

I-037 – COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO LAGO BOLONHA-BELÉM-PA

Fábio Sergio Lima Brito ⁽¹⁾

Bacharelando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Tecnologia (ITEC). Bolsista do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental (PET-ESA).

Lindemberg Lima Fernandes ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (1995), mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará (2000) e Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará (2005). Tutor do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental (PET-ESA).

Mateus Souza Morais ⁽³⁾

Bacharelando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Tecnologia (ITEC).

Karla Karoline Leito do Rosário ⁽⁴⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (2015), mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil ênfase em Recursos Hídricos (2018).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Augusto Corrêa, nº 01. Bairro do Guamá – Belém – Pará – CEP: 66075-110 – Brasil. E-mail: fabio.lima.ufpa@gmail

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar o comportamento da qualidade da água do manancial superficial lago Bolonha, situado na cidade de Belém-PA utilizando variáveis físico-químicas. Os métodos de pesquisa compreenderam em levantamento bibliográfico, diagnóstico ambiental da área de estudo e análises laboratoriais das amostras de água, as quais foram coletadas a um metro e meio de distância da margem do lago em que as variáveis escolhidas para pesquisa foram: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e verificação da transparência e profundidade da água. Os dados foram comparados com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 e analisados utilizando a estatística descritiva (média, mínimo, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação) com o auxílio do *software* BioEstat. Os resultados apontaram que o lago está em estado de eutrofização devido ao lançamento indiscriminado de esgoto bruto proveniente das moradias irregulares dentro do Parque Estadual do Utinga e que nem todas as amostras apresentavam-se de acordo com a legislação vigente, pois os parâmetros cor e turbidez estão fora do recomendado e as demais apresentaram-se em conformidade legal. Logo, as águas do lago Bolonha ainda se inserem na classificação de qualidade para águas classe II pertencentes a destinação de águas para abastecimento público, após o tratamento convencional estipulado pela resolução do CONAMA, mas que necessita de acompanhamento constante devido à variação da qualidade da água em diferentes horários do dia.

PALAVRAS-CHAVE: Manancial Superficial, Qualidade da Água, Resolução 357/2005.

INTRODUÇÃO

A água possui grande importância para todas as formas de vida existentes no planeta, por estar presente em diversos processos físicos, químicos e biológicos (UZELLI & SANTINO, 2013). É encontrada na Terra sob as formas líquida, sólida e gasosa, em oceanos, rios, lagos, calotas polares, cume de algumas montanhas, subsolo e na atmosfera (NETO, 2008). No entanto, embora os recursos hídricos estejam presentes de forma abundante no meio ambiente, é importante ressaltar que “apenas 3% da água disponível no planeta é doce” (SABESP, 2016).

A água funciona também como fator de desenvolvimento, empregada em diversos meios relacionados a economia (regional, nacional e internacional). Dentre as formas que os recursos hídricos são utilizados destacam-se os diversos fins: urbano, industrial, rural, animal, irrigação e hidroeletricidade (ANA, 2007;

TUNDISI, 2003, p. 15). “Apesar da importância que os recursos hídricos exercem para o desenvolvimento das cidades, a qualidade e a quantidade das águas dos rios vêm sendo cada vez mais afetadas pela ocupação desordenada das bacias hidrográficas” (SOUZA *et al.*, 2014).

Nesse sentido, a ausência do planejamento urbano e uso e ocupação do solo inadequado tem provocado alterações no meio ambiente. A falta de infraestrutura das cidades tem ocasionado a poluição dos recursos hídricos decorrente do crescimento demográfico exacerbado e do desenvolvimento social e econômico que aumentam a demanda por água e provocam alterações de ordem física, química e biológica nos ecossistemas aquáticos (SOUZA *et al.*, 2014).

Para Botelho (2013), os efeitos da poluição nos corpos d’água é oriunda dos fatores antrópicos tais como: a retirada das matas ciliares, o desmatamento, o lançamento de esgoto bruto de forma indiscriminada e os despejos irregulares de resíduos sólidos contribuem para alteração da qualidade das águas nos rios. Nesse aspecto, “as interferências advindas das atividades humanas são detentoras de um caráter singular e delicado, uma vez que introduzem no meio hídrico, na maioria das vezes de forma contínua, algumas substâncias que nunca estiveram presentes ou que existiam em baixas concentrações” (BÁRBARA, 2006).

Nesse contexto, a preservação da qualidade da água do rio exige um acompanhamento eficaz por meio de análises físico-químicas a ser realizada de forma frequente, sendo analisadas a fim de detectar a presença de agentes químicos potencialmente perigosos para o meio aquático (VAN DERROOST *et al.*, 2003). “A avaliação da qualidade dos cursos hídricos é de extrema importância e deve ser testada de acordo com a particularidade de cada região a fim de propor medidas adequadas para preservação da diversidade biológica” (NOZAKI, 2014).

