

Avaliação microbiológica e físico-química da água de Engenheiro Ávidos (Boqueirão) de Cajazeiras – PB

Microbiological and physico-chemical evaluation of the water of Engenheiro Ávidos (Boqueirão) of Cajazeiras – PB

Michel Avelino de Alencar¹, José Cezário de Almeida²

Resumo-A água é essencial e indispensável à vida e importante componente ao equilíbrio dos sistemas biológicos. Os efeitos limitantes à qualidade e à quantidade da água no Planeta estão relacionados com o crescente aumento populacional e em razão dos usos indiscriminados do precioso líquido e da poluição e contaminação dos mananciais pelas ações antrópicas. O presente estudo teve por objetivos analisar a qualidade bacteriológica, pela presença/ausência de Coliformes Totais e Coliformes Fecais e parâmetros físico-químicos (determinar o parâmetro do pH em relação à superfície e profundidade; a turbidez e a cor) d'água utilizada para consumo, diretamente coletada no Açude "Engenheiro Ávidos", uma das principais fontes de abastecimento de água da cidade de Cajazeiras – Paraíba, que dista 15Km do manancial, possuindo população aproximada de 60 mil habitantes, tendo as amostras coletadas e processadas em Laboratórios do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande. Os dados revelaram que a água do Açude "Engenheiro Ávidos" está contaminada por agentes coliformes totais e fecais, apresentando, em todas as amostras analisadas 100% de contaminação. O pH da água, em média, foi superior a 8,5, próximo ao valor limite máximo de pH 9, permitido ao consumo humano. A cor foi estimada em 10,71uH, contrastando com o valor permitido máximo de 15uH e a turbidez, relativamente alta, teve índice médio de 4,75uT, sendo o permitido de 5uT. Nessas condições a água da principal fonte de abastecimento humano da cidade de Cajazeiras – Paraíba, está inapropriada ao consumo humano, sob os riscos à saúde humana.

Palavras-chave: Água, Potabilidade, Contaminação, Humano.

Abstract- Water is essential and indispensable to life and important component to the balance of biological systems. The limiting effect on the quality and quantity of water in the planet are related to the increasing population growth and because of the indiscriminate use of the precious liquid and pollution and contamination of water sources by human actions. This study aimed to analyze the bacteriological quality, the presence / absence of Total Coliforms and Fecal Coliforms and physico-chemical parameters (to determine the parameter of pH to the surface and depth; turbidity and color) of water used for consumption, directly collected in the "Engenheiro Ávidos", one of the main sources of water supply in the city of Cajazeiras - Paraíba, which is distant 15Km headquarters, with an approximate population of 60,000 inhabitants, and the samples collected and processed in laboratories of the Teacher Formation Center of the Federal University of Campina Grande. The data revealed that the water of the weir is contaminated by total and fecal coliforms agents, presenting, in all samples analyzed 100% contamination. The pH of the water, I mean, was greater than 8.5, close to the value limit of pH 9, allowed for human consumption. The color was estimated at 10,71uH, contrasting with the amount permitted maximum 15uH and turbidity, relatively high, had average index 4,75uT, being allowed 5uT. Under these conditions the main water source for human consumption of the city of Cajazeiras - Parayba, is inappropriate for human consumption, under the risks to human health.

Key words: Water, Potability, Contamination, Human.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 10/11/2018; aprovado em 23/01/2019.

¹ Licenciado em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Formação de Professores, Cajazeiras; (83) 9361-7988, michelavelinodealencar@gmail.com

² Doutor em Ciências Biológicas, professor da UFCG campus Cajazeiras-E-mail:cezarioja@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural indispensável para os ecossistemas. No planeta Terra, o surgimento das primeiras formas de vida é evidenciado a partir das substâncias e condições existentes à base de vapores aquosos, que propiciaram as características e as condições adequadas ao desenvolvimento das formas de vida que surgiram e sobrevivência dos seres vivos.

A água trata-se de líquido ou substância complexa, devido a sua condição ótima de solvente, não havendo em nenhuma observação, a descoberta de sua forma pura. Até o momento a água com maior teor de pureza foi encontrada, porém em sua composição há 33 substâncias distintas, que podem ter sido incorporados à água por infinitos tipos de contatos durante o processo de sua existência, desta forma e que tenham grande resistência para se “desligar” da água a que vivem (RICHTER & AZEVEDO NETO, 2007).

Segundo estudos cerca de 95% da água existente no planeta, correspondem a água salgada, 5% água doce, e apenas 0,3% sob a forma de gelo, diretamente aproveitável, com destaque para as águas subterrâneas. Ocorre que, de acordo com os percentuais apresentados de disponibilidade de água, é observado que existe um percentual baixo de água disponível para o consumo de pessoas, animais e outros seres vivos que utilizam este recurso natural (RICHTER & AZEVEDO NETO, 2007).

Os efeitos na qualidade e na quantidade da água disponível, relacionados com o rápido crescimento da população mundial e com a concentração dessa população em megalópoles, já são evidentes em várias partes do mundo. Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que quase metade da população mundial (2,6 bilhões de pessoas) não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas (cerca de 1,1 bilhão de pessoas) ainda não possui sistema de abastecimento de água adequado (BRASIL, 2016).

A preocupação ora apresentada se reveste ainda maior, quanto ao suprimento das necessidades humanas e à sua qualidade. Para tanto, o uso e consumo d'água requer indispensáveis requisitos de potabilidade, cujas exigências alcançam à contaminação microbiológica, fatores e agentes físico-químicos, radioativos e de metais pesados, visando eliminar as potenciais fontes de comprometimento da saúde da população, como a sedentação animal e a homeostase dos ecossistemas (Brasil, 2011).

