



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MICHEL AVELINO DE ALENCAR

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ENGENHEIRO
ÁVIDOS (BOQUEIRÃO) DE CAJAZEIRAS - PB**

CAJAZEIRAS / PB

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ENGENHEIRO
ÁVIDOS (BOQUEIRÃO) DE CAJAZEIRAS - PB**

CAJAZEIRAS / PB

2016

MICHEL AVELINO DE ALENCAR

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ENGENHEIRO
ÁVIDOS (BOQUEIRÃO) DE CAJAZEIRAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande / UFCG, como requisito à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Linha de Pesquisa: Microbiologia

Orientador: Professor Doutor José Cezario de Almeida

CAJAZEIRAS / PB

2016

MICHEL AVELINO DE ALENCAR

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ENGENHEIRO
ÁVIDOS (BOQUEIRÃO) DE CAJAZEIRAS- PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Campina Grande / UFCG,
como requisito à obtenção do título de Licenciado em
Ciências Biológicas.

Linha de Pesquisa: Microbiologia

Orientador(a): Prof. Dr. Jose Cezario de Almeida.

APROVADO

_____ - EM _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Cezario de Almeida – Orientador - Examinador
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Formação de Professores - CFP

Prof. Dr. Francisco Fábio Marques da Silva - Examinador
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Formação de Professores - CFP

Prof. Dra. Antonia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar - Examinador
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Centro de Ciências Exatas e da Natureza - CCEN

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)

Denize Santos Saraiva - Bibliotecária CRB/15-1096

Cajazeiras - Paraíba

A368a Alencar, Michel Avelino de.

Avaliação microbiológica e físico-química da água de Engenheiro Ávidos (Boqueirão) de Cajazeiras - PB / Michael Avelino e Alencar. - Cajazeiras, 2016.

60p.: il.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. José Cezário de Almeida.

Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) UFCG/CFP, 2016.

*Dedico a Deus, pela força e o dom da vida, e
aos meus familiares e amigos pelo apoio.*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me colocar em tais condições sempre me dando forças para seguir em frente.

Aos meus pais por toda a força e paciência que me fizeram chegar onde estou, nunca me deixando abaixar a cabeça mesmo nas maiores dificuldades.

A minha família que quando pode me auxiliou das melhores formas possíveis, aos meus amigos que sempre me faziam ver o melhor da situação.

Ao professor José Cezario de Almeida, por toda a paciência e aprendizagem que me forneceu durante o período em que estava na construção de minhas atividades acadêmicas.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao Centro de Formação de Professores pela disponibilidade da infra-estrutura utilizada para realização da pesquisa.

A equipe do Laboratório de Microbiologia do Centro de Formação de Professores da UFCG, Cajazeiras - PB, os colegas Amanda Abreu e Flavio Lourenço de Oliveira, que me ensinou diferentes formas de se trabalhar em laboratório a partir de adaptações que se tornaram necessárias e ainda por sua amizade e ajuda nas horas que tanto precisei.

A minha segunda família formada durante o curso, onde somente nós sabemos as alegrias e tristezas que passamos e dividimos os sorrisos e suores que adquirimos para chegarmos ao sucesso.

Aos professores que fizeram seu melhor para nos apresentar os assuntos de nossa formação, estando às vezes até extrapolando os seus deveres para nos auxiliar.

A Natália de Sousa Pereira, que esteve comigo em todos os momentos do laboratório e que sempre me acompanhou nos momentos difíceis das atividades laboratoriais em alguns momentos do curso.

Aos funcionários, que sempre foi receptivo e prestativo na hora que precisei, havendo momentos ainda de extrapolarem seus deveres para poder estar auxiliando.

Aos discentes de outros cursos que durante esta jornada foram se tornando meus amigos e companheiros, dando risadas das mais diversas situações, e incorporando minha pessoa com seus pontos de vistas e riqueza de conhecimento.

O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não tenha medo! Não se desanime! (Deuteronômio 31:8).

