

COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS ITAMAMBUCA E JUQUERIKUERÊ – LITORAL NORTE DE SÃO PAULO – SOB MESMA SAZONALIDADE

Alessandra Rodrigues de Carvalho (*), André Muller Marinho, Ana Carolina Rodrigues de Sá Silva, Marcos Eduardo Cordeiro Bernardes.

*Química, Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos (MEMARH) pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). E-mail: arcarvalho@unifei.edu.br.

RESUMO

O Índice de Qualidade de Água (IQA) indica o grau de contaminação dos cursos hídricos por meio de alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Neste contexto, o presente trabalho consiste na avaliação e comparação da qualidade da água dos estuários dos rios Itamambuca – Ubatuba (SP) e Juqueriquerê – Caraguatatuba (SP), sob mesma sazonalidade: estação outono (maio de 2013; período de estiagem), através do IQA, previamente estabelecido pela National Sanitation Foundation (NSF; EUA) e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para as condições no Brasil. O rio Itamambuca nasce nas montanhas próximas a São Luiz do Paraitinga/SP, desce as encostas da Serra do Mar e desemboca no Oceano Atlântico junto à cidade de Ubatuba (SP), após percorrer cerca de 16 quilômetros. O rio Juqueriquerê nasce na Serra do Mar e desemboca na Praia do Porto, em Caraguatatuba (SP), com extensão aproximada de 13 km e zona estuária de 4 km. Ambos apresentam regime de micromarés, semidiurnas. O monitoramento da qualidade das águas foi realizado sob maré de quadratura. As amostras de água foram coletadas em cinco pontos estratégicos, ao longo dos cursos hídricos, considerando-se também os diferentes usos do solo. Foram determinadas nove variáveis: pH, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, fósforo total ou fósforo total, nitrogênio total ou nitrato total, temperatura, turbidez, sólidos totais e coliformes fecais. Para cada estuário, calculou-se o IQA pelo método do produto ponderado. O estuário do rio Itamambuca apresentou IQA/NSF igual a 32,18 pontos, sendo a água classificada como “Ruim” tanto pela NSF ($25 < IQA \leq 50$), como pela CETESB ($20 \leq IQA < 37$). Por outro lado, o estuário do rio Juqueriquerê apresentou IQA/NSF igual a 21,41 pontos e a água classificada como “Péssima” pela NSF ($0 < IQA \leq 25$) e “Ruim” pela CETESB. Tais resultados sugerem a baixa qualidade da água de ambos os estuários, cujos valores permitem inferir que, de alguma forma, a ação antrópica está interferindo na qualidade desses cursos hídricos. Além disso, embora os rios pertençam à mesma região, esses sofrem impactos diversos, em maior ou menor escala, além de estarem suscetíveis à interferência de precipitação, efeito de marés, usos do solo, entre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Estuário, Rio Itamambuca, Rio Juqueriquerê, IQA.

INTRODUÇÃO

O Índice de Qualidade de Água (IQA) indica o grau de contaminação dos cursos hídricos por meio de alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Tal contaminação pode ser oriunda de ações antrópicas e de fontes naturais.

O interesse do Brasil por tais índices cresceu desde que o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em seu relatório anual de 1972, manifestou a necessidade da utilização de índices para o meio ambiente. A partir disso, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou o método proposto pela National Sanitation Foundation (NSF) (EUA), para avaliar a qualidade de água para fins de abastecimento público (CETESB, 2013), conforme as condições do país.

O IQA_{CETESB} consiste no produto ponderado de nove variáveis analíticas de qualidade de água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez), conforme a equação:

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da média de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir:

Tabela 1 - Interpretação qualitativa da qualidade de água, segundo a CETESB e a NSF

Interpretação Qualitativa do IQA		
Classificação da água	CETESB	NSF
<i>Ótima</i>	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$	$90 < \text{IQA} \leq 100$
<i>Boa</i>	$52 \leq \text{IQA} < 80$	$70 < \text{IQA} \leq 90$
<i>Aceitável</i>	$37 \leq \text{IQA} < 52$	$50 < \text{IQA} \leq 70$
<i>Ruim</i>	$20 \leq \text{IQA} < 37$	$25 < \text{IQA} \leq 50$
<i>Péssima</i>	$0 \leq \text{IQA} < 20$	$0 < \text{IQA} \leq 25$

Este método reflete principalmente a contaminação do ambiente aquático pelo lançamento de esgotos domésticos, ação comum não só em rios de água doce, mas também em áreas costeiras.

