

IV-142 – QUALIDADE DA ÁGUA EM AÇUDE UTILIZADO COMO FONTE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO LOCALIZADO NO INTERIOR DO ESTADO DO CEARÁ

Francisco Bruno Monte Gomes⁽¹⁾

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).

Eliano Vieira Pessoa⁽²⁾

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus de Sobral.

Endereço⁽²⁾: Av. Dr. Guarany, 317-Derby Clube, Sobral-CE, CEP: 62042-030- Brasil - Tel: (88) 3112-8100 - e-mail: eliano@ifce.edu.br.

RESUMO

É necessária a organização de uma sólida base de dados para que, posteriormente, sejam implementados instrumentos de gestão de água, sobretudo, quando se objetiva garantir o acesso a águas com qualidade potável suficiente, de modo a garantir que a saúde das populações não sejam atingidas. Diante disso, o objetivo do estudo foi de avaliar a qualidade da água do açude Tucunduba, bem como, diagnosticar as principais e possíveis fontes de poluição localizadas nas áreas de entorno do açude sob influência do município de Senador Sá/CE, visando contribuir com a gestão dos recursos hídricos do Estado. Os procedimentos metodológicos foram divididos em quatro etapas: I-Visitas *in loco*; II-Análise de qualidade da água em 06 pontos diferenciados do açude para 11 parâmetros diferentes, com análises realizadas nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, denominados LAEE e LAMAE, com 04 campanhas amostrais e III-Integração dos resultados, com comparação pela Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005 do CONAMA. Os principais resultados são: detecção de fontes pontuais como os lançamentos de esgotos domésticos pela população que vive às margens do açude, utilização da água do reservatório para banho de pessoas, animais e lavagem de roupa, assim como as fontes difusas: arrasto de poluentes pelo lixão localizado as suas margens e utilização de agrotóxico da atividade de irrigação verificada próximo ao açude. Com relação à qualidade da água encontrada, em sua grande maioria os parâmetros estavam em acordo com a legislação, sobretudo, nos pontos em proximidade com a área urbana local, verificou elevações que necessitam ser pontuado para nitrato, fósforo total e coliforme totais. Conclui-se que foi possível identificar as possíveis fontes de poluição da bacia hidrográfica, sendo elas pontuais (lançamentos de esgotos) e difusas (escoamento superficial) o que apresenta a possível relação entre a fonte e o produto gerado. Alguns parâmetros estiveram em desacordo com as recomendações da legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Açude, Abastecimento Público, Qualidade da Água, Saúde Ambiental.

INTRODUÇÃO

As condições adversas do semiárido cearense estão sujeitas a secas periódicas e isso motiva a adoção de uma política mitigadora dos efeitos da estiagem através da construção de reservatórios superficiais que se estabeleceram como encargo essencial para a obtenção de suprimentos de água confiáveis, sendo o Estado do Ceará o pioneiro na instalação da política de açudagem (FEIO,1954).

Esses reservatórios tinham, inicialmente, como principal função o armazenamento das águas para o consumo humano e animal, mas passaram ser de importância fundamental nas relações socioeconômicas das comunidades rurais, pois foram utilizados no desenvolvimento da irrigação fomentando a agricultura familiar, na piscicultura e na perenização de importantes cursos d'água que possibilitaram o incremento de grandes empreendimentos nos pólos agrícolas distribuídos por todo o Estado do Ceará (ANDRADE, 1998).

No século XIX foram instituídos prêmios para as pessoas que construíssem açudes. Adicionalmente, inúmeros organismos estatais foram sendo criados, em especial ao longo do século XX. Segundo Bezerra (2003) as

principais foram: a inspetoria de Obras Contrás as Secas (IOCS - ano de 1909), e passou a ser chamado de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) em 1919, quando são construídas as grandes represas, mas com pequeno potencial de irrigação; o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), com a seca de 1932, o governo chama a atenção para o combate à seca com a chamada “solução hídrica”; Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF - ano de 1945), com a função de gerar e distribuir energia para o norte/nordeste; Companhia do Vale do São Francisco (CVSF), a atual Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) fundada em 1948; Banco do Nordeste Brasileiro (BNB) criado em 1952, como banco de fomento; Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) criada em 1959, com propostas inicialmente reformistas.

