

## IV-244 – ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA BRUTA DO AÇUDE PACOTI – MUNICÍPIO HORIZONTE – CE

**Lídici Santiago Batista<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Francisco M. de Sá Barreto**

Geólogo. Doutor em Saneamento Ambiental. Prof. do Departamento da Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE.

**Ana Bárbara de Araújo Nunes**

Engenheira Sanitarista. Doutora Recursos Hídricos. Profa. do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará-UFC.

**Mariano da Franca Alencar Neto**

Engenheiro Civil. Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental. Prof. do Departamento da Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua 1058, nº 109, 4ª etapa – Conjunto Ceará - Fortaleza - CE - CEP: 60533-040 - Brasil - Tel: (85) 3259-2831 - e-mail: lidicibatista@hotmail.com.

### RESUMO

O presente trabalho avaliou preliminarmente a qualidade da água bruta do Açude Pacoti, localizado no município de Horizonte/CE, através do Índice do Estado Trófico (IET), de acordo com Carlson (1977), modificado pela CETESB (2007). O referido açude está localizado na bacia hidrográfica metropolitana no município de Horizonte, que compõe o sistema de abastecimento de água de Fortaleza, denominado: Pacoti/Riachão/Gavião. O monitoramento da qualidade da água foi realizado no período de setembro de 2009 a janeiro de 2010; as amostras foram coletadas com frequência mensal em duas estações amostrais em pontos estratégicos: o primeiro localizado em uma torre de tomada de água e o segundo no ponto de confluência entre os Açudes Pacoti e Riachão. A aplicação do IET (PT) classificou o açude em eutrófico; enquanto o IET (CL) foi classificado em supereutrófico. Deve-se considerar que o Açude Pacoti se encontra com processo de eutrofização estabelecido, durante o período analisado e que pode se reverter com o decorrer do ano. O IET do Açude Pacoti foi classificado como supereutrófico.

**PALAVRAS-CHAVE:** IET, Açude Pacoti e Qualidade de Água.

### INTRODUÇÃO

A eutrofização é um processo de envelhecimento natural de um ecossistema lacustre que ocorre independentemente das atividades humanas. Manifesta-se por meio do aumento da produtividade biológica de um corpo d'água, sendo observado o crescimento excessivo de algas e outros vegetais superiores devido à maior quantidade de nutrientes disponíveis (AMARAL E SILVA, 1972).

Segundo a CETESB (2007), o Índice do Estado Trófico – IET tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Este índice é calculado em função dos valores de fósforo total – IET (PT) e clorofila *a* – IET (CL). O cálculo do fósforo serve para medir o potencial de eutrofização e o da clorofila *a* serve como resposta do corpo hídrico, ou seja, ao fósforo que é o agente causador do crescimento de algas nas águas.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram escolhidos dois pontos de coleta de água para determinar os parâmetros envolvidos no IET: o primeiro, localizado na torre de tomada de água e o outro, localiza-se no trecho em que o Açude Pacoti encontra-se com

o Açude Riachão, através de um canal aberto no divisor d'água das duas bacias. As Figuras 1 e 2 mostram os respectivos pontos de coleta.



**Figura 1-Ponto de coleta (1). Detalhe da descarga de fundo no Açude Pacoti.**

**Fonte: Google Earth, 2009**



**Figura 2-Ponto de coleta (2). Detalhe do encontro do Açude Pacoti com o Açude Gavião.**

**Fonte: Google Earth, 2009**

As coletas das amostras de água foram realizadas no período de setembro de 2009 a janeiro de 2010, totalizando cinco campanhas, com frequência mensal. Os parâmetros foram determinados no Laboratório Central da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece (GECOQ – Gerência de Controle de Qualidade de Produto). Os procedimentos para as coletas seguiram as orientações da ABNT-NBR 9898 (1987), em que fixa as condições exigíveis para coleta e preservação de amostras.

Os parâmetros analisados para o cálculo do IET das águas do Açude Pacoti, bem como os métodos analíticos empregados, estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Parâmetros do IET analisados e seus respectivos métodos analíticos.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Referência</b>
Fósforo Total	Espectrofotometria (ácido ascórbico)	APHA 4500-PE
Clorofila <i>a</i>	Espectrofotometria (tricromático)	APHA 10200 H

Para determinar o IET do Açude Pacoti foi adotado o índice de Carlson (1977), modificado pela CETESB (2007). Este índice é calculado em função dos valores de fósforo total – IET (PT) e clorofila *a* – IET (CL). O cálculo do fósforo serve para medir o potencial de eutrofização e o da clorofila *a* serve como resposta do corpo hídrico, ou seja, ao fósforo que é o agente causador no crescimento de algas nas águas. Para calcular o IET foram aplicadas as equações para reservatórios (CETESB, 2006).

