

## II-297 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM PERÍODO CHUVOSO DO AÇUDE DO CONTERRÂNEO – TEJUÇOCA/CE

**Clara Beatriz Uchôa S M Braga** <sup>(1)</sup>

Graduado em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE)

**Adriana Guimarães Costa** <sup>(2)</sup>

Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Doutora em Engenharia Civil área de concentração Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professora efetiva e chefe do Departamento de Química e Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Ceará (IFCE). do IFCE.

**Arnaldo F. da S. Aivy** <sup>(3)</sup>

Graduado em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE) *campus* Fortaleza. Mestrando em Sistemática, Uso e Conservação pela Universidade Federal do Ceará. (UFC) *campus* Fortaleza.

**Erlany Conceição Moraes Barros** <sup>(4)</sup>

Graduada em Processos Químicos pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE) *campus* Fortaleza. Mestrando em Sistemática, Uso e Conservação pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo IFCE, *campus* Fortaleza

**Vicente Elício Porfiro Sales Gonçalves da Silva** <sup>(5)</sup>

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Instituto Federal do Ceará (IFCE) *campus* Quixadá. Mestre em em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo IFCE, *campus* Fortaleza. Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), *campus* Fortaleza, .

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, 60040531 - Fortaleza, CE - Brasil - Instituto Federal do Ceará, beatriz\_uchoa@hotmail.com.

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação da qualidade da água do Açude do Conterrâneo localizado no município de Tejuçuoca, em termos das características físicas, químicas e microbiológicas, sendo investigados os parâmetros de qualidade da água: OD, DQO, pH, cor, turbidez, frações nitrogenadas, fósforo total, CTT e *E. coli*. De posse do diagnóstico foram propostas medidas mitigadoras dos impactos ambientais identificados. O estudo foi realizado entre o período de março a maio de 2018, sendo realizadas três campanhas. Considerando que se trata de um açude urbano, onde a população utilizava esse espaço para recreação e fonte de alimento, buscou-se comparar os resultados obtidos com os limites estabelecidos para classe 2 da resolução CONAMA n°357/05. Os parâmetros cor, amônia, fosforo total, coliformes termotolerantes e *E.coli* apresentaram valores superiores aos limites máximos da classe 2, esses parâmetros estão associados ao lançamento de efluente doméstico, ao processo de eutrofização e doenças de veiculação hídrica. Como medida mitigadora faz-se necessária a inativação imediata do sistema de descarte de efluentes no açude do Conterrâneo e a coleta e tratamento dos efluentes com possibilidade de reuso nas atividades agrícolas familiares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de água, Saneamento, Saúde Pública.

### INTRODUÇÃO

A universalização do saneamento básico é uma realidade distante no Brasil e em outros países do mundo, mais precisamente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei n° 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007). Dentre os serviços de saneamento básico assegurados por lei, tem-se: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. A carência do abastecimento de água de qualidade e do tratamento adequado de águas residuárias domésticas e industriais acarreta na deterioração dos corpos d'água e agravam o atual quadro de escassez de água potável, principalmente em regiões com secas históricas e baixa disponibilidade natural de água, como o semiárido nordestino.

Em se tratando de esgotamento sanitário, segundo o Instituto Trata Brasil, mais de 100 milhões de brasileiros não tem acesso à coleta de esgoto, representando um total de 51,92% da população (TRATA BRASIL 2015). No Brasil apenas 69,4% do esgoto doméstico é coletado e desse apenas 42,67% é tratado. No estado do Ceará

25,17% do esgoto doméstico produzido é coletado sendo que apenas 34,5% do que é coletado é tratado, mostrando que a realidade atual está longe de atingir universalização do acesso. Na cidade de Tejuçuoca, Ceará, não é diferente. A região urbana e rural do município cresceu sem um plano elaborado de saneamento. Esta situação reflete um contexto histórico marcado pela falta de gestão e planejamento (FOLLMANN & FOLETO, 2014). Dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE de 2015 mostram que a cidade não conta com sistema de coleta de esgotamento sanitário. Ainda é comum o uso de fossas sépticas domésticas e parte do esgoto da cidade vem sendo direcionado ao Açude do Conterrâneo.

