

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO AÇUDE DA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ

D. M. Ferreira

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
E-mail: douglisnilson@cefetrn.br

P. M. Nobre

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
E-mail: prisciliananobre@gmail.com

A.A.O. Costa

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
E-mail: ana_andrielle@yahoo.com.br

H. R. Macedo

Escola Agrícola de Jundiá – UFRN
Campus Universitário CEP 59072-970 Natal-RN
E-mail: harim@ufrnet.br

A. F. M. Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Campus Universitário CEP 59072-970 Natal-RN
alexfontes@hotmail.com

RESUMO

Este estudo apresenta um quadro global das condições de qualidade de água do principal açude de abastecimento da Escola Agrícola de Jundiá, localizado no município de Macaíba, região metropolitana da grande Natal - RN. Os dados existentes foram avaliados e expressos através de índices de qualidade de água (IQA), obtendo-se uma visão imediata das condições sanitárias que caracteriza o corpo d'água em estudo. O índice de qualidade de água utilizado neste estudo, índice geométrico, foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation. Os seguintes parâmetros foram monitorados: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, nitrogênio total, fósforo total, DBO₅, temperatura, turbidez e sólido total. Os dados foram obtidos através da caracterização das águas superficiais desta região, para o período de amostragem de maio/06 a junho/06. a avaliação do IQA apresentou índices de qualidade diferentes para os métodos multiplicativos e aditivos. Pelo método aditivo, a água em todos os pontos amostrados pode ser considerada de boa qualidade, enquanto que pelo multiplicativo, classifica-se como aceitável. O método multiplicativo apresentou maior sensibilidade em relação aos parâmetros com resultados de baixa qualidade, principalmente os coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido.

PALAVRAS-CHAVE: IQA, monitoramento, poluição, recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O Rio Jundiáí, que corta a cidade de Macaíba, é influenciado por diversos fatores antropogênicos, destacando-se a poluição por dejetos domésticos e industriais. Também vem sendo prejudicado com o seu assoreamento: construções irregulares, destruição de mata ciliar e ocupação de áreas próximas às suas margens vêm lançando consideráveis níveis de terra e lixo em suas águas. O resultado está evidenciado na redução do leito do rio, diminuição da qualidade da água e as constantes inundações que a cidade de Macaíba vem sofrendo, sempre que ocorre uma chuva de maior intensidade.

O objeto de estudo é um açude do Rio Jundiáí, nos quais seus usos preponderantes são de abastecimento da Escola Agrícola de Jundiáí, a manutenção de atividades agropecuárias e a irrigação de fruticultura explorada em escala subsistencial. O objetivo deste trabalho é verificar a qualidade da água do olheiro do rio Jundiáí aplicando o Índice de Qualidade de Água através da aplicação do Método da CETESB, estimando seus possíveis usos. A água proveniente do açude da Escola Agrícola é destinada ao consumo humano, abastece a comunidade de Jundiáí, constituída por aproximadamente 900 pessoas, entre alunos, professores, funcionários e a comunidade externa.

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água em microbacias hidrográficas constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação humana ou do próprio ambiente. Neste sentido, é importante que este trabalho caracterize as intervenções humanas, como o uso agrícola e urbano, em relação aos seus impactos na qualidade da água.

Na busca de indicadores de qualidade de água várias técnicas têm sido utilizadas, sendo o mais empregado o IQA (Índice de Qualidade da Água) desenvolvido pela National Sanitation Foundation Institution e usado em países como EUA, Brasil e Inglaterra. Estes índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade da água. Índices baseados em técnicas estatísticas favorecem a determinação dos indicadores mais característicos do corpo d'água em estudo, embora não permitam generalizações para outros corpos d'água. Os parâmetros indicados são Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO_5 , Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez (Tur), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Sólidos Totais (ST), Temperatura da amostra (T_a) e Coliformes Termotolerantes (CTt). De acordo com os dados obtidos, pode-se determinar a qualidade da água bruta, classificando-a para o abastecimento público como ótima, boa, aceitável, ruim e péssima.

O IQA pode ser calculado através de duas expressões matemáticas que definem o IQA aditivo (IQA_A), mostrado na Equação 01 e o IQA multiplicativo (IQA_M), mostrado na Equação 02.

$$IQA_A = \sum_{i=1}^9 q_i \times W_i \quad (\text{Equação 01})$$

$$IQA_M = \prod_{i=1}^9 q_i^{W_i} \quad (\text{Equação 02})$$

Onde:

IQA = índice de qualidade da água, representado por um número no intervalo de 0 a 100.

q_i = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do i ésimo parâmetro, valor compreendido entre 0 e 100.