Da parcela de água doce 68,9% encontra-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos. O Brasil abriga cerca de 13,7 % de toda a água doce do mundo, no entanto, vale destacar que a distribuição dos reservatórios no território brasileiro ocorre de maneira irregular, já que existem locais com uma reserva considerável de água, enquanto outros apresentam escassez desse recurso hídrico, havendo apenas 3,3 % de todo o recurso hídrico do país concentrados no Nordeste, enquanto que comparado a zona superficial, o nordeste abriga 18,3% das áreas de água superficial. Já na distribuição para a população, a região Nordeste engloba cerca de 28,91% das águas do país. Desta forma, a região Nordeste comparada ao restante das regiões, torna-se a região com menor porcentagem de recurso

hídrico e a segunda maior em população no país (BRASIL, 2016).

Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos (TORRES et al., 2000), cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000). Para Tucci, et al., (2002), entre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Helicobacter*.

Entre as principais causas da diminuição da água potável estão o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura. Nesse sentido, por ser um recurso essencial à manutenção da vida humana e das atividades vitais em geral, os sistemas de abastecimento de água urbano e campo, este último, geralmente, obtido na fonte do manancial, devem assegurar a oferta de água potável, cujos índices sejam compatíveis com as exigências orgânicas dos indivíduos, e com vistas à mitigação dos riscos ambientais, reduzindo os prejuízos à qualidade ambiental, pela detecção e eliminação dos agentes poluidores e contaminantes (CAPO, et al. 2006; BRASIL, 2011).

Segundo dados de pesquisas relatados na literatura, a escassez d'água em algumas regiões tem apresentado um aumento em decorrência do crescimento populacional e econômico, ocasionando modificações consideráveis no meio ambiente que, resulta em altos índices de poluição e diminuição dos recursos naturais em decorrência do consumo desordenado e sem o estabelecimento de critérios adequados, que permitam a manutenção e conservação adequada deste recurso no meio ambiente (PHILIPPI JUNIOR; MALHEIROS, 2005).

Segundo Tortora, et al., (2012), mundialmente estima-se que as doenças transmitidas pela água sejam responsáveis por mais de 02 milhões de mortes por ano. Isto demonstra o quanto se deve ter um olhar preocupado com relação à maneira em que as águas que estamos consumindo estão sendo armazenadas e a maneira que são tratadas. Também é possível encontrar a partir destes dados o quanto é forte a interação da água no cotidiano dos seres humanos.

Uma das formas mais perigosas de poluição de água ocorre quando está vem a entrar em contato com fezes, ou ainda fezes vem a encontrar reservatórios de água que abastecem populações a partir de esgotos que deságuam. Isto permite que muitas doenças sejam transmitidas pela rota fecal-oral, pois um patógeno existente nas fezes humanas ou animais é disseminado pela água e ingerido pela população.

A água pode vir a transmitir mais de 40 enfermidades por meio direto e indireto, desde um contato com águas poluídas, falta de higiene ou vetores viventes no meio aquático. O ato de não observação dos critérios que englobam a água pode levar a água a exercer um papel contrário a sua proposição, levando a água a se tornar um meio de transmissão de doenças, através da ingestão, por exemplo, a cólera, amebíase, giardíase, diarreia por *E. Coli*, entre outras. Outro meio de contato é pela pele ou mucosas, vindo a provocar doenças como, esquistossomose, leptospirose e ascaridíase (RICHTER; AZEVEDO NETO, 2007).

Para a Organização Mundial de Saúde (OMS), aproximadamente 80% das doenças que estão se propagando pelos países desenvolvidos, são adquiridas por meio da má qualidade da água consumida pelas populações, tendo ênfase de acordo com as políticas de saneamento de cada país, onde se determina a forma pela qual irá ser tratada e conservada as águas existentes em seu território e as políticas de saneamento e tratamento das águas (ERVIM et al., 2009).

As avaliações microbiológicas de água têm por objetivo fornecer um aporte de informações a respeito da potabilidade, desta forma permitindo a não ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente obtidas de contaminações com fezes humanas ou de animais de sangue quente. Entretanto, devemos salientar que a existência de micro-organismos na água, é algo natural e que a maioria é inofensivo a saúde humana. Os microrganismos patogênicos incluem vírus, bactérias, protozoários e helmintos (BRASIL, 2013).

O tratamento de água tem o intuito de atender varias finalidades, sendo essas de caráter higiênico, removendo bactérias e outros organismos que estejam presentes na água, que venham a apresentar risco a saúde e diminuam a pureza da água; a estética, melhorando a cor, odor e sabor da água; econômica, onde irá reduzir a corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, manganês, odor e sabor da água (RICHTER et al., 2007).

Água potável é aquela que, considera-se própria para o consumo humano, cujos níveis são estabelecidos pela vigilância sanitária, na portaria 2914/2011 sendo que está poluída quando não correspondente aos parâmetros estabelecidos, tornando-se um meio de transmissão de doenças. Para garantir a qualidade da água ingerida pelas pessoas, se fazem necessárias à realização de análises pré-estabelecidas. Dentre os vários testes possíveis para identificar contaminações microbiológicas da água destacam-se os coliformes totais e coliformes fecais.

Como o consumo de água sendo cada vez mais aumentado, podemos ver que historicamente a maioria das preocupações sobre a pureza de água tem sido relacionada com a transmissão de doenças, sendo desenvolvidos testes para determinar a segurança das águas, buscando formas de detectar microrganismos que possam ocasionar algum problema para os seres humanos, focando inicialmente em indicadores de contaminação como a *E. coli*, entre outros que possam estar nos apresentando resultados com menor custo e tempo (TORTORA; et al., 2012).

