

IV-251 - AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO NO RESERVATÓRIO CANAFÍSTULA, PRÓXIMO À CAPTAÇÃO DA CAGECE – IRACEMA/CE

Ana Carolina de Carvalho⁽¹⁾

Estudante do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Jade dos Santos Carmona⁽²⁾

Estudante do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Mariano da Franca Alencar Neto⁽³⁾

Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Construção Civil.

Francisco Maurício de Sá Barreto⁽⁴⁾

Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Construção Civil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Policarpo Quaresma, 980 – Cidade dos Funcionários - Fortaleza - CE - CEP: 60822-573 - Brasil - Tel: (85) 32797874 - e-mail: carolinacarvalho1508@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar as características físicas, químicas e biológica da água do Açude Canafistula, localizado na Bacia do Médio Jaguaribe, no município de Iracema/CE do Ceará – CA. Para isto, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET), desenvolvido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. As análises foram realizadas no laboratório da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), e os dados foram concedidos pela mesma para a elaboração deste trabalho. O monitoramento do ponto de coleta ocorreu nos meses de agosto e novembro de 2009 e fevereiro, maio e agosto de 2010. No período avaliado, o Açude Canafistula apresentou IET anual de 58,02, sendo classificado em estado Mesotrófico. Observou-se, ainda, uma variação no grau de trofia ao longo do ano, havendo épocas em que o fenômeno se desenvolveu de forma mais intensa (agosto e novembro de 2009) e outras mais limitadas (maio e agosto de 2010). Os resultados obtidos através do IQA gerado para o corpo d'água em estudo são essenciais para um diagnóstico geral das condições do manancial, desde que entendidas suas limitações intrínsecas; é de grande valia para a comunicação com o público, porém, este índice sintetiza, tecnicamente, cada parâmetro analisado, não explicitando a multiplicidade de condições que ocorrem no curso do corpo d'água.

PALAVRAS-CHAVE: Açude Canafistula, IQA, IET.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é uma região que se caracteriza pela fragilidade de seus recursos naturais, em especial, a água. Práticas de armazenamento através da construção de reservatórios vêm sendo cada vez mais estudadas e praticadas, a fim de se estabelecer uma segurança hídrica para o semiárido.

De acordo com Sousa (2007), o armazenamento de água em reservatórios torna essas massas líquidas vulneráveis a um maior risco de degradação. Como se sabe, a água armazenada fica sujeito a longo tempo de residência, permitindo assim com que algumas importantes relações, tanto do ponto de vista químico, como biológico, possam ocorrer. Estas reações, associadas com alguns lançamentos de efluentes, provenientes de zonas urbanas, áreas industriais e zonas rurais, acabam por acelerar o processo de envelhecimento dos reservatórios, conhecido como “processo de Eutrofização”, que depende, fundamentalmente, da disponibilidade de nutrientes no interior dos reservatórios.

A formação de grandes aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que, hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais. Além disso, grande parte dos efluentes domésticos e industriais é lançada diretamente nos corpos d'água, reduzindo ainda mais a possibilidade de utilização dos recursos hídricos (ESTEVES, 1998).

O Açude Canafistula, objeto deste estudo, é um lago artificial localizado na Bacia do Médio Jaguaribe, no município de Iracema/CE. O ponto de coleta fica localizado próximo à captação da Companhia de Água e

Esgoto do Ceará – CAGECE, coordenadas (UTM): 0575158E 9351494N. O Canafístula possui uma bacia hidráulica de 315,840 ha e uma capacidade de acumulação de 13.110.000 m³. Seus principais afluentes são o rio São Caetano e o riacho Figueiredo. A água deste açude é utilizada na irrigação e no abastecimento público do município de Iracema.

Este trabalho tem por objetivo, avaliar parâmetros de qualidade da água do Açude Canafístula, com aplicação do Índice de Qualidade – IQA, para águas brutas e do Índice de Estado Trófico – IET, para reservatórios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados para a concepção deste trabalho foram cedidos pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), que por meio do Núcleo de Análise e Monitoramento (NUAM), realiza um Programa de Monitoramento Ambiental dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, onde são efetuadas análises físico-químicas e biológicas de amostras de água coletadas a cada três meses nas 11 (onze) bacias representativas do Estado.

