

**I-192 - PROJETO DE MONITORAMENTO
ESTUDO DE CASO: DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS BOLONHA E ÁGUA
PRETA QUE ABASTECEM A REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - RMB**

Bruna Roberta Pereira Lira ⁽¹⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Paulo André Vasco Barbosa

Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Lindemberg Lima Fernandes

Doutor em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental, Professor Adjunto da Faculdade e Tutor do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Santana III, 58 – Guanabara – Ananindeua- PA -CEP: 67010-360 - Brasil - Tel.: (91) 3234-6454. E-mail: bruna.lira@itec.ufpa.br / brunalira14@hotmail.com

RESUMO

O complexo Hídrico do Utinga é formado pelas águas do rio Guamá e pelo sistema de lagos Água Preta e Bolonha, e está localizado em uma área de proteção ambiental, na cidade de Belém-PA. A região teve um crescimento demográfico desorganizado, e possui grandes deficiências com relação ao saneamento básico, aumentando, então, o potencial de contaminação desses lagos. O abastecimento de água da cidade é extremamente dependente desse sistema hídrico, portanto, torna-se fundamental conhecer possíveis impactos naturais ou antrópicos presentes nesse sistema. Dessa forma, será proposto um projeto de monitoramento detalhado com determinação dos pontos, frequência e procedimento de coleta para análise de diversos parâmetros dos lagos, de acordo com os direcionamentos dados por literaturas relevantes, procurando atender aos padrões de qualidade exigidos. Os dados obtidos no plano de controle serão analisados e comparados com a Resolução N° 357 do CONAMA, de 2005, a fim de caracterizar o manancial e de observar quais os parâmetros que estão de acordo com os critérios estabelecidos.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto de Monitoramento, Complexo do Utinga, Qualidade da Água.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Belém (RMB) é composta por cinco municípios: a capital Belém, Ananindeua, Benevides, Marituba e Santa Bárbara, concentrando cerca de 1/3 da população estadual. De acordo com Agência Nacional de Água (ANA, 2010) “A região faz uso predominante de manancial superficial, que atende 70% da demanda atual. Em todos os municípios da RMB há exploração de manancial subterrâneo”. A água de origem superficial proveniente do Rio Guamá é captada e recalçada para o lago Água Preta, que por sua vez, abastece o lago Bolonha, formando o manancial do Utinga localizado dentro de uma área de proteção ambiental. Recentemente a Estação de Tratamento de Água (ETA Bolonha) teve a sua ampliação, a partir da construção da segunda etapa, passando a trabalhar com o dobro da capacidade - de 5 para 10 m³/s, para garantir a o fornecimento de água para o abastecimento da RMB, conforme o plano diretor esta estruturado para tender uma demanda para 25 anos (2000-2025).

Na medida em que o desenvolvimento urbano aumenta, envolve duas atividades conflitantes: o crescimento da demanda de água com qualidade e a degradação de mananciais por contaminação de resíduos urbanos e industriais (TUCCI, 2006). Esses mananciais estão vulneráveis à pressão do intenso crescimento populacional e desenvolvimento econômico, em torno, consequentemente a precariedade da infraestrutura e dos serviços de saneamento básico. Sobretudo pela deficiência da coleta e tratamento de esgoto na região, que frequentemente despejam seus esgotos *in natura* em rios, córregos, canais de drenagem ou no solo. Sendo considerado potencial de riscos, podendo ultrapassar a capacidade de autodepuração do corpo receptor, comprometendo as características da água.

Segundo Fernandes (2005) “Tais corpos hídricos são fundamentais para o abastecimento de água da RMB, sendo necessário o conhecimento das interações naturais e ação antrópicas que atingem os mananciais”. Portanto, é imprescindível uma gestão adequada com planejamento, controle e manutenção dos recursos hídricos. Que depende de informações confiáveis do comportamento hidráulico, da cobertura vegetal e da qualidade da água – dos aspectos físico, químico e biológico.

O presente estudo elabora um projeto de monitoramento capaz de representar a realidade do corpo d’água. Determinando os pontos e frequência de coletas, variáveis de estudo, métodos de coleta, preservação de amostragem e procedimento de análise. Gerando dados, que receberam um tratamento estatístico, confiáveis e atuais das variáveis de interesse de maneira que se possa quantificar, com a finalidade de avaliar e acompanhar a situação atual da qualidade das águas dos mananciais que abastecem a região metropolitana, observando a sazonalidade e comparando se esta de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação vigente.