Para a água ser considerada potável, ela não deve conter micro-organismos patogênicos, devendo estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal, sendo estas bactérias referencia para a avaliação da água, sendo do grupo coliforme com principal representante a bactéria a *E. coli*, sendo considerada uma bioindicadora de contaminação das águas, por meio de fezes ou resíduos oriundos que carregam tal material, podendo ser tanto de seres humanos como de outros animais de sangue quente (BRASIL, 2013).

As bactérias do grupo coliformes, sendo coliformes fecais, sempre estão presentes nos dejetos que venham de humanos, sendo indicadores de contaminação da água por fezes. Se estas águas não passarem por tratamento, podem vir a transmitir muitas doenças para outros seres humanos de forma que os mesmos possam ter desde uma diarreia leve até problemas com maior gravidade que os obrigue a passar por tratamentos radicais, a fim de resolver o problema ocasionado devido ao contato com estas bactérias (ERVIM et al., 2009).

Nesse contexto, a região semiárida, apresenta limitações na disponibilidade de água, sazonalidade entre os períodos chuvosos e secos. Todavia, com relação à água, não se deve limitar apenas ao fornecimento, mas também a qualidade e conservação, visando à observação em caso de contaminação, devido a fatores físico-químicos e biológicos (CRUZ et al.; 1999; GALIZONE & RIBEIRO, 2004; CAVALCANTI et al., 2005).

Essas práticas, inclusive inerentes à cultura local de uso e consumo d'água e em razão de grave crise hídrica que, havia vários anos, afetando todo o Nordeste brasileiro e das crescentes reclamações da população do município de Cajazeiras (cidade e campo), cuja população estimada em 60 mil habitantes, com maior concentração na cidade, tendo 83,33% e, apenas 16,67% moradores do campo, tem sido alvos nos meios midiáticos, quanto os aspectos quantitativos e qualitativos motivam e induzem às instituições e órgãos público-privados a responderem compromissadamente, com base em estudos e pesquisas, a revelação das reais condições do principal manancial de abastecimento humano e demais animais e de outras áreas de uso, como a indústria, comércio, agropecuária e demais ecossistemas que sedentam das águas do Açude Boqueirão (área rural de Cajazeiras).

O Açude Boqueirão, denominado “Açude Engenheiro Ávidos”, em homenagem ao Engenheiro Civil Moacir Ávidos, executor da obra em 1932, localiza-se no Distrito de Boqueirão com 3928 habitantes, Zona Rural do município de Cajazeiras, a cerca de 15Km da cidade, sendo uma das principais fontes que abastece a cidade de Cajazeiras. O município de Cajazeiras está localizado a 485 km de João Pessoa, Capital do estado da Paraíba, altitude de 293m, tendo com aproximadamente 60 mil habitantes (IBGE, 2016). O Distrito de Boqueirão tem uma área de 1.124Km², com uma população de 3.928 habitantes (6,7% da população).

Dentre os reservatórios no território da Paraíba, o Açude Engenheiro Ávidos ou Açude de Piranhas ou ainda Boqueirão de Piranhas, no município de Cajazeiras, estado da Paraíba, e está localizado a 485Km da Capital João Pessoa, com altitude de 293m e extensão territorial de 565.899Km² O Distrito “Engenheiro Ávidos”, tem 3.928 habitantes, sendo criado e vinculado à cidade de Cajazeiras pela Lei Estadual nº 424, de 28-10-1915 (6,7% da população) (IBGE, 2012, 2016).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivos analisar a qualidade bacteriológica, pela presença/ausência de Coliformes Totais e Coliformes Fecais e parâmetros físico-químico (determinar o parâmetro do pH - potencial de Hidrogênio) em relação à superfície e profundidade; a turbidez e a cor) d'água utilizada para consumo humano, diretamente coletada na fonte “Açude Boqueirão”, pelo processamento das amostras em Laboratórios do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Cajazeiras, estado da Paraíba está localizado a 485Km da Capital João Pessoa, com altitude de 293m e extensão territorial de 565.899Km² O Distrito “Engenheiro Ávidos”, tem 3.928 habitantes (6,7% da população) (IBGE, 2016),situando-se entre as coordenadas UTM 06° 59' 187”S e 38° 27' 311W (MATTOS; SILVA, 2011). A água analisada foi coletada diretamente na fonte manancial do Açude “Engenheiro Ávidos”, denominado Boqueirão de Cajazeiras ou Piranhas, no momento de alcance

de “ponto morto”, verificado-se a partir do mês março de 2016. As amostras avaliadas foram coletadas e processadas no mês de setembro de 2016.

Formado a partir do Rio Piranhas, há 31 Km da barragem, o Açude “Engenheiro Ávidos” constitui o mais importante da Bacia Hidrográfica do Piranhas, localizado na região do Alto Sertão da Paraíba, sendo o 3º maior em volume de água do Estado da Paraíba, com capacidade volumétrica de 255 milhões/m³ de água, expandindo-se em área hidrográfica de 1.124 Km². Com um regime pluviométrico irregular, onde 80% das precipitações ocorrem nos primeiros 4 meses do ano, com média de 880,6 mm/ano, porém podem ocorrer variações de 220 a 2000 mm/ano, com temperaturas de 24,9°C a 28,7°C variando 3,8°C (MATTOS; SILVA, 2011; FEITOSA; WATANABE, 2000)

O desenvolvimento do estudo e desta pesquisa teve como foco o reservatório de água no volume atual propriamente dito, ou seja, ao se verificar uma das fases mais críticas da história do Açude “Engenheiro Ávidos” quanto ao seu volume de estiagem, alcançando o que se chama de “volume morto”, verificado na data de 08 de março de 2016, em que se registrou o volume de 15,198 milhões/m³, tendo-se variado o seu volume (milhões/m³) entre os meses de março e setembro do ano 2016 (março: 18,666; abril: 20,770; maio: 20,030; junho: 19,094; julho: 17,925, agosto: 16,795), apesar dos baixos registros pluviométricos, atingindo 15,704 milhões/m³ em 27 de setembro de 2016.