As coletas foram realizadas sazonalmente, nos meses de agosto e novembro de 2009 e nos meses de fevereiro, maio e agosto de 2010, representando o período de estiagem e o período chuvoso, respectivamente. As amostras foram analisadas utilizando-se a metodologia descrita no Manual de Procedimentos Laboratoriais - Métodos Analíticos para Água e Ar Aplicados na SEMACE – SEMACE 2005, baseado nos parâmetros analíticos do *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater* - 20ª Edition (1999). Todas as análises foram interpretadas de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, para Águas Doces Classe 2, ambiente lântico.

Há vários índices de qualidade da água sendo utilizados, sendo que alguns deles são baseados na *National Sanitation Foundation* (NSF), dos EUA. Os índices apresentados neste artigo, IET e IQA, foram adaptados pela CETESB (2004).

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

O IET tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou o potencial para o desenvolvimento de macrófitas aquáticas.

Para o cálculo do IET são utilizados dois parâmetros: o fósforo e a clorofila “a”.

O fósforo é um nutriente que atua como o causador do processo de eutrofização. Suas principais fontes são: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes, excrementos de animais, dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica.

Já a avaliação da clorofila “a” deve ser considerada como uma medida de resposta do recurso hídrico ao agente causador do processo, indicando o nível de crescimento de algas em suas águas.

A CETESB utiliza o IET para o fósforo total – IET (PT) e o IET para a clorofila a – IET(CL) no cálculo do IET final, segundo as equações para reservatórios:

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

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) \quad (2)$$

Onde:

PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água ($\mu\text{g.L}^{-1} = \text{mg/m}^3$)

CL = concentração de clorofila a medida à superfície da água ($\mu\text{g.L}^{-1} = \text{mg/m}^3$)

ln = logaritmo natural (neperiano)

Nos meses em que estejam disponíveis os dados de ambas as variáveis, o cálculo do IET mensal deverá ser a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila, conforme a equação (3).

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

Para obter o IET médio anual, é necessário fazer a média geométrica das concentrações de P total e Clorofila a ao longo dos meses para o cálculo do IET(PT) e do IET(CL) anual. O IET final corresponde à média aritmética simples dos índices anuais do P total e da Clorofila a.

Para a classificação do IET, foram considerados os níveis de trofia: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico, conforme tabela 1 e tabela 2.

Tabela 1: Classificação do estado trófico para reservatórios segundo o Índice de Carlson modificado.

Estado trófico	IET	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)
Ultraoligotrófico	IET<47	P<8	CL<1,17
Oligotrófico	47<IET<52	8<P<19	1,17<CL<3,24
Mesotrófico	52<IET<59	19<P<52	3,24<CL<11,03
Eutrófico	59<IET<63	52<P<120	11,03<CL<30,55
Supereutrófico	63<IET<67	120<P<233	30,55<CL<69,05
Hipereutrófico	IET>67	233<P	69,05<CL

Tabela 2: Classes de Estado Trófico e suas características principais.

Classes de Estado Trófico	Características
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 produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Mesotrófico	Corpos de 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: ANA apud CETESB (2007); LAMPARELLI (2004), adaptado.

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Nas amostras foram analisados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: temperatura, cor, turbidez, sólidos totais, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, salinidade, clorofila "a", cloretos, ortofosfato, substâncias solúveis em hexano, sulfato e coliformes fecais.

O cálculo do IQA é feito a partir dos resultados das análises de nove parâmetros, considerando suas curvas médias de variação da qualidade da água e atribuindo um peso para cada parâmetro, conforme apresentado na tabela 3. Os nove parâmetros utilizados são: pH, temperatura da água, turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais (termotolerantes), sólidos totais, fósforo total e nitrato.

Tabela 3: Parâmetros que compõem o IQA e seus pesos respectivos.