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	
1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.3 Aspectos da poluição e da contaminação d'água para consumo humano	20
2.4 Avaliação de potabilidade da água para o consumo humano	22
2.5 Diversidade de coliformes totais e fecais de influência à contaminação aquática	26
2.5.1 <i>Escherichia coli</i>	27
2.5.2 <i>Salmonella</i>	30
2.5.3 <i>Shigella</i>	31
2.5.4 <i>Yersinia</i>	32
2.5.5 <i>Campylobacter</i>	33
2.5.6 <i>Vibrio</i>	33
2.6 Aspectos físico-químicos como indicadores de qualidade d'água de consumo humano.	34
2.6.1 pH (potencial Hidrogeniônico)	34
2.6.2 Cor	35
2.6.3 Turbidez	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 Área e manancial do estudo	37
3.2 Obtenção, processamento de amostras e análise bacteriológica	37
3.3 pH (potencial Hidrogeniônico)	40
3.4 Cor	40
3.5 Turbidez	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1 Coliformes presentes nas amostras de água	43
4.2 Ph (potencial hidrogeniônico) aferidos nas amostras de água	46
4.3 Cor	48
4.4 Turbidez	49
5 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos recursos hídricos por região e população alcançada no Brasil	15
Tabela 2. Dados da Bacia hidrografia de Engenheiro Ávidos.....	20
Tabela 3. Principais doenças de veiculação hídrica e agentes etiológicos.	23
Tabela 4. Padrão microbiológico da água para consumo humano.	24
Tabela 5. Padrão de turbidez da água para consumo humano.....	24
Tabela 6. Padrão organoléptico da água para consumo humano.....	25
Tabela 7. Modelo adotado de distribuição de tubos nos 03 (três) ensaios.	39
Tabela 8. Pontos de coleta da água (1ª. Coleta).....	44
Tabela 9. Pontos de coleta da água (2ª. Coleta).....	44
Tabela 10. Pontos de coleta da água (3ª. Coleta).....	44
Tabela 11. Índices médios de pH aferidos na 1ª. coleta.	46
Tabela 12. Índices médios de pH aferidos na 2ª. coleta..	47
Tabela 13. Índices médios de pH aferidos na 3ª. coleta.	47
Tabela 14. Revelação de intensidade de Cor aferidos nas 03 (três) coletas	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plante da reforma, em corte transversal, da alteração do projeto de construção de Engenheiro Ávidos	18
Figura 2. Açude “Engenheiro Ávidos” em período chuvoso	19
Figura 3. Açude “Engenheiro Ávidos” em período de estiagem.....	19
Figura 4. Ponto de coleta do espelho da água	42
Figura 5. Ponto de coleta da água medianamente profundo.....	43
Figura 6. Ponto de coleta da água em profundidade	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agencia Nacional das Águas