As coletas de água foram realizadas três vezes, semanal e sucessivamente, diretamente no manancial, obtendo-se a amostra N1 no espelho da água, a amostra N2 medianamente profunda (50 cm do espelho da água) e a amostra N3 em profundidade de 1 m, nas seguintes datas: 06/09/2016, em que o volume do açude assinalava 16,601 milhões/m³; em 14/09/2016, com o volume de 16,250; e, 27/09/2016 com volume de 15,704 milhões/m³. Em cada coleta obtinha-se o volume em 03 amostras coletas em pontos diferentes do açude, dando preferência a locais próximos a saída de água para a estação de tratamento, cada coleta era realizada em frascos de 1.000 mL, devidamente esterilizados sob autoclave a 121°C, 1,5 ATM, por 2 horas, sendo em seguida transportados ao Laboratório de Microbiologia da Central de Aulas do Centro de Formação de Professores, Campus de Cajazeiras, para o processamento das amostras, com vistas à determinação microbiológica e físico-química das amostras.

Tendo em vista o objeto desse estudo, ou seja, aferir as condições de potabilidade, tomou-se como parâmetros as exigências adotadas no Estado da Paraíba pela Companhia de Água e Esgotos (CAGEPA), que atendendo à resolução MS 2.917/2011, infere-se que, a água potável para o consumo humano deve atender as exigências padronizadas para Coliformes, pH, cor, turbidez. O cloro, que também é exigido pela CAGEPA, não se aplica em razão do estudo não alcançar água pós-tratada, mas, somente as condições naturais encontradas no reservatório de Açude “Engenheiro Ávidos”.

Na determinação microbiológica, aferiu-se a presença ou ausência de Coliformes Totais e Coliformes Fecais que são

inerentes à água potável, utilizando-se os procedimentos e ensaios adotados pelos laboratórios de Estação de Tratamento de Água (ETA) pertencentes aos órgãos estaduais e nacionais que têm a finalidade de tratar a água ofertada à população, por meio dos serviços de abastecimento público, adotando-se como base científica o Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, publicação da AWWA, APHA e WPCF (BRASIL, 2009).

Foram incluídos, também, alguns procedimentos de biossegurança em laboratório, com base na Portaria MS nº 2.917/2011 que trata das normas e padrões de potabilidade da água para o consumo humano no Brasil, ao prevê que o exame da água, principalmente daquela destinada ao consumo humano, é de fundamental importância, por meio da análise pode-se ter certeza de que a água distribuída é de confiança, se está isenta de microrganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas.

Nesse estudo, infere-se que a fonte de abastecimento seja poluída com esses microrganismos patogênicos à saúde humana e que a sua presença inviabiliza o consumo humano da água. Na revelação das evidências dos agentes patogênicos (Grupo Coliformes Termotolerantes e Fecais) foi empregado o teste de reação do substrato cromogênico à base de adição do reagente Colilert às amostras de água na proporção de 20 mg do substrato para 100 mL de água do açude, visando obter o padrão de coloração positivo ou negativo, dependente da coloração fluorescente após 24 h e 48 h de incubação. Assim, conforme descreve o Manual de Análise de Água (2009), as indicações de coliformes termotolerantes revelam cor azul sob luz UV. Os não coliformes aparecem com coloração clara ou rósea alaranjada à luz ambiente.

As tonalidades apresentam interfaces no seu padrão de cores de acordo com as condições da água coletada, sob ação de temperatura e pH, no momento da coleta. Entretanto, são eficazes na revelação das definições para “presença ou ausência” de coliformes na água. Essas condições, também, foram observadas durante o período de incubação à temperatura ambiente e em estufa incubadora Biochemical Oxygen Demand (BOD), em condições controladas de temperatura de 37°C, Fotoperíodo 12/12 e \pm UR 70%.

A rigor, essas condições foram adotadas, porém visando potencializar as atividades e economicidade dos ensaios, utilizou-se uma porção volumétrica de 10 mL da água coletada, sendo transferido para tubos de polietileno autoclavados e adicionou-se 0,2673 g de reagente cromogênico (Colilert), equivalente a 10% do peso original do conteúdo da cápsula (2,673 g), submetendo cada tubo à leve agitação sob Vórtex, visando a diluição e homogeneização.

Os ensaios seguiram o modelo 2x3, com repetições (B), e o controle positivo (CP) e negativo (CN), com a água destilada e esterilizada e água original da coleta, respectivamente. Em seguida, distribuiu-se os tubos em estantes adequadas (Tabela 7). Em seguida, os ensaios foram incubados à temperatura de 37°C, por 24 h (fotoperíodo 12/12) e mais 24 h (fotoperíodo 12/12) sob a UR \pm 70%, verificando-se *in locu* cada ciclo, as possíveis evidências do estudo.

Tabela1 - Modelo adotado de distribuição de tubos nos 03 (três) ensaios.