Por ser uma área de transição, a qual sofre influência direta do continente, da atmosfera e dos oceanos, os estuários se caracterizam como áreas de grande interferência antrópica, devido principalmente pelas atividades de moradia, portos, turismo, navegação, esporte e pesca, dentre outras atividades (TEIXEIRA; PATRÍCIO, 2008).

Os rios do litoral norte de São Paulo estão localizados na macro região hidrográfica Atlântico Sudeste, cuja área total abrange 229.972 km², representando 2,7% do total do país.

O rio Juqueriquerê nasce na Serra do Mar e desemboca na Praia do Porto, no município de Caraguatatuba (SP) (figura 1). Com extensão aproximada de 13 km, o rio tem uma zona estuarina de 4,0 km e apresenta regime de micromarés, semidiurnas. É o maior rio navegável do litoral norte de São Paulo. Impactos como: lançamento inadequado de esgoto e de resíduos sólidos, dragagem, retirada de areia, erosão, chorume, queimadas, ocupação irregular das áreas de preservação, além de contaminações a partir da lavagem de embarcações pelas marinas, têm contribuído para prejudicar a qualidade do rio (PETROBRAS, 2007; SÃO PAULO, 2007).



Figura 1: Desembocadura do rio Juqueriquerê
Fonte: Autor do trabalho

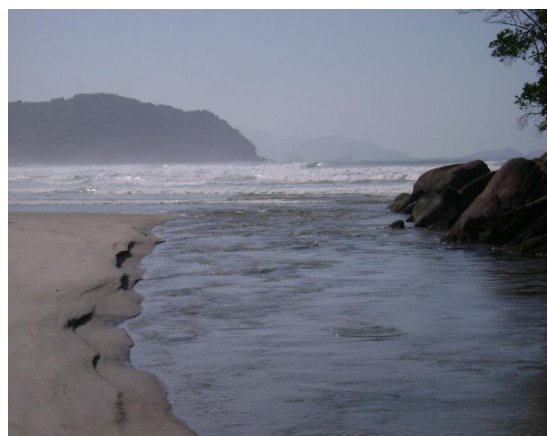


Figura 2: Desembocadura do rio Itamambuca
Fonte: Autor do trabalho

O rio Itamambuca nasce nas montanhas próximas a São Luiz do Paraitinga/SP, desce as encostas da Serra do Mar e desemboca no Oceano Atlântico junto à cidade de Ubatuba (SP) (figura 2), após percorrer cerca de 16 quilômetros (ANA, 2012). Apresenta regime de micromarés, semidiurnas. Ainda desprovida de sistema público de coleta e tratamento de esgoto, a região abrange populações caiçaras, condomínios, ocupações

irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APP), mineração artesanal, cuja economia depende predominantemente do turismo.

Neste contexto, o presente trabalho consiste na avaliação e comparação da qualidade da água dos estuários dos rios Itamambuca e Juqueriquerê, em Ubatuba (SP) e Caraguatatuba (SP), respectivamente, sob a estação de outono, através do IQA, pelo método adaptado pela CETESB.

METODOLOGIA

O monitoramento da qualidade das águas foi realizado no período de estiagem (maio de 2013), sob maré de quadratura.

Para realização das coletas, as amostras foram retiradas da superfície com profundidade de 20 cm. Utilizaram-se frascos específicos para cada parâmetro e posteriormente colocados em caixas térmicas para preservar suas características. As amostras de água foram coletadas em cinco pontos estratégicos, ao longo dos dois cursos hídricos, considerando-se também os diferentes usos do solo.

Durante as coletas foram realizadas medidas *in situ* de temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH, por meio de sonda multiparâmetros HANNA (Modelo HI -9829). As demais análises (Demanda Bioquímica de Oxigênio, fosfato total ou fósforo total, nitrogênio total ou nitrato total, turbidez, sólidos totais e coliformes fecais) foram realizadas nos laboratórios do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá – campus Itajubá (MG). As análises foram processadas em triplicata, conforme APHA (1998).

