

IV-197 – ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO AÇUDE GAVIÃO – MUNICÍPIO DE PACATUBA - CE

Evla Vivian Costa de Freitas⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Estudante do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE Campus Maracanaú. Estagiária da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

Francisco Maurício de Sá Barreto⁽²⁾

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⁽³⁾

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

Mariano da Franca Alencar⁽⁴⁾

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⁽¹⁾: Rua Grijalva Costa, 21 / 201 B – Jardim América - Fortaleza - CE - CEP: 60426-220 - Brasil - Tel: (85) 88331721 - e-mail: evlafreitas.ifce@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho avaliou a qualidade da água bruta do Açude Gavião, localizado no município de Pacatuba/CE, através da aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) desenvolvido pela “National Sanitation Foundation” e adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo – CETESB. O referido Açude, inserido na Bacia Hidrográfica Metropolitana, é parte importante de um projeto de ampliação do Sistema de abastecimento de água do município de Fortaleza e região metropolitana, denominado: Pacoti/Riachão/Gavião. O monitoramento da qualidade da água realizou-se no período de setembro/2009 a janeiro/2010, totalizando 10 coletas de amostras de água, durante cinco campanhas, com frequência mensal em duas estações amostrais. Foram analisados nove parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato, *Escherichia coli*, turbidez, sólidos totais e temperatura. Para cada coleta foi calculado o índice de qualidade da água (IQA-CETESB) correspondente aos parâmetros analisados, através do método produtivo ponderado. Os resultados obtidos classificaram as águas do Açude em duas faixas: boa e ótima. Os valores do IQA variaram entre 66,80 e 88,30 nos dois pontos amostrados. Foi observado que os valores do IQA em 50% das amostras ficaram dentro da faixa boa de classificação e 50% dentro da faixa de classificação ótima, indicando que a qualidade da água bruta, em ambos os pontos, apresentou qualidade compatível para o consumo humano, após o tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Qualidade da Água, IQA-CETESB, Açude Gavião.

INTRODUÇÃO

A água é o elemento fundamental à vida e é provavelmente o único recurso natural que está associado a todos os aspectos da civilização humana. Seus múltiplos usos são necessários a um largo espectro de atividades humanas, principalmente o abastecimento público e industrial, a produção de energia elétrica e as atividades de recreação e lazer. A expansão demográfica e industrial, observadas nas últimas décadas, trouxe como consequência o comprometimento da quantidade e qualidade da água dos rios, lagos e reservatórios (ALVES et al., 2008).

A qualidade da água é um termo que não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às suas características desejadas para os seus diversos usos. Tanto as características físicas, químicas como as biológicas da água podem ser alteradas. Na maioria dos casos essa alteração é causada pela poluição, que pode ser de diversas origens (GRADVOHL et al, 2007).

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. O conceito de poluição da água tem-se tornado cada vez mais

amplo em função de maiores exigências com relação à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos (BRAGA, et al., 2006).

A caracterização da qualidade da água é realizada através da utilização de diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e representam impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para determinado uso (BILICH; LACERDA, 2005).

O Índice de Qualidade da Água – IQA, proposto pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, com base na *National Sanitation Foundation* – NSF surgiu como recurso de avaliação da qualidade das águas superficiais.

No Estado do Ceará, com suas características hidrogeológicas, como solos rasos e de baixa capacidade de retenção de umidade, carência de rios perenes, elevada incidência solar e chuvas com distribuição temporal e espacial irregular, a maioria dos sistemas de captação encontrados nesta região envolvem o armazenamento em açudes, durante a estação chuvosa, de praticamente toda água utilizada em períodos de estiagem. Os açudes funcionam como zona de depósitos de sedimentos que, em muitos casos, atuam como fornecedores de nutrientes. Isso, somado à intensa insolação da região, tem favorecido ao comprometimento da qualidade da água dos açudes. Vários açudes da região passam anos sem ter suas águas renovadas e tem sido observado que quanto maior o tempo de residência da água nos açudes, mais intensos são os processos de degradação da sua qualidade (SALES et al., 2004).

Inserido nesse contexto, o Município de Pacatuba/CE possui no interior dos seus limites as águas do açude Gavião, reservatório que faz parte do Sistema Integrado para Abastecimento de água da cidade de Fortaleza e Região Metropolitana. A recarga hídrica do Açude Gavião, assim como da maioria dos recursos hídricos do Estado, é dependente dos períodos chuvosos concentrados no início de cada ano (SANTOS, 2006).

Este reservatório reverte-se de importância estratégica por situar-se a montante da estação de tratamento de água responsável para atender a demanda de água potável da população abastecida, além do fornecimento de água bruta às indústrias do Distrito Industrial de Maracanaú.