O açude se encontra na região central da cidade, com residências estabelecidas a sua volta. Em locais onde a ação antrópica é marcante, como nos centros urbanos, a qualidade da água deixa de ser afetada somente por fatores naturais (DAMASCENO, 2005). A Secretaria Municipal de Saúde de Tejuçuoca (2017) estimou que um total de 212 pessoas residem nas adjacências do açude. Esse açude já foi um espaço de lazer e fonte de alimento (pesca) para a população, porém com seu processo de degradação ao longo dos anos a qualidade da água vem sendo deteriorada e o mesmo não é mais utilizado para os fins de outrora.

Nos anos 2000, a Secretaria de Obras do Município canalizou parte do esgotamento sanitário do município para o açude, além disso, a própria população faz ligação clandestina de seus efluentes diretamente para o açude. Um agravante desse aporte de carga orgânica depositada neste açude está no avançado grau de degradação e eutrofização que o mesmo se encontra atualmente.

O sinal de degradação da sua qualidade pode ser constatado coloração esverdeada, odor e pela pouca variedade de espécies, limitando-se em geral a tilápias, espécie bastante resistente que sobrevive em ambientes bastante degradados. Atualmente o açude é utilizado pela população para lavagem de veículos e dessedentação de animais. Em período chuvoso há um aumento significativo do espelho d'água do açude, chegando por vezes a invadir as casas no entorno, apresentando risco sanitário à população.

Em 2005 foi feita uma consulta pública junto à população de Tejuçuoca para discutir sobre uma possível requalificação do açude, 67% da comunidade demonstrou interesse em ver o açude do Conterrâneo bem tratado e reconhecido por todos como um patrimônio municipal. Essa consulta gerou uma proposta de requalificação do açude, porém as ações não foram efetivadas.

Considerando a importância que o açude tem para a comunidade local e a necessidade de reverter os impactos ambientais causados em virtude da falta de saneamento básico municipal é que este estudo se propôs a fazer diagnóstico físico, químico e microbiológico da qualidade das águas do açude Conterrâneo, bem como propor medidas mitigadoras desse processo de degradação. Além do diagnóstico ambiental do açude, este trabalho também busca expandir os estudos, ainda carentes, sobre o meio ambiente na cidade de Tejuçuoca, podendo ser disponibilizado para a comunidade e governantes como ferramenta para uma busca da melhoria da qualidade ambiental, conseqüentemente, de vida dos habitantes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área De Estudo**

O Açude do Conterrâneo conta com uma área de 7750m<sup>2</sup> e foi construído em meados dos anos 80 com o objetivo de ofertar água a população e logo foi adotado como alternativa de lazer, recebendo este nome porque, no final da mesma década, era comum aos moradores locais esperarem seus parentes que moravam fora para um banho no açude, que então era ponto de referência para embarque e desembarque de pessoas.

Durante seus primeiros anos eram comuns práticas de pesca e recreação. Está localizado no centro da cidade de Tejuçuoca, limitado pelas ruas Joaquim Coelho da Cruz, Antônio Bernardo Forte, Bela Vista e pela Avenida Gabriel Aguiar Filho. O município de Tejuçuoca está localizado a 159,7km da capital Fortaleza, na microrregião do médio Curu, região Norte do estado do Ceará. Tem uma população estimada em 16.825 habitantes (IBGE - Censo Demográfico 2010), onde aproximadamente 7.000 vivem na região urbana e administrativa do município.

### **Características Ambientais Da Área De Estudo**

O clima do município de Tejuçuoca é tropical quente semiárido, os meses de janeiro a maio são, historicamente, os mais chuvosos sendo os meses de agosto, setembro e outubro os mais escassos. A Fundação Cearense de

Meteorologia e Recursos Hídricos mostrou que a média de precipitação entre meses mais chuvosos nos anos de 2017 e 2018 foi de 114,6 e 97,4 mm, respectivamente.

