IV-222 - APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NOS LAGOS ÁGUA PRETA E BOLONHA, EM BELÉM-PA

Renan Antônio Maia Barbosa[(1)]
Graduando do 9° semestre de Engenharia Sanitária e Ambiental Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA).
Bruna Drielle de Sousa Silva[(2)]
Graduanda do 9° semestre de Engenharia Sanitária e Ambiental Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço[(1)]**:** Passagem São Pedro, 375 - Sacramenta – Belém - PA - CEP: 66123-230 - Brasil - Tel: (91) 3244-5917 - e-mail: renanmaia.renan@gmail.com

RESUMO

A água é um dos principais recursos naturais funcionando como elo de relação mútua entre solo, clima e vida. Entretanto, atualmente, os recursos hídricos disponíveis para o abastecimento humano, além de escassos, estão cada vez mais pobres em qualidade. A região Amazônica, possuidora da maior quantidade de recursos hídricos do país, enfrenta sérios problemas, entre tantos fatores, devido a quase ausência do sistema de tratamento dos esgotos domésticos, o que possivelmente impacta a qualidade de seus corpos d'água quando lançados nos mesmos. Na Região Metropolitana de Belém e adjacências, o serviço de abastecimento de água é prestado por duas concessionárias, sendo que a água superficial fornecida a 75% da população provém do sistema de captação do Utinga, oriunda do Rio Guamá, com posterior bombeamento para os lagos Água Preta e Bolonha, seguindo em direção às estações de tratamento de água. O Índice de Qualidade das Águas (IQA), desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso ao abastecimento público, faz o uso as seguintes variáveis: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fosfato total, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio total, sólidos totais e Turbidez, as quais muitas vezes são indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. O Índice de Estado Trófico (IET), por sua vez, classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. De posse da problemática da degradação dos recursos hídricos e da importância destes Lagos à população desta região, é importante verificar a qualidade da água disposta ao abastecimento humano, bem como identificar o seu estado trófico.
Desta maneira, o presente estudo, através das variáveis citadas à determinação do IQA e do IET, obteve valores numéricos, que expressaram uma qualidade boa das águas, contudo em nível Hipereutrófico, ou seja, com alta concentração de nutrientes, provenientes muito provavelmente dos esgotos domésticos da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Estado Trófico, Índice de Qualidade Água, Lago Bolonha, Lago Água Preta.

INTRODUÇÃO

Há preocupação em escala mundial com relação a escassez, deterioração e uso ineficiente da água doce, sendo este problema cada vez mais iminente nas discussões sobre água e meio ambiente em conferências internacionais (HOGAN, 1997).

No Brasil, muitos ecossistemas lacustres e lagunas foram afetados com a dinâmica da urbanização em suas bacias de drenagem. As lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Saquarema, no Rio de Janeiro, a lagoa da Conceição, em Florianópolis, as lagoas de Mundáu e Manguaba, em Maceió, as lagoas de Vargem das Flores e Pampulha, em Belo Horizonte e o lago Paranoá em Brasília são alguns exemplos, dentre muitos outros de ecossistemas aquáticos continentais, que sofrem a pressão da ocupação urbana (RIBEIRO, 2002).

Os lagos como qualquer outro corpo hídrico, são de fundamental importância para os homens e animais, uma vez que, suas águas estão presentes nas mais variadas atividades humanas, como por exemplo, na captação de água para irrigação, atividades industriais, lazer e recreação, além de representar uma importante fonte de água potável. Os lagos brasileiros, em maioria, são influenciados pela hidrodinâmica dos rios de médio e grande

porte (Amazonas e seus tributários, Paraguai, Doce, São Francisco) uma vez que grande parte destes estão localizados nas planícies ao longo de suas bacias.

Estima-se que o Brasil tenha aproximadamente 11,6% da água doce superficial disponível no mundo e os reservatórios artificiais do país desempenham importantes papéis ecológicos, econômicos e sociais. Entretanto, a maioria deles apresenta crescente eutrofização por receberem frequentemente descargas de despejos domésticos e rejeitos industriais, especialmente aqueles situados próximos aos grandes centros urbanos. Este fenômeno reduz as possibilidades dos usos múltiplos nos reservatórios e causa um considerável aumento no custo do tratamento de água para fins de abastecimento público (TUNDISI & MATSUMURA – TUNDISI, 1992).