Acredita-se que no planeta existam 1,37 bilhões de km³ de água, dos quais 97,5% concentram-se nos oceanos. Apenas 2,5% da água são considerados doces e, sendo que desse percentual, menos de 1% é de água superficial, ou seja, de fácil acesso à população mundial. Segundo o Instituto Trata Brasil, mais de 600 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso a uma fonte de água potável. Os recursos hídricos superficiais sofrem com a poluição através do lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos, o que leva à perda de qualidade ambiental desse recurso natural (TRATA BRASIL, 2015).

Pela necessidade que corresponde à água, como insumo produtivo, composição da paisagem, interferência em processos biogeoquímicos, para vida humana etc., os recursos hídricos são utilizados para múltiplos fins. Eles se dão desde a retirada de água das coleções hídricas, promovendo perda entre derivação e o que retorna ao corpo hídrico, alterando sua quantidade, e perdas de qualidade por causa de finalidades subsequentes, a usos não consultivos, quando não se tem necessidade de retirar as águas de suas coleções, isto é, o uso *in situ* (NASCIMENTO, 2011).

Em razão disto, tem-se frequentemente examinado a relação entre uso da terra e qualidade da água, e alguns estudos têm mostrado que o uso da terra tem uma forte influência sobre a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica (OMETO et al., 2000), além de denunciarem o grau de conservação, preservação ou artificialização de dada área (NASCIMENTO e CARVALHO, 2003).

Porto (1991) destaca que é necessária uma sólida base de dados para promoção de instrumentos de gestão de água, pois, do contrário, haveria apenas uma tentativa de gestão de recursos não plenamente conhecidos. Dessa forma, o acompanhamento de informações estratégicas de qualidade da água precisa ser feito para auxiliar as tomadas de decisões e tornar efetivo o gerenciamento desses recursos, requer o adequado investimento em coleta de dados e informações hidrológicas.

Diante disso, o objetivo do estudo foi de avaliar a qualidade da água do açude Tucunduba, bem como, diagnosticar as principais e possíveis fontes de poluição localizadas nas áreas de entorno do açude sob influência do município de Senador Sá/CE, visando contribuir com a gestão dos recursos hídricos do Estado.

