

## **I-167 – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE QUALIDADE E TOXICIDADE DAS ÁGUAS DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM: LAGO BOLONHA**

**Kathúcia da Silva Barbosa<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará(UEPA). Graduanda em Administração pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Hebe Morganne Campos Ribeiro**

Doutora em Engenharia Elétrica com ênfase em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Professora Titular da Universidade do Estado do Para (UEPA)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Dom Pedro I, 1505 – São Lourenço - Abaetetuba - PA - CEP: 68440-000 - Brasil - Tel: (91) 8107-0574 - e-mail: kathucy17@hotmail.com

### **RESUMO**

A região metropolitana de Belém possui como principal fonte de abastecimento público o complexo hídrico que envolve os lagos Bolonha está inserida dentro área de proteção ambiental do Parque Estadual do Utinga. O lago Bolonha atua como componente indispensável dentro desse contexto, percebe-se os diversos usos da água no referido corpo hídrico, tornando-se necessária uma análise qualitativa dos principais parâmetros da água. Este estudo visou caracterizar o lago quanto sua qualidade e toxicidade através de dois índices, a saber: Índice de Qualidade da Água (IQA), modificado pela CETESB, e o Índice de Toxicidade. Para tal realizou-se coleta obter dados de coliformes fecais, DBO5, OD, turbidez, sólidos totais, pH, nitrogênio total, fósforo total e temperatura, além dos metais totais e dissolvidos propostos pelo índice de toxicidade. As análises ocorreram seguindo os métodos e recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20ªed. Os resultados de IQA indicaram uma classificação BOA para o lago Bolonha, contudo o mesmo foi anulado quando comparado ao Índice de Toxicidade no parâmetro ferro dissolvido, embora este ainda esteja em especificidades permitidas pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde no que tange a potabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bolonha, IQA, Índice de Toxicidade, Manancial de abastecimento.

### **INTRODUÇÃO**

Da água disponível existente na Terra, apenas 0,8% pode ser utilizada mais facilmente para abastecimento público (corresponde à água doce). Desta pequena fração de 0,8%, apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial, de extração mais fácil. Esses valores ressaltam a importância de se preservarem os recursos hídricos na Terra, e de se evitar a contaminação da pequena fração mais facilmente disponível (SPERLING,2005).

O Parque Ambiental do Utinga, criado através do Decreto nº 1.552, de 03 de maio de 1993, possui uma área e perímetro de 1.300 ha e 24.000 m, respectivamente. Localizado no município de Belém, o parque possui por finalidade a proteção sanitária dos lagos Bolonha e Água Preta, pois os mesmos representam a única forma pública de abastecimento de água. Os lagos anteriormente citados formaram-se a partir dos igarapés Murucutu e Água Preta e são os principais mananciais de Belém. Esses lagos, com volumes de 2 e 10 bilhões de litros de água, respectivamente, tem a importante missão de abastecer o correspondente de 65% da população da região metropolitana de Belém.

Hoje, as preocupações acerca das questões ambientais têm aumentado em diversos âmbitos, seja no meio empresarial, seja na academia, seja em nosso cotidiano. Nessa direção, são grandes os esforços das universidades e institutos de pesquisa para conduzir a tecnologia rumo ao conhecimento do ambiente. Um dos problemas ambientais que preocupa atualmente é a gama de contaminantes que, em virtude de atividades antrópicas mal planejadas, ocasionam os mais diversos tipos de impactos ambientais e riscos à saúde pública (BRATBERG & HOPKINS apud CORSEUIL & MARINS, 1997).

Considerando a problemática da poluição gerada na área de Proteção Ambiental (APA) do Parque do Utinga e considerando que parte do bairro do Souza, no qual se localiza a APA, foi invadido desordenadamente, surgindo problemas diversos oriundos de uma invasão, tais como a falta de saneamento básico (água, coleta de lixo, esgoto e drenagem), torna-se relevante à execução de um estudo quali-quantitativo nos lagos, para a determinação do Índice de Qualidade de Água (IQA) e do Índice de Toxicidade que complementa o IQA-NSF, pois esse índice não considera a existência de substâncias tóxicas. BROWN et al. (1970) recomendam a utilização de um índice de toxidez, cujo valor é 0 ou 1, indicando, respectivamente, a presença de poluentes acima do seu limite máximo admissível, ou a ausência destes poluentes.