Com base nessas ocorrências, o objetivo desta pesquisa é fazer o estudo do índice de qualidade da água, o qual avalia a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, dos lagos Água Preta e Bolonha, assim como determinar o índice de estado trófico destes lagos, o qual avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, especialmente o nitrogênio e fósforo.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Belém situa-se na foz do Amazonas entre as coordenadas 1º 27’ 21’’ S e 48º 30’ 15’’ W, em média com altitude de 4 m do nível do mar e possui uma área de 2.161.191 Km2 e 2,1 milhões de habitantes, com clima tropical em média de 26ºC ao ano e total pluviométrico variando de 2.225 a 3.300 mm/ano (Pará, 2005b). Fazem parte da Região Metropolitana de Belém, os lagos Bolonha e Água Preta que são os mananciais que a cidade dispõe para o armazenamento de água, foram formados pela barragem de algumas nascentes e igarapés dessa região.

O lago água Preta é formado pelas bacias hidrográficas dos igarapés Catu e Água Preta, do qual recebe o nome, sua área total é de 7.199.500 m2. Considerado como principal lago que serve como fonte de abastecimento da cidade de Belém, teve sua ampliação em 1973 para reservar uma quantidade de 10.550.000 m3 apresentando uma lâmina de água de 3.116.868 m3 e 8,5 m de profundidade máxima. É margeado em grande parte do seu trajeto por uma vegetação exuberante, característica da Região Amazônica que colaboram para sua proteção (RIBEIRO, 1992).

Apresentando uma forma alongada, o lago Bolonha, com 2.100.000 m3 de água acumulada, 512.540 m2 de lâmina d’água, profundidade máxima em torno de 7,64 m e área total de 1.790.000 m2, é um dos mananciais que vem contribuindo ao longo do tempo, como fonte de água para o abastecimento da cidade de Belém.

Este trabalho foi desenvolvido em três fases: a) trabalhos de gabinete, que constou de levantamentos bibliográficos de dados preliminares sobre a região de estudo; b) trabalhos de campo, amostragem e execução de análises físico-químicas, sendo que as respectivas técnicas utilizadas para a determinação dos parâmetros deste estudo estão descritas na Tabela 1; c) realização dos cálculos necessários à obtenção dos índices.

Duas campanhas de coleta foram realizadas em 2012 nos Lagos Bolonha e Água Preta (11 de Abril e 16 de Maio, respectivamente). As águas foram obtidas em 6 pontos, 3 em cada Lago deste estudo (Figura 1), há aproximadamente 30 cm da superfície, armazenadas em frascos de polietileno de 500 mL; e c) realização dos cálculos para determinação dos índices de estado trófico (IET) e de qualidade da água (IQA).

As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e levadas para realização das análises laboratoriais, ficando as mesmas sob refrigeração para evitar atividades microbiológicas. O protocolo analítico da Normalização Técnicas da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (1988) foi utilizado como metodologia nas coletas das amostras.

