

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL NA QUALIDADE DO EFLUENTE DA ETA – BOLONHA

Jenifer Lorena Corrêa Pereira*, Maria de Valdívia Norat Gomes 2, Nazareno Melo da Silva 3, Beatriz Lopes Pereira 4, Darleny do Carmo do Rosário 5

* Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará, e-mail: jenifer.lorena.pereira3@gmail.com.

RESUMO

A relação entre o uso da água, a capacidade hídrica e a qualidade do seu estado de conservação é direta e contribui para o bom desempenho no processo de tratamento. O presente trabalho aborda o estudo de impacto ambiental na qualidade da água do manancial que abastece cerca de 75% (setenta e cinco por cento) da Região Metropolitana de Belém, o Lago Bolonha. A pesquisa realizada é um instrumento de grande importância para a sociedade, pois os resultados revelaram um diagnóstico mais recente da realidade ambiental do Parque Estadual do Utinga (PEUt), além do aspecto físico-químico e biológico da água do manancial Bolonha. A área de conservação ambiental de Belém é composta por grandes ecossistemas naturais, ou seja, é uma região com grandes diversidades de fauna e flora, no entanto, através das atividades antropicas, o ecossistema natural pode sofrer agressões, tendo como consequência a aceleração do processo de degradação. Nesse aspecto, esse trabalho tem como objetivo, fazer uma avaliação dos tipos de atividades humanas que podem estar interferindo na preservação ambiental do PEUt, e na qualidade da água do manancial Bolonha, através de análises físico-químicas e biológicas. Este estudo utilizou para as análises laboratoriais, princípios metodológicos amplamente utilizados na literatura e, para análise das condições do parque, utilizou-se a visualização in loco e entrevistas com o único morador do parque e com um dos biólogos que trabalham no local. Foram utilizadas ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para confecção de mapas e, para o tratamento estatístico, foi utilizado o programa Excel para melhor visualização e interpretação dos resultados. De acordo com os resultados obtidos chegou-se a conclusão de que não existe um estado de degradação elevado na qualidade da água do Lago Bolonha de acordo com os critérios da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), como também na área de estudo, mas é preciso que a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), responsável pelo gerenciamento do manancial, tome algumas medidas que possam garantir o estado de conservação do Parque. Entretanto, há um nível de degradação moderado pois as análises físico-químicas mostraram que alguns parâmetros encontravam fora dos padrões do CONAMA e podem ter sido influenciados pelo elevado índice pluviométrico, tornando necessário outras análises em período de estiagem, para a melhor caracterização dos níveis de degradação da área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Meio Ambiente, Impacto Ambiental, Manancial.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à sobrevivência de todos os seres vivos e o seu fornecimento em quantidade e qualidade é fundamental para a perfeita manutenção da vida humana. Em termos quantitativos, o volume total de água existente na Terra é constante e apenas 2,5% deste é água doce. No entanto, da parcela de água doce, somente 0,3% constitui a porção superficial de água presente em rios e lagos, as quais estão passíveis de exploração e uso pelo homem (Shiklomanov, 1997).

Nesse contexto é que o homem aparece como um ator de grande importância, pois ele sempre buscou na natureza as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da sociedade e, ao longo do tempo, as suas intervenções no meio ambiente revelaram-se marcantes, como meio de obter condições mais cômodas em sua vida. Partindo desses pressupostos é que estudos de impacto aos componentes do meio biológico, físico e químico se tornaram instrumentos importantes para garantir a proteção, conservação, controle e manutenção dos recursos naturais. Com o desenvolvimento urbano, os recursos hídricos tornaram-se um dos setores ambientais mais impactados pela ação antrópica. De acordo com Von Sperling (1996), a interferência do homem, quer de forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água. Segundo o Instituto Trata Brasil (2015) o acesso à água de qualidade e a um bom sistema de saneamento, evita o aparecimento de doenças que sobrecarregam o sistema de saúde, como as diarreias, muito comuns em países de clima quente, como o Brasil.