Parâmetro	Peso Wi
Oxigênio Dissolvido (%OD)	0,17
Coliformes fecais(NPM/100ml)	0,15
pH	0,12
DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,10
Fosfatos (mg/L PO ₄)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

O valor do IQA foi calculado empregando o procedimento descrito por Von Sperling (2007), em planilha eletrônica.

A qualidade da água, indicada pelo índice, varia de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 100, melhor a sua qualidade, conforme tabela 4.

Tabela 4: Classificação da qualidade da água segundo o IQA-CETESB (2006).

Classificação	Cor	Faixa de IQA
Ótima	Azul	80<IQA<100
Boa	Verde	52<IQA<80
Aceitável	Amarela	37<IQA<52
Ruim	Vermelha	20<IQA<37
Péssima	Preta	0<IQA<20

RESULTADOS

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

A tabela 5 mostra os resultados obtidos no laboratório dos parâmetros ambientais avaliados.

Tabela 5: Resultado dos parâmetros analisados no laboratório.

Mês	Fósforo total (mg/L P)	Clorofila a (µg/L)
Agosto (2009)	0,30	8,0
Novembro (2009)	0,20	8,0
Fevereiro (2010)	*ND	*ND
Maio (2010)	0,15	0,5
Agosto (2010)	0,06	1,0

*ND – Não Determinado.

Levando-se em consideração a Resolução CONAMA N° 357/05, o parâmetro Fósforo total, em todos os meses em que foi analisado, apresentou-se acima dos valores máximos permitidos (VMP) pela legislação, que é de 0,03mg/L, para ambiente lêntico, Classe 2. Enquanto que a Clorofila a apresentou-se de acordo com a Resolução, que estabelece VMP de 30µg/L.

No período avaliado, o Açude Canafístula apresentou IET médio anual de 58,02, caracterizando-se como MESOTRÓFICO (tabela 6).

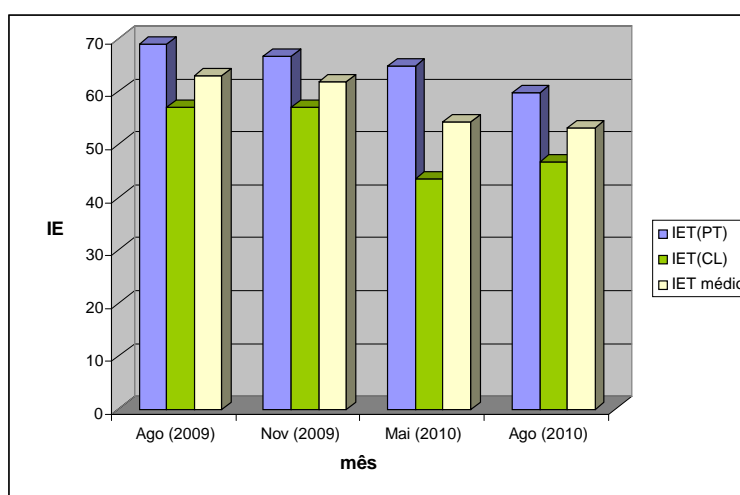
Este resultado parte de uma análise preliminar de dois parâmetros, entretanto, outros fatores podem intervir no processo de eutrofização, como a variabilidade sazonal dos processos ambientais, havendo meses em que o fenômeno pode se desenvolver de forma mais intensa e outros que pode ser mais limitado. Portanto, não se podem definir com clareza as reais condições daquele ambiente lêntico durante o período analisado.

Tabela 6: Resultado dos Índices de Estado Trófico mensal e anual.

Mês	IET(PT)	IET(CL)	IET médio	Estado trófico
Agosto (2009)	69,02	56,93	62,98	Eutrófico
Novembro (2009)	66,57	56,93	61,75	Eutrófico
Maio (2010)	64,82	43,51	54,17	Mesotrófico
Agosto (2010)	59,66	46,73	53,19	Mesotrófico
Média Anual (2009/2010)	65,02	51,02	58,02	Mesotrófico

No mês de fevereiro de 2010, os parâmetros fósforo total e clorofila a não foram determinados no laboratório, não sendo possível, assim, determinar o IET médio para este mês, desta forma, o mês de fevereiro não foi considerado no cálculo do IET final, como pode ser visto na figura 1.