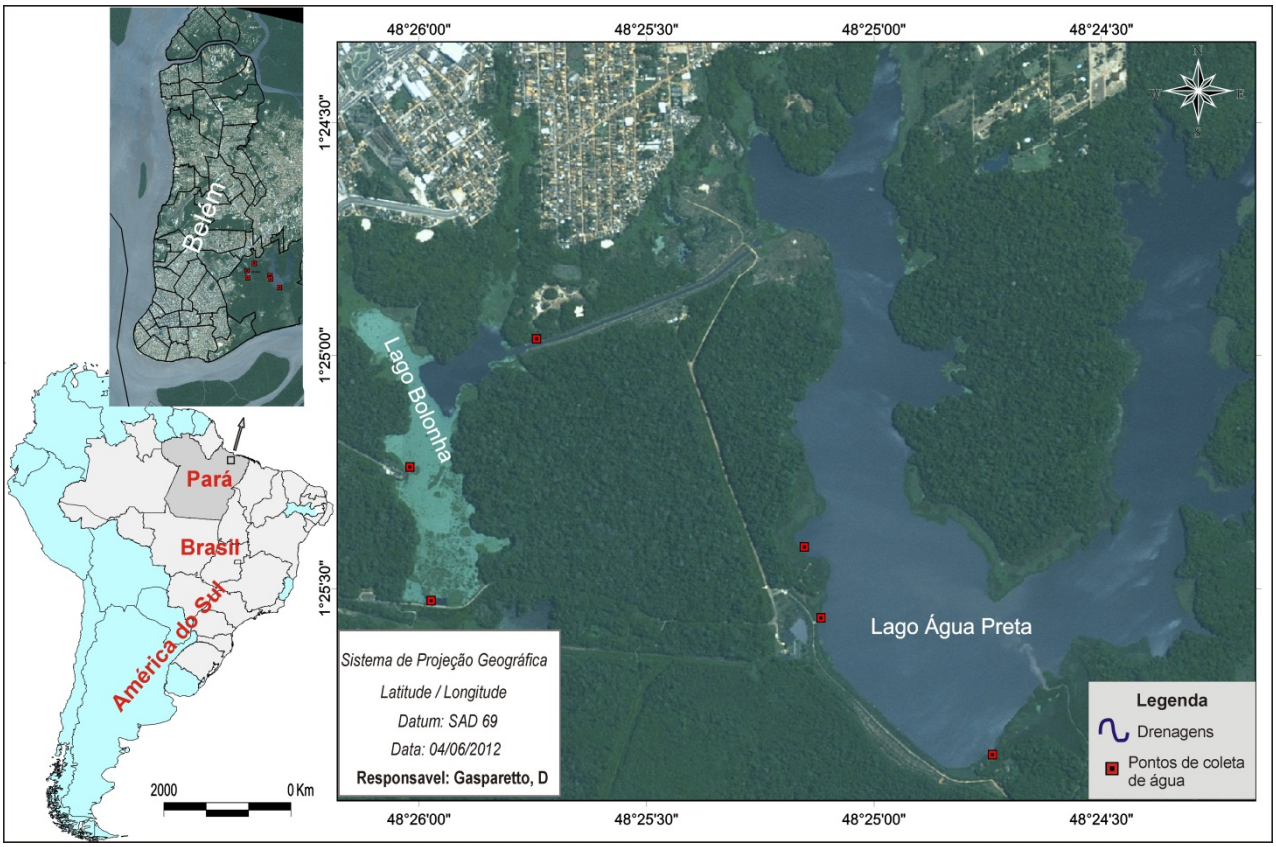

Figura 1: Localização da Área de Estudo e dos pontos de coleta dos Lagos Bolonha e Água Preta. Fonte: Arquivo do Autor.

Tabela 1: Parâmetros e os respectivos Métodos de determinação.

Parâmetros	Métodos
Coliformes Termotolerantes	Collilert
pH	Sonda Multiparamétrica
Temperatura	Termômetro Digital
Turbidez	Sonda Multiparamétrica
Nitrogênio Total	Espectrofotométrico
Fósforo Total	Espectrofotométrico
Sólidos Totais	Sonda Multiparamétrica
Oxigênio Dissolvido	Titulométrico
DBO5	Titulométrico
Clorofila-a	Espectrofotométrico

Metodologia para o cálculo do IQA:
Há vários índices de qualidade da água em utilização, sendo vários deles baseados no IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos. Um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos é utilizado para caracterizar a qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes fecais (termotolerantes), pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro é atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de avaliação da qualidade das águas em função de sua concentração. O IQA final é calculado como um produtório das notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos respectivos pesos. No Brasil, o IQA-NSF foi modificado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB), que substituiu o nitrato por nitrogênio total (CETESB,2004). A equação do IQA é:

$$IQA = \prod_{i-1}^{n} qi^{wi}$$

onde:
IQA: Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100).
qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida.
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.
i: número do parâmetro, variando de 1 a 9.

A CETESB propôs curvas de ajuste para cada um dos parâmetros, as quais são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Equações representativas das curvas de qualidade do NSF, elaborada pela CETESB.

Parâmetro	Limite mín. (>)	Limite máx. (≤)	Equação de q_i
Log_{10} (CTT)	0	1	100 – 33*logC
	1	5	100-37,2*logC+3,60743*logC
	5		3
pH	0,0	2	2
	2	4	13,6-10,6*pH+2,4364*pH^2
	4	6,2	155,5-77,36*pH+10,2481*pH^2
	6,2	7	-657,2+197,38*pH-12,9167*pH^2
	7	8	-427,8+142,05*pH-9,695*pH^2
	8	8,5	216-16*pH
	8,5	9	1415823*EXP(-1,1507*pH
	9	10	228-27*pH
	10	12	633-106,5*pH+4,5*pH^2
	12	14	3
DBO	0	5	99,96*EXP(-0,1232728*C)
	5	15	104,67-31,5463*LOG10(C
	15	30	4394,91*C^{-99809}
	30		2
Nitrogênio Total(mgN/L)	0	10	100-8,169*C+0,3059*C^2
	10	60	101,9-23,1023*LOG10(C
	60	100	159,3148*EXP(-0,0512842*C
	100		1
Fósforo ($mgPO_4$/L)	0	1	99*EXP(-0,91629*C)
	1	5	57,6-20,178*C+2,1326*C^2
	5	10	19,8*EXP(-0,13544*C)