Face ao exposto, o objetivo desta pesquisa foi estimar a qualidade da água bruta do Açude Gavião e classificar os resultados de acordo com o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para caracterizar os parâmetros envolvidos no IQA-CETESB foram definidos dois pontos amostrais no Açude Gavião: ponto 1, que corresponde à torre de tomada d'água, localizado na ombreira esquerda da barragem, junto a estação de tratamento de água – ETA Gavião e o ponto 2, que corresponde à captação flutuante, localizado a jusante do ponto 1. A Figura 1 mostra a localização dos referidos pontos de coleta.



Figura 1: Localização dos pontos amostrais no açude Gavião.
Fonte: Google Earth, 2009

As coletas de água foram realizadas no período de setembro/2009 a janeiro/2010, totalizando 10 coletas de amostras de água, durante cinco campanhas, com frequência mensal. Os parâmetros que constituem o IQA-CETESB foram analisados no Laboratório de Controle de Qualidade da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). O referido Laboratório é certificado pelo Sistema ISO 9001/2000.

Os métodos utilizados para a determinação dos parâmetros do IQA-CETESB estão listados na tabela 1.

Tabela 1: Métodos padronizados para a determinação dos parâmetros envolvidos no IQA – CETESB.

Parâmetros	Unidades	Método de análise
Temperatura	°C	Filamento de Mercúrio
pH	-	pHmetro (Digimed modelo DM 23)
DBO	MgO ₂ /L	Iodométrico
OD	MgO ₂ /L	Iodométrico
Turbidez	uT	Turbidímetro (Hach, modelo 2100P)
Escherichia Coli	NMP/100mL	Colilert IDEXX
Nitrato	mg/L	Coluna redutora de Cádmio
Sólidos Totais	mg/L	Gravimétrico
Fósforo Total	mg/L	Ácido Ascórbico

Para determinar o IQA do Açude Gavião foi aplicada a metodologia proposta pela CETESB, com base na *National Sanitation Foundation – NSF*. O valor do IQA foi calculado através do produtório ponderado da qualidade da água, correspondente aos parâmetros analisados de acordo com a equação 1, (CETESB, 2010).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

O somatório dos pesos de todos os parâmetros é igual a 1, de acordo com a equação 2:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Para a determinação do q_i , número ou nota entre 0 e 100, foram aplicadas as equações representativas de qualidade da NSF, ajustadas pela CETESB, para cada um dos parâmetros. Após a determinação das concentrações dos parâmetros, selecionou-se a respectiva equação de acordo com a faixa de valores para cada parâmetro, calculando-se, finalmente, as notas individuais q_i .

Após a atribuição da nota individual para cada parâmetro q_i , este foi elevado ao seu respectivo peso w_i , (Tabela 2), compondo os valores $q_i^{w_i}$ (SPERLING, 2007). Ao final, foi aplicado o produto dos nove valores de $q_i^{w_i}$, obtido através da equação 1.

Tabela 2: Parâmetros e seus respectivos pesos para o cálculo do IQA-CETESB.

Parâmetro	Unidade	q_i
Temperatura	°C	0,10
pH	-	0,12
DBO	mg/L	0,10
OD	% saturação	0,17
Turbidez	uT	0,08
Escherichia Coli	NMP/100mL	0,15
Nitrato	mg/L	0,10
Sólidos Totais	mg/L	0,08
Fósforo Total	mgPO ₄ /L	0,10

Fonte: SPERLING, 2007.

Não foi possível medir o nitrogênio total nas amostras de água em função de limitações técnicas. Deste modo, utilizou-se o nitrato para representar a série nitrogenada, tendo em vista que este parâmetro é regulamentado pela Resolução CONAMA 357/2005.

É oportuno, ainda, ressaltar que para esse estudo foi utilizado o indicador microbiológico de qualidade da água *Escherichia coli*, componente do grupo Coliforme termotolerantes.

Devido às substituições de parâmetros realizadas neste estudo, foi feita uma comparação entre o método proposto por NUNES (2006) e o método adotado pela CETESB para calcular o q_i do nitrato e da *Escherichia coli*. Os resultados do q_i ficaram muito próximos ao utilizado pela CETESB, desta forma optou-se utilizar os valores do q_i calculados pelo método das curvas representativas proposto pela CETESB.

Para classificar a qualidade da água do açude Gavião nos pontos de monitoramento 1 e 2, calculada pelo IQA-CETESB, tomou-se como base os intervalos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação da qualidade da Água (IQA-CETESB).

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

Fonte: SPERLLING, 2007.

RESULTADOS

Os resultados do IQA-CETESB, nos pontos monitorados no açude Gavião, estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: valores mensais e médios do IQA-CETESB, para a água do açude Gavião nos dois pontos monitorados.