Nesse seguimento, as águas utilizadas para abastecimento público necessitam de extrema atenção das autoridades sanitárias devido a relação que estabelece entre meio ambiente e saúde pública. De acordo com Gasparini 2001 *apud* Sirigate 2005, quando os mananciais superficiais são utilizados para o abastecimento público e passam a fazer parte de um sistema de captação, deve-se examinar cuidadosamente todos os elementos que digam respeito às condições mínimas de qualidade da água. Essa preocupação acontece porque o grau de poluição da água interfere diretamente nos custos para o tratamento adequado na Estação de Tratamento de Água (ETA) que será posteriormente distribuída à população.

No Brasil o monitoramento da qualidade das águas é deliberado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) regimentada e instituída pela Resolução nº 357 que estabelece a classificação e o enquadramento dos corpos de água de acordo com seus usos. Para cada classe dos corpos d’água estabelecidos nessa Resolução são determinados limites máximos ou mínimos das concentrações das variáveis de qualidade de água. Correio *et al.*, (2016) destaca que, o enquadramento do manancial superficial pode ser alterado à medida que esse apresente variáveis físico-químicas e biológicas com concentrações superiores ou inferiores aos limites estabelecidos.

Diante da importância dos mananciais superficiais destinados ao abastecimento público faz se necessário a implantação de instrumentos de gestão e gerenciamento das águas que visem o planejamento, a proteção e conservação dessas áreas para o beneficiamento ambiental, social e econômico dos recursos naturais. Nessa lógica, segundo Pereira *et al.*, (2017) estes territórios, legalmente protegidos, passam por um constante monitoramento a fim de controlar interferências externas que possam ameaçar o equilíbrio do ecossistema, diminuindo e/ou eliminando os impactos ambientais dessas áreas.

Dessa maneira, na cidade de Belém os lagos Bolonha e Água Preta principais corpos hídricos utilizados no Sistema de Abastecimento de Água (SSA) da Região Metropolitana de Belém (RMB) integram a Unidade de Conservação (UC) lei de número 9.985 de julho de 2000 que “estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação”. Em que na cidade de Belém é regimentada pelo decreto Estadual nº. 1552/1993 que dispõe sobre a Criação do Parque Estadual do Utinga (PEUt) com o objetivo de “preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, estimular a realização de pesquisas científicas e, além disso, incentivar o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, incluindo o turismo ecológico” (PARÁ, 2013).

OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo analisar a qualidade da água do lago Bolonha, situado na cidade de Belém-PA utilizando variáveis físico-química, tais como: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e verificação da transparência e profundidade da água, a fim de diagnosticar a atual situação da água bruta de um dos principais lagos de abastecimento público da Região Metropolitana de Belém (RMB).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo compreende o manancial superficial (lago Bolonha) que integra parte do PEUt, a qual pertence a uma área de UC, situado na cidade de Belém do Pará (Figura 1). A extensão total do lago é de 1,8 Km² com 2.600.000 m³ de água, sendo responsável pela proteção da biodiversidade local e ambiental da água utilizada para abastecimento público da região metropolitana de Belém (RMB), composta pelos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba.