W_i = peso unitário atribuído ao i ésimo parâmetro.

A partir do cálculo, utilizando a equação acima, determina-se a qualidade da água, classificando-a em ótima, boa, aceitável, ruim e péssima, conforme descrito na tabela I.

Tabela I – Classificação das águas naturais, de acordo com o IQA.

Índice (IQA)	Qualidade
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Aceitável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: ROCHA, 2004.

A formulação do IQA aditivo, mesmo sendo de fácil compreensão e determinação, não é suficientemente sensível para refletir os efeitos que um parâmetro possa causar no resultado final, sendo o IQA multiplicativo mais comumente usado.

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em um única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (CETESB,1990).

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA

O açude, em estudo, está localizado na Bacia do Potengi, ocupando uma superfície de 4.093 km², correspondendo a cerca de 7,7 % do território estadual. Situado no Município de Macaíba, no Estado do Rio Grande do Norte, na área da Escola Agrícola de Jundiá subordinado diretamente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Foram monitorados, entre maio/06 a junho/06, três pontos de amostragem ao longo do açude, de acordo com o uso e seus diversos fins, sendo o ponto 1, água utilizada para a recreação de contato primário (banho), lavagem e dessedentação de animais, o ponto 02 é o local em que ocorre a captação da água para utilizá-la nos processos agrícolas e o ponto 03, emprega-se a água para a lavagem doméstica (louças, roupas), bem como lavagem e dessedentação de animais. Os procedimentos de coleta, preservação e armazenamento das amostras foram realizados de acordo com as recomendações da APHA (1995). Acondicionou-se os frascos em caixa térmica com bolsas térmicas para tornar a temperatura em torno de 10 °C e transportados para o Laboratório de Recursos Naturais do CEFET, local de realização das análises.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados foram: sólidos totais, temperatura, turbidez, potencial hidrogeniônico, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e *E. coli*. Após a determinação dos parâmetros, realizou-se a determinação do Índice de Qualidade de Água (IQA), de acordo com a metodologia proposta pela CETESB (2005).

3. RESULTADOS

De acordo com os valores obtidos de pH, constata-se uma uniformidade nos pontos de amostragens realizados, ocorrendo variações na região ácida com mínimo de 5,90 (ponto 02) e máximo de 6,79 (ponto 02). Esses valores de pH são típicos de corpos aquáticos naturais nos quais não ocorre lançamentos de efluentes industriais (DUARTE, 1999 *apud* ESTEVES, 1988).

A condutividade elétrica é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, representando assim uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (CETESB, 2006). Através deste parâmetro pode-se avaliar o teor de sólidos totais dissolvidos, pois de maneira geral a relação condutividade elétrica/ sólidos totais dissolvidos é de 1,5:1,0 (APHA *et al.*, 1995). O ponto 03 apresentou maior concentração de condutividade elétrica (150 µS/cm), enquanto que o ponto 01 apresentou o

menor resultado obtido (105 $\mu\text{S}/\text{cm}$), constatando-se assim a uniformidade desse parâmetro no período de avaliação do corpo aquático em questão.

Os valores da temperatura da água apresentaram amplitude de aproximadamente 2,5 °C, com mínimos de 27,2 °C (ponto 02) e máximos de 29,8 °C (ponto 01). Esses valores são típicos de ambientes aquáticos tropicais (DUARTE, 1999 *apud* CALIJURI, 1988). De acordo com Sperling (1998), elevações da temperatura na sua faixa usual aumentam a taxa das reações químicas e biológicas e a taxa de transferência dos gases, podendo gerar odores desagradáveis. Além disso, pode também diminuir a solubilidade dos gases, (como o oxigênio dissolvido).

O oxigênio dissolvido apresentou valores muito baixos e uniformes, com mínimos de 3,80 mg/L (ponto 02 e 03) e máximos de 4,92 mg/L (ponto 01). Esses resultados são decorrentes da forma de recepção de água desse corpo aquático, sendo principalmente por origem superficial. Sperling (1998) afirma que águas com teores de oxigênio dissolvido em torno de 4-5 mg/L ocorre a mortalidade de algumas espécies de peixes. As espécies de tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa comum (*Cyprinus carpio communis*) e chinesa (*Cyprinus carpio kolaril*) são bastante resistentes às baixas concentrações de OD, variando entre 3,2 mg/L (carpa) e 1,2 mg/L (Tilápia) (MACÊDO, 2004).