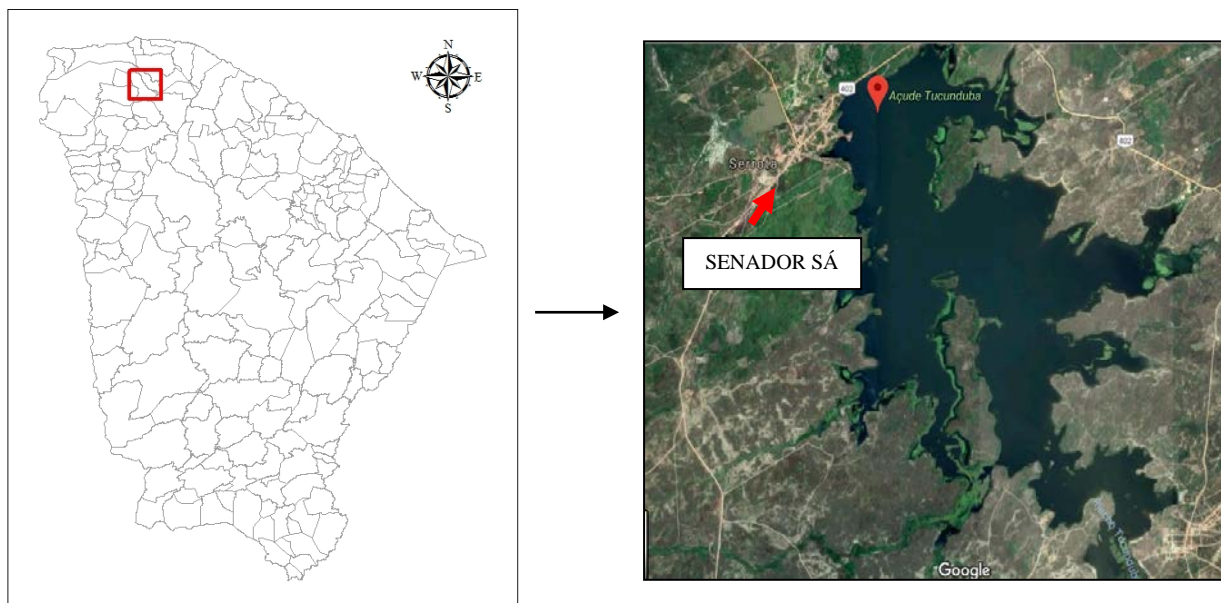
METODOLOGIA UTILIZADA

Área de estudo

O açude Tucunduba foi concluído em 1919 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, está construído sobre o leito do rio Tucunduba no limite dos municípios de Senador Sá (grande parte da área do açude) e Marco-CE, com latitude de 3° 12' 0" S e longitude de 40° 26' 3" W (Figura 01), pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú. Possui capacidade máxima de acumulação de 41.430.000 m³ e bacia hidráulica de 1.077 ha.

O município de Senador Sá está localizado na mesorregião do noroeste cearense, fundada em 23 de agosto de 1957, possui uma área de unidade territorial em 423, 919 km², com uma população estimada para o ano de 2018 em 7.553 habitantes (IBGE, 2018).

Figura 1: Localização do açude Tucunduba, próximo a cidade de Senador Sá.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2019.

Procedimentos metodológicos

O presente trabalho foi dividido em três fases para melhor interpretação dos dados:

I FASE: Verificação *in loco* da forma de utilização da água do reservatório por parte da população que se beneficia do recurso hídrico de forma direta ou indireta. Observação da área de estudo para identificar possíveis fontes de poluição e em seguida foi realizado e quantificado o levantamento dos pontos de coleta.

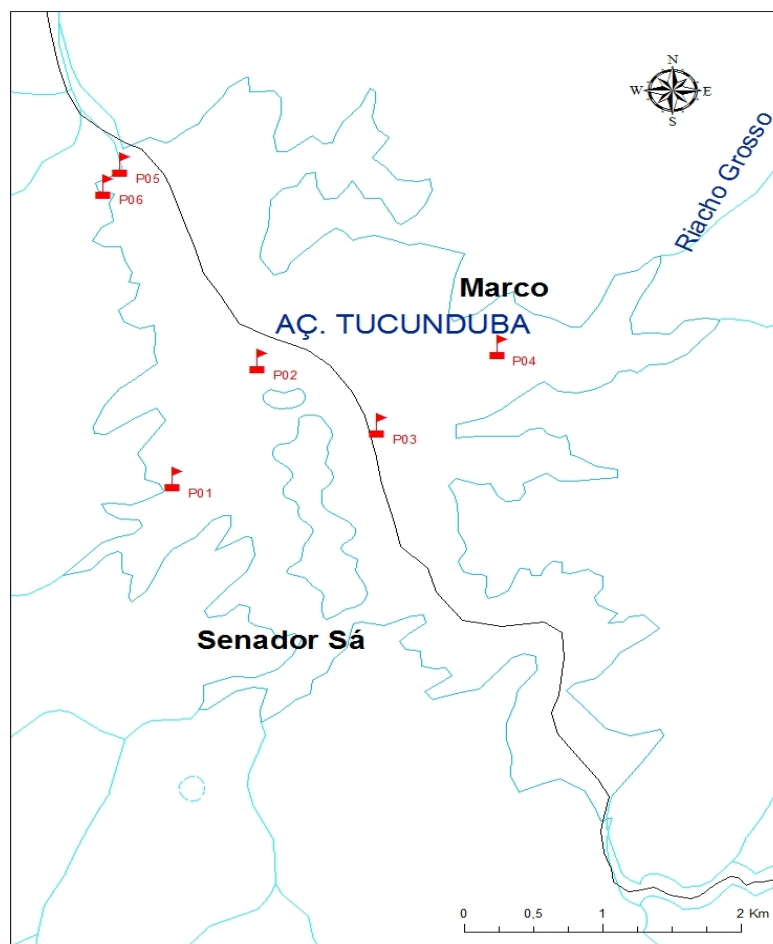
II FASE: Realização da caracterização físico-química e biológica da água do açude Tucunduba nos laboratórios LAAE (Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas) e LAMAE (Laboratório de Análises Microbiológicas de Águas) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus de Sobral. Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica, transparência, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e fósforo total. Todos seguindo as metodologias apontadas no APHA (2005) e perfazendo 04 campanhas amostrais.