As equações 1 e 2 calculam, respectivamente, o IET (CL) e do IET (PT).

$$IET (CL) = 10 \times \left( 6 - \left( (0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) \div \ln 2 \right) \right) \quad \text{equação (1)}$$

$$IET (PT) = 10 \times \left( 6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT)) \div \ln 2 \right) \quad \text{equação (2)}$$

em que:

CL - concentração de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>);

PT - concentração do fósforo total (mg/m<sup>3</sup>);

ln - logaritmo natural (neperiano).

O resultado do IET é a média aritmética dos índices do fósforo total e da clorofila *a*, segundo a equação 3:

$$IET = [ IET(PT) + IET(CL) ] \div 2 \quad \text{equação (3)}$$

O limite estabelecido pela CETESB para os diferentes graus de trofia para reservatórios está descrito na Tabela 2 e suas características estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 2 - Classificação do estado trófico de reservatórios.**

Estado Trófico	IET	IET (PT) (mg/m <sup>3</sup> )	IET (CL) (mg/m <sup>3</sup> )
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 8$	$Cl_a \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < Cl_a \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < Cl_a \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < Cl_a \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < Cl_a \leq 69,05$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$233 < P$	$69,05 < Cl_a$

Fonte: CETESB, 2007.

**Tabela 3 – Características principais das classes de estado trófico**

<b>Classes de Estado Trófico</b>	<b>Características</b>
Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB, 2007

## RESULTADOS

As concentrações de clorofila *a* e de fósforo total, bem como os Índices de Estado Trófico (IET's) referente ao Açude Pacoti, nos pontos monitorados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Concentrações de clorofila *a* e fósforo total e classificação dos Índices de Estado Trófico dos pontos de coleta do Açude Pacoti.**

Data da coleta	Parâmetros	Concentrações e IET's		Classificação de trofia
		Ponto 1	Ponto 2	
Setembro/09	Clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	42,09	34,78	-
	P total (mg/m <sup>3</sup> )	40,00	40,00	-
	IET (CL)	65,10	64,15	Supereutrófico
	IET (PT)	64,65	64,65	Eutrófico
	IET	64,87	64,40	Supereutrófico
Outubro/09	Clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	55,08	51,95	-
	P total (mg/m <sup>3</sup> )	40,00	40,00	-
	IET (CL)	66,40	66,10	Supereutrófico
	IET (PT)	64,65	64,65	Eutrófico
	IET	65,52	65,37	Supereutrófico
Novembro/09	Clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	54,21	47,03	-
	P total (mg/m <sup>3</sup> )	60	50	-
	IET (CL)	66,30	65,60	Supereutrófico
	IET (PT)	67,10	66,00	Eutrófico
	IET	66,70	65,80	Supereutrófico
Dezembro/09	Clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	53,85	55,70	-
	P total (mg/m <sup>3</sup> )	30	20	-
	IET (CL)	66,30	66,45	Supereutrófico
	IET (PT)	62,90	60,45	Eutrófico
	IET	64,60	63,45	Supereutrófico
Janeiro/10	Clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	65,85	45,70	-
	P total (mg/m <sup>3</sup> )	30	20	-
	IET (CL)	67,25	65,45	Supereutrófico
	IET (PT)	62,90	60,45	Eutrófico
	IET	65,07	63,00	Supereutrófico

Segundo Coelho (2009), os IET's (clorofila *a* e fósforo) são dinâmicos e sua concepção permite que os corpos d'água mudem de classificação de trofia ao longo do tempo. Em lagos e reservatórios, o monitoramento do teor de clorofila *a* é distintamente importante uma vez que o nível de clorofila algal é um excelente indicador de condições tróficas e um indicador indireto de enriquecimento de fósforo e nitrogênio, oriundos de fertilizantes, pesticidas e herbicidas. Deste modo, supõe-se que o fator limitante provavelmente será o nitrogênio, tendo em vista que o fósforo total foi classificado como eutrófico durante o período de monitoramento.

A clorofila *a* representa uma maneira de medir a biomassa de um reservatório através de sua produtividade primária. Os resultados apresentados na tabela 4 indicaram que o valor máximo para a concentração da clorofila *a* foi registrado na campanha de janeiro/10, que foi de 65,85 mg/m<sup>3</sup>. A concentração alta pode estar associada às elevadas temperaturas que são características deste período, favorecendo o crescimento excessivo das algas. O valor mínimo foi verificado na campanha de setembro/09, ou seja, 34,78 mg/m<sup>3</sup>.