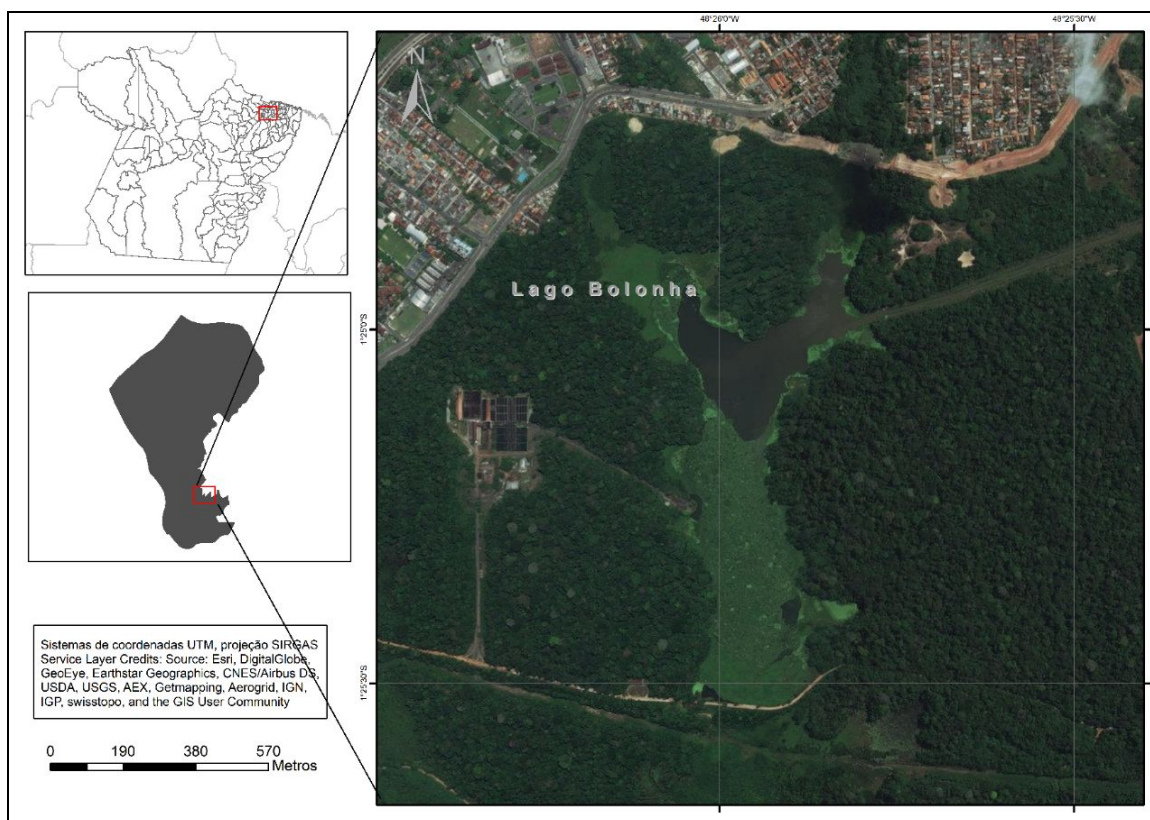


Figura 1: Localização do lago Bolonha na cidade de Belém-PA

Coleta e Amostragem

O levantamento de dados foi realizado um metro e meio de distância da margem do lago Bolonha com um ponto de coleta e amostragem, pois devido à proliferação da vegetação macrófita, não foi possível monitorar uma maior quantidade de pontos. As amostras foram coletadas em frascos de vidro autoclaves previamente esterilizados em que as variáveis escolhidas para pesquisa foram: pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e disco de secchi, as quais foram analisadas *in situ* e a cor e turbidez foram acondicionadas em caixas térmicas de polietileno e foram encaminhadas para análises e determinações laboratoriais. Ademais, a tabela 1 apresenta as variáveis e equipamentos utilizados:

Tabela 1: Variáveis, equipamentos, métodos e descrição

Variáveis	Equipamentos	Método	Descrição
pH	pH-metro PG 1800	Potenciométrico	Mede a intensidade do caráter ácido de uma solução
Cor	Policontrol Aquacolor Cor	Colorimétrico	Mede a intensidade de cor na água
Turbidez	Turbidímetro	Nefelométrico	Interferência na passagem da luz
Condutividade Elétrica	Condutivímetro CG 1800 Gehaka	Potenciométrico	Mede e indica a presença de íons na água
Temperatura		Potenciométrico	Verifica a temperatura da amostra
Oxigênio Dissolvido	Medidor de Oxigênio modelo DO-ECO- AKS0	Método eletrométrico Galvânica	Mede o teor de oxigênio dissolvido na água
Profundidade e penetração da luz na água	Disco de Secchi	Medida direta	Verifica a profundidade e transparência da água de um rio

Análise dos dados

Após a coleta de dados, houve a análise em que foi utilizada a estatística descritiva, cuja finalidade é descrever e resumir dados para melhor compreendê-los. Em todos os cálculos foi utilizado os *softwares* BioEstat e Excel, fazendo uso da opção “estatística descritiva” e “análise de dados” respectivamente de acordo com a tabela 2:

Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis analisadas

Variáveis	Núm dados	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Coef. Var
pH	37,00	6,34	6,23	6,47	0,05	0,01
Cor	37,00	89,68	40,00	135,00	20,12	0,22
Turbidez	37,00	47,55	22,00	69,30	9,08	0,19
Condutividade	37,00	48,95	40,90	74,00	7,51	0,15
Temperatura	37,00	30,74	24,30	32,00	1,46	0,05
OD	37,00	5,63	3,60	8,20	1,07	0,19
Profun da Água	37,00	1,30	0,96	1,55	0,16	0,13

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnóstico Ambiental

A ausência do planejamento urbano com relação ao uso e ocupação do solo tem ocasionado o crescimento desordenado das cidades, o que tem acarretado uma série de problemas ambientais, dentre eles: poluição das águas, solo e ar. De acordo com Ribeiro (1992), o processo de ocupação espontânea dentro do limite do Parque Estadual do Utinga vem provocando uma série de alterações no meio aquático devido ao lançamento de esgoto bruto nos lagos Água Preta e Bolonha, provocando o surgimento de uma elevada biomassa de vegetação aquática e comprometendo a qualidade da água desse manancial para fins de abastecimento público (Figura 2-a e b).