Conforme a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013), embora a relação entre qualidade da água e saúde seja evidente, existe ainda uma grande lacuna no Brasil no que se refere a estudos que subsidiem uma avaliação precisa dos múltiplos fatores intervenientes nessa relação e suas particularidades socioeconômicas, culturais e ambientais. Por tanto,

a gestão adequada dos mananciais, pelos governantes, com o monitoramento da qualidade das águas, principalmente nos mananciais de abastecimento humano, é muito importante para assegurar o bem estar da população. Segundo COSANPA (1983), Ribeiro (1992) e Morales et al (2002) citados por Sodré (2007), em Belém, os lagos Água Preta e Bolonha constituem os principais mananciais de água superficial para o abastecimento público da Região Metropolitana de Belém, composta ainda pelos municípios de Ananindeua, Santa Barbara, Benevides, Santa Izabel e Marituba, atendendo a aproximadamente 75% da população. Ambos os lagos, foram formados por meio de construções de barragens na década de 30, sendo alimentados por pequenas drenagens e por água bombeada do rio Guamá. Esses mananciais correm riscos de eutrofização, em decorrência de estarem situados em um ambiente vulnerável à pressão da ocupação urbana e ao lançamento de efluentes domésticos e industriais.

Para a proteção e recuperação dos mananciais superficiais e subterrâneos é preciso, de acordo com a segunda edição da Agenda 21 (2004), dotar o país de política eficaz e sustentável na área de proteção dos mananciais superficiais e subterrâneos usados para abastecimento público de água, promovendo e difundindo ampla avaliação relativa às práticas/experiências na área; implementando a gestão dos recursos hídricos por bacias hidrográficas; incentivando a criação e a implementação e recuperação de unidades de conservação; buscando envolver e responsabilizar usuários da água por práticas inadequadas de uso; e favorecendo a proteção de áreas de recarga de aquíferos.

As unidades de conservação ambiental são exemplos de instrumentos que garantem a proteção dos recursos naturais. Pois, 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 impactos ambientais nessas áreas. Os lagos que abastecem a região metropolitana de Belém (Bolonha e Água Preta) localizam-se dentro de uma unidade de conservação, o Parque Estadual do Utinga (PEUt). Tal localização favorece a potabilidade dos mananciais, pois o regime especial de administração do PEUt, visa à manutenção e, caso necessário, a restauração da qualidade ambiental dos lagos e da biodiversidade existentes em seu interior.

Neste trabalho, serão realizados diagnósticos e avaliação dos impactos que podem estar interferindo na qualidade do afluente da Estação de Tratamento de Água (ETA) – Bolonha localizada na área de conservação ambiental do PEUt no município de Belém – Pará, onde serão analisados os parâmetros mais relevantes na qualidade da água para o consumo humano.

OBJETIVOS

Serão apresentados os objetivos gerais e específicos obtidos nas análises laboratoriais e no diagnóstico ambiental do PEUt.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água do lago Bolonha, que abastece, a principal Estação de Tratamento de Água da cidade de Belém, ETA – Bolonha, considerando o efeito qualitativo do impacto ambiental proveniente das ações antrópicas em torno da área do lago afluente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar o nível dos nutrientes (Fósforo, Nitrogênio), oxigênio dissolvido, pH, cor, turbidez, sólidos totais e matéria orgânica presentes na água que sai do lago Bolonha e chega até a Estação de Tratamento de Água.

Realizar diagnóstico sanitário e ambiental da área em torno do manancial.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual do Utinga (PEUt) é uma das três áreas de conservação ambiental da Região Metropolitana de Belém. Com uma área de 1340 hectares, o PEUt equivale, aproximadamente, à 192 estádios Edgar Proença (Popularmente conhecido como “Mangueirão”, localizado em Belém). A área fisiográfica do Utinga, incluindo a região metropolitana de Belém, está localizada no quadrante 48°11'00” GWR e 1° 24'54” latitude sul (Dias, 1991). O parque, de acordo com Melo (2009), foi criado pelo Decreto Lei nº 1.552, em 03 de maio de 1993, para fins de proteção do principal

manancial de água potável do Município de Belém, composto por dois Lagos, Bolonha e Água Preta, que abastecem aproximadamente 70% da população de Belém, e que são de grande importância para a preservação da biodiversidade do espaço urbano. Neste trabalho, foi dada ênfase a área de proteção do Utinga, pois este local abriga especificamente o lago Bolonha, foco de estudo do presente trabalho, considerando também a avaliação das condições ambientais em seu entorno. A área é gerenciada pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMA).