É importante ressaltar que para SPERLING (2004) “Os programas de monitoramento de ambientes aquáticos são ações preventivas, com os objetivos principais de conhecer o corpo d’água, identificar eventuais problemas, avaliar os efeitos de medidas de recuperação, verificar a conformidade da qualidade com o uso previsto e comparar o estado atual com os padrões e recomendações vigentes. Para subsidiar ações de proteção aos mananciais”.

MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas de trabalho serão descritas a seguir:

Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental (APA) da região metropolitana de Belém (RMB), de responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Belém (SEMMA), possui aproximadamente 7.349 hectares e abrange os bairros Curió-Utinga, Marco, Souza, Castanheira, Guanabara, Águas Lindas e Aura, e abriga o Parque Ambiental de Belém, onde estão os mananciais superficiais do complexo Hídrico do Utinga, como mostra a Figura 1, é formado pelo lago Bolonha, que recebe água por gravidade, através de um canal de concreto do lago Água Preta que é abastecido por um conjunto moto-bomba, água recalçada do rio Guamá.



Figura 1: O sistema do Complexo Hídrico do Utinga.

Fonte: Proposta de plano de diretor de abastecimento de água da RMB.

Apesar de está dentro do parque, que fornece proteção aos mananciais, alguns estudos indicam risco de poluição. Sobretudo por estarem localizados à aproximadamente 1400 metros do aterro sanitário do Aura, e

encontrar-se crescente as ocupações irregulares em torno, invasões urbanas sem infraestrutura e saneamento adequados. Em vários pontos, as casas localizam-se a poucos metros de distância das margens (NAEA, 2004).

O clima, pela classificação Koppen, enquadra-se na categoria climática, equatorial úmido, caracterizado pela alta temperatura. A precipitação na região apresenta um período chuvoso (dezembro a maio) e de menor incidência de chuvas (junho a novembro), sendo a maior porcentagem de precipitação verificada à tarde e/ou início da noite. A área estudada está situada em uma província geológica de cobertura Cenozoica, constituída por rochas sedimentares, da Bacia Sedimentar do Amazonas, sobrejacente a um substrato granito-gnáissico. A vegetação é descrita de acordo com cada unidade geomorfológica. Em áreas de terraço (terra firme), a composição florística encontrada é de Floresta Ombrófila, situada principalmente nas matas ao redor dos lagos.

A bacia hidrográfica do Utinga é constituída pelo rio Aura, principal tributário do rio Guamá; pelos lagos Bolonha e Água Preta e por um conjunto de bacias superficiais e subterrâneas, formada por drenagens de pequeno porte e pouco extensas, como os igarapés Santo Antônio, Pescada, Juvêncio, Juruca e Santana, com nascentes no próprio local. Os principais aquíferos da região são formados pelos sedimentos clásticos arenosos do Quaternário, do Grupo Barreiras e da Formação Pirabas.

Determinações dos Pontos e frequência de Coletas

As coletas serão realizadas segundo as metodologias do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, publicado em 2011, padronizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com a Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Foi realizada uma visita técnica para verificação da área de estudo, das vias de acesso, tempo de locomoção, georeferenciamento e os possíveis pontos de coletas. A partir do levantamento houve a seleção de um (1) ponto de coleta no rio Guamá e três (3) pontos em cada lago, como mostra a Tabela 1. Pontos para melhor representar e analisar os aspectos hidrobiológicos e limnológicos do corpo hídrico.

Tabela 1: Localização dos pontos, com suas respectivas coordenadas.

Pontos		Descrição	Latitude	Longitude
Guamá	1G	Em frente à captação do Rio Guamá	1°27'18.77"S	48°24'5.42"O
Bolonha	1B	Em frente à captação do Bolonha.	1°25'15.38"S	48°26'1.90"O
	2B	Próximo ao canal de ligação, cerca de 50m.	1°25'2.70"S	48°25'55.90"O
	3B	Proximidades das vias de acesso do parque	1°25'27.89"S	48°25'57.88"O
Água Preta	1A	Lago superior esquerdo, em torno da área.	1°24'40.62"S	48°25'11.08"O
	2A	Parte central do lago Água Preta	1°25'40.99"S	48°24'48.95"O
	3A	Lado superior direito, em torno da área.	1°24'54.60"S	48°24'20.85"O

No Rio Guamá a coleta será próximo ao ponto de captação, do tipo de amostra composta tornando mínima a variabilidade das concentrações ao longo do tempo, com as alíquotas com o mesmo volume, com intervalos de 1 hora de uma coleta para outra, durante 8 horas diárias, para formar a amostra final. Nos dias de coletas carece observar as Tabuas de Marés da Marinha, para verificar as possíveis variações no corpo hídrico.