Figura 2: Proliferação da vegetação macrófita no lago Bolonha

Nesse sentido, a proliferação de macrófitas possui intensa ligação com a aceleração do processo de eutrofização das águas, pois a elevada produção de biomassa induz o aumento do déficit de oxigênio, além da forte ligação com a taxa de assoreamento, já que as grandes massas de matéria orgânica resultantes do crescimento dessas plantas tendem a sedimentar depois de mortas no fundo do lago, contribuindo para a redução da profundidade (PEDRALLI, 2003; JUNIOR, 2015).

Nesse contexto, no plano de manejo do PEUt foi estimado a quantidade da carga poluidora gerada diariamente no lago Bolonha decorrente do recebimento do esgoto bruto sem tratamento ocasionado pelas moradias irregulares dentro do parque e também da população do entorno do PEUt que não dispõe da cobertura do serviço de rede coletora de esgoto. Desta forma foram catalogados 21 pontos de lançamento os quais geram uma carga poluidora de 1,16 toneladas DBO/dia (Tabela 3):

Tabela 3: Estimativa de esgoto gerado direcionado ao lago Bolonha, no Parque Estadual do Utinga.

Descrição	Quantidade
População do entorno imediato do parque com potencial gerador de esgoto para os lagos	20709,00
Volume médio em litros por dia utilizado por pessoa	200,00
Índice de retorno por pessoa (considerado 80%) (L/pessoa dia)	160,00
Quantidade de esgoto gerado por dia (litros)	3313440,00
DBO do esgoto bruto (mg/L) ou g/m ³	350,00
Carga poluidora gerada por habitante por dia em quilogramas de DBO/dia	1159,70
Carga poluidora gerada por habitante por dia em toneladas de DBO/dia	1,16
Volume médio em litros por dia utilizado por pessoa	200,00

Fonte: Pará, 2013

Análises das Variáveis

Na figura 3-a, estão dispostos os resultados em relação ao pH da água em diferentes horários do dia. É possível observar uma grande oscilação dos dados, em que o menor valor foi de 6,23 às 09:00h da manhã e o maior de 6,47 às 13:15h da tarde. De acordo com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357 de 2005, o pH da água doce de Classe 2 deve estar na faixa entre 6,0 a 9,0 logo as amostras encontram-se dentro dos padrões de qualidade legal das águas.

Segundo Esteves (1988) *apud* Vasconcelos (2011), o pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e complexas de se interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Nesse aspecto, o pH das amostras encontrou-se próximo a neutralidade e o aumento dessa variável das 13:00h até as 13:30h pode estar relacionado com o aumento da temperatura, pois “a temperatura influencia na mudança de pH” das águas naturais (BRASIL, 2013).

Com relação a variável cor, os valores apresentaram-se bastante heterogêneos em diferentes horários do dia monitorado, na qual o menor valor de 40,00 (mg L⁻¹Pt) e o máximo de 135 (mg L⁻¹Pt), e a média foi de 89,68

(mg L⁻¹Pt), sendo que o CONAMA 357 indica 75 mg.Pt/L. Portanto, as amostras em sua maioria estão fora dos padrões exigidos pela resolução (Figura 3-b).

Nos estudos realizados por Vasconcelos (2011) & Borges *et al.*, (2015) foi verificado também que a variável cor se apresentava fora dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Vale ressaltar que, a elevada coloração nas águas superficiais indica a presença de metais como (Fe, Mn), húmus (matéria orgânica oriunda da degradação de matéria de origem vegetal), “além do que águas com cor elevada implicam em um mais delicado cuidado operacional no tratamento das águas” (SPERLING, 2017).