A figura 2 mostra uma foto do Açude, onde se percebe uma “mancha” verde cobrindo grande parte de seu espelho d’água, o que demonstra um grau de eutrofização já avançado.

**Figura 1: evolução do IET ao longo do período estudado.****Figura 2: visão geral do Açude Canafístula (SEMACE, 2010).**

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A tabela 7 é referente aos resultados obtidos no laboratório e à classificação do IQA.

Tabela 7: Resultado dos parâmetros analisados no laboratório.

Meses da coleta							
Parâmetros	Unidade	Ago/09	Nov/09	Fev/10	Mai/10	Ago/10	CONAMA*
PH	-	7,4	7,6	7,8	8,37	7,76	6,0 - 9,0
Temperatura	0C	21,0	28,0	20,9	27,9	19,8	-
Turbidez	UNT	7,0	0,0	1,0	8,0	4	100
Nitrato	mg/L	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	10,0
OD	mg/L	3,8	7,5	7,6	3,9	10,2	>5
DBO	mg/L	2,5	3,5	3,3	2,9	1,2	<5
Fósforo Total	mg/LP	0,30	0,20	0,18	0,15	0,06	0,03
Sólidos Totais	mg/L	500	192,0	2589,0	70,7	1382	-
Coli. Termotolerantes	NMP/100ml	0	0	9000	0	0	1000
IQA mensal	-	65,3	86,4	58,0	75,3	84,7	-
Classificação		Boa	Ótima	Boa	Boa	Ótima	

Legenda: * - padrões da Resolução CONAMA Nº 357/05, para águas doces, classe 2, ambiente lântico.

No mês de agosto de 2009, o parâmetro Sólidos Totais não foi analisado no laboratório, assim como o parâmetro Fósforo Total em fevereiro de 2010. Sendo necessário, pois, fazer uma interpolação entre os valores existentes para compor os dados não determinados, para que assim, o índice pudesse ser calculado de acordo com a metodologia proposta.

A partir da análise do gráfico da figura 3, percebe-se que no mês de novembro o índice encontra-se na faixa Ótima, enquanto que na avaliação seguinte sofre uma queda, e aparece como Boa. Um dos motivos para essa mudança pode ser o início das chuvas no Estado do Ceará; nessa época os açudes são recarregados não apenas pelas chuvas, mas também pelos afluentes à montante da barragem, com isso há um número muito grande de materiais carreados para a bacia hidráulica do açude, refletindo nos valores dos sólidos totais, interferindo assim, negativamente no índice gerado. Observou-se, por exemplo, que os Sólidos Totais sofreram um aumento significativo entre a análise do mês de novembro e 2009 e fevereiro de 2010, conforme tabela 7.

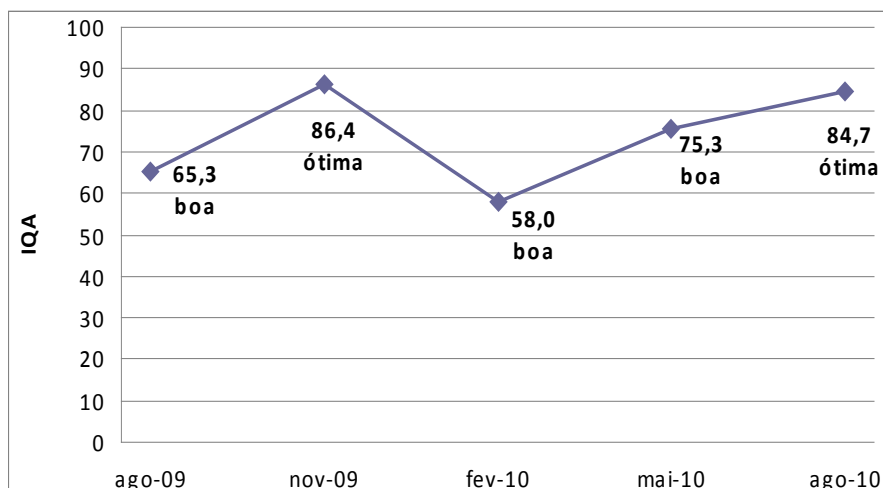


Figura 3: Valores do IQA ao longo do período estudado.