Figura 2 – Localização geográfica via satélite e fotos dos pontos de coleta do Rio Guamá.
Fonte: Google Earth e Autores, adaptado em 2014.

Nos lagos Bolonha e Água Preta a coleta das amostras adotada será do tipo integrada entre os três pontos para cada lago e em função da profundidade que será estratificado (em três níveis de profundidade) para análise o comportamento dos lagos, com intervalo de tempos muito próximo oferecendo melhor representatividade do comportamento do corpo d'água. O primeiro nível será realizado nos 30 centímetros primeiros da superfície; No segundo nível (no meio), a identificação da camada será feita através do disco de secchi, o qual será lançado a partir da borda sombreada da embarcação; e o terceiro a 1 metro de diferença do fundo. Após a obtenção dos níveis, todas as amostras serão coletadas com a garrafa de van Dorn. Nos lagos, é importante considerar os períodos de sazonalidade da região, principalmente nos períodos chuvoso quando a concentração de poluente é maior, principalmente de fontes difusas que são carregadas para os mananciais.

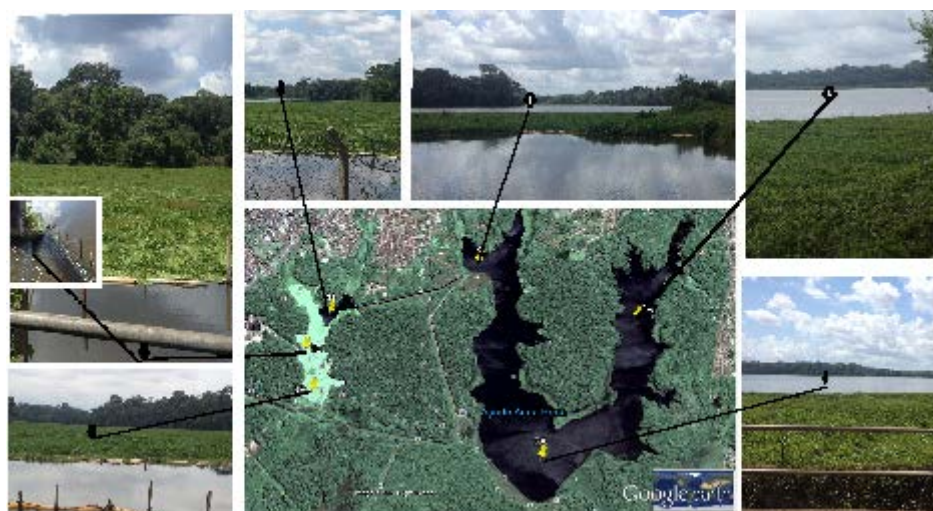


Figura 1– Localização geográfica via satélite e fotos dos pontos de coletas dos lagos.
Fonte: Google Earth e Autores, adaptado em 2014.

No que se refere à frequência das coletas sugerindo que se façam três vezes por semana, no intervalo de 12 hora, por exemplo: de 6 as 18 horas. O horário deve ser adequado com os horários de funcionamento. Para os parâmetros coletados através da sonda, indica-se uma medição diária, e até duas vezes ao dia. para melhor controle e avaliação.

Métodos de Coleta e Análise

Os procedimentos metodológicos serão realizados de acordo com as recomendações do Standard Methods for the examination of water and wastewater (APHA AWWA WEF, 2012). As coletas serão feitas pelo técnico químico, no sentido montante-jusante. Os valores dos parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade e Temperatura serão definidos in loco, através da sonda multiparamétrica, de preferência Modelo DS5X, a vazão também através do medidor ultrassônico – ADCP. Os demais parâmetros serão analisados em laboratório, para os Metais, Nitrogênios e Fósforo, de preferência, por espectrômetro.