Atributos	Campanhas					Estatística	
	Set/09	Out/09	Nov/09	Dez/09	Jan/10	Média	DP
Ponto 1							
IQA	67,72	85,41	76,78	85,33	83,54	79,75	7,60
Ponto 2							
IQA	66,79	78,76	87,76	88,29	79,42	80,20	8,70

O Índice de Qualidade da Água tem como principal objetivo traduzir os parâmetros de qualidade de um determinado corpo hídrico em “nota” de classificação, de modo a facilitar a comunicação com o público não técnico.

Os resultados apresentados na tabela 4 mostraram que a qualidade da água do açude Gavião, nos pontos monitorados, foi classificada em dois intervalos de classes, ou seja: boa e ótima. O valor médio do IQA classificou a água como boa para o ponto amostral P1 e ótima para o ponto amostral P2. Entretanto, observa-se que o ponto 1 apresentou melhor qualidade da água por apresentar o menor desvio padrão.

Com base nos resultados apresentados na tabela 4, observa-se que os valores do IQA variaram entre 66,79 e 88,29 (classificação de boa a ótima) nos dois pontos de amostragem. Observa-se, ainda, que os valores do IQA em 50% das amostras ficaram dentro da faixa boa de classificação e 50% dentro da faixa de classificação ótima, indicando que a qualidade da água bruta em ambos os pontos apresentaram qualidade para consumo humano ao longo de todo o tempo, após a utilização de tecnologia do tratamento de água compatível com as características microbiológicas, físicas e químicas da água bruta do manancial monitorado.

O gráfico apresentado na Figura 2, mostra a variação do valor do IQA, nos pontos 1 e 2, durante o período de monitoramento do manancial estudado.

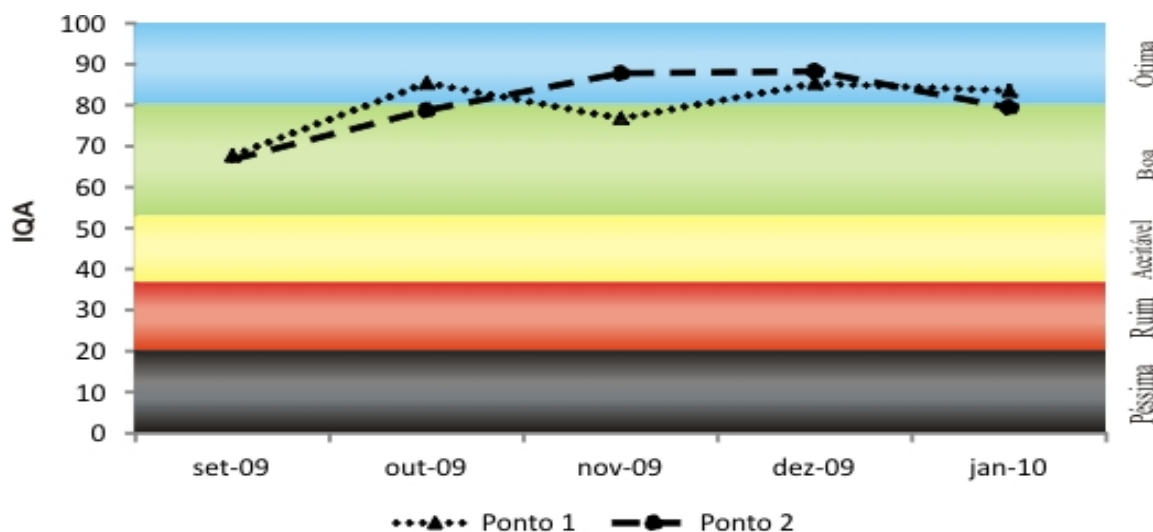


Figura 2: Variação do IQA, nos pontos 1 e 2, no açude Gavião nos meses monitorados.

De acordo com o gráfico da Figura 2, os valores do IQA para os meses considerados, para ambos os pontos, ou estiveram na faixa boa, ou bem próxima ao limite entre a classe boa e ótima. Os pontos 1 e 2, para o mês de setembro, foi o que se manteve mais distante da faixa ótima, caracterizando esta campanha como a que apresentou qualidade da água inferior às demais.

A diminuição da qualidade da água no mês de setembro pode ser atribuída, provavelmente, a um possível revolvimento da DBO sedimentada, bem como à composição química dos organismos aquáticos e a decomposição dos organismos de origem alóctone, podendo ser esses os fatores responsáveis pelas altas concentrações de DBO e fósforo total, respectivamente. Na Tabela 5 são apresentados os resultados das concentrações dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA-CETESB.

Tabela 5: Concentração dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA-CETESB. Valores em negrito indicam concentrações acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 para água doce classe 2.