AESA – Agencia Executiva de Gestão das Águas no Estado da Paraíba

CN – Controle Negativo

CP – Controle Positivo

CZ - Cajazeiras

DNOCS – Departamento Nacional de Obras de Combate a Seca

EUA – Estados Unidos da América

IFOCS - Inspeção Federal de Obras Contra as Secas

Km – Quilômetros

Km² - Quilômetros quadrados

M² - Metros quadrados

Mg/l – Miligramas por litro

MS – Ministério da Saúde

NW – Noroeste

OMS – Organização Mundial da Saúde

pH – potencial de Hidrogênio

PB - Paraíba

SE - Sudeste

UFC – Unidade Formadora de Colônias

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UT – Unidade de Turbidez

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. Estudos de monitoramento, avaliação e manutenção dos ecossistemas de água doce são imprescindíveis à boa qualidade para o consumo humano, devendo atender as recomendações preconizadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e por órgãos brasileiros que estabelecem os parâmetros de potabilidade que se baseiam na determinação da ausência ou presença de coliformes totais e fecais, medidas de pH, Cor, Turbidez e outros índices que asseguram os limites de qualidade da água. O município de Cajazeiras – Paraíba, com população aproximada de 60 mil habitantes, localiza-se a 485Km da Capital João Pessoa, tem altitude de 293m e extensão territorial de 565,899Km². Importante Distrito de Boqueirão, com 3.928 habitantes (6,7% da população), têm o Açude “Engenheiro Ávidos”, que dista 15Km da sede, a única fonte de abastecimento de água da cidade. 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 - potencial de Hidrogênio) em relação à superfície e profundidade; a turbidez e a cor) d’água utilizada para consumo, diretamente coletada no manancial, tendo as amostras coletas 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, considerada imprópria para o consumo humano. 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 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 of 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. Studies monitoring, evaluation and maintenance of freshwater ecosystems are essential to good quality for human consumption and must meet the recommendations issued by the World Health Organization (WHO) and Brazilian agencies that establish the potability parameters that are based on determination the absence or presence of total and fecal coliforms, pH measurements, color, turbidity and other indices to ensure the limits of water quality. The city of Cajazeiras-Parayba, with an approximate population of 60,000 inhabitants, is located 485Km from the capital João Pessoa, has altitude of 293m and territorial extension 565.899Km². Important Boqueirão district, has 3,928 inhabitants (6.7% of the population) have weir "Avidos Engineer", which is distant 15Km headquarters, the only source of water supply of the city. 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 - Hydrogen potential) to the surface and depth; turbidity and color) of water used for human consumption directly collected 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, considered unfit for human consumption. 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.

Keywords: Water, Potability, Contamination, Human.

1 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. Em 22 de março de 1992 a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu o “Dia Mundial da Água”, publicando o documento intitulado “Declaração Universal dos Direitos da Água” (GOMES, 2016).

A água é essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. No organismo humano a água atua, entre outras funções, como veículo para a troca de substâncias e para a manutenção da temperatura, representando cerca de 70% de sua massa corporal. Além disso, é considerada solvente universal e é uma das poucas substâncias que encontramos nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido.

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).

Essa potabilidade é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação (FREITAS, 2012). Para atender a este padrão, a água de 11 abastecimento deve apresentar quantidades limites para diversos parâmetros físico-químicos e

microbiológicos que são definidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físicoquímicos 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*.

Portanto, segundo a Organização Mundial de Saúde, a água tratada é a melhor forma de reduzir a morbi-mortalidade relacionada ao consumo de água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000). Com base nestas características, existe a preocupação de monitorar as águas de abastecimento público e verificar se as mesmas se encontram em condições de potabilidade de forma que não ofereçam nenhum risco a saúde da população (FREITAS, 2002).

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 (BRASIL, 2011;CAPO, et al. 2006).

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.

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). Nesse cenário, a Universidade pode e deve contribuir a partir de suas ações de ensino, pesquisa e extensão ofertando o conhecimento e a educação inerente às questões de usoadequados, racionais, legal e ambiental, além de advertir à população quanto aos riscos à saúde.

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 a única fonte 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).

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.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos gerais sobre a água e sua distribuição no Brasil

No início da formação do planeta Terra, a partir de eventos astronômicos há cerca de 4 bilhões de anos, houve a formação de vapores a partir do resfriamento dos materiais rochosos, já unificados a estrutura do planeta, de forma a permanecerem na atmosfera. Ainda durante as colisões de corpos celestes com a estrutura inicial do planeta, houve cometas que continham moléculas de água já existentes em suas estruturas (GOMES, 2016).

Unificando os vapores formados durante o resfriamento da crosta terrestre que estavam presentes na atmosfera e as moléculas de água pertencentes de cometas que se chocaram com a estrutura da crosta terrestre, houve a formação de áreas com recursos hídricos durante o início da formação do planeta. Tais acontecimentos foram datados de haverem ocorrido, há aproximadamente 3,8 bilhões de anos (GOMES, 2016).

Durante as atividades geológicas e climáticas da formação do planeta, acredita-se que as condições existentes no planeta, permitiram que houvesse o início da formação das primeiras partículas orgânicas a partir de reações bioquímicas, que viriam a dar origem mais tarde aos primeiros seres vivos no planeta, sendo também denominado este fenômeno evolução pré-biológica (TEIXEIRA, 2016).