CN					CN					CN
CP										CP
B		B		B			B		B	B

Após o período de incubação, ou seja, 48 horas, os ensaios foram retirados do interior da estufa e imediatamente feita a interpretação, que se baseou na observação de cada amostra sob a luz natural e sob a luz UV, para observação das tonalidades, quais sejam: cor azul, sob UV na determinação de coliformes termotolerante se cor alaranjado à luz ambiente, para a determinação de coliformes fecais, aferindo-se pela ausência ou presença, conforme a Portaria MS 2.914/2011.

Durante a leitura, foram avaliados os fatores que influenciam tais mudanças, que incluem qualidade química e biológica da fonte hídrica, eficácia do processo de tratamento, reservatório (armazenagem) e a qualidade da água usada no controle, conforme as recomendações de Clark & Coyle, 1989.

O pH foi aferido *in locu* durante a coleta e em laboratório, utilizando-se um medidor de pH de campo o pHmetro Boken Digital PG 2000. O medidor de pH foi calibrado com soluções tamponadas de pH 4,0 e 7,0. Cada amostra da água foi submetida a esta aferição, realizada com materiais antecipadamente esterilizados, sendo a água coletada em recipientes tipo frascos de cor marrom. Em laboratório, também se realizou os testes de aferição pH. Para a determinação do pH, teve-se inicialmente a adoção de todas as variações de controle, evitando qualquer distorção nos valores, por isso, aplicou-se a padronização do equipamento por soluções tampões de pH $4,00 \pm 0,02$ e $7,00 \pm 0,02$ da Vetec Química Ltda. O procedimento de calibração de pHmetro foi baseada a Norma da ABNT NBR 9251:1986. Na calibração do aparelho, o eletrodo combinado (eletrodos de vidro e de referência juntos) foi deixado imerso em água durante os testes. Após, remover o eletrodo da água, lavá-lo com água destilada e enxugá-lo com papel macio. Imergiu o eletrodo na solução tampão de pH 7,00 e esperou a estabilização até atingir o valor do pH.

Em seguida, procedeu de seguindo a mesma metodologia para a solução tampão de pH 4,00, posteriormente o eletrodo foi removido da solução tampão e lavado no mesmo com água destilada. Para a medida do pH, foram colocados cerca de 30 mL da amostra em um béquer de 50 mL, em seguida, esperou-se estabilizar e foi feita a leitura, posteriormente foi retirado e lavado o eletrodo com água destilada deixando-se evaporar o excesso contido no eletrodo ou fazendo a remoção com papel filtro esterilizado.

Para a análise de cor, baseou-se nas recomendações previstas na Portaria No. 2.914/2011 de Ministério da Saúde Brasileiro, foram utilizados tubos de ensaio, suporte de madeira e solução padrão de Cloroplatinato de Potássio (500 unidades de cor), estabeleceu padrões de cor na faixa de 5 a 50 unidades de cor medindo de 0,5 a 7,0 com variação de 0,5 entre

os tubos de ensaio, diluir com água destilada até 50 ml, colocar 50 ml de amostra em outro tubo de ensaio e comparar com os padrões.

Procedeu-se, também, a determinação da cor e turbidez das amostras de água em laboratório. Na realização do teste de Turbidez, foi utilizado o Turbidímetro AP2000 localizado na CAGEPA de Cajazeiras – PB, utilizou-se bécker, cubeta, Padrões gelex Policontrol (fornecidas pela empresa que vende o equipamento), papel higiênico fino. Nessa análise, o teste é preciso e rápido, havendo uma grande preocupação com a manutenção dos equipamentos antes e durante os processos de análises. Inicialmente foi feito inicialmente a calibração do aparelho, colocando uma quantidade de amostra em copo de Bécker para o preenchimento da cubeta até o menisco limite, tomando-se os cuidados necessários exigidos pelo protocolo de procedimentos, quanto ao manuseio e manipulação da cubeta, inclusive, quanto à assepsia do aparelho, aguardou-se a estabilização do aparelho (30 segundos), inserindo, em seguida o instrumento na cubeta contendo amostra, tendo cuidado de alinhar a marca da cubeta com a marca localizada na parte frontal do aparelho, baixando a tampa do aparelho, pressionando a tecla “liga” aguardando a estabilidade da leitura, registrando-se em seguida no Boletim de Controle de Tratamento e qualidade de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contato inicial *in locu*, na área da pesquisa foram feitas várias imagens do reservatório, em seu entorno, bacia à montante e à jusante. Mas, preponderou a obtenção de imagens do espelho da água em toda a sua dimensão e o contato direto com o líquido, principalmente quanto a sua cor e turbidez.

Em todas as coletas percebeu-se nitidamente a coloração esverdeada que reluzia a olho nu e à vista em toda a sua dimensão, que segundo pesquisadores, essa coloração sugere a presença de cianobactérias. Essa suspeita foi confirmada pelo estudo de Alencar et al., (2016), que verificou a ocorrência de microcistinas nas águas de Boqueirão, ao avaliar 100 lâminas à microscopia óptica 400X. Para essa modalidade de averiguação, distinguiu-se em três pontos do açude para obter a coleta, onde em cada ponto era coletada a amostra nas profundidades: superficial, mediamente profundo e profundo.

O teste da presença ou ausência de coliformes nos ensaios laboratoriais realizou-se com as três amostras, processadas no dia em que as coletas foram realizadas. O tempo médio para a confirmação de coliformes nas três amostras foi de 48h. Tabela 2A., 2B. e 2C.

Tabela 2A. - Pontos de coleta da água (1ª. Coleta).

Amostras ^(1,2,3)	Tubos	Positivo (P) %	Negativo (N) %
1 (Superficial)	6	100	0
2 (Médio)	6	100	0
3 (Profundo)	6	100	0

Tabela 2B. - Pontos de coleta da água (2ª. Coleta).