COLETA DAS AMOSTRAS

No que diz respeito a esse trabalho de pesquisa o período foi no inverno amazônico, onde se têm maior índice pluviométrico, ou seja, significa que os resultados das análises laboratoriais da qualidade da água podem ter influência de fatores ambientais que se tornam mais incidentes nesse período, como: erosão do solo, que aumenta o escoamento superficial que consequentemente influencia no carreamento de maior quantidade de lixiviados ricos em substâncias orgânicas e inorgânicas que tendem a elevar o nível de cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, oxigênio dissolvido e matéria orgânica. Em contrapartida o maior índice pluviométrico contribui para dissolver as substâncias e torná-las menos consistentes para análises e com isso favorecer um resultado menos comprometedor. As coletas foram realizadas em diferentes lugares, sendo dada preferência aos pontos de maior homogeneidade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização do trabalho foram adotados os seguintes procedimentos: levantamentos bibliográficos, coleta e análise laboratorial (Laboratórios de Geociências e de Química e Ensino, localizados na Universidade Federal do Pará UFPA) de amostras da água segundo os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA Resolução (2005) representados na Tabela 1, análise qualitativa do local levando em consideração características do ecossistema, entrevista com o único morador e funcionários do PEUT, utilização do software ArcGIS 9.3 do sistema de informação geográfica (SIG) para confecção de mapas temáticos de localização da área de estudo e pontos de coleta e utilização do software Excel para a realização dos cálculos estatísticos. As informações referentes às condições da área de estudo com a descrição das ações antrópicas impactantes foram divididas em qualitativas e quantitativas.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água analisados para o afluente da ETA-Bolonha e seus valores máximos estabelecidos pelo CONAMA

Parâmetros	Valor Máximo
Cor Verdadeira	Ate 75mg/P
Turbidez	Ate 75 mg/P
DBO 5 dias a 20°C	5mg/L O ₂
Fosforo Total	Até 0,030 mg/L em ambientes lênticos
Sólidos Dissolvidos Totais	500 mg/L
Nitrogenio Total	3,7 mg/L N para pH<7,5
pH	6,0 a 9,0
Oxigenio Dissolvido	Não inferior a 5 mg/L O ₂

A legislação brasileira não fixa valores para DQO. No entanto, devido a sua importância para a caracterização de esgotos sanitários e efluentes industriais, utilizaremos este parâmetro para complementar as análises e dar mais segurança aos resultados.

A determinação de Sólidos dissolvidos totais, pH, cor e turbidez, foi realizada por meio da leitura direta dos equipamentos (Figura 2) correspondentes aos referidos parâmetros. Para a obtenção de oxigênio dissolvido, DQO, DBO, fósforo total e nitrogênio total, foram utilizados, equipamentos, materiais e reagentes (Figura 2), bem como métodos, e procedimentos laboratoriais.

Equipamentos	Materiais	Reagentes
Balança analítica OHAUS Aanalytical Plus	Proveta de 50 mL	Azida sódica
Ph - metro Quimis	Balão fundo chato de 250 mL	Sulfato de manganês
Turbidímetro hach 2100 p	Becker de 80 ml, 100 ml, 250 mL	Ácido fosfórico
Espectrofotômetro hach dr-2010	Frascos de âmbar	Tiossulfato de sódio
Espectrofotômetro celm e- 225 d	Pipetas de 1 mL, 2 mL, 25 mL	Dicromato de potássio (0,05 N)
Condutivímetro	Pêra	Amido
Chapa elétrica Quimis	Funil de vidro	Sulfato de prata
Manta térmica Alpax	Bureta de 25 ml	Sulfato ferroso amoniacal (0,05 N)
-	Erlenmayer 250 ml	Difenil-amina
-	Cubeta de 25 ml	Molibdato
-	Papéis de filtro	Ácido ascórbico
-	Condensador de Friedrichs	-
-	Pedaços de porcelana	-
-	Espátula	-