	10		5
Diferença de Temperatura			94 (assumido o valor constante pela CETESB, por se considerar que nas condições brasileiras, a temperatura dos corpos d'água não se afasta da temperatura de equilíbrio).
Turbidez (UNT)	0	25	100,17-2,67*Turb+0,03775*turb
	25	100	84,76*EXP(-0,016206*Turb)
	100		5
Sólidos Totais	0	150	$79,75+0,166*C-0,001088*C^2$
	100	500	101,67-0,13917*C
	500	32	

Parâmetro	Limite mín. (>)	Limite máx. (≤)	Equação de q_i
Percentagem de saturação de OD (%)	0	50	$3+0,34*(\%sat)+0,008095*(\%sat)^2+1,35252*0,00001*(\%sat)^3$
	50	85	$3-1,166*(\%sat)+0,058*(\%sat)^2-3,803435*0,0001*(\%sat)^3$
	85	100	$3+3,7745*(\%sat)^{0,704889}*$
	100	140	$3+2,9*(\%sat)+0,02496*(\%sat)^2+5,60919*0,00001*(\%sat)^3$
	140		3+47
	Concentração de saturação de OD (mg/L)		$Cs=(14,62-0,3898*temp+0,006969*temp^2-0,00005896*temp^3)*(1-0,0000228675*altitude)^{5,167}$
	Percentagem de saturação(%)		$100*OD/C_s$

Fonte: Marcos Von Sperling, 2007.

Os pesos (wi) de cada parâmetro estão apresentados na Tabela 3. Estes pesos foram determinados pelo painel de especialistas que desenvolveu o IQA-NSF, e retratam a importância relativa de cada parâmetro.

Tabela 3: Valores dos pesos q_i de cada parâmetro do IQA

Parâmetro	Unidade	q_i
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0,15
pH	-	0,12
DBO_5	mg/L	0,10
Nitrogênio total	mgN/L	0,10
Fósforo total	$mgPO_4/L$	0,10
Diferença de temperatura	ºC	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos totais	mg/L	0,08
OD	%saturação	0,17

Fonte: Marcos Von Sperling, 2007.

Após a atribuição de cada nota individual para cada parâmetro (qi), esta deve ser elevada ao respectivo peso (wi), compondo os valores de qiwi. O IQA é o produto dos nove valores de qiwi obtidos (q1w1x q2w2x... q9w9).

A classificação da qualidade da água segundo o IQA-CETESB é feita de acordo com a Tabela 4.

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

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

Fonte: Marcos Von Sperling, 2007.

Metodologia para o cálculo do IET:
O índice de estado trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Este índice sofreu adaptações ao longo do tempo, adaptado por LAMPARELLI (2004) para aplicação específica em ambientes lênticos, atualmente, o IET é calculado em função dos valores de fósforo total e clorofila a, segundo as seguintes equações 1 e 2.

$$IET\ (CL) = 10x(6-((0{,}92-0{,}34x(\ln CL))/\ln 2)) \qquad \text{equação (1)}$$
$$IET\ (PT) = 10x(6-(1{,}77-0{,}42x(\ln PT)/\ln 2)) \qquad \text{equação (2)}$$

onde:
PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L-1;
CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg.L-1;
ln: logaritmo natural.

O IET deverá ser a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, conforme equação 3.

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

Em função dos valores de IET, obtém-se a classificação do estado trófico, tal como mostra na Tabela 5.

Tabela 5: Classificação do Estado Trófico.

Estado trófico	IET
Ultraoligotrófico	IET≤47
Oligotrófico	47<IET≤52
Mesotrófico	52<IET≤59
Eutrófico	59<IET≤63
Supereutrófico	63<IET≤67
Hipereutrófico	IET>67

Fonte: Marcos Von Sperling, 2007.