O fósforo aparece em águas naturais por causa, principalmente, das descargas de esgotos sanitários e constitui nutriente importante para os processos biológicos; seu excesso em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais (ANA, 2005).

De acordo com a Tabela 4, as concentrações do fósforo total variou de 20 mg/m<sup>3</sup> a 60 mg/m<sup>3</sup>. Os resultados indicaram que as fontes de entrada de despejos ricos neste elemento devem ser controladas em ambos os pontos monitorados, entretanto não foi evidenciada nenhuma entrada de esgoto nos pontos amostrados, ou nas suas proximidades. É possível que tanto a montante quanto a jusante dos pontos amostrados do Açude Pacoti possa haver lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como outras fontes de poluição, tendo em vista que a matriz de fontes poluentes concebida pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH do estado do Ceará prevê para este manancial estas fontes poluidoras.

De acordo com o gráfico da Figura 3, o IET do Açude Pacoti foi classificado como supereutrófico em ambos os pontos monitorados. Esta categoria está relacionada a corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.

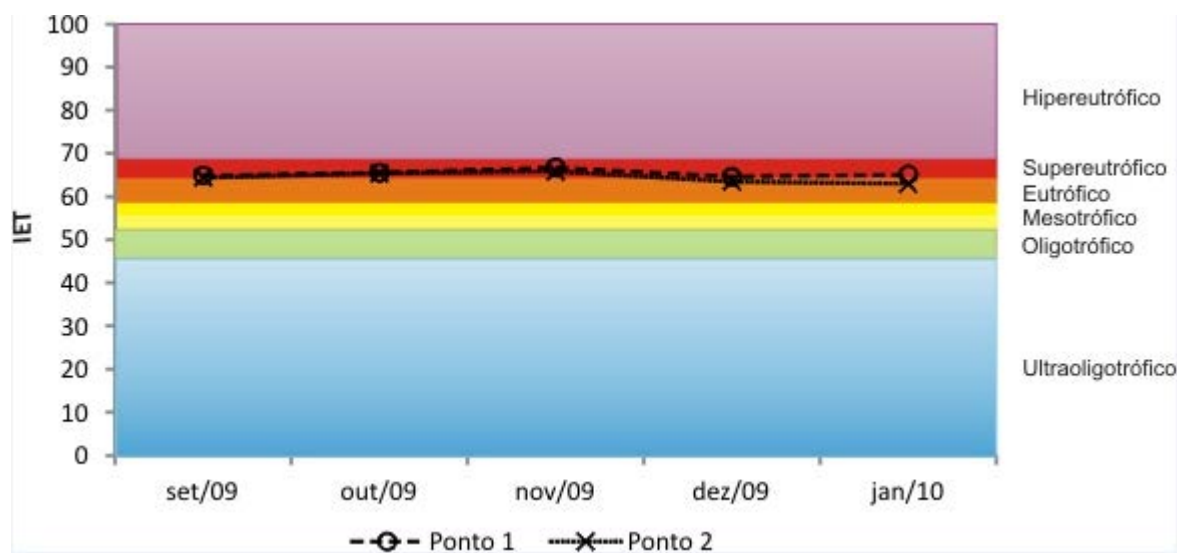


Figura 3-Variação do IET, nos pontos 1 e 2 no Açude Pacoti.

Os resultados mostraram que a relação do nível de trofia entre o fósforo total e a clorofila *a*, em ambos os pontos monitorados, no Açude Pacoti se encontra com processo de eutrofização estabelecido, durante o período analisado e que pode se reverter com o decorrer do ano.

## CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa permitiram concluir que:

A aplicação do IET (PT), em relação às cinco campanhas, permitiu classificar o açude em eutrófico, enquanto o IET (CL) foi classificado como supereutrófico.

O Açude Pacoti se encontra em estado de eutrofização plenamente estabelecido durante o período analisado e que pode se reverter com o decorrer do ano.

O IET foi classificado como supereutrófico, indicando corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AMARAL E SILVA, C. C. Poluição das águas eutrofizadas. 1972. 69 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
2. ANA, Agência Nacional de Águas, 2010. <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em 04 de out. de 2010.
3. CARLSON, R. E. A Trophic State Index for Lakes. Limnology and Oceanography. v. 22(2), p.361-369, 1977.
4. CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IQA, 2007 – Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em 22 de dez. de 2009.
5. COELHO, L. S.; ROCHE, K. F. Utilização de índices de estado trófico para avaliação do estado trófico de reservatórios no Brasil: uma análise crítica. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.