O IQA é composto por nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, variação de temperatura, turbidez e sólidos totais), com seus respectivos pesos ( $w_i$ ). Após a quantificação dos nove parâmetros, o IQA é calculado de acordo com a fórmula abaixo, e o resultado interpretado de acordo com a adaptação feita pela CETESB do índice.

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

(Equação 1)

onde, IQA= índice de qualidade da água, representado por um número em escala contínua de 0 a 100.  $q_i$ = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do  $i$ -ésimo parâmetro, um valor entre 0 e 100.  $W_i$ = peso unitário do  $i$ -ésimo parâmetro.

Ao atestar o resultado do IQA, o Índice de Toxicidade também pode ser classificado em alta, média e baixa. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a 1,2 vezes os limites da classe de enquadramento do trecho do curso d'água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 1,2 e 2,0 vezes os limites mencionados, enquanto que a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores ao dobro dos valores limites (IGAM, 2004, p.26)

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar os índices de qualidade de água bruta (IQA e IT) para fins de abastecimento público do Lago Bolonha da cidade de Belém e como objetivos específicos: avaliar os níveis de poluição utilizando parâmetros para determinar o Índice de Toxicidade de Água, determinar o Índice de Qualidade de Água – IQA, proceder a comparação dos resultados analíticos com as referências disponíveis e disponibilizar uma base de dados que possam nortear técnicas de tratamento de água em trabalhos futuros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento bibliográfico acerca do local estudado, com dados socioeconômicos e ambientais. Abordando aspectos relativos aos impactos prováveis do lançamento de efluentes nos corpos hídricos em estudo (lagos Bolonha), bem como os materiais e métodos adequados para as análises dos índices de qualidade e toxicidade da água (IQA e IT).

Os métodos para o desenvolvimento deste compêndio deram-se através da escolha de um ponto que descrevesse o universo estudado. Tal ponto foi selecionado através de uma carta de navegação aérea, e plotados em uma imagem de satélite para posteriormente em campo ser georeferenciado através de um aparelho GPS, assim definiu-se uma área estratégica de coleta de forma que fosse possível ter um panorama do lago antes da água passar por tratamento para fins de abastecimento e distribuição. Dessa maneira escolheu-se o ponto sob a denominação de “PONTO 1 UTINGA” com latitude 1°25'17,28"S e longitude 48°26,2'20"O. Após escolhido e registrado o ponto, realizou-se a coleta de amostras de água da superfície no dia 18 de julho de 2013 às 10:00 hs, procedeu-se a preservação das amostras com os reagentes exigidos pela norma técnica e, em seguida, foram encaminhadas para análise em laboratórios. Os métodos de análise de qualidade de água seguiram as técnicas analíticas internacionais descritas no “Standard Methods for Water and Wastewater Examination 21ª ed.”, (APHA/AWWA/WEF, 2005). Os parâmetros de temperatura e pH foram medidos in loco usando-se, respectivamente, os equipamentos termômetro digital da marca HANNA HI 98501 e pHmetro DM – 2P da marca DIGIMED. As demais amostras foram preservadas e encaminhadas para os laboratórios Multianálises S/S LTDA e Eurofins INNOLAB, ambas certificadas, para proceder às análises laboratoriais conforme as tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Parâmetros de IQA, métodos e laboratórios

Índice de Qualidade de Água		
Parâmetro	Método	Laboratório
Coliformes fecais	NMP	MULTIANÁLISES
pH	Eletrométrico	EM CAMPO
DBO5	Incubação por 5 dias	MULTIANÁLISES
Nitrogênio total	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Fósforo total	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Temperatura	Termométrico	EM CAMPO
Turbidez	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Sólidos Totais	Gravimétrico	LABOHI
Oxigênio Dissolvido	Winkler	MULTIANÁLISES