Figura 2. Equipamentos, materiais e reagentes utilizados na obtenção dos parâmetros em estudo

SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT)

Realizou-se a determinação de sólidos totais dissolvidos por meio da leitura direta das amostras no equipamento denominado condutivímetro.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Antes de usar o pH-metro, usou-se soluções tampões de pH iguais a 6,86 e a 4,01 para calibrá-lo. Inicialmente utilizou-se a solução tampão 6,86, ajustando o aparelho. Lavou-se o eletrodo de referência, enxugando-o suavemente com o papel toalha. Logo após, usou-se a solução tampão 4,01, ajustando o aparelho. Adicionou-se as amostras desejadas em béqueres, inserindo em seguida o eletrodo. Fez-se a leitura direta do pH das amostras em estudo.

COR

Lavou-se a cubeta com água destilada. Filtrou-se a amostra. Em seguida, colocou-se a cubeta de 25 mL contendo a amostra no Espectrofotômetro. Repetiu-se os procedimentos por 3 (três) vezes correspondentes ao número de amostras analisadas.

TURBIDEZ (UNT)

Agitou-se a amostra antes de usá-la. Lavou-se a cubeta com água destilada. Após isto, colocou-se a cubeta contendo a amostra no Turbidímetro 2100 P-Hach. Repetiu-se os procedimentos por 3 (três) vezes correspondentes ao número de amostras estudadas.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Colocou-se as amostras em vidros de âmbar até o gargalo. Adicionou-se as soluções de MnSO₄ e de azida sódica em cada amostra. Posteriormente, tampou-se e agitou-se várias vezes para a homogeneização do meio. Descansaram-se os vidros por 1 hora até formarem um precipitado. Em seguida, Adicionou-se 2 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) concentrado em cada vidro de amostra para consumir o precipitado, agitando bem os frascos. Transferiu-se 50 mL da amostra preparada para erlenmeyers e adicionou-se 0,5 mL de amido nos erlenmeyers. Iniciou-se a titulação com o tiossulfato de sódio até que ocorresse a mudança de coloração da substância de verde para incolor, finalizando a titulação.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

Colocou-se 50 mL das amostras de água em erlenmeyers e adicionou-se 25 mL de dicromato de potássio 0,05 N e 15 mL de ácido sulfúrico, respectivamente. Em seguida, adicionou-se o indicador de sulfato de prata (Ag_2SO_4), aproximadamente e alguns pedacinhos de porcelana, para uniformizar a fervura. Adaptou-se o condensador no erlenmeyer. Depositou-se os erlenmeyers contendo o condensador de Froid na chapa elétrica, esperando ebulir por 1 hora. Posteriormente, retirou-se os erlenmeyers jogando água destilada na parte interna do condensador, recolhendo a água no próprio erlenmeyer. Deixou-se esfriar; em seguida adicionou-se 3 gotas de difenil-amina e titulou-se com a solução padrão de sulfato ferroso amoniacal 0.05 N até a mudança de coloração de alaranjado para verde, finalizando a titulação.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Para a determinação da DBO, realizou-se 3 (três) análises em triplicatas das amostras do Lago em estudo. É um teste padrão, realizado a uma temperatura constante de 20 °C, durante um período de incubação também fixo, de 5 dias. A coleta é em triplicata, e em uma das amostras é medido o oxigênio dissolvido após a coleta; o oxigênio da outra amostra é medido após 5 dias, período em que a amostra fica em uma incubadora a uma temperatura de 20 °C. A diferença de concentração de oxigênio representa a demanda bioquímica de oxigênio (oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica via respiração dos microrganismos).