A cidade é banhada por dois rios principais: O Rio Tejuçuoca e O Rio Caxitoré, além dos 25 açudes de pequeno e médio porte. Os solos do município são deficientes em água e com grande suscetibilidade a erosão no período chuvoso. A vegetação é composta pela caatinga arbustiva aberta e caatinga arbustiva densa, típica dos sertões semiáridos (MAPURUNGA, 2003).

### Período De Realização Do Estudo

O estudo foi realizado no período entre os meses de março e maio de 2018, período que corresponde à quadra chuvosa, onde é evidenciado aporte de poluentes provenientes de fontes poluidoras pontuais, advindas de diversos despejos clandestinos de esgoto e difusas (lixiviação), provenientes do arraste de materiais presentes no solo (LEMOS; FERREIRA NETO; DIAS, 2010). As campanhas foram realizadas nos dias 07 de março (Campanha 1 - C1), 10 de abril (Campanha 2 – C2) e 15 de maio de 2018 (Campanha 3 – C3).

### Coleta, Preservação Das Amostras E Análises Laboratoriais

As amostras coletadas no açude do Conterrâneo foram submetidas as análises físicas, químicas e biológicas, de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (EATON et al. 2005). Após coletadas foram armazenadas em caixas isotérmicas mantidas entre 4°C e 10°C e transportadas do município de Tejuçuoca ao Laboratório de Química Analítica (LQA) e ao Laboratório de Limnologia e Microbiologia Ambiental (LMA) para análises físico-químicas e análises microbiológicas respectivamente. Ambos os laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *Campus Fortaleza*.

A resolução CONAMA n° 357 de 2005 serviu de base para a comparação dos valores obtidos neste estudo, admitindo as características do açude como um corpo hídrico classe 2 com águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL 2005).

### Identificação Dos Pontos

Os pontos de amostragens foram georreferenciados e sua identificação foi feita conforme apresentado no quadro 01 e na figura 01.

**Quadro 01: Identificação dos pontos de coleta de amostra de água**

Ponto	Identificação	Localização	Coordenadas GMS
P1	Próximo de ponto de lançamento de esgoto doméstico bruto por tubulação	Rua Joaquim Coelho da Cruz	3°59'18.1"S39°34'45.4"W
P2	Próximo ao Sangradouro	Avenida Gabriel Aguiar Filho	3°59'14.5"S39°34'43.5"W
P3	Próximo de ponto de lançamento de esgoto doméstico bruto por tubulação	Rua Antônio Bernardo Forte	3°59'17.8"S39°34'48.6"W



As figuras 02, 03 e 04 mostram os pontos de amostragens com imagens de 2015 e 2018, de maneira que seja possível observar que houve uma mudança nas características físicas do corpo hídrico.



**Figura 1: Mapa de localização dos pontos de amostragem**



**Figura 2 - Ponto de amostragem 01, próximo à Rua Joaquim Coelho da Cruz, nos anos de 2015 e 2018.**



**Figura 3 - Ponto de amostragem 02, próximo a Av. Gabriel Aguiar Filho, no ano de 2015 e 2018.**



**Figura 4 - Ponto de amostragem 03, próximo a rua Antônio Bernardo Forte, no ano de 2015 e 2018.**

## RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados físicos, químicos e microbiológicos obtidos a partir da análise das águas coletadas em pontos estrategicamente definidos de maneira a avaliar a qualidade da água do açude do Conterrâneo e a partir desse diagnóstico propor medidas mitigadoras. Foram realizadas três campanhas que correspondem aos meses de março, abril e maio de 2018.

### Análise Físico-Química Do Açude Do Conterrâneo

A Tabela 01 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos pH, OD, DQO, cor e turbidez.