Neste ambiente pré-biótico, havia a predominância dos gases amônia (NH_3), metano (CH_4), hidrogênio (H_2) e de vapor de água (H_2O). Todos estes gases eram resultados das atividades vulcânicas, que naquele período era constante, do resfriamento das formações rochosas, que ao entrar em contato com o meio externo (a atmosfera), perde o calor e libera os vapores destes gases, para a atmosfera (TEIXEIRA, 2016).

As condições deste ambiente eram de temperaturas elevadas comparadas ao período atual, desta forma as chuvas que caíam sobre a crosta terrestre, eram aquecidas e o que ocasionava uma nova evaporação ao entrar em contato com a crosta terrestre o que provocava chuvas constantes na atmosfera terrestre, juntamente com grande número de raios (descargas elétricas). Nessa atmosfera ainda não existia a camada de ozônio, o que proporcionou grandes quantidades de radiação ultravioleta (UV) provenientes do sol, que eram incorporadas pela atmosfera e crosta terrestre (TEIXEIRA, 2016).

Acredita-se que as quantidades de radiação que chegavam ao planeta, juntamente com as altas temperaturas e as descargas elétricas, proporcionaram reações bioquímicas nos gases, originando compostos orgânicos como aminoácidos, entre outros, que eram carregados pelas chuvas até a crosta terrestre e suas formações rochosas, que devido à alta temperatura rapidamente evaporavam a água permanecendo nestes locais somente os compostos orgânicos (TEIXEIRA, 2016).

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 existem aproximadamente cerca de 45×10^{45} moléculas de água, desse valor 95% corresponde 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).

As projeções da Organização das Nações Unidas indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa. Com base nestes dados, em 2000, os 189 países membros da ONU assumiram como uma das metas de desenvolvimento do milênio reduzir à metade a quantidade de pessoas que não têm acesso à água potável e saneamento básico até 2015.

O volume total de água na Terra não aumenta nem diminui, é sempre o mesmo. A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta, mas, 97,5% da água do planeta é salgada. 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. A água doce não está distribuída uniformemente pelo globo. Sua distribuição depende essencialmente dos ecossistemas que compõem o território de cada país. Segundo o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a

Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial.

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 (Tabela 1) (BRASIL, 2016).

Tabela 1: Distribuição dos recursos hídricos por região e população alcançada no Brasil.

Região	Recuso hídrico (%)	Áreas de água superficiais (%)	População (%)
Norte	68,5	45,3	6,98
Centro-oeste	15,7	18,8	6,41
Sul	6,5	6,8	15,05
Sudeste	6	10,8	42,65
Nordeste	3,3	18,3	28,91
Total	100	100	100

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (Acesso em: 27/09/2016).

As águas de fontes naturais são habitat para diversas espécies de microrganismos, como algas, bactérias, protozoários, vermes, entre outros, propiciando o desenvolvimento destes seres vivos inseridos no ambiente (ERVIM et al., 2009). A água pode ser contaminada no ponto de origem, ou durante a sua distribuição e, principalmente, nos reservatórios particulares, sejam eles açudes, rios, lagos ou reservatórios particulares. As causas mais frequentes da contaminação da água nesses reservatórios são a falta de saneamento básico, a não vedação adequada das caixas d'água e cisternas (YAMAGUCHI, 2013).

Com relação ao movimento da água por baixo da superfície do solo, a água ocasiona uma filtração que vem a remover a maioria dos microrganismos do solo, devido a isto às águas vindas de fontes e poços profundos tem uma boa qualidade. As condições que proporcionam tal filtração vêm desta forma, a colaborar com a potabilidade de água, onde retira grande parte dos organismos e materiais, ocasionando uma maior purificação desta águas, e juntamente com a dificuldade de acesso a estas águas, torna-se difícil a sua contaminação com agentes externos comparado as águas presentes nas superfícies das regiões (TORTORA et al., 2010).

O Brasil registra também elevado desperdício: de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento. Além dessas perdas de água no caminho entre as estações de tratamento e o consumidor, o desperdício também é grande nas nossas residências, envolvendo, por exemplo, o tempo necessário para tomarmos banho, a própria forma como tomamos banho, a utilização de descargas no vaso sanitário que consomem muita água, a lavagem da louça com água corrente, no uso da mangueira como vassoura na limpeza de calçadas, na lavagem de carros e outros.