FÓSFORO TOTAL

Pipetou-se 10 mL da amostra em triplicata e transferiu-se para o balão volumétrico, aferido, de 25 mL de capacidade. Posteriormente, adicionou-se 25 mL da solução molibdica que contém bismuto. Completou-se o volume e juntou-se aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico, agitando a solução até obter a coloração azul máxima, indicando a solução desejada. Em seguida, deixou-se em repouso durante 1 hora. Efetuou-se a medição da absorbância da amostra, com o auxílio das soluções-padrão de fósforo na faixa de 0,1 a 3,0 ppm. A partir dos dados obtidos, construiu-se a equação da reta, obtida em função das concentrações e das absorbâncias das soluções-padrão, Figura 6, empregando-se o método da regressão linear, a fim de obter as concentrações de fósforo total contidas nas amostras em estudo.

NITROGÊNIO TOTAL

Digestão: Transferiu-se para um balão de digestão, 100 ml da amostra e adicionou-se 15 ml da solução digestora. Em seguida, aqueceu-se em bloco digestor, a princípio lentamente, mantendo a temperatura de 50°C por 1 hora ou dependendo das instruções do fabricante do bloco digestor. Posteriormente, elevou-se a temperatura gradativamente até atingir 350 – 400°C. Após a obtenção do líquido límpido e transparente de tonalidade azul - esverdeada, retirou-se do aquecimento, deixou-se esfriar e adicionou-se em torno de 10 mL de água. Destilação: Acoplou-se ao destilador o erlenmeyer contendo 20 mL de solução de ácido bórico 4% com 4 ou 5 gotas de solução de indicador misto. Adaptou-se o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionou-se a solução de hidróxido de sódio 50% até obter uma solução de cor negra (aproximadamente 20 mL). Procedeu-se à destilação e recolheu-se o volume necessário para a completa destilação da amônia. Testou-se o ponto final da destilação com papel indicador de pH até a não ocorrência de reação alcalina. A solução coletora foi mantida fria durante a destilação.

RESULTADOS

Os resultados quantitativos da DQO, DBO, OD e fósforo total em mg/L, foram alcançados por meio de etapas, as quais apresentam valores intermediários utilizados na determinação dos valores finais destes parâmetros juntamente com os demais parâmetros, que foram obtidos através da leitura direta, via equipamentos apropriados. A Tabela 3 apresenta a consolidação destes resultados, bem como compara os valores encontrados nas análises laboratoriais das amostras e os limites estabelecidos para cada parâmetro estudado, de acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Após a análise dos resultados, constatou-se que os parâmetros contidos nas amostras do Lago em estudo, estão dentro dos limites estabelecidos pela referida Resolução, com exceção de quatro parâmetros: o fósforo total, o nitrogênio total, o pH e o oxigênio dissolvido que apresentaram valores acima do permitido. A Resolução CONAMA nº 357/2005, preconiza que o limite para nitrogênio total deve ser de até 3,7 mg/L N para $\text{pH} \leq 7,5$. Dentre as 3 amostras analisadas, a amostra 1, que apresentou 4,2 mg/L N, foi a única que obteve valor acima do determinado pela Resolução. Ainda de acordo com o CONAMA nº 357/2005, o valor aceitável de fósforo, para ambientes lênticos, deve ser menor ou igual a

0,030 mg/L. Portanto, os valores obtidos através das amostras 1, 2 e 3, encontram-se fora dos padrões da legislação, uma vez que as concentrações encontradas nas amostras foram 0,129; 0,157 e 0,192 mg/L, respectivamente.

A referida resolução também estabelece que o limite para pH é de 6,0 a 9,0. Os valores encontrados nas amostras foram respectivamente: 5,88; 5,70 e 5,64. Logo, todas as amostras de pH encontram-se fora dos padrões estabelecidos pela legislação. A resolução CONAMA fixa também que o valor aceitável para oxigênio dissolvido deve ser maior ou igual a 5 mg/L. Como os valores obtidos nas amostras foram, respectivamente: 4, 4,8; e 4 mg/L, todas as três amostras encontram-se fora dos padrões estabelecidos pela legislação.