Amostras ^(1,2,3)	Tubos	Positivo (P) %	Negativo (N) %
1 (Superficial)	6	100	0
2 (Médio)	6	100	0
3 (Profundo)	6	100	0

Tabela 2C. - Pontos de coleta da água (3ª. Coleta).

Amostras ^(1,2,3)	Tubos	Positivo (P) %	Negativo (N) %
1 (Superficial)	6	100	0
2 (Médio)	6	100	0
3 (Profundo)	6	100	0

As tabelas apresentam o número de amostras positivas quanto à presença de coliformes totais. Sendo que, em cada amostra que se detectou a presença de coliformes totais, também, foram encontrados Coliformes Fecais. Dado que confirma que a água do Açude “Engenheiro Ávidos”, está contaminada pelos principais agentes bacterianos de contaminação com riscos à saúde da população, inferindo que, está imprópria para o consumo humano, por apresentar mais de 95% desses agentes nas amostras avaliadas.

As 18 amostras das três coletas apresentaram resultado positivo para o teste de coliformes totais e fecais, contudo, vale ressaltar que uma unidade amostral da 1ª coleta em relação às demais amostras, apresentando um tempo maior para a determinação da presença de coliformes totais, correspondente a 72 horas, inclusive quando o ensaio se encontrava exposto ao ambiente laboratorial, sob as condições de variação média de temperatura de 27°C a 37°C.

Assim, foi possível analisar nas amostras que, não há condição de recomendação de consumo humano da água nas condições atuais, por estar em desacordo com os índices estabelecidos pela Portaria N. 2.914/2011 e pelos órgãos ligados ao departamento de águas e dos departamentos ligados ao serviço de distribuição de água oficial. Entretanto, órgão oficial de distribuição de água, antes de ofertar à população o líquido preciso, submete-o à tratamento à base de cloração, na estação de tratamento de água que fica localizado nas proximidades à jusante do Açude “Engenheiro Ávidos”.

Todavia, a qualidade da água que é fornecida à população da cidade de Cajazeiras, após o tratamento, não foi objeto estudo dessa pesquisa. Entretanto, o consumidor de Cajazeiras fica à mercê dos indicadores fornecidos pela CAGEPA regional, com sede na cidade. Apenas para apontar, como exemplo, atualmente a informação prestada pelo órgão oficial, vem registrada no boleto (taxa) de uso de água do consumidor, apresentando os seguintes dados em Novembro de 2015 foram realizadas 61 análises, obtendo 61 amostras de coliformes dentro dos conformes, 59 amostras de boa qualidade de acordo com os conformes para cor e 61 amostras consideradas aceitáveis para Turbidez. Já em Agosto de 2016, foram realizadas 61 análises das quais 61 amostras foram consideradas de boa qualidade para coliformes, 57 amostras se apresentaram aceitáveis para os parâmetros de cor e 61 amostras nos conformes para Turbidez.

Para tal a água ser considerada aceitável, sua proporção deveria estar apresentando no máximo 10% das amostras

coletadas. Os dados deste trabalho estão de acordo com os de Oliveira et al. (2015), ao fazer as análises microbiológicas de água coletada de poços rasos e poços artesianos no município de Boa Vista em Roraima, o estudo demonstrou que do total de cinco amostras, 75% indicavam contaminação por coliformes totais e fecais. Também, Alves et al. (2002) ao fazer estudo de microbiológico de águas minerais e de água potável de abastecimento na cidade de Marília-SP, os resultados revelaram que uma amostra de água mineral e uma de abastecimento público apresentaram contaminação com bactéria do grupo coliforme total, numa relação 1 bactéria/100 ml de água, sendo que Nenhuma das amostras de água apresentou contaminação por coliformes fecais.

Nessa mesma perspectiva, Queiroz (2011), ao avaliar 38 amostras de água envasada, e ao avaliar os determinantes e consequências socioambientais, políticas públicas, qualidade das águas e percepções no município de Belo Horizonte Minas Gerais, conseguiu diagnosticar 21% de amostras “positivo” para coliforme total, ressaltando que a presença de coliformes confirma a indicação de contaminação microbiológica.

Uma distinção relevante quanto aos resultados apresentados nas amostras de “Engenheiro Ávidos”, revela-se no estudo de Ratti (2011), que ao pesquisar a ocorrência de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas em importante Bairro populacional, na cidade de Maringá-PR, os resultados indicaram que, em todos os casos, as amostras estavam livres de coliformes, sem indicação de contaminação; esse estudo indicou que quando a água distribuída pela empresa apresenta-se em boas condições para consumo, porque está de acordo com a Portaria 36 GM (Gabinete do Ministério) de 19-01-90 do Ministério da Saúde, que determina que a água de abastecimento público é considerada boa ou adequada quando apresenta até três coliformes totais em 100 ml (RATTI, 2011).

Os valores avaliados para o parâmetro pH, obtido nas três coletas em três profundidades distintas analisadas: superficial, média e profunda, estão descritos nas Tabelas 11, 12 e 13. Na primeira coleta o pH da amostra superficial apresentou pH correspondente a 8,63. O valor do pH de profundidade média foi 8,45 e a última de uma amostra de profundidade alta, obteve o resultado equivalente a 8,55 observado na Tabela 3. Desta forma houve uma diferenciação dos valores de pH, sendo esta ainda aproximados no valor de 8,5

Tabela 3. - Índices médios de pH aferidos na 1ª. coleta.