Com uma área de aproximadamente 8.514.876 km² (Anuário Estatístico 2000) e mais de 169 milhões de habitantes (Censo Demográfico 2000), o Brasil é hoje o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. Em função de suas dimensões continentais, o Brasil apresenta grandes contrastes relacionados não somente ao clima, vegetação original e topografia, mas também à distribuição da população e ao desenvolvimento econômico e social, entre outros fatores. De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo. Porém, a disponibilidade desses recursos não é uniforme.

Dados revelam que, mais de 73 % da água doce disponível no país encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Apenas 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país (LIMA, 1999). Não só a disponibilidade de água não é uniforme, mas a oferta de água tratada reflete os contrastes no desenvolvimento dos Estados brasileiros. Enquanto na região Sudeste 87,5% dos domicílios são atendidos por rede de distribuição de água, no Nordeste a porcentagem é de apenas 58,7%.

2.2 O açude Engenheiro Ávidos no cenário do Nordeste Brasileiro

Com área aproximada 1.554.292Km², a região Nordeste é considerada a terceira maior região do país, vindo a expor atualmente um volume de 22,7% do volume d`água total dos reservatórios, devido a baixa precipitação e irregularidade de chuvas. Ao observar o estado da Paraíba, um dos estados que compõe o território da região, com aproximadamente 123 reservatórios d`água que são monitorados pela ANA, se analisa que o volume d`água presente nos reservatórios é em torno de 15,9% do armazenamento total (BRASIL, 2016).

Dentre os reservatórios no território da Paraíba, apresenta-se 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).

O açude foi construído em meados de 1915, devido ao período de grande estiagem e pequenos intervalos de inundações, juntamente com a finalidade de abastecer 5000 ha de terras e a atividade voltada à piscicultura, o governo viu a necessidade de construir barragens pelo Nordeste, onde se deu o início das atividades no Açude Engenheiro Ávidos. Entretanto sua obra só teve início efetivamente em 1932 e sua conclusão em 1936, onde ainda passou por uma reforma em 1972, devido problemas estruturais (Distrito e Engenheiro Ávidos, 2015) (DNOCS, 1976). A Figura 1 apresenta o projeto da construção na década de 20 (parte superior) e as modificações realizadas na década de 70 (parte inferior), devido aos transtornos ocorridos na construção original, desta forma sanando uma possível adversidade que viesse a ocorrer e ocasionaria graves transtornos para com a região.