Quanto aos resultados qualitativos identificou-se alterações nas características naturais das áreas de entorno do corpo d'água em estudo como a presença de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos dispostos de forma inadequada, tais como, garrafas de bebidas em embalagens de vidro e PET, além de restos de alimentos e outros.

Um impacto de grande relevância e que tem influência direta na qualidade desse corpo hídrico, é a presença da grande quantidade de macrófitas, que pode ser consequência do lançamento excessivo de nutrientes ricos em nitrogênio e fósforo, como foi encontrado nos resultados das análises laboratoriais, o que pode causar aumento acentuado de algas que tem como uma das funções, fomentar o desenvolvimento dos consumidores primários e de outros elementos da teia alimentar do ecossistema aquático.

Na observação foi identificada grande presença de aglomerados urbanos no entorno do parque, sendo estes indicadores de poluição aquática, já que os efluentes domésticos e industriais são lançados in natura nas imediações do Lago Bolonha. Outra informação de grande relevância é a diminuição da área de cobertura vegetal original nos mananciais, causada pelo desmatamento da mata ciliar decorrente da expansão da área urbana.

Tabela 3. Comparação dos resultados finais das análises laboratoriais com o CONAMA 357/2005

Parâmetros Físico-Químico	P1	P2	P3	Média	Desvio Padrão	Resolução N°367/2005
SDT (mg/L)	70	69	72	70,33	1,527525	<500
Ph	5,88	5,70	5,64	5,74	0,1249	6,0 a 9,0
Cor (Pt/L)	54	68	60	60,67	7,023769	<75,0
Turbidez (UNT)	5,79	7,33	6,87	6,66	0,790527	<100,0
OD (mg/L)	4	4,8	4	4,27	0,46188	>5,00
DQO (mg/L)	38,58	35,55	29,96	34,70	4,372898	
DBO (mg/L)	5,02	1,07	2,44	2,84	2,00565	<5,00
Fosforo (mg/L)	0,129	0,157	0,192	0,159	0,031565	<0,03
Nitrogenio (mg/L)	2,8	4,2	2,8	3,27	0,80829	3,7 para Ph <7,5

CONCLUSÃO

Com base na pesquisa realizada conclui-se que os resultados das análises laboratoriais dos parâmetros de qualidade da água oriundas do PEUt, apresentam em sua maioria valores dentro do nível permitido pela Resolução CONAMA 357/2005. Os resultados desfavoráveis são explicados pelo fato do lago Bolonha receber elevada quantidade de efluentes domésticos e industriais ricos em substâncias como matéria orgânica, detergentes e outras com elevado grau de concentração de fósforo. Esses resultados indicam alterações nas características ambientais no período em que foi realizada a pesquisa, no entanto, vale ressaltar que a coleta das amostras foi em época de maior índice pluviométrico, ou seja, no inverno Amazônico. Considerando essas condições ambientais, entende-se que os resultados de possíveis análises quantitativas no período de estiagem poderão sofrer alterações, pois nessa época, alguns fatores de grande relevância como a diminuição do processo de erosão, em decorrência do menor índice pluviométrico, com implicações nos parâmetros que podem sofrer alterações em decorrência da diminuição da lixiviação em direção aos Lagos Bolonha e Água Preta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, T. Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população. 2010a. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/files/esgotamento.pdf. Acesso em, v. 20, 2015.
2. DIAS, S. D. F. Estudo ambiental no Utinga: vida útil do sistema de abastecimento d'água de Belém. IDESP, 1991.
3. MELO, M. J. C. M. ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL-APA, Movimento social e urbano e educação ambiental em Belém. Coordenadora. Belém-PA, 2009.
4. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 brasileira: resultado da consulta nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158p.
5. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. 3º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública. Brasília: FUNASA, 2013. 260p.
6. RESOLUÇÃO, N. 357, de 17 de Março de 2005. CONAMA-Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2005.
7. SHIKLOMANOV, I. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. World Meteorological Organization, p. 88, 1997.
8. SODRÉ, S. D. S. V. Hidroquímica dos lagos Bolonha e Água Preta, mananciais de Belém-Pará. 2007. Universidade Federal do Pará
9. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996. ISBN 8570411146.