III FASE: Organização dos dados obtidos pelas análises físicas, químicas e biológicas fazendo um comparativo com monitoramentos anteriores e simultaneamente fazendo uma relação com os limites estabelecidos pela Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

As amostragens foram realizadas em 06 (quatro) pontos de coleta ao longo do reservatório. As escolhas dos pontos foram feitas em função de sua representatividade em relação da influência do lançamento de águas residuárias, de possíveis lançamentos clandestinos próximos à área de agricultura e da capacidade de autodepuração do açude representando, desta forma, as interferências antrópicas na região. As formas de uso da água e do solo na região, consequentemente acarretam em alterações na qualidade da água no local de amostragem dos pontos monitorados.

Os pontos de coleta foram definidos na primeira etapa do trabalho através da análise do local de estudo, e visando caracterizar contrastes, pontos mais preservados foram selecionados (**ESTACÃO AMOSTRAL 03 e 04**), assim como, locais aparentemente vulneráveis a contaminação antropogênica (**ESTACÃO AMOSTRAL 01, 02, 05 e 06**) (Figura 2). Todos os pontos de amostragem foram georreferenciados em coordenadas geográficas com auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca GARMIN Etrex H.

Figura 2: Pontos de monitoramento.



Fonte: AUTORES, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na gestão de recursos hídricos, a avaliação da qualidade das águas é imprescindível e, comumente, baseia-se em parâmetros físico-químicos e biológicos recomendados em documentos legais de ordem federal e estadual. No entanto, se a gestão pretende ter um enfoque ambiental, faz-se necessária uma análise mais abrangente do espaço onde as águas se inserem, buscando-se interpretar as relações entre os diversos elementos que compõem o meio (ZUFFO, 2002).

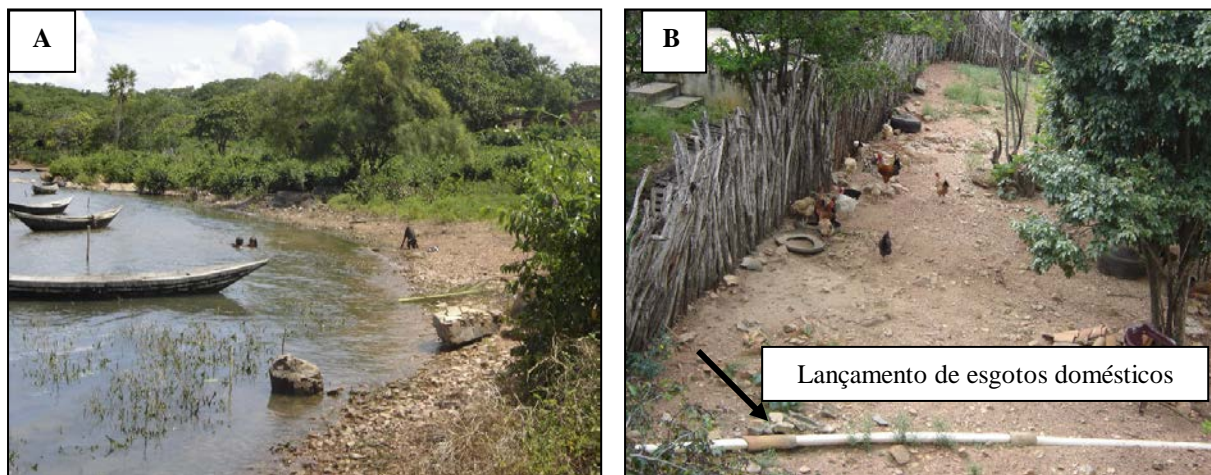
Dentre as principais fontes de poluição detectadas durante o período de realização da pesquisa podem ser citadas como fontes pontuais: lançamentos de esgotos domésticos pela população que vive às margens do açude, utilização da água do reservatório para banho de pessoas, animais e lavagem de roupa, assim como as fontes difusas: arrastem de poluentes pelo lixão localizado as suas margens e utilização de agrotóxico da atividade de irrigação verificada próximo ao açude, como ilustrado na figura 3A/B.