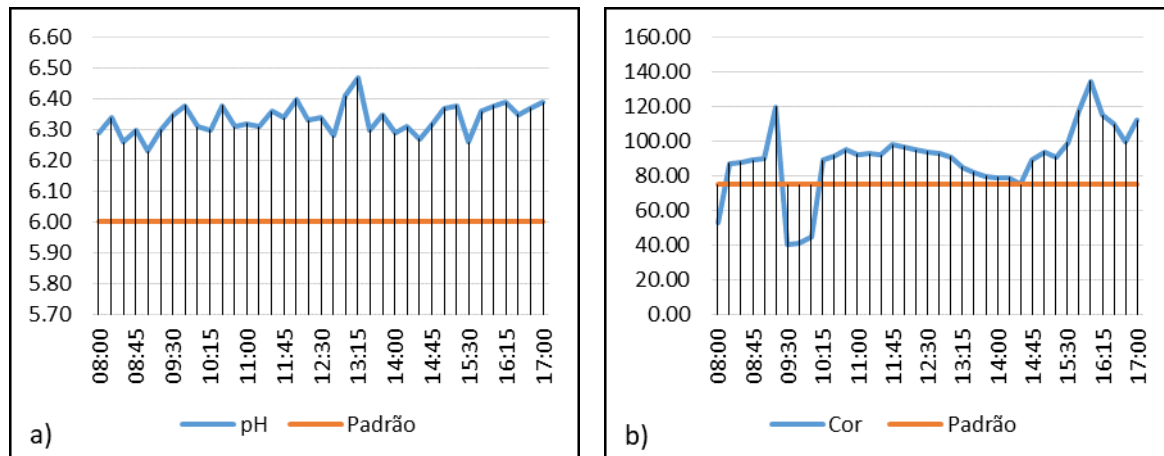


Figura 3: A) pH das amostras analisadas; B) Cor das amostras

Em relação à turbidez, o CONAMA estabelece o valor de 100 UNT para águas doce classe II. Nesse sentido, os valores mínimos, máximos e médios foram de 22, 69,30 e 47,55 UNT respectivamente (figura 4-a). As amostras apresentaram-se dentro dos limites requeridos pelo CONAMA 357 de 2005, mas Vasconcelos (2011) alerta que os “valores registrados para cor e turbidez estão aumentando a cada novo ano. Isso remete a uma preocupação em relação à sustentabilidade do manancial e à permanência no enquadramento Classe 2”.

Em águas naturais a turbidez se relaciona com fenômenos de absorção e dispersão da luz incidente (radiação solar) sobre as partículas dissolvidas em suspensão na água (SODRÉ, 2007). A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, pois pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas (NOGUEIRA, COSTA & PEREIRA, 2015).

Segundo Albanes e Matos (2007) a turbidez pode sofrer variações e oscilações devido a ocorrências de materiais suspensos, como partículas de solo e resíduos orgânicos que, geralmente entram no corpo hídrico em razão da ocorrência de processos erosivos no solo, material orgânico e inorgânico presente devido o lançamento de esgotos domésticos ou industriais na água e a presença de algas e pequenos animais.

Outra variável importante para o diagnóstico deste estudo foi a condutividade elétrica, pois indica a capacidade da água natural de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo diretamente proporcional à concentração de íons (LIBÂNIO, 2008).

Nesse contexto, o resultado das amostras mínimas, máximas e médias foi de: 40,90, 74,00 e 48,95 (µs/cm) o que correspondem a valores baixos, comparando com faixa característica para águas doces que oscila entre 100 – 2000 (µs/cm). É importante destaca ainda que a resolução do CONAMA não estabelece valores para condutividade elétrica, mas devido a sua grande importância nos estudos da qualidade da água essa variável foi analisada, porque os íons provenientes de sais e demais substâncias polares dissolvidas são essenciais para a vida aquática (Figura 4-b).