Nos meses seguintes (maio e agosto) os valores do IQA voltam a subir, indicando uma melhoria da qualidade da água do Açude com relação aos nove parâmetros analisados.

A imagem da figura 4 mostra de forma emblemática os efeitos da sazonalidade na qualidade da água bruta do manancial investigado. Ou seja, a figura mostra o estado eutrofizado do manancial em época de estiagem (nov/2010), com o aumento da disponibilidade de nutrientes para o crescimento das algas e outros organismos responsáveis pela eutrofização dos corpos hídricos.

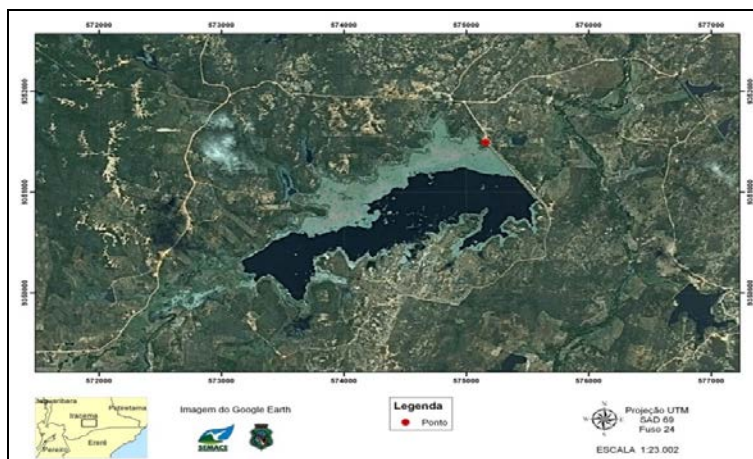


Figura 4: Imagem de satélite do Açude Canafístula.

CONCLUSÕES

Observou-se uma variação no grau de trofia do reservatório durante o período de monitoramento, ou seja, o fenômeno nos meses de agosto e novembro de 2009 caracterizou-se como eutrófico, ao contrário dos meses de maio e agosto de 2010 em que o nível trófico do manancial foi enquadrado como mesotrófico.

As oscilações do estado trófico do Açude Canafístula, observadas no período monitorado, podem estar associadas em geral, à época de estiagem (entre agosto e novembro) em que há um aumento na temperatura da água, redução do volume acumulado de água do Açude e disponibilidade de nutrientes no mesmo, criando condições propícias para o crescimento de algas (macrófitas aquáticas) e consequente elevação do IET, como pôde ser observado na tabela 6.

Os resultados obtidos através do IQA gerado para o corpo d'água em estudo, são essenciais para um diagnóstico geral das condições do manancial, desde que entendidas suas limitações intrínsecas; é de grande valia para a comunicação com o público, porém, este índice sintetiza, tecnicamente, cada parâmetro analisado, mascarando a multiplicidade de condições que ocorrem no curso do corpo d'água, resultando em um índice tendencioso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2010. IET - Índice de Estado Trófico. <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 06 de out. 2010.
2. CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: Índices de Qualidade das Águas (Anexo V). Série Relatórios. 2006. São Paulo-SP.
3. ESTEVES, F. de A. Fundamentos de Limnologia. 2a. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, p. 525.
4. VON SPERLING, M., 1995. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos; vol 1, SEGRAC, Minas Gerais.
5. SEMACE (2010). Projeto de Monitoramento Ambiental das Águas Superficiais dos Principais Rios do Estado do Ceará e Seus Afluentes (em andamento). Fortaleza, Ceará, 2010.