Os teores de DBO₅ apresentaram variações mais acentuadas quando comparadas com os demais parâmetros. O ponto 01 apresentou a maior variação com mínimos e máximos de 1,14 mg/L e 10,08 mg/L, respectivamente. Vale ressaltar a constante exposição desse ponto para o uso de recreação de contato primário (banhos), bem como lavagem e dessedentação de animais.

Os valores de cor e turbidez apresentaram-se bem uniformes, com mínimos de 37 uH (ponto 02) e 01 uT (pontos 02 e 03) e máximos de 52 uH (Ponto 01) e 12 uT (ponto 01). de acordo com DUARTE (1999), as substâncias causadoras da cor normalmente encontram-se na forma coloidal ou em dissolução, ao passo que a turbidez é originada por partículas insolúveis que se mantêm em suspensão na massa líquida. Esta última tem uma estreita relação com o teor de oxigênio dissolvido, pois os sólidos em suspensão dificultam a penetração da radiação solar, provocando diminuição da atividade fotossintética.

Os teores de sólidos totais foram máximo no ponto 01 (390 mg/L) e mínimo no ponto 02 (50 mg/L).

Os valores médios de fósforo total dos pontos em análise apresentaram-se bem uniformes com valores mínimos e máximos de 0,003 mg/L e 0,080 mg/L (ponto 01); 0,001 mg/L e 0,002 mg/L (pontos 02 e 03), respectivamente. De acordo com Sperling (1998), valores de fósforo total no corpo aquático menores que 0,01-0,02 mg/L são considerados como não eutrófico; entre 0,01 – 0,02 e 0,05 mg/L classificam-se como estágio intermediário; e, são considerados eutróficos, concentrações de fósforo total acima de 0,05 mg/L.

Portanto, pode-se considerar o ponto 01 como indicativo do estado de eutrofização do corpo aquático, enquanto que os pontos 02 e 03 estão enquadrados como estágios intermediários.

Em relação à série nitrogenada (nitrogênio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico), os pontos 02 e 03 apresentaram valores mínimos em torno de 0,20 mg/L de nitrogênio total, enquanto que os pontos 01 e 02 apresentaram os maiores valores obtidos, variando entre 0,80 – 1,15 mg/L. Do ponto de vista de saúde pública, esses valores não constituem perigos para o consumo humano mas, podem indicar a ocorrência do processo de eutrofização do corpo aquático.

Os valores obtidos para nitrogênio orgânico foram bastante uniformes, tendo o ponto 02 o único local onde se obteve valor diferente de zero (0,28 mg/L). Por outro lado, as concentrações de nitrogênio amoniacal foram bem distintos, variando entre 0,14 mg/L e 0,84 mg/L. De acordo com DUARTE (1999), as concentrações naturalmente existentes em águas subterrâneas e superficiais se situam geralmente abaixo de 0,20 mg/L, porém, atividades de pecuária podem elevar este teor para acima de 3 mg/L (OMS, 1995; SAWYER *et al.*, 1994).

Os valores obtidos para nitratos foram pouco variáveis, intercalando no intervalo de 0,05– 0,36 mg/L NO₃⁻. Esses valores são compatíveis com os valores comumente encontrados em águas superficiais e subterrâneas. Duarte (1999) *apud* Fernandes (1997), investigando os aspectos sanitários e físico-químicos do açude São Salvador – PB encontrou teores de nitrato numa faixa de 0,13 a 0,22 mg/L na época de chuvas e 0,03 a 0,12 mg/L para a estiagem. Duarte (1999) *apud* Ceballos *et al.*, (1993) obtiveram valores no riacho bodocongó – PB que variam entre 0,41 e 1,33 mg NO₃⁻/L.

As condições sanitárias do açude em estudo apresentaram valores de coliformes termotolerantes bem diferenciados. O ponto 01 variou entre 16000 NMP/100 mL e 50 NMP/100 mL. Já o ponto 02 apresentou valores máximos e mínimos de 220 NMP/100 mL e 10 NMP/100 mL. O ponto 03 variou entre 500 NMP/100 mL (máximo) e 14 NMP/100 mL (mínimo).