RESULTADOS

Feitas as análises das amostras coletadas nos Lagos Bolonha e Água Preta, obteve-se as concentrações de todos os parâmetros necessários à determinação do IQA e IET, conforme Tabela 6. Em seguida, com a metodologia proposta pela CETESB, ajustou-se os nove parâmetros para reproduzir as curvas de qualidade e finalmente alcançar um valor numérico para expressar a qualidade da água dos Lagos em questão, conforme Tabela 7.

Tabela 6: Parâmetros de qualidade de água - Lago Bolonha e Lago Água Preta, Parque Estadual do Utinga, Belém/Pa.

Pontos	pH	ST (mg/L)	PT (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	TB (UNT)	Temp. (°C)	NT (mg/L)	CTT (NMP/100 mL)	Chl a (mg/L)
BO -01	5,34	56	0,0153	3	0,31	9,55	29,5	1,364	3,6	1,536
BO -02	5,83	59	0,0376	2,6	1,11	5,14	28	0,802	9,1	0,486
BO -03	6,1	58	0,0643	2,8	0,77	5,64	28,5	1,273	3,6	0,834
AP – 01	7,8	40	0,0153	2,2	1,05	5,1	30,2	1,683	39	0,246
AP – 02	6,4	47	0,0124	1,8	1,57	5,64	29,6	1,643	93	0,158
AP – 03	5,7	57	0,1818	3,4	7,9	15,59	31,9	2,53	460	0,775

Tabela 7: Valores de q_i para cada ponto de amostragem dos Lagos Bolonha e Lago Água Preta e IQA médio de ambos os Lagos.

qi	BO –01	BO -02	BO -03	AP - 01	AP - 02	AP - 03
pH (q1)	34,63	52,81	64,93	90,34	76,96	47,50
ST (mg/L) (q2)	85,63	85,75	85,72	84,65	85,15	85,67
OD (mg/L) (q3)	29,54	23,59	31,89	20,05	15,65	37,39
DBO (mg/l) (q4)	96,21	87,18	90,91	87,82	82,37	76,35
TB (UNT) (q5)	78,11	87,44	83,91	85,57	86,31	67,72
NT (mg/l) (q6)	89,43	93,64	89,10	85,38	87,40	81,29
CTT (NMP/100mL) (q7)	81,64	68,35	81,64	73,74	40,97	21,03
T (°C) (q8)	94	94	94	94	94	94
PT (mg/L) (q9)	97,62	95,65	93,33	97,62	97,88	83,81
IQA	65,65	64,96	71,38	67,42	57,90	54,67
IQA médio - Lago Bolonha	67					
IQA médio - Lago Água Preta	60					

Realizados os cálculos necessários, os índices de qualidade da água dos Lagos Bolonha e Água Preta, com os valores, respectivamente, de 67 e 60 recebem a classificação Boa, segundo IQA-CETESB, tal como ilustra a figura a seguir.