Em razão dos problemas sanitários envolvendo esses poluentes, às temperaturas elevadas e a diminuição da quantidade das coleções hídricas no segundo semestre de cada ano associando-se à deposição de dejetos e aos hábitos da população, as chances de surgimento de enfermidades veiculadas pela água exigem maiores cuidados pelas autoridades competentes (NASCIMENTO, 2011; CAMPOS, 2002).

Segundo Gomes (2017) o acelerado processo de degradação dos mananciais, principalmente em açudes para abastecimento público, deve-se principalmente à falta de controle das ações antrópicas nas bacias hidrográficas

gerando impactos ambientais, sociais e econômicos, tais como: perdas da biodiversidade, aumentam as doenças de veiculação hídrica, aumento do custo de tratamento das águas destinadas ao abastecimento, perda de produtividade agrícola e pecuária, redução na pesca e perda de valores turísticos, culturais e paisagísticos.

Figura 3: Identificação de fontes de possíveis contaminações na área do açude.



Fonte: AUTORES, 2018.

Durante o período de coletas a temperatura nos pontos amostrais permaneceu a 30°C, tendo variação apenas na primeira coleta na ESTAÇÃO AMOSTRAL 02 onde a temperatura atingiu 31°C. Observou-se uma uniformidade das temperaturas da água ao comparar à estratificação térmica nos quatro pontos de amostragem. As coletas foram realizadas no período da tarde (entre as 12:30h e 15:00h).

O pH da água do açude Tucunduba apresentou-se de um modo geral neutro, com tendência a alcalino. A amplitude de pH foi 0,92 com valor máximo de 7,81, na ESTAÇÃO AMOSTRAL 01 na terceira coleta e valor mínimo de 6,89, na ESTAÇÃO AMOSTRAL 02 na segunda coleta. Todos os pontos de coleta se mantiveram dentro do padrão exigido para corpo d' água de classe 2 pela legislação do CONAMA 357/05 durante o período de estudo.

A condutividade obtida nas águas do açude variou entre 0,086 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nas ESTAÇÕES 01 e 02 na segunda coleta a 0,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nas ESTAÇÕES AMOSTRAIS 01 e 04 na quarta amostragem, percebe-se de forma geral que houve um aumento na condutividade, este fato deve-se a diminuição da chuva no período da última coleta aumentando assim a taxa de evapotranspiração fazendo com que o volume do reservatório diminuísse e consequentemente aumentasse os valores da concentração salina.

As medidas de transparências variaram entre 80 e 120 cm, essa amplitude de 40 cm deve ter sido resultante do período de chuva, pois na terceira e quarta coleta ocorreu a diminuição da precipitação, sendo que na primeira e segunda coleta observou-se valor de transparência maior devido a quantidade material em suspensão ocasionado pela lixiviação.

Os valores de sólidos suspensos teve uma amplitude de 1,7 mg.L^{-1} , com valor máximo de 2,7 mg.L^{-1} na ESTAÇÃO AMOSTRAL 02, 03, 05 e 06, com valor mínimo de 1,0 mg.L^{-1} na ESTAÇÃO AMOSTRAL 03. Na ESTAÇÃO 02 é utilizado para pesca de camarão em garrafas contribuindo para o maior aporte da concentração de sólidos suspensos, enquanto a ESTAÇÃO 03 se localiza no meio do reservatório tendo menor influência das ações antrópicas.