**Tabela 01: Análise físico-química do Açude do Conterrâneo**

PARAMETROS	Campanha 1			Campanha 2			Campanha 3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>pH</b>	8,6	8,4	8,4	8,3	8,0	8,4	7,8	7,8	8,0
<b>OD (mg/L)</b>	7,4	5,6	6,9	5,0	5,3	6,4	7,5	6,5	9,1
<b>DQO (mgO<sub>2</sub>/L)</b>	240	288	136	26	138	106	1136	1008	976
<b>Cor (uC)</b>	77,5	72,5	87,5	100	77,5	102	50	45	70
<b>Turb (NTU)</b>	68	81	28	28	38	28	13	9,0	1,2

Legenda: P1: Ponto de coleta 1; P2 Ponto de coleta 2 e P3 Ponto de coleta 3.

Em todas as campanhas os valores de pH ficaram em torno de 8 nos três pontos amostrais. Esses valores ligeiramente mais elevados de pH são característicos de ambientes eutrofizados, pois durante o processo de fotossíntese que ocorre durante o dia há o consumo de CO<sub>2</sub>, responsável por acidificar o meio, com isso há um aumento do pH. A resolução CONAMA 357/05 recomenda que para corpos hídricos classe 2 o pH deve ficar entre 6 e 9.

O oxigênio dissolvido é essencial para os organismos aeróbios. É o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, pois durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, podendo causar uma redução de sua concentração no meio (VON SPERLING, 2014). Todas as análises de oxigênio dissolvido apontaram valor igual ou maior que 5 mgO<sub>2</sub>/L, valor mínimo estabelecido para oxigênio dissolvido em corpos hídricos classe II segundo a resolução CONAMA 357/05. Possivelmente essa elevada concentração do OD se deva à presença de algas, as quais realizam fotossíntese durante o dia. A coloração da água durante todo o período de estudo era esverdeada, cor característica de organismos fotossintetizantes. SANTOS et. al (2015) verificaram na avaliação da qualidade da água superficial da Lagoa do Bairro Nossa Senhora Aparecida em Pirapora (RN) uma alta variação de 0,71 mgO<sub>2</sub>/L a 9,12 mgO<sub>2</sub>/L durante o período úmido.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO), expressa em mgO<sub>2</sub>/L, é um indicador de matéria orgânica baseado na concentração do oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte (VALENTE et. al. 1997). Os valores mínimo e máximo foram 136mgO<sub>2</sub>/L e 1136 mgO<sub>2</sub>/L, respectivamente. Não consta na resolução CONAMA n°357 de 2005, um limite estabelecido para a Demanda Química de Oxigênio, contudo, para Von Sperling (2014) os valores de DQO em esgotos domésticos são em torno de 600mgO<sub>2</sub>/L. Os altos valores de DQO podem ser explicados pelo período de realização do estudo (chuvoso). No dia da C1 não houve a ocorrência de precipitação, nem no dia anterior. Nas C2 e C3 as precipitações foram de, aproximadamente, 10 e 15mm respectivamente, também sem a ocorrência de chuva nos dias anteriores (FUNCEME, 2018)

Para a cor, apenas o P2 da C1 e todos os pontos na C3 se enquadraram no padrão de até 75mg Pt/L (BRASIL, 2005), para a Turbidez todos os pontos de todas as campanhas obtiveram valores abaixo do limite permitido de até 100 UNT. A cor e a turbidez podem ou não estar interligadas, uma vez que a cor está relacionada as partículas dissolvidas e a turbidez as partículas suspensas. A cor de todas as amostras em todas as campanhas era esverdeada, indicando um possível excesso de plânctons (conjunto de animais e plantas microscópios em suspensão na água) no açude, uma explicação para esse excesso seria a presença em abundância de macronutrientes como fósforo e nitrogênio (discutidos na tabela 2).

### Compostos Nitrogenados E Fósforo Do Açude Do Conterrâneo

A Tabela 02 apresenta os resultados obtidos para os compostos nitrogenados e fósforo.