Preservação de Amostragem

Os equipamentos, as frascarias, os materiais de preservação e acondicionamento das amostras deverão estar em quantidade e qualidade adequadas. Todas as amostras deverão ser acondicionadas em caixas isotérmicas (isopor), refrigeradas com bolsa térmica, permitindo a conservação dos recipientes à temperatura de 4°C a 8°C. Serão tomados os devidos cuidados com as amostras na estocagem, manutenção, transporte e o envio dessas ao laboratório, que deve ocorrer no prazo máximo de 24h após a coleta. Para o armazenamento das análises físico-químicas serão utilizados frascos de polietileno e vidros de cor âmbar com capacidade de armazenamento de 500 ml e 1L; para as análises bacteriológicas serão utilizadas bolsas esterilizadas NASCO® de 100 ml.

Variáveis de Estudo

A caracterização de um sistema hídrico é uma tarefa complexa e envolve grande número de variáveis. Porém, selecionamos algumas, discriminados na Tabela 2, com o objetivo de analisar a relação entre os sistemas naturais e antrópicos, que influenciam a degradação ambiental deste recurso hídrico.

Tabela 2: – Variáveis de estudo.

Tipo	Variável	Justificativa
Hidráulico	Vazão	Indicará os períodos de cheia e vazante, bem como a concentração dos demais parâmetros e a capacidade de autodepuração;
Físico	Temperatura	Influência nas reações dos parâmetros físico-químicos e biológicos na água, relacionada com o fenômeno de estratificação térmica e tensão superficial;
	Condutividade	Relacionado com a presença de íons dissolvidos, contribui com o reconhecimento de impactos causados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc.;
	Sólidos Totais	Indica contribuição por matéria orgânica em relação aos poluentes, influenciando também, na demanda de oxigênio, tanto no consumo quanto na produção. O elevado valor aponta processos erosivos;
Biológico	Coliformes termotolerantes	Indicadores de contaminação fecal, provenientes de esgotos domésticos, apresentam microrganismos com potencial de transmitir doença – patógenos;
Químico	pH	Caracterizará acidez ou alcalinidades das águas;
	OD (O ₂)	A quantificação de concentração poderá indicar a presença de poluição;
	DBO (5d a 20°C)	A quantidade de oxigênio necessária para estabilizar matéria orgânica;
	DQO	A quantidade de oxigênio necessária para degrada compostos;
	Nitrogênio Total	A presença do nitrogênio, em suas várias formas, denuncia a existência de poluição recente (despejos orgânicos), tendo em vista que são rapidamente oxidados na água devido à presença de bactérias nitrificadas. Em excesso podem provocar eutrofização;
	Fósforo Total	Importante fator limitante à vida de organismos aquáticos, onde a elevada concentração do mesmo, assim como a de nitrogênio, contribui para eutrofização. Provem de dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais;
	Metais	Origem na dissolução de compostos do solo ou industriais, estabelecem contaminantes químicos e favorece o desenvolvimento de ferro-bactérias, causa de coloração e odores;

Como observado na tabela1 foram utilizados parâmetros hidráulico, físicos, microbiológicos e químicos. As características deste manancial dependem dos parâmetros que em determinadas quantidades de concentração, superiores ao da legislação, pode influencia na qualidade da água.

RESULTADOS

Como se trata de um projeto de monitoramento, as coletas e análise não foram realizadas. Mas, os resultados das coletas e análise seriam baseados em uma avaliação estatística e um possível enquadramento na legislação vigente, comparando os resultados obtidos com os valores estabelecidos pela resolução do CONAMA.

Avaliação da Qualidade da Água

Os dados analíticos das variáveis selecionadas serão submetidos a processos estatísticos descritivos, através da obtenção de valores máximos e mínimos, média aritmética, variância, desvio padrão e medidas separatrizes. Para a contabilização dos dados, serão utilizados os recursos do Microsoft Office Excel 2010. Os resultados serão apresentados em formas de gráfico temporal, box plot e histograma, que mostrarão as variações do monitoramento.