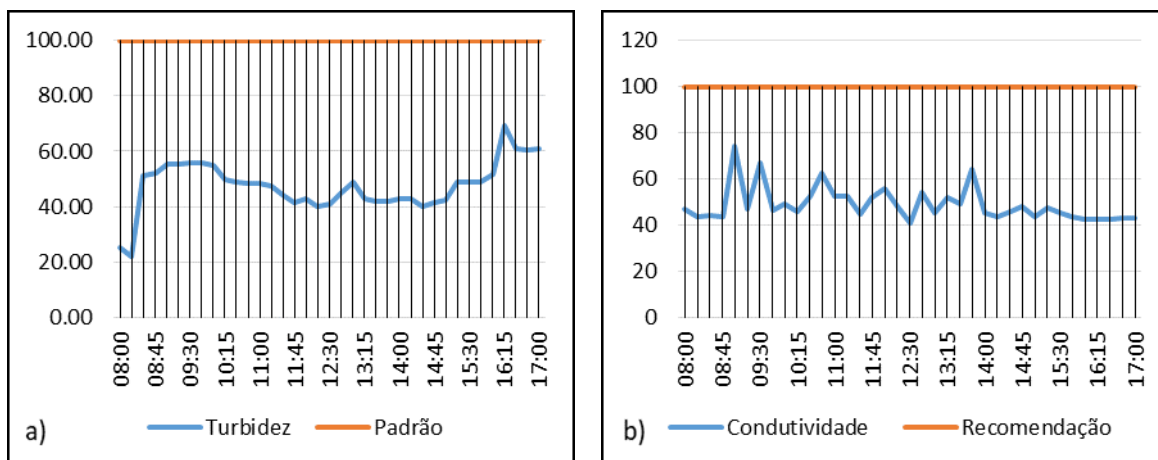


Figura 4: A) Turbidez das amostras; B) Condutividade Elétrica das amostras

A temperatura é um fator determinante no ciclo de vida de vários seres aquáticos, influenciando seu metabolismo e sua reprodução, além interferir sobre a solubilidade de gases, pois seu aumento provoca a diminuição da solubilidade do oxigênio dissolvido e impacta na viscosidade da água, bem como em sua tensão superficial (UFRGS, 2015).

Pode-se observar que os valores da temperatura sofrem variações significativas ao longo da pesquisa devido às alterações climáticas, como o efeito da radiação solar em diferentes horas do dia, por isso a necessidade de monitorar a qualidade da água em diferentes intervalos de tempo para diagnosticar com mais precisão os dados (Gráfico 1-e).

Segundo Ribeiro *et al.* (2010), valores acima de 33°C podem provocar alterações nas reações químicas e biológicas, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e intensificando sabores e odores. Sendo assim, os números para essa variável foram de 24,30 para mínima, 32,00 valores máximo e média de 30,74 °C. “A variação da temperatura depende também da profundidade do lago, sendo que a hora do dia, afeta diretamente muitas das características físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas, influenciando no retardamento ou aceleração das atividades biológicas, da absorção de oxigênio” (WAICHMAN, 2002).

Nas análises do oxigênio dissolvido (OD), a menor concentração foi de 3,60 mg/L, às 08:45h, a maior concentração foi de 8,20 mg/L às 15:15 h e a média das amostras foi em torno de 5,63 mg/L, sendo que o recomendado pela resolução do CONAMA 357 para classe 2, diz que o limite não deve ser inferior a 5 mg/L. As baixas concentrações de OD das 08:00h às 10:15h pode estar relacionado ao lançamento de esgoto bruto ocasionado pelas ocupações espontâneas, localizadas no interior do Parque Estadual do Utinga, alterando assim a qualidade do rio em determinados horários do dia (Gráfico 1-f).

Já o aumento da concentração do oxigênio pode estar relacionado ao aumento da turbulência na água, o que gera maior troca de oxigênio entre a parcela do ar atmosférico com a água. Nos rios, lagos e córregos, corpos hídricos de maneira geral, a quantidade de oxigênio dissolvido é um indicador primário da qualidade das suas águas. Essa quantidade resulta da interação de diversos processos que podem aumentar ou diminuir sua concentração (JANSEN *et al.*, 2008, BLUME *et al.*, 2010).

