico, (M) mesotrófico e (E) eutrófico.

AMBIENTES	Ago/04	Out/04	Dez/04	Fev/04	Abr/04	Jun/05
NAMORADOS	32,5 (O)	36,6 (O)	45 (M)	32,5 (O)	32,5 (O)	32,5 (O)
SOLEDADE	66 (E)	70 (E)	75,5 (E)	49,5 (M)	49,5 (M)	66 (E)
TAPEROÁ II	53 (M)	53 (M)	53,5 (M)	53 (M)	53 (M)	53 (M)
PANATI	28 (O)	35 (O)	53,5 (M)	35,5 (O)	35,5 (O)	49,5 (M)

Oligotrófico IET < 44 Mesotrófico 44 < IET > 54 Eutrófico IET > 54

De maneira geral, para o IET os ambientes foram classificados de oligotrófico a eutróficos, dependendo da época sazonalidade (período seco e chuvoso) e, a pesar destes apresentarem características limnológicas dentro dos padrões de qualidade ecológica, o estado trófico dos ambientes esteve mais em função das alterações climáticas temporalmente que propriamente das fontes eutrofizantes.

## AGRADECIMENTOS

Ao programa PELD - Caatinga/CNPq, pela viabilidade financeira, estrutural e logística para realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA, AWWA & WPCF. (1992). "Standard methods for the examination of waster and waster-water". 18 ed. New York, APHA/AWWA/WPCF, 1193p.

DIAS, J. B. (2003). "Codeterminantes biológicos da comunidade fitoplanctônica e fatores limnológicos no açude Taperoá II, Semi - árido paraibano". 65p. Monografia de Graduação (Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas) - Departamento de Farmácia e Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M. (1978). "Methods for physical and chemical analysis of freshwater".

2ª ed. Oxford, Blackwell Scientific Publication, 214p. (IBP handbook, 8).

HENRY, R. et al. (1999). "Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Parapanema, SP)". Rev. Brasil. Biol., v.70, n. 4, p.571-590.

JEFFREY, S.W.; MANTONA, R.F.C.; WRIGHT, S.W. 1997. "Espectrophotometric and fluorometric equations in cammom use in oceanography". Unesco Publishig Paris.

LEPRUN, P. (1983). "Primeira avaliação das águas superficiais do nordeste". Relatório final de convênio, SUDENE, Recife, 141p.

MARGALEF, R. (1993). "Limnologia". Omega, Barcelona, 1010 pp.

PARAÍBA, Secretaria de Planejamento. (1997) "Avaliação da infra-estrutura hídrica e do suporte para o sistema de gerenciamento de recursos hídricos do estado da Paraíba". João Pessoa,. 44p.

SCHÄFER, L. (1985). "Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais". Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TOLEDO JR., A P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. (1983). "A

aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 12, 1983, Camboriú. Anais. Camboriu, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, p.1-34.

TUNDISI, J. G.; GENTIL, J. G. & DIRICKSON, C. “Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir”. Rev. Bras. Bot., v.1, p.35-39, 1999.

TUNDISI, J.G. (1995). “Primary productivity, phytoplankton biomass and light photosynthesis responses in four lakes”. In: TUNDISI, J. G.; SAIJO, Y. (Eds.). Limnological studies on the Rio Doce Valley lakes, Brasil. Braz. Acad. Sci./USP., p. 199 - 242.

WETZEL, R.G.(1993). “Limnologia”. Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, 919p.

---

[1]-Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Professor do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus I, Campina Grande/Paraíba - Brasil, [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com)

[2]-Biólogo, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus I, Campina Grande/Paraíba - Brasil, [rogerandrade2@yahoo.com.br](mailto:rogerandrade2@yahoo.com.br)

[3]-Mestranda,PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, João Pessoa/Paraíba - Brasil, [rucelinelins@pop.com.br](mailto:rucelinelins@pop.com.br)

[4]-Doutora em Recursos Naturais, Professora do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus I, Campina Grande/Paraíba - Brasil, [c.r.diniz@bol.com.br](mailto:c.r.diniz@bol.com.br)