**Fonte:** as autoras (2013)

**Tabela 2** – Parâmetros de IT, métodos e laboratórios

Índice de Toxicidade		
Parâmetro	Método	Laboratório
Arsênio Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Bário Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Cádmio Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Chumbo Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Cianeto Livre	APHA-AWWA 21ª ED. 4500-CN-B E 4500-CN-D	INNOLAB
Cobre Dissolvido	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Cromo Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Ferro Dissolvido	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Manganês Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Mercúrio Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Níquel Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Nitrato	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Nitrito	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Nitrogênio Amoniacal Total	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES
Zinco Total	APHA-AWWA 21ª ED. MA-071-L2	INNOLAB
Fenóis Totais	Espectrofotometria	MULTIANÁLISES

**Fonte:** as autoras (2013)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram divididos em duas partes: o primeiro diz respeito às análises laboratoriais referentes ao índice de Qualidade de Água (IQA), a segunda é voltada para os parâmetros referentes ao índice de Toxicidade (IT). As primeiras análises realizadas são de caráter complementar ao objetivo específico da pesquisa em determinar o IQA, servindo de suporte para revelar um panorama mais acurado da qualidade dos corpos hídricos do ponto analisado. Assim analisou-se: coliforme fecais, pH, DBO5, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido (OD). Os resultados podem ser verificados no Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1 – Resultados de IQA**

Parâmetro	Unidade	Resultado da			Nota
		Análise de	Nota qi	Peso w	elevada ao peso
Água					
Coliformes fecais	NMP/ML	90	91,2753	0,15	1,9681
pH		5,68	46,7235	0,12	1,5861
DBO5	mg/L	< 2	78,1183	0,1	1,5462
Nitrogênio total	mgN/L	1	92,1369	0,1	1,572
Fósforo total	mgP/L	1,62	9,9893	0,1	1,2588
Diferença de Temperatura	°C	30	94	0,1	1,5751
Turbidez	NTU	0	100,17	0,08	1,4456
Sólidos Totais	mg/L	52	85,44	0,08	1,4274
Oxigênio Dissolvido	% satur.	92,0302	94,456	0,17	2,1667

Fonte: as autoras (2013)

Assim temos que:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} = 67,2595$$

Segundo o IQA – CETESB, o ponto é classificado como “BOM” e possui como cor correspondente o verde, já com relação ao IQA-NSF, o ponto é tido como “MÉDIO” e têm como cor correspondente o amarelo.

A segunda parte das análises envolveram os parâmetros referentes ao Índice de Toxicidade e abrangeram os seguintes parâmetros Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, nitrito, nitrato, Nitrogênio amoniacal total, Zinco total, e Fenóis totais. Os resultados das análises e a classificação, segundo o Índice de Toxicidade encontram-se no Quadro 2:

**Quadro 2** – Classificação do “PONTO 1 UTINGA” segundo o IT

Índice de Toxicidade		
Parâmetro	Resultado análise (mg/L)	Classificação IT/Cor Representativa
Arsênio Total	ND	Baixa
Bário Total	ND	Baixa
Cádmio Total	ND	Baixa
Chumbo Total	ND	Baixa
Cianeto Livre	<0,001	Baixa
Cobre Dissolvido	ND	Baixa
Cromo Total	ND	Baixa
Ferro Dissolvido	0,75	Alta
Manganês Total	0,015	Baixa
Mercurio Total	ND	Baixa
Níquel Total	ND	Baixa
Nitrato	0,8	Baixa
Nitrito	ND	Baixa
Nitrogênio Amoniacal Total	ND	Baixa
Zinco Total	0,008	Baixa
Fenóis Totais	ND	Baixa

Fonte: as autoras (2013)

## CONCLUSÕES

O estudo apresentou resultados bibliográficos descortinando as características socioeconômicas e ambientais que permeiam os mananciais de abastecimento público da região metropolitana de Belém, a entender, Lago Bolonha. A pesquisa bibliográfica também resultou na observação dos parâmetros de águas necessários para realizar a interpretação dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Toxicidade (IT). Nesse sentido, os níveis parametrizados apresentaram uma configuração adequada à pesquisa proposta.