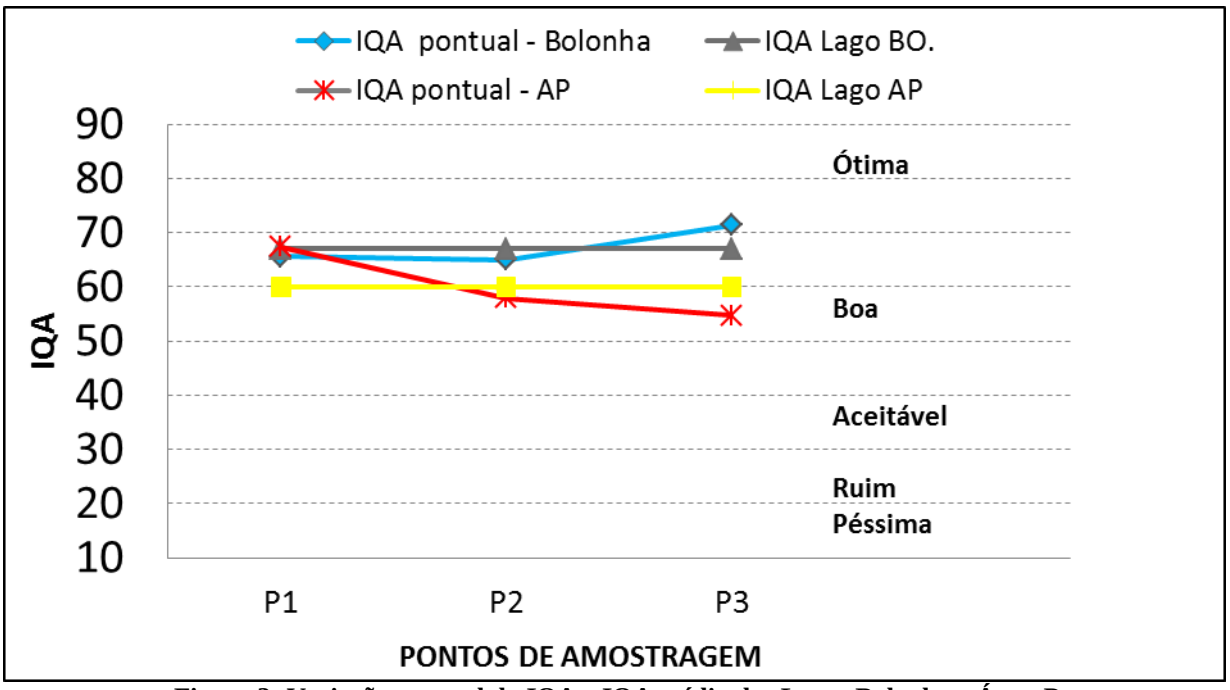

Figura 3: Variação pontual do IQA e IQA médio dos Lagos Bolonha e Água Preta.
Fonte: Arquivo do Autor.

O índice de qualidade calculado não é um instrumento de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação para o público das condições ambientais dos Lagos desta pesquisa. Pelo seu caráter reducionista, onde vários itens de qualidade são interpretados através de uma única nota, este índice é bastante polêmico, uma vez que mascara a multiplicidade de condições que ocorrem nos Lagos Bolonha e Água Preta. De outra maneira, a capacidade de síntese proporcionada por um índice, desde que entendidas suas limitações intrínsecas, é de grande valia para a comunicação com o público.

O Índice de Estado Trófico, por sua vez, calculado com as concentrações da clorofila-a e fósforo total em cada um dos pontos de amostragem é mostrado na Tabela 8, bem como o Índice de Estado Trófico médio para representar o IET de cada um dos Lagos.

Tabela 8: IET dos pontos de amostragem e IET médio dos Lagos Bolonha e Água Preta.

Valores de IET.	BO –01	BO -02	BO -03	AP - 01	AP - 02	AP - 03
IET CL-a	86,79	81,14	83,79	77,80	75,63	83,43
IET PT	58,83	64,28	67,53	58,83	57,56	73,83
IET médio de cada ponto	72,81	72,71	75,66	68,32	66,60	78,63
IET médio Lago Bolonha	74					
IET médio Lago Água Preta				72		

A obtenção dos índices de estado trófico dos Lagos Bolonha e Água Preta, expressos respectivamente, com 74 e 72, classificam o estado trófico dos Lagos em Hipereutrófico, segundo o Índice de Carlson modificado (CETESB, 2006), tal como pode ser visto na Figura 4.