**Tabela 02: Compostos nitrogenados e fósforo do Açude do Conterrâneo**

PARAMETROS	Campanha 1			Campanha 2			Campanha 3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>NH<sub>3</sub> (mg/L)</b>	3,34	8,66	1,41	3,71	2,23	3,2	1,76	1,33	2,5
<b>NO<sub>2</sub> (mg/L)</b>	0,36	0,25	0,99	0,25	0,42	0,24	0,14	0,16	0,09
<b>NO<sub>3</sub>(mg/L)</b>	1,03	1,11	0,47	1,57	0,9	3,2	1,24	1,66	1,03
<b>Nitrogênio Total (mg/L)</b>	4,73	10,02	2,87	5,53	3,55	6,64	3,14	3,15	3,62
<b>Fosforo Total (mg/L)</b>	0,84	0,87	0,51	0,79	0,72	0,84	2,07	2,09	2,04

Através dos processos bioquímicos de oxidação, o nitrogênio se alterna entre várias formas, podendo ser encontrado que no meio aquático nas formas molecular, nitrogênio orgânico, amônia livre, íon amônio, íon nitrito e íon nitrato (VON SPERLING, 2014). A resolução CONAMA nº357 (BRASIL, 2005) estabelece para águas doces classe II os valores de Nitrogênio amoniacal total em diferentes faixas de pH: 3,7mg/L N-amoniacal, para  $pH \leq 7,5$  2,0 mg/L N-amoniacal, para  $7,5 < pH \leq 8,0$  1,0 mg/L N-amoniacal, para  $8,0 < pH \leq 8,5$  e 0,5 mg/L N-amoniacal, para  $pH > 8,5$ . Todos os valores encontrados para este parâmetro ficaram acima dos valores fixados. Nitrato e Nitrito apresentaram valores em conformidade.

O fósforo é um macronutriente naturalmente escasso, porém, as ações humanas conduzem para seu aporte nos cursos d'água. Nos esgotos domésticos, 50% da concentração de fósforo advêm de detergentes (VON SPERLING, 2014). Assim como o nitrogênio, é um nutriente essencial para algas, entretanto, em elevadas concentrações pode gerar um crescimento exagerado desses organismos, caracterizando o processo de eutrofização, além do crescimento excessivo de macrófitas que propiciam um ambiente favorável para animais como caramujos, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* helminto causar da esquistossomose (BRASIL, 2017). A ocorrência excessiva de macrófitas e de caramujos foi observada durante as campanhas. Os valores obtidos para fósforo total estão todos acima do fixado de até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos (BRASIL, 2005).

#### **Análise Microbiológica Do Açude Do Conterrâneo**

A Tabela 03 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos: Coliformes Termotolerantes e *Eschechiria coli*.

**Tabela 03: Análise microbiológica do Açude do Conterrâneo**

PARAMETROS	Campanha 1			Campanha 2			Campanha 3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>CTT</b> <b>(10<sup>2</sup> NMP/100mL)</b>	920	540	79	31	33	4,5	170	7,6	23
<b><i>E. coli</i></b> <b>(10<sup>2</sup> NMP/100mL)</b>	220	350	49	7,8	17	4,5	< 1,8	6,8	2

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece que os valores de coliformes termotolerantes para uso de recreação de contato primário deverá atender aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA no 274, de 2000 – se o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitro o trecho então será considerado impróprio. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição aos parâmetros coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Todos os resultados para Coliformes Termotolerantes e *E.coli* não foram satisfatórios para os padrões da Resolução CONAMA 274/2000. Com exceção dos valores para *E. coli* na C3 onde os resultados ficaram abaixo dos valores máximos estabelecidos pela resolução. PEREIRA et. al (2011) no estudo da correlação entre *Escherichia coli* e variáveis limnológicas na Lagoa da Maraponga, constatou para os meses de abril e maio, 157NMP/L e 3.274NMP/L, mostrando também uma discrepância de valores quanto a este parâmetro.

A importância em avaliar a ocorrência da bactéria *Escherichia coli* está no risco que ela apresenta à saúde pública. Muitas doenças de veiculação hídrica, como a gastroenterite causada pela *E. coli*, causam graves sintomas como diarreia forte e desidratação (VON SPERLING 2014). Cerca de 88% das mortes por diarreia são atribuídas à má qualidade da água, saneamento inadequado e falta de higiene (UNICEF e WHO, 2009).