Ao analisar todas as medidas de concentração de oxigênio na água do açude Tucunduba, durante o período de pesquisa, o menor registro foi de 6,8 mg/L na ESTAÇÃO 03, enquanto que a maior foi de 9,8 mg/L na ESTAÇÃO 02 na primeira coleta. Valores máximos encontrados na ESTAÇÃO 02 ocorreram por neste ponto existirem uma maior movimentação do corpo de água devido está próximo de um barramento por rochas. O

reservatório se enquadraria na referência normativa CONAMA 357 (2005), pois os valores dos pontos amostrais mativeram-se acima de 5 mg/L.

Analizando as faixas de pH em cada estação e fazendo a comparação com as concentrações de nitrogênio amoniacal conclui-se que os valores estão dentro dos limites especificados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 2.

A concentração de nitrito na água do açude Tucunduba possuiu uma amplitude de 1,9 mg/L com máxima de 5,7 mg/L na ESTAÇÃO AMOSTRAL 01 na ultima coleta e mínima de 3,8 mg/L em coleta realizada nas ESTAÇÕES 02 e 03 na segunda amostragem da pesquisa. Os valores encontrados durante todas as coletas estão acima dos permitidos pela Legislação ($\leq 1,0$ mg/L de N) do CONAMA 357/05 para águas de classe 2.

Analizando de forma geral nota-se uma uniformidade nas concentrações de nitrato em todos os pontos amostrais com valores de acordo com o estabelecido pela legislação (≤ 10 mg/L de N).

As concentrações de fósforo em todos os pontos durante a primeira coleta se mativeram de acordo com a Legislação, mas a partir da segunda coleta os valores foram superiores ao recomendado pela resolução CONAMA 357/05 com valor máximo de 0,118 na ESTAÇÃO 01 na ultima coleta. Ressalta que os valores de fósforo é inferior as concentrações encontradas na pesquisa de Pessoa, Koch e Gonçalves (2010) que apresentou valor máximo de 11,36 mg/L. De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), o açude Tucunduba se encontra com grau de Trófia considerado mesotrófico com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água.

É importante chamar atenção para os processos de eutrofização que possam ser instalados no açudes, principalmente pelas elevadas presenças do Fósforo. Conforme Cordeiro (2013) e Quevedo (2009), a eutrofização pode ser natural ou artificial/cultural. Quando natural, o processo é lento e contínuo, resultante do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. A eutrofização natural corresponde ao que poderia ser chamado de “envelhecimento natural” do lago ou represa e pode até ser benéfico, aumentando a capacidade de produção de todo o sistema, desde que não cause desequilíbrio ecológico.

A agência nacional das águas destaca que são vários os efeitos indesejáveis da eutrofização, entre eles: maus odores e mortandade de peixes, mudanças na biodiversidade aquática, redução na navegação e capacidade de transporte, modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial, contaminação da água destinada ao abastecimento público. A produção de energia hidroelétrica pode ser afetada pela presença excessiva de macrófitas aquáticas. Em alguns casos, as toxinas podem estar presentes na água após o tratamento da água, o que pode agravar seus efeitos crônicos (GOMES, 2017).

Durante o período de realização da pesquisa, para coliformes totais os pontos de coletas enquadraram-se na Legislação vigente para águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Os valores máximos foram encontrados na primeira coleta nas ESTAÇÕES 01, 02, 05 e 06 que ficam proximo da área utilizada para balneabilidade pela população da cidade, isso deve-se ao fato também que neste período estava tendo uma maior frequência de chuva no local e os menores valores foram encontrados nas ESTAÇÕES 03 e 04.

Na tabela 1 é possível observar um resumo significativo das principais variações de qualidade das águas analisadas no açude.

Tabela 1: Principais resultados com suas variações sobre a qualidade de água.

Parâmetros	Variações de resultados
Temperatura	30 a 31°C
pH	6,89 a 7,81
Condutividade elétrica	0,086 uS/cm a 0,12 uS/cm
Transparência	80 a 120 cm
Sólidos suspensos	1,0 a 2,7 mg/l ⁻¹
Oxigênio Dissolvido	6,8 a 9,8 mg/L
Nitrito	1,9 a 5,7 mg/L
Fósforo	0,118 a 11,36 mg/L
Coliformes Totais	Valores quem após aplicação de tratamento convencional não afeta a saúde humana quando em consumo.