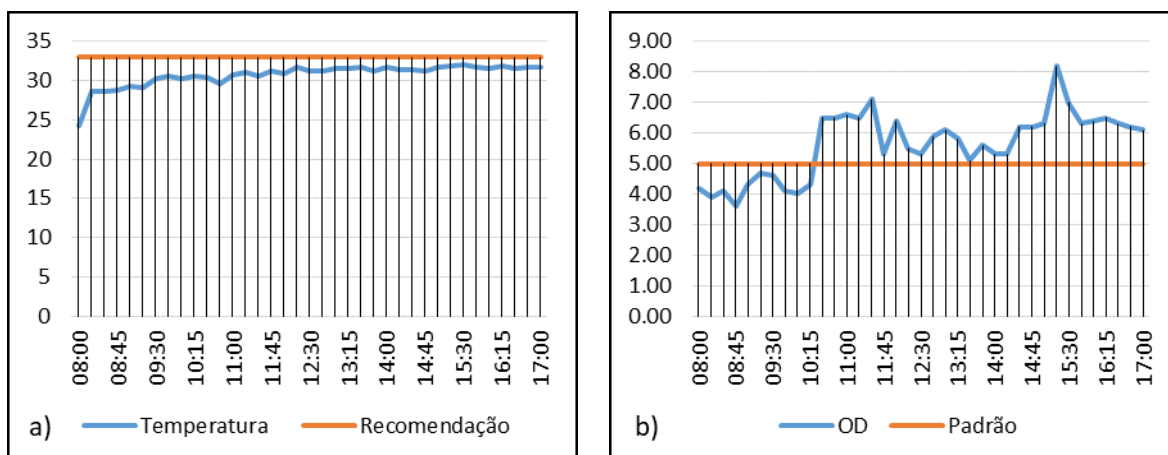


Figura 5: A) Temperatura das amostras; B) Teor de oxigênio dissolvido

Por fim, foi avaliada a transparência da água por intermédio do disco de secchi que, segundo a CETESB (2011), a “profundidade do Disco de Secchi corresponde a profundidade de transparência e, a partir dessa medida, é possível estimar a profundidade da zona fótica, que corresponde a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d’água”. Com isso, observa-se que a menor profundidade foi de 0,96 metros, a máxima de 1,54 metros e média de 1,30 (figura 6), conforme mostra o coeficiente de atenuação vertical K médio e seus limites, segundo Williams e Vicent (1984) *apud* Couto (2013), em diferentes tipos de lagos, o Bolonha se enquadra com eutrófico, pois apresentou k acima de 0,53 tabela 4:

Tabela 4: Coef. de Atenuação Vertical (k)

Tipos de lago	K	Limites
Oligotróficos	0,19	0,10 - 0,28
Mesotróficos	0,53	0,28 - 0,90
Eutróficos	1,86	0,97 - 3,20
Ricos em húmus	2,51	0,81 - 4,51
Túrbidos	6,70	0,34-35,30

Nesse sentido, os lagos eutróficos possuem elevado enriquecimento de nutrientes, alto crescimento planctônico (alta produtividade), extensa área coberta com plantas aquáticas, excesso de acumulação de sedimentos no fundo do lago, baixos níveis de oxigênio dissolvido no fundo e contém apenas espécies de peixes de águas quentes. As variações acentuadas na transparência da água de um lago, geralmente são o resultado das atividades do homem; quase sempre estão associadas às atividades de uso da terra em sua bacia de contribuição (COUTO, 2013).

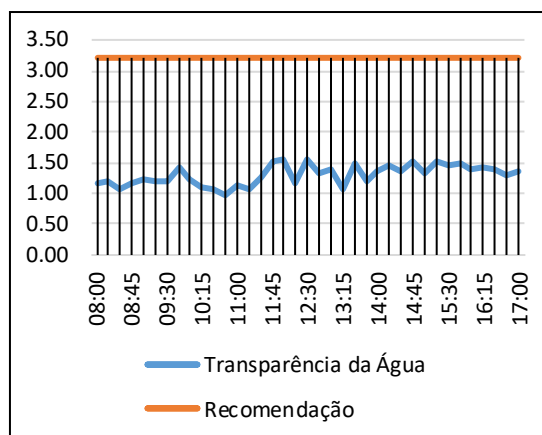


Figura 6: Profundidade e transparência do lago Bolonha

RECOMENDAÇÕES

Com os resultados obtidos já se pode ter uma noção dos problemas que envolvem o local, levando em consideração todos eles, se faz necessário formular recomendações básicas dentre elas:

- Aumentar o período de amostragem da qualidade da água visando conhecer o comportamento espaço-temporal das variáveis físico-químicas;
- Retirar as moradias construídas indevidamente no parque após indenização e coibir futuros invasores na área;
- Investimento em redes coletoras de esgoto para os bairros limítrofes ao PEU;
- Buscar investimento públicos e privados para construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE);
- Remoção mecânica da vegetação aquática macrófita no lago nas áreas submersas e flutuante livre;
- Aplicação de phoslock para reverter processos de eutrofização do ecossistema aquático;
- Elaboração de um programa de forma eficiente visando o constante monitoramento e recuperação do lago.

CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou amostras de água, avaliando as seguintes variáveis físico-químicas: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e verificação da transparência e profundidade da água.

Os resultados apontaram que o lago está em estado de eutrofização devido ao lançamento indiscriminado de esgoto bruto proveniente das moradias irregulares dentro do Parque Estadual do Utinga e dos bairros do entorno que contribuem para alteração da qualidade da água bruta.