A tabela II mostra as médias de todos os parâmetros analisados.

Tabela II – Médias de cada parâmetro.

PONTOS	OD (%)	CTt (NMP/100 mL)	pH	DBO (mg O ₂ /L)	NT (mg N/L)	PT (mg P/L)	TURB (NTU)	ST (mg/L)	ΔT (°C)
1	51,2	1810	6,27	4,04	0,46	0,03	7,80	222,00	0,00
2	52,4	113,4	6,25	3,95	0,49	0,01	4,20	94,00	0,00
3	51,6	175,2	6,32	4,85	0,5	0,01	0,60	135,60	0,00

De acordo com a norma vigente no país (CONAMA N°. 357/2005), este corpo aquático de água doce está enquadrado na classe 01, podendo ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e consumidas cruas. O limite de coliformes termotolerantes permitido é de 200 NMP/100 mL em pelo menos 80% das amostras analisadas. Considerando-se os valores médios das cinco semanas amostradas, pode-se considerar o ponto 01 como impróprio para os diversos fins descritos anteriormente, visto que apresentou valor de 4690 NMP/100 mL. Os pontos 02 e 03 apresentaram valores médios de 113 NMP/100 mL e 175 NMP/100 mL, respectivamente, estando, portanto, em condições apropriadas para os usos estabelecidos na classe 1.

Nas tabelas III e IV abaixo, estão apresentados os resultados de análise estatística descritiva bem como a distribuição dos resultados de IQA entre as classes de ótima, boa, aceitável e ruim. Os resultados dos parâmetros de qualidade de água nos pontos avaliados proporcionaram reflexos diretos nos valores de IQA.

Tabela III – Qualidade individual (qi) e o peso unitário (wi) de cada parâmetro.

PONTOS	OD	CTt	pH	DBO	NT	PT	TURB	ST	DT
1	41,29	2,32	72,58	60,74	96,31	97,19	8,63	70,77	92,50
2	46,43	38,39	72,32	61,42	96,07	98,99	89,62	85,74	92,50
3	45,01	32,73	74,32	54,98	95,99	98,99	84,18	82,25	92,50
Wi	0,17	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,10

Tabela IV – Valores do IQA de cada ponto.

PONTOS	VALOR (IQA _A)	VALOR (IQA _M)
1	63	44
2	71	47
3	69	45

4. CONCLUSÃO

Considerando os valores obtidos ao longo do período de amostragem, a avaliação do IQA apresentou índices de qualidade diferentes para os métodos multiplicativos e aditivos. Pelo método aditivo, a água em todos os pontos amostrados pode ser considerada de boa qualidade, enquanto que pelo multiplicativo, classifica-se como aceitável. O método multiplicativo apresentou maior sensibilidade em relação aos parâmetros com resultados de baixa qualidade, principalmente os coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido. Os coliformes termotolerantes apresentaram valores mais acentuados devido ao constante uso do corpo aquático em estudo para recreação de contato primário, higienização doméstica, lavagem de animais. Já os baixos valores de OD são decorrentes da forma de recepção de água desse corpo aquático, sendo principalmente por origem superficial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed., Washington. APHA, 1998.

BRITO, L.P. **Índice de qualidade ambiental**, Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária – UFRN, disciplina Índices e Indicadores Ambientais. Notas de Aula, Natal –RN. 2006.

CETESB. **Análises microbiológicas da água**. Volume 1. São Paulo: CETESB. 2006. 128p.

CETESB. **Índices de qualidade das águas**. Disponível em <www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>. Acesso em: 13 de junho de 2006.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 15 de junho de 2006.

DUARTE, M. A. C. **Utilização dos índices do estado trófico (IET) e de qualidade da água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui – RN**. 1999. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia – Campus II, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.

EAJ – Escola agrícola de Jundiaí. Histórico. Disponível em <www.eaj.ufrn.br>. Acesso em 22 de junho de 2006.

IBGE. **Dados estatístico do estado do Rio Grande do Norte**. Natal. <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 de jul. 2006.

ROCHA, J. C. *et all*. **Introdução à química ambiental**. Porto alegre: Bookman. 2004.

SILVA, Salomão Anselmo; OLIVEIRA, Rui de. **Manual de análises físico-química de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande – PB: O autor, 2001.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA. UFMG. 1998. 243p.

TUCCI, C. E. M *et all*. **A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025**. São Paulo. 2000. 145p.