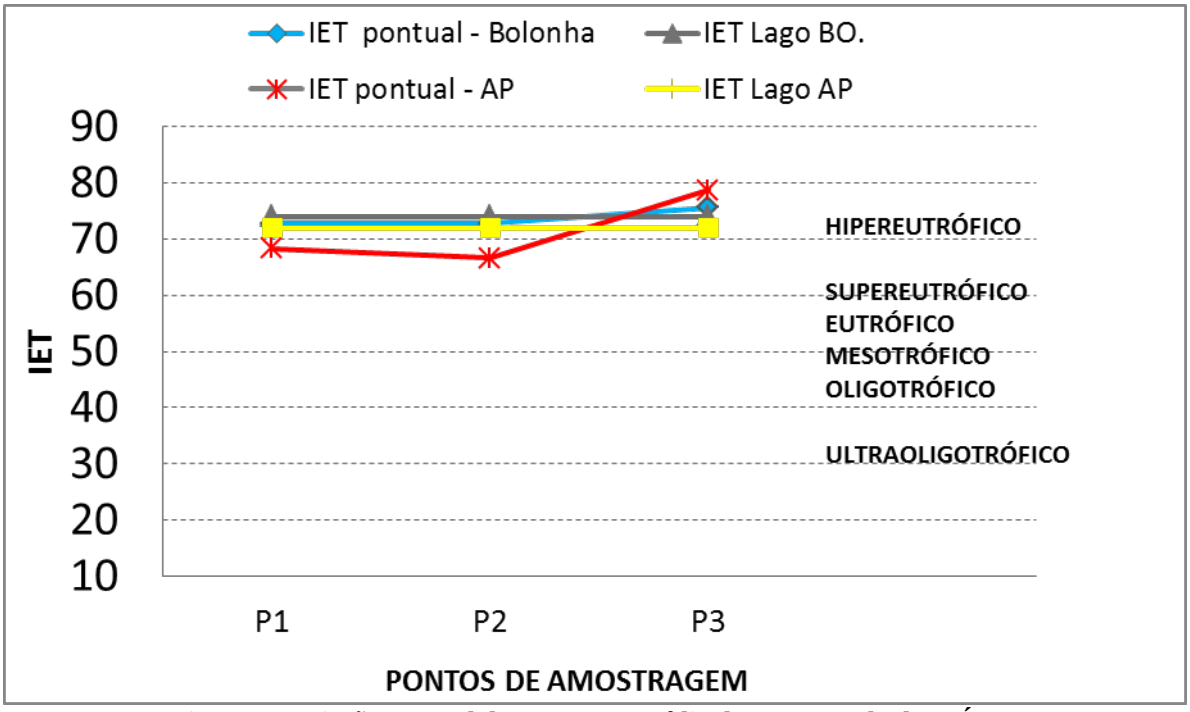

Figura 4:Variação pontual do IET e IET médio dos Lagos Bolonha e Água Preta.
Fonte: Arquivo do Autor.

Os Lagos Bolonha e Água Preta, classificados como Hipereutróficos, apresentam elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, e tem como consequência episódios de florações de macrófitas que tomam grande parte da lâmina d'água dos respectivos Lagos, causando desequilíbrios neste ecossistema, bem como introduz a necessidade de novas técnicas no tratamento da água desses Lagos, gerando gastos mais altos à Companhia de Saneamento do Estado do Pará (COSANPA).

CONCLUSÕES

Esta pesquisa possibilitou concluir que, os mananciais utilizados para o abastecimento de água de Belém estão fortemente impactados pelos esgotos não tratados da cidade que neles são despejados, identificando desta forma uma fonte pontual de contaminação, haja vista que os mesmos receberam um nível de trofia caracterizado como Hipereutrófico.

A aplicação do índice de qualidade da água nos Lagos Bolonha e Água Preta estiveram dentro da faixa que considera um corpo d'água com qualidade boa. Vale ressaltar que, estes índices não devem ser supervalorizados, nem se abstrair da avaliação individualizada de cada um de seus componentes, principalmente, neste caso, por se tratar de mananciais destinados ao abastecimento de água para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas: 2009. Disponível em: http//pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx. Acesso: 11/02/2012
2. CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo (2004). Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003/CETESB. São Paulo: CETESB, 264p.
3. CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo (2006). Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2005/CETESB. São Paulo: CETESB, 488p.
4. HOGAN, D. J., 1997. Mudança ambiental e o novo regime democrático. In: CAVALCANTI, C. (org), Meio Ambiente, Desenvolvimento sustentável e Políticas públicas, São Paulo: Cortez.
5. MORALES, G.P. Avaliação Ambiental dos recursos hídricos, solo e sedimentos na área de abrangência do depósito de resíduos sólidos do Aurá - Belém. 2002. 240p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2002.

6. PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Núcleo de Hidrometeorolia. Precipitação pluviométria: 2000 – 2005. Disponível em:http://www.para30graus.pa.gov.br/precipitacoes_mensal.htm. Acesso: 12 Fev, 2012.
7. 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). 1992. 205 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém. 1992.
8. RIBEIRO, K.T.S. Qualidade Sanitária da água em área de influência de duas Bacias hidrográficas e saúde humana em Belém – Pa. 2002. 280f. Tese(Doutorado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, 2002.
9. SPERLING, V.M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 7. Belo Horizonte: UFMG, 2007.
10. TUNDISI, J. G. & MATSUMARA-TUNDISI, T. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case studies, perpectives. I: CORDEIRO-MARINO (ed.) Algae and Environment: A general Approach BrazilinPhycological Society, 1-33, 1992.