Parâmetros	Pontos de coleta	Período das coletas/Concentrações				
		Set./09	Out./09	Nov./09	Dez./09	Jan./10
Potencial Hidrogeniônico	1	8,02	7,84	8,16	8,06	8,02
	2	8,15	8,16	8,21	8,07	8,15
Turbidez (UNT)	1	8,31	5,78	9,43	9,29	10,8
	2	3,14	4,80	6,06	8,18	8,45
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	1	17,45	2,09	4,99	3,82	1,97
	2	19,42	4,54	8,69	5,83	1,99
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	1	7,72	7,33	7,72	7,33	6,47
	2	8,49	7,53	7,33	7,14	7,45
Escherichia coli (NMP/100mL)	1	1,00	2,00	2,00	1,00	9,70
	2	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Nitrato (mg/L)	1	0,09	0,19	0,01	0,06	0,04
	2	0,01	0,05	0,07	0,10	0,03
Sólidos totais (mg/L)	1	0,22	0,23	0,23	0,22	0,21
	2	0,23	0,21	0,23	0,24	0,19
Temperatura (°C)	1	29,10	29,00	29,00	29,40	30,00
	2	29,50	29,20	28,50	29,20	30,20
Fósforo Total (mg/L)	1	0,07	0,06	0,01	0,02	0,04
	2	0,07	0,04	0,001	0,02	0,05

A melhor qualidade da água (maior nota qi) para parâmetros como DBO e fósforo total é obtida através das menores concentrações. Na campanha do mês de setembro foram registradas as maiores concentrações de DBO e fósforo total (Tabela 5) em ambos os pontos, caracterizando a influência dos referidos parâmetros na menor nota de IQA-CETESB para o mês de setembro, conforme apresentado no gráfico da Figura 2.

Apesar dos valores de IQA estarem na faixa de classificação boa e ótima, estes não conseguiram retratar as concentrações de determinados parâmetros, como Fósforo Total e DBO, que se encontraram fora dos limites aceitáveis para Classe 2, segundo o CONAMA 357/2005 em algumas das campanhas do período de monitoramento.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A qualidade da água bruta, nos pontos monitorados do açude Gavião, calculada com base no Índice de Qualidade da Água (IQA_CETESB), classificou-se como boa e ótima, indicando que sua utilização é própria para o consumo humano após tratamento adequado.

A análise individual das concentrações dos parâmetros que constitui o IQA-CETESB, nos pontos monitorados, indicou que os parâmetros *Escherichia coli*, turbidez, pH, OD, nitrato e sólidos totais mantiveram-se em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 e os parâmetros fósforo total e DBO não apresentaram conformidade com a referida Resolução.

A não conformidade da qualidade da água pode estar associada ao lançamento de esgoto doméstico, à composição química dos organismos aquáticos, bem como a decomposição dos organismos de origem alóctone, quando se faz referência à variação da concentração de fósforo total. A alteração da concentração de DBO pode ser atribuída ao lançamento de esgoto doméstico associada ao período de redução das chuvas, de maneira a diminuir a capacidade de autodepuração do açude.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, E.C; SILVA, C. F; COSSICH, E.S; TAVARES, C.R.G.T; SOUZA FILHO, E.E; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físico, químico e microbiológico. Acta Scientiarum. Technology, Paraná, v.30, n.1, p.39-40, 2008.
2. BILICH, M. R; LACERDA, M. P. C. Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil 16-21 abril 2005, INEPE, P. 2059-2065.
3. BRAGA, B; NUCCI, N; EIGER, S; PORTO, M; JULIANO, N; HESPANHOL, I; SPENCER, M; BARROS, M. T.L; CONEJO, J.G.L; Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
4. CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IQA – Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp>. Acesso em: 15 de out. 2010.
5. GOOGLE, Programa Google Earth, 2009.
6. GRADVOHL, S. T. S; SILVA, M. E. R; CHAGAS NETO, F; NUNES, A. I. V; AQUINO, M. D; ABDALA NETO, E. F. Avaliação da qualidade das águas na região Metropolitana de Fortaleza-CE: Estudo de caso dos Açudes Gavião, Pacoti e Riachão. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo.
7. NUNES, A. B. A.; Avaliação ex-post da sustentabilidade hídrica e da conservação ambiental de perímetros irrigados implantados – o caso do perímetro irrigado Jaguaribe – Apodi (DIJA). Tese. Universidade Federal do Ceará – UFC, 2006.
8. SALES, M. V; BERNARDO, L. D; AVELINO, F. F; PÁDUA, V. L. Estudo de tratabilidade para definição de parâmetros de dimensionamento de uma futura estação de tratamento de água para a região metropolitana de Fortaleza. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 29., San Juan, 22-27 Ago. 2004.
9. SANTOS, G. O. Análise da influência das chuvas na qualidade bruta e no tratamento da água distribuída em Fortaleza/CE: um estudo de caso sobre a ETA – Gavião. Trabalho de conclusão de curso (Graduação)

- Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2006.
10. VON SPERLING, MARCOS. Estudo e modelagem da qualidade da água de rios. 1ª Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.