## Medidas Mitigadoras

Medidas mitigadoras podem contribuir para a melhoria da qualidade da água do Açude do Conterrâneo e a reinserção do mesmo como opção de lazer e de valorização cênica para a cidade de Tejuçuoca, tais como: a interrupção imediata da descarga de esgoto doméstico e a criação de uma rede coletora de esgoto para o município, limpeza periódica dos resíduos sólidos lançados indevidamente as margens do açude, reúso da água pra agricultura familiar e implantação de programas de educação ambiental que orientem a população, especialmente aos moradores das casas no entorno, sobre a importância da preservação deste corpo hídrico e sua importância histórica,

## CONCLUSÕES

O Açude do Conterrâneo é sujeito, diariamente, a uma série de impactos ambientais negativos que se refletem na qualidade da sua água. No entanto, todos os parâmetros físico-químicos, com exceção da cor, estão de acordo com a resolução CONAMA 357/05 para corpos hídricos classe II. Quanto aos compostos nitrogenados, apenas a amônia não estava em conformidade, assim como os valores de fósforo total que estão muito acima do indicado na resolução.

A análise microbiológica pôde confirmar a contaminação por coliformes de origem fecal, impossibilitando a balneabilidade do açude e apresentando risco sanitário à população. Para um diagnóstico mais preciso, indica-se a análise de sua qualidade durante o período de estiagem, além de um estudo da comunidade de algas para um melhor entendimento dos impactos que o açude está sujeito. Espera-se que este trabalho contribua para um bom gerenciamento desse corpo hídrico e que possa justificar a adoção rápida de medidas que visem a requalificação do Açude do Conterrâneo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005
2. BRASIL, 2007. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em 14 de jun. de 2018.
3. BRASIL, IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em:
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em: 14 de jun. de 2018.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de a a z Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z?view=default>>. Acesso em: 14 de jun. de 2018.
7. DAMASCENO, L. M. O. Avaliação e monitoramento da qualidade da água do Rio Poti na região de Teresina, PI. Monografia (Graduação em Tecnologia em Meio Ambiente) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí, Teresina, 2005.
8. Disponível em: <[http://www.aslaa.com.br/wp-content/uploads/2014/08/aslaa.com.br\\_legislacoes\\_CONAMA-n-357-2005.pdf](http://www.aslaa.com.br/wp-content/uploads/2014/08/aslaa.com.br_legislacoes_CONAMA-n-357-2005.pdf)>. Acesso: 14 de jun. de 2018.
9. FOLLMANN, F. M.; FOLETO, E. M. "Identificação de incompatibilidade legal na área especial de conservação natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, Santa Maria-RS". In: Rev.GEOUSP – Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 18, n. 2, p. 431-445, 2014.
10. IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Anuário Estatístico do Ceará – Habitação e Saneamento, 2015. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2015/infraEstrutura/habitacao/saneamento.htm>>. Acesso em: 14 de jun. de 2018.



11. LEMOS, M.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 155–164, 2010
12. MAPURUNGA, G. M. P. Tejuçuoca: Potencialidade e Vocação Turística. Fortaleza: Editora Abc, 2003.
13. PEREIRA, Vitor Matheus Galdino et al. Correla o entre Escherichia coli e variáveis limnológicas em amostras de água da Lagoa da Maraponga, Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 33, n. 2, p. 145-151, 2011.
14. TRATA BRASIL. Ociosidade das Redes de Esgotamento Sanitário no Brasil. REINFRA Consultoria Econ mica e de Regula o e Infraestrutura S/S Ltda., 2015.
15. UNICEF et al. Diarrhoea: why children are still dying and what can be done. [http://www.unicef.org/media/files/Final\\_Diarrhoea\\_Report\\_October\\_2009\\_final.pdf](http://www.unicef.org/media/files/Final_Diarrhoea_Report_October_2009_final.pdf), 2010.
16. VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxig nio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de polui o no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. Ecl t. Quím., São Paulo , v. 22, p. 49-66, 1997 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-46701997000100005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 22 jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46701997000100005>.
17. VON SPERLING, Marcos. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios/ Marcos Von Sperling – 2. Ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.