Amostras ^(1,2,3)	pH
1 (Superficial)	8,63
2 (Media)	8,45
3 (Profunda)	8,55

Na avaliação do pH, da segunda amostra coletada o pH das análises se apresentaram a os seguintes resultados, a amostra da área superficial demonstrou um pH equivalente a

8.6, enquanto que a amostra da área mediana foi igual a 8.74 e a amostra da área profunda foi aproximadamente 8.78, demonstrado na Tabela 4

Tabela 4. - Índices médios de pH aferidos na 2ª. coleta.

Amostras ^(1,2,3)	pH
1 (Superficial)	8.6
2 (Media)	8.74
3 (Profunda)	8.78

As análises realizadas na terceira coleta, apresentaram na amostra da área superficial 0 a 8,55, à medida que a amostra

mediana foi igual 8,8 e a amostra da área profunda foi aproximadamente foi igual 8,85, analisado na Tabela 5.

Tabela 5. - Índices médios de pH aferidos na 3ª. coleta.

Amostras ^(1,2,3)	pH
1 (Superficial)	8,55
2 (Media)	8,8
3 (Profunda)	8,85

Os valores médios de pH das três amostras nas profundidades analisadas, Tabelas 3, 4 e 5, apresentaram valores médios aproximados de pH. Os resultados de todas essas amostras das três coletas realizadas para o parâmetro pH estão de acordo com os de Gouveia et al. (2012), que realizaram análise físico-química e microbiológica da água potável de duas escolas estaduais do município de Barreiros edescreveram que os resultados apresentaram variações de valores nos dias das coletas e nos pontos das coletas, no entanto, com exceção da acidez, as amostras ficaram dentro dos valores estabelecidos na portaria.

Contrariando os resultados deste trabalho Alencar et al., (2016), apresenta no mês de março de 2016, um resultado de 6,8 para o pH de amostras de água deste mesmo açude. Desta maneira torna-se plausível afirmar que as condições ocorrentes neste período de tempo, correspondente a uma estiagem grave, tenha contribuído para um aumento considerável dos valores de pH destas águas.

Baseado na Portaria 2.914/2011, a faixa de água considerada potável está entre 6,0 e 9,5; desta forma, os resultados encontrados nas amostras, são considerados dentro da faixa de potabilidade aceitável para o consumo da população. Porém, deve-se salientar que o pH ótimo é igual a 7,0, havendo dessa forma uma necessidade de se estar atento para os valores encontrados nas amostras atuais, devido a todos os valores estarem muito próximos do limite Máximo permitido para serem considerados foras da faixa de aceitabilidade. Provavelmente, a causa dos elevados índices de pH, se deu ao alto volume de evaporação d água, juntamente

com a pouca movimentação ocorrida nas águas da área, devido à não utilização da população.

A partir de avaliações realizadas nas águas do Açude de Engenheiro Ávidos, de acordo com o resultado apresentado na Tabela 6, foi possível determinar que o valor correspondente à cor da água, nas três amostras apresentaram valores de 10,71 uH para a primeira amostra, 11,2 uH. na segunda amostra e 11,5 para a terceira amostra. Os resultados deste trabalho para os limites estabelecidos pela portaria se assemelham aos de Renovato (2013) que observou os que resultados obedeceram todos os processos e valores obtidos para os parâmetros analisados obedeceram à portaria n° 518, do Ministério da Saúde, de 25 de Março de 2004, no capítulo IV, do padrão de potabilidade.

Diferentes resultados para a cor foi observado por Tamiosso (2007) ao analisar água captada de chuva no laboratório de engenharia ambiental, das duas amostras analisadas, a cor apresentou-se mais elevada na água que passou pelo telhado do laboratório cujo valor foi de 50 uH, ± 4; comparando-as ao máximo valor permitido pela Portaria apresentando-se acima do aceitável.

Com base legal na Portaria No. 2.914/2011, que determina como limite aceitável para a cor da água, considerando o valor de 15 uH, este podendo ser variável, mas pode-se observar que o valor está razoavelmente dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano, porém deve-se ter uma concepção de que tal valor está com índice elevado, devendo estar sempre alerta diante deste fator de análise.

Tabela 6. Revelação de intensidade de Cor aferidos nas 03 (três) coletas.

Coletas ^(1,2,3)	Cor (uH)	Turbidez (uT)
Primeira (1ª)	10,71	4,69
Segunda (2ª)	11,2	4,77
Terceira (3ª)	11,5	4,8

A turbidez ideal para água de consumo humano deve, no máximo, atingir 5 uT, conforme estabelece a Portaria 2.914/2011. Ocorre que, nas três coletas a média da turbidez foi de 4,75 uT, valor próximo ao máximo adotado pela legislação. Esse dado sugere que os níveis estão elevados, contribuindo para o comprometimento da potabilidade, bem como, em razão de pH alto, maior que 8,6 em média, são fatores que favorecem o crescimento e proliferação no reservatório.

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água (Santos, 2010). Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.). A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

CONCLUSÕES

A partir das análises e observações realizadas nas amostras e seus resultados, juntamente com a utilização da Portaria nº 2.914 de 29 de dezembro de 2011 como base de parâmetros para as amostras, foi possível averiguar que:

- Em todas as amostras coletadas observou-se a presença de 100% de coliformes totais.
- Entre as amostras coletadas foi perceptível que a reação para com o reagente, ocorreu com maior eficácia e rapidez na segunda coleta.
- Considerando o diagnóstico do presente trabalho, para os dados de contaminação de coliformes totais, esse diagnóstico recomenda um planejamento adequado visando à conservação da qualidade da água do reservatório do açude de Boqueirão.
- O pH em todas as amostras manteve valores numéricos aproximados de 8,4 a 8,8, resultado que estão próximos do limite da faixa de pH aceitável que varia de 6,0 a 9,5.
- A diferença de uma semana entre as coletas revelou que as amostras vem apresentando um aumento em seu pH.
- As amostras embora tenham se apresentado cor esverdeada, ainda estão dentro da faixa permitida pela portaria, entretanto observou-se que o valor 10,71 uH está próximo do limite permitido para a cor da água, cujo valor é de 15 uH.
- Para o parâmetro turbidez os valores observados nas três amostras estão dentro do limite permitido pela portaria.