CONCLUSÃO

Com base nos trabalhos de campo, nos referenciais teóricos e no resultado das análises laboratoriais, identificaram-se as possíveis fontes de poluição da bacia hidrográfica, sendo elas pontuais (lançamentos de esgotos) e difusas (escoamento superficial) o que apresenta a possível relação entre a fonte e o produto gerado.

De acordo com os resultados obtidos na realização dessa pesquisa, parece-nos válido concluir que alguns parâmetros como fósforo total e nitrito estão em desacordo com as recomendações da Resolução CONAMA n° 357 de 2005 para classe 2, demonstrando desta forma a necessidade do desenvolvimento de ações que poderão minimizar o impacto gerado pelas atividades antrópicas desenvolvidas na região.

A geração de dados atuais, foi útil para caracterizar a real situação da qualidade hídrica do açude, definindo suas fontes de poluição e contaminação. Todas essas informações adquirida através do diagnóstico serão úteis para auxiliar e subsidiar proposições estratégicas aos órgãos ambientais competente.

Os estudos, adicionado aos que podem ser desenvolvidos, permitirão uma compreensão global dos impactos ambientais e a sustentabilidade na área do açude, visando à busca de soluções através de uma visão multidisciplinar e da participação dos atores sociais envolvidos. Assim, será possível o bem-estar, a inclusão social e a minimização dos danos ambientais, consolidando a construção do desenvolvimento ambientalmente sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, M. C. *A terra e o homem no Nordeste*, 6a ed. Editora UFPE, Recife, 1998. 31p.
2. BEZERRA, M. A. A. *Projeto de Dissertação de Mestrado: Barragem de Serrinha – Serra Talhada-PE*. Recife, 2003.
3. CAMPOS, J. N. B. *Vulnerabilidades do Semi-Árido às Secas, sob o Ponto de Vista dos Recursos Hídricos*. Projeto aridas rh, SEPLAN/PR, Brasília, 1995. 24p.
4. CORDEIRO, S.F.O. *Avaliação do grau de trofia das águas do reservatório da usina hidrelétrica barra dos coqueiros-GO*. Dissertação (Mestrado)- Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Goiás. Jataí, 2013.
5. FEIO, M. Perspectivas da Açudagem no Nordeste seco. Rio de Janeiro, *Revista Brasileira de Geografia*, ano 15, n. 2, 1954. p. 213-228.

6. GOMES, F.B.M, *Análise da qualidade ambiental do rio Acaraú no espaço intraurbano na cidade de Sobral-CE: efeitos, conseqüências e desafios*. Dissertação (Mestrado) em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral/Ceará, 2017.
7. NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. *Revista da ANPEGE*, V.7, N.1, p-81-97, 2011.
8. NASCIMENTO, F. R., CARVALHO, O. Ocupação, Uso da Terra e Economia Sustentável na Bacia Metropolitana do Pacoti -Nordeste do Brasil- Ceará. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*. Sobral. Vol. 04/05. 2002/2003.
9. OMETO, J. P. H. B., MARTINELLI, L. A. A., BALLESTER, M.V., GESSNER, A., KRUSHE, A. V., VICTORIA, R.L., WILLIAMS, M. *Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil*. *Freshwater Biology*, 2000.
10. PESSOA, E. V; KOCH, J.; GONÇALVES, J. D. *Avaliação da qualidade da água do açude Tucunduba, Senador Sá-CE, Brasil*. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10. 2010, Maceió. Anais. Maceió: ABES, 2010.p.1-6.
11. PORTO, M. F. A. *Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição*. In: Hidrologia Ambiental. Hidrologia Ambiental. São Paulo: Edusp, 1991. 411p.
12. QUEVEDO, C. M. G. de. *As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente*. Dissertação (Mestrado) Saúde Pública– Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
13. TRATA BRASIL. *Saneamento é Saúde, 2012/2015*. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/>. Acesso em: 25 out. 2015.
14. ZUFFO, A.C.; REIS, L.F.R.; SANTOS, R.F.; CHAUDRY, F.H. *Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 1, jan/mar 2002.