Os resultados das análises dos 9 parâmetros que compõem o Índice de Qualidade de Água (IQA) foram calculados seguindo as modificações propostas pela CETESB e obteve-se a nota 67,2595, indicando uma classificação BOA da água dos mananciais do Parque Estadual do Utinga. As análises correspondentes aos 16 parâmetros do Índice de Toxicidade (IT) visam atestar a nota obtida pelo IQA e de acordo com os resultados pode-se classificar de duas maneiras: método binário (1 e 0) ou qualitativo (baixo, médio e alto). De acordo com a primeira, multiplica-se o valor do IQA por 1, caso todos os parâmetros estejam dentro do padrão; ou por 0, caso, pelo menos um parâmetro esteja fora do valor padronizado pelo CONAMA 357. Nesta pesquisa, observa-se que o parâmetro ferro mostrou-se inadequado e por isso o valor de IQA foi anulado, conforme abaixo representado:

$$\text{IQA} \times \text{IT} = 67,2595 \times 0 = 0$$

A segunda maneira de classificar o IT refere-se à concentração limite, neste caso para CLASSE II da Resolução CONAMA 357, assim o Quadro 2 demonstra que apenas o parâmetro ‘Ferro Dissolvido’ não atende a legislação e o mesmo é classificado com alta toxicidade o que reflete na classificação geral do ponto. Contudo vale ressaltar que as altas concentrações de ferro nas águas amazônicas são tidas como um comportamento comum haja vista sua formação hidrogeológica. É conveniente também explicitar que a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, artigo 39, §4º inciso de I à III permite concentrações maiores que 3ppm desde que os demais parâmetros estejam dentro do limite e a concentração de ferro não ultrapasse 2,4 mg/l. Assim podemos concluir que o valor do ferro, embora esteja desconforme com a legislação, seu resultado é considerado normal para região e não apresenta risco para uso de fins de abastecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA **Agência Nacional de Águas.** 2012 Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acessado em 30 de Mai. 2013
2. APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21<sup>th</sup> Edition. Washington D.C. American Public Health Association. 2005.
3. BLUME, KK. et al. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. Braz. J. Biol., São Carlos, v. 70, n. 4, supl. Dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/bjb/v70n4s0/v70n4s0a08.pdf>>. Acesso em: 17 Mai. 2013.
4. BOLLMANN, H.A.; EDWIGES, T. Avaliação da Qualidade das Águas do Rio Belém, Curitiba – PR, com o Emprego de Indicadores Quantitativos e Perceptivos. Eng. Sanit. Ambiental [online], Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, Dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v13n4/a13v13n4.pdf>>. Acesso em: 10 Mai. 2013.
5. CETESB. Índice de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-%28iqa%29>>. Acesso em: 17 jun. 2013.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama n. 357. Disponível em: <[www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama)> Acesso em: 31 mai. 2013.
7. GONÇALVES, Elano Mário. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO UBERABINHA – UBERLÂNDIA – MG. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós – Graduação em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/qualidade-da-agua-do-rio-uberabinha.pdf>>. Acesso em: 15 de Jan. 2013.
8. IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2000. Belo Horizonte:FEAM, 2000.
9. IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS: Relatório Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio São Francisco em 2002 Sub-bacia do Rio Paraopeba. Belo Horizonte: Águas de Minas, 2002. 120 p.
10. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Seção 5. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_2914\\_12\\_12\\_2011.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_2914_12_12_2011.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2013
11. PERNAMBUCO, Agencia Estadual de Meio Ambiente de. SELEÇÃO DE ÍNDICES E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/qualidade-agua/selecaoIndiceIndicadores.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
12. RIBEIRO, H.M.C. AVALIAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS LAGOS BOLONHA E ÁGUA PRETA, SITUADOS NA ÁREA FISIOMORFOLÓGICA DO UTINGA (BELÉM – PARÁ). 1992.227p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós – Graduação em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.
13. SODRÉ, Silvana do Socorro Veloso. Hidroquímica dos lagos Bolonha e Água preta, mananciais de Belém, Pará. Disponível em: <[http://www3.ufpa.br/ppgca/dissertacoes/2007/Dissertacao\\_Silvana.pdf](http://www3.ufpa.br/ppgca/dissertacoes/2007/Dissertacao_Silvana.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2013.
14. REBOUÇAS, A.C. Uso inteligente da água. Belém: Cejup, 2004.
15. RIBEIRO, H.M.C. Avaliação atual da qualidade das águas superficiais dos lagos Bolonha e Água Preta situados na área fisiográfica do Utinga (Belém-PA). Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia). Belém: Universidade Federal do Pará, 1992.
16. VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.