Tabela 3: Medidas Estatísticas

Medida	Descrição
Máximo	Valor máximo encontrado
Mínimo	Valor mínimo encontrado
Média Aritmética	Importante na determinação do valor médio de todos os dados obtidos, onde é feito a soma de todos os valores observados das variáveis, dividida pelo número total de observações.
Mediana	Indica exatamente o valor central das amostras do conjunto de dados, separando as amostras superiores dos inferiores.
Variância	Corresponde à soma dos quadrados dos desvios em relação à média, dividida pelo número de observações da amostra menos um.
Desvio Padrão	Raiz quadrada da variância analisa a regularidade dos valores
Erro Padrão	Equivale ao desvio padrão de uma população de médias amostrais, o qual corresponde ao quociente do desvio padrão do universo de amostras retiradas pela raiz quadrada do tamanho amostral.
Quartis	A série é dividida em quatro partes iguais. Serão usados o 1º, 2º e 3º quartis o que corresponde respectivamente a 25%, 50% e 75% do rol (ordem crescente dos valores amostrais).
Decis	Resumem os dados dividindo-os em 10 partes iguais
Percentis	Resumem os dados dividindo-os em 100 partes iguais

Legislação Aplicável

A Resolução CONAMA 357 de 2005 do Ministério do Meio Ambiente (CONAMA) de 2005 também representa um importante requisito de regulamentação, o qual assegura a potabilidade da água, pois, dispõe sobre a classificação dos corpos de água, de acordo com a qualidade, e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, indicando as suas possíveis utilizações e define o padrão para lançamento de efluentes em corpos d'água, e dá outras providências.

Para a avaliação das análises é recomendado que os resultados obtidos fossem comparados com Resolução N° 357 do CONAMA, com os Padrões para água Classe 2, a fim de observar quais os parâmetros que estão de acordo com os critérios estabelecidos. Tendo em vista que o corpo hídrico ainda não é classificado.

CONCLUSÕES

Com o intenso crescimento da RMB podemos já observar os reflexos nos mananciais, que tem a qualidade da água prejudicada, prova disso é o processo de eutrofização. Baseado no trabalho realizado, concluiu-se que o projeto de monitoramento irá avaliar a qualidade da água dos lagos, servindo de instrumentos de verificação das condições atuais, dos riscos e impactos que podem ser relacionados com as possíveis fontes poluidoras. Apresentando uma estrutura para realização do projeto, através de escolhas de parâmetros, pontos de amostragem, frequência e possíveis procedimentos de coleta para análise.

É importante também destacar que são mananciais superficiais destinados ao abastecimento da região metropolitana de Belém, Tornando-se ferramenta útil para proteção e conservação dos lagos e os seus resultados de fundamental importância para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, auxiliando na recuperação das condições necessárias para o equilíbrio da vida aquática e dos usos múltiplos da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA - AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS; CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de ago. De 2014.
2. ANA. (2010). Agência Nacional de Água.
3. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 jul. de 2014.

4. COSANPA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ. Cosanpa inicia retirada de vegetação dos lagos Bolonha e Água Preta. Disponível em: <<http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/cosanpa/artigos/340>>. Acesso em: 20 ago. de 2014
5. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=4>
6. FERNANDES, L.L.. A Sustentabilidade do Sistema de Abastecimento de Água Potável em Belém. 2005. 251 f. Tese do NAEA, UFPA, Belém, 2005.
7. GOOGLEEARTH- Software Google Earth. Acesso em: 25 ago. de 2014.
8. JR, M.I; C, F.R.. Recursos Hídricos: o caso dos mananciais dos lagos Bolonha e Água Preta na região metropolitana de Belém, Pará, Brasil. Disponível em: <<http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab-108.pdf>>. Acesso em: 28 jul. de 2014.
9. MELO, N.F.A.C.; PAIVA, R.S.; SILVA, M.M.T. Considerações ecológicas sobre o zooplâncton do lago Bolonha, Belém, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v.1, 2006. Disponível em: <<http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/bmpegcn/v1n1/v1n1a08.pdf>>. Acesso em: 28 mai 2014.
10. NAEA- NÚCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS. Universidade Federal do Pará. Relatório do projeto MEGAM: Estudo das mudanças Sócioambientais no estuário amazônico. Belém, 2004. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/projetomegam/textos/relasinteseMegam.pdf>>. Acesso em: 29 mai 2014.
11. SPERLING, E. V. Monitoramento simplificado de mananciais superficiais. 21º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Trabalhos Técnicos. São Paulo, 2004. p. 1.
12. SPERLING, E.V.. Monitoramento Simplificado De Mananciais Superficiais. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES, Trabalhos Técnicos.
13. TUCCI, C.E.M.. Águas doces no Brasil: Água no meio urbano. 3ª ed, 2006.