Com base na comparação dos resultados das análises físico-químicas com os valores máximos permitidos na resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 os parâmetros cor e turbidez estão fora do recomendado e as demais se apresentaram em conformidade legal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBANEZ, J. R e MATOS, A. T. (2007) “Aquicultura”. In: MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. Belo Horizonte – MG: CRQ – MG.
2. ANA. Agência Nacional das Águas. Relatório de águas no Brasil. Disponível: <em<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/03/ana-lanca-relatorio-e-site-sobre-as-aguas-do-brasil>> Acesso: Fev de 2017.
3. BÁRBARA, V.F. Uso do modelo QUAL2E no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do Rio Araguari-AP (Amazônia). Dissertação de Mestrado. EEC-UFG, 2006.
4. BLUME KK, MACEDO JC, MENEGUZZI A, Silva LB, Quevedo DM, RODRIGUES MAS. Water quality assessment as the Sinos River, Southern Brazil. Braz J Biol. 2010;70(4):1185-193.
5. BORGES et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos dos lagos bolonha e água preta. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015, Bento Gonçalves-RS. Anais eletrônicos... Rio Grande do Sul. Disponível em:< <http://cbge2015.hospedagemdesites.ws/trabalhos/trabalhos/349.pdf>>. Acesso em: 20 jan de 2018.
6. BOTELHO, R. G.; ROSSI, M. L.; MARANHO, L. A.; OLINDA, R. A.; TORNISIELO, V. L. Evaluation of surface water quality using an ecotoxicological approach: a case study of the Piracicaba River (São Paulo, Brazil). Environmental Science Pollution Research, v.20, n.7, p.4382-4395, 2013.
7. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de 2005. Disponível em<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 27 jan de 2018.

8. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em 10 jan. 2017.
9. BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
10. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Transparência. 2011. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaveis/aguas/variaveis_fisicas/transparencia.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.
11. CORREIO, L. N. C et al. Análise temporal da qualidade da água de um arroio no sul do Rio Grande do Sul. *Revista Thema*. Pelotas, RS, v.14, n. 2. 2016. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:REIEOQaFdAJ:revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/363+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 20 de abr. 2018.
12. COUTO, J.LV. Ecologia sobre a dinâmica lacustre. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/eut.htm>>. Acesso em 27 jan de 2018.
13. GASPARINI, V. A. Repercussões econômicas da utilização incorreta das áreas de mananciais. Santa Catarina, 2001. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC, 2001.
14. JANZEN, Johannes Gerson; SCHULZ, Harry Edmar and LAMON, Antônio Wagner. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2008, vol.13, n.3, pp.278-283. ISSN 1413-4152.
15. JÚNIOR, A. C. R. A. Indicadores de Qualidade Ambiental no Lago Bolonha, Parque Estadual do Utinga, Belém-Pará. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 42, n. 1, p. 276-299, 2015.
16. LIBÂNIO, M. 2008. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 2 ed. Campinas: Átomo, 2010.
17. NETO. L.C Gestão das águas no século XXI: Uma questão de sobrevivência. Disponível em http://www.cenedcursos.com.br/wp-content/uploads/2008/08/gestao_aguas.pdf Acesso em 20 Jan 2017.
18. NOZAKI, C. T; MARCONDES, M. A; LOPES, F. A.; SANTOS, K. F. dos; LARIZZATTI P. S. da C. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. *Atlas de Saúde Ambiental*, Vol. 2, nº 1, jan/abr, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/download/309/532>>. Acesso em: 20 de abr. 2018.
19. OUZA, J. R. S et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014. Disponível em: <www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217/51>. Acesso em: 20 de abr. 2018.
20. PEDRALLI, G. Macrófitas Aquáticas Como Bioindicadoras Da Qualidade DaÁgua: Alternativas Para Usos Múltiplos De Reservatórios. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: EDUEM, 2003. p. 171-189.
21. RIBEIRO, H. M. C.; PICANÇO, A. R. S.; CRUZ, L. D. F. (2010). “Análise Ambiental Da Qualidade Da Água No Lago Bolonha, Belém-Pa, Brasil” In: *Anais do 50º Congresso Brasileiro de Química*.
22. 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.
23. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Água no Planeta Disponível em <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=97>> Acesso em 20 de Dez de 2016.
24. SIRIGATE, P et al. Gestão da qualidade ambiental da água de mananciais de abastecimento público como estratégia de redução de custos. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre. ENEGEP 2005. Porto Alegre: Abepro, 2005. p. 5288 - 5294. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1005_0419.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.
25. SODRÉ, S. S. V. Hidroquímica dos Lagos Bolonha e Água Preta, Mananciais de Belém - Pará. 114f. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2007.
26. SPERLING, V. M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.
27. TUNDISI, J. G.; Instituto Internacional de Ecologia. Recursos Hídricos. O futuro dos recursos. São Carlos. Outubro, 2003.
28. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Centro de Tecnologia Acadêmica. De olho nas águas. Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/medidor-de-condutividade-eletrica-monitoramento-ambiental/wiki/Estado_da_Arte>. Acesso em 20 jan de 2018.



29. VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v.13, p.57-149, 2003.
30. VASCONCELOS, V. M. M.; SOUZA, C. F (2011) “Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil” *Revista Ambiente e Água, An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Taubaté, v. 6, n. 2, p. 305-324.
31. WAICHMAN, A.V. *Qualidade da Água*. Belém, 2002. 28 p. (Apostila)