Considerando que, a qualidade da água apresentou uma considerável vulnerabilidade nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, sugere-se que a água de Boqueirão seja monitorada em todas as suas etapas, pelos órgãos de fiscalização responsáveis, que vão desde a proteção dos ecossistemas, como o tratamento e abastecimento de água. Para isso, é necessário um planejamento sistemático, pelos órgãos de fiscalização e a sociedade de forma integrada.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. A de et al.. Qualidade Microbiológica da Água do Açude de Engenheiro Ávidos/ Cajazeiras - PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 2016, Campina Grande. Anais... . Campina Grande: Realize, 2016. p. 47 - 50. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_SA94_ID2394_17052016214240.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.
- ALVES, N. C.; et al.. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. Revista de Saúde Pública, v.36, n.6, p.749-75, 2002.
- BRASIL. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Portaria Nº 2914. Brasília,
- BRASIL. Fundação Nacional de Saude. Ministério da Saude. Manual prático de água. Brasília: Funasa, 2013.
- BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. . Boletim de Acompanhamento dos Reservatórios do Nordeste do Brasil.09. ed. Ana, Brasília, 2016.
- CAPO, S. S. A; et al. Morphology, hydrography and sediment dynamics in a mangrove estuary: The Konkoure Estuary, Guinea. Marine Geology 230, 199-215. 2006.
- CAVALCANTI, N.B.; et al.. Transporte e armazenamento de água para o consumo humano no sertão do nordeste em período de seca. Trabalho apresentado no 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Tersina, PI, 11-14/07/2005.
- CRUZ, P. H.; et al.. Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no nordeste. In: O Estado das águas no Brasil, Ed. Brasília, DF: ANEEL/SIH/MMH/SRH/ MME, 1999, 334p.
- ERVIM, àlenzi; et al.. Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivencia. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.
- FEITOSA, Antônia Arisdélia F. M. Aguiar; WATANABE, Takako. Estudo da percepção dos diferentes grupos ligados ao parque ecológico de engenheiro ávidos, no município de cajazeiras-pb. 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente: Subária - Gerenciamento Ambiental., Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.
- GALIZONE, F. M.; RIBEIRO, E. M. Notas sobre água e chuva: O programa Um Milhão de Cisterna no semiárido mineiro. Trabalho apresentado ao XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambú-MG - Brasil, de 20-24 de Setembro de 2004
- GOUVEIA, M. J.; ALVES, K.C.; SILVA, J.C.S.; LOPES, L.M.M.; GOUVEIA, M.J.; LEITE, T.C.C. Avaliação físico-química e microbiológica da água potável de duas escolas estaduais do município de Barreiros – PE. II simpósio Nordestino de Química, Teresina –PI. 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/sinequi/trabalhos_detalhes,8702.html> acesso em 28 de setembro de 2016.

- IBGE. Cajazeiras. 2012. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/paraiba/cajazeiras.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.
- IBGE. Cajazeiras. 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=2503704>>. Acesso em: 28 set. 2016.
- MATTOS, M. A. de; SILVA, M. A. P.da. Estudo das Macrófitas aquáticas no Reservatório Hídrico de Engenheiro Ávidos, em Cajazeiras-PB. In: FEITOSA, A. A. F. M. A.; ALMEIDA, J. C. de; SANTOS, J. E. dos. Estudos e Ações Ambientais no Semiárido. Campina Grande: Edufeg, 2011. p. 181-197.
- OLIVEIRA, A. V.; J BRANDÃO, J.; PUPO, H. D. "Análise microbiológica da água coletada em poços rasos e poços artesianos no Município De Boa Vista-Roraima." Caderno de Ciências Biológicas e da Saúde n. 5 p 1-6. 2015.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS/PAHO y el Ministerio de Desarrollo Económico, Guías Básicas de Tecnologías Apropriadas en Agua Potable y Saneamiento Básico, 2 Edición, 78 pp, 2000.
- PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F.. Saneamento e saúde pública: Integrando homem e ambiente. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manoele, 2005. p. 3-31.
- QUEIROZ, J. T. M. O.; Campo das águas envasadas: determinantes, consequências socioambientais, políticas públicas, qualidade das águas e percepções. 2011. 254p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG.
- RATTI, B. A. et al. Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR. 2011. Disponível em: Acesso em: 28 de set. 2016.
- RENOVATO, D. C. C.; SENA, C. P. S.; SILVA, M. M. F. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de pau dos ferros (RN) – pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. 2013.
- RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, Jose M. de. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Blucher, 2007.
- SANTOS, V.O., Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos. Revista Eletrônica de Biologia, v. 3, n. 1, p. 99-115, 2010.
- TAMIOSSO, C. F. Captação da água da chuva no laboratório de engenharia ambiental. Trabalho final de graduação. Centro Universitário Franciscano. Curso de Engenharia Ambiental, Santa Maria, 2007.
- TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, v.33, p. 137- 141, 2000
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C.L.. Microbiologia.. Porto Alegre: Armad, 10. Ed. 2012.