Para cada campanha calculou-se o IQA, adaptado pela CETESB, e comparou-se os resultados obtidos em cada estuário do litoral norte de São Paulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão demonstrados os valores médios das variáveis físicas, químicas e microbiológicas avaliadas no decorrer da pesquisa.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis físicas, químicas e microbiológicas

Parâmetros	Unidade	Resultados médios		V.M.P*
		Rio Itamambuca	Rio Juqueriquerê	
Coliformes Fecais	(NMP/100 mL)	144	2040	≤ 1000,0
pH	-	6,68	6,62	6 a 9,5
DBO ₅	(mg/L)	6,21	34,90	≤ 5,0
N Total	(mg/L)	0,08	-	-
NO ₃ ⁻ Total	(mg/L)	-	0,81	≤ 10,0
P Total	(mg/L)	6,20	-	≤ 0,050
PO ₄ ³⁻ Total	(mg/L)	-	0,61	-
Temperatura	°C	19,71	21,62	-
Turbidez	NTU	1,20	6,17	≤ 100,0
Sólidos Totais	(mg/L)	81,20	668,53	≤ 500,0
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	10,55	7,30	≥ 5,0

* Valor Máximo Permitido – Resolução CONAMA 357/2005

Verifica-se que tanto as águas do estuário do rio Itamambuca como aquelas do rio Juqueriquerê não se apresentam em condições ambientais satisfatórias, pois alguns de seus parâmetros não correspondem à

exigência do CONAMA 357. Observa-se também uma variabilidade significativa entre a qualidade hídrica dos dois estuários, no que tange os resultados para coliformes fecais, DBO₅, Turbidez e Sólidos Totais. A alta taxa de oxigênio dissolvido no estuário do rio Itamambuca pode ser explicada pela dinâmica e velocidade do curso hídrico, em pontos de corredeiras e quedas d'água, provocando uma maior mistura e agitação naquele local. Além disso, os pontos de coleta do rio Itamambuca estão mais próximos da nascente, o que apresenta uma temperatura mais baixa e, com isso, maior quantidade de oxigênio pode estar dissolvida na água.

A partir disso, no outono, a água do estuário do rio Itamambuca apresentou IQA_{CETESB} igual a 32,18 pontos, sendo classificada como “Ruim” tanto pela NSF ($25 < IQA \leq 50$) como pela CETESB ($20 \leq IQA < 37$). O estuário do rio Juqueriquerê apresentou IQA_{CETESB} igual a 21,41 pontos, cuja água classificada como “Péssima” pela NSF ($0 < IQA \leq 25$) e “Ruim” pela CETESB.

Analisando os IQAs calculados, observa-se certa discrepância entre os resultados obtidos nos dois estuários estudados, o que implica dizer que as diferentes atividades praticadas nos locais pesquisados diferem na qualidade da água do manancial de forma geral, apresentando-se em ambos os casos qualidade não aceitável pelo órgão ambiental.

Embora a estação outono seja considerada de estiagem, é importante salientar que as coletas no estuário do rio Itamambuca, ao contrário do rio Juqueriquerê, foram realizadas sob condições chuvosas, o que pode ter contribuído para a alteração da qualidade da água naquele local.

Essa diferença na precipitação pode influenciar diretamente no volume e vazão dos corpos hídricos e na dinâmica dos parâmetros físicos, químicos e fecais. O comportamento das espécies nitrogenadas, fosfatadas e de turbidez pode ser atribuído à concentração de solutos na água devido ao baixo volume hídrico durante a estação seca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível determinar e comparar o IQA das águas estuarinas do rio Itamambuca (Ubatuba) e do rio Juqueriquerê (Caraguatatuba) sob a mesma sazonalidade. É importante ressaltar que ambos os IQAs apresentaram valores baixos, os quais permitem inferir que, de alguma forma, a ação antrópica está interferindo na qualidade dessas águas. Além disso, embora os rios pertençam à mesma região, esses sofrem impactos diversos, em maior ou menor escala, além de estarem suscetíveis à interferência de precipitação, efeito de marés, usos do solo, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas. *Gestão da Rede Hidrometeorológica*. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/>>. Acesso em 28 de junho de 2012.
2. APHA (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Publish Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20ª ed. Washington.
3. BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União Nº 053*, Brasília, p. 58-63, 18 mar 2005.
4. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Águas Superficiais*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas-%28iqa%29>>. Acesso em 08 de agosto de 2013.
5. PETROBRÁS. Petróleo Brasileiro S.A. *Estudo de Impacto Ambiental. Atividade de Produção de Gás e Condensado no Campo de Mexilhão, Bacia de Santos. Brasil*. 2007. p.269-303.
6. SÃO PAULO (Estado). *Ato Legal*. 2007. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/cd3/sp.doc>. Acesso em 22 de junho de 2013.
7. TEIXEIRA, H.; PATRÍCIO, J. *Gestão de Estuários e Directivas Europeias*. 2008. 60f. Trabalho - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Coimbra, 2008.