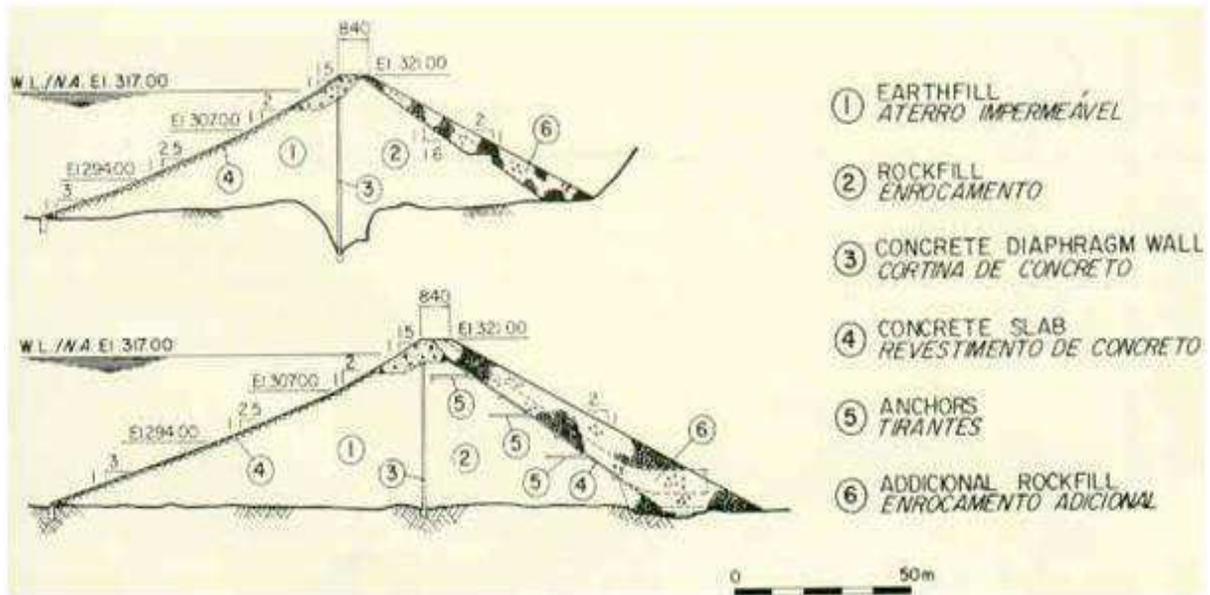


Figura 1.Plante da reforma, em corte transversal, da alteração do projeto de construção de Engenheiro Ávidos (Fonte: DNOCS, 1976)

Formado a partir do Rio Piranhas, há 31Kmda 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 1.124Km² (Tabela 2). Com um regime pluviométrico irregular, onde 80% das precipitações ocorrem nos primeiros 4 meses do ano, com média de 880,6mm/ano, porem 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).



Figura 2: Açude “Engenheiro Ávidos” em período chuvoso (AESAs, 2009).



Figura 3: Açude “Engenheiro Ávidos” em período de estiagem (Fonte da pesquisa, 2016).

Tabela 2. Valores de dimensões do Açude “Engenheiro Ávidos” de Cajazeiras – PB.

Dados	Engenheiro Ávidos
Volume Máximo (m ³)	255.000.000
Volume morto (m ³)	17.847.000
Altura (m)	45,00
Comprimento (m)	359,40
Área da bacia hidráulica (ha)	2.800
Área da bacia hidrográfica (Km ²)	1.124
Largura do vetor (m)	160
Vazão máxima – vertedor (m ³ /s)	1610

Fonte: Freitas e Ábilio (2012).

2.3 Aspectos da poluição e da contaminação d’água para consumo humano

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).

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 (CAVALCANTI et al., 2005; CRUZ et al.; 1999 GALIZONE & RIBEIRO, 2004).

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.

Quando a água vem a ser contaminada com fezes humanas, pode vir a apresentar bactérias que vem a ser encontradas no intestino do homem. Devido a isto a água passa a ser um meio de dispersão destas bactérias que podem a vir a infectar outros indivíduos da sociedade que venha a consumir esta água, provocando doenças na sociedade que consome tal recurso ou indivíduos que utilizam este recurso durante suas migrações para outras áreas (ERVIM; et al., 2009).

Atualmente, sabe-se da importância do tratamento d'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*, dentre outros.

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 vivos 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 *Escherichia 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)(COSTA; et al., 2011).

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).

A preocupação com os recursos ambientais, só veio a surgir no século XIX, devido ao crescimento explosivo da população e utilização desenfreada dos recursos ambientais, juntamente com a imposição de resíduos que alteram o meio ambiente de forma prejudicial. Desta forma a

natureza, quando é afetada pelas relações sociais de produção, em processos biológicos são determinados pelos processos históricos em que o homem ou a natureza se inserem (COSTA et al., 2011).

Os riscos a saúde, que tem sua causa algum fator correspondente a água, podem ser de curto prazo, que é quando são ocasionados por poluições da água por elementos microbiológicos ou químicos; ou de médio e longo prazo, que é quando o indivíduo consome durante grande período de tempo, a água contaminada por produtos químicos, como metais ou pesticidas, oferecendo um tempo de exposição a tais substâncias durante um grande período de tempo de acordo com o que esta sendo consumido, que em grande parte das vezes só é notado após o período de exposição e apresentação dos sintomas (CEBALLOS et al., 1999).

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).

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).

2.4 Avaliação de potabilidade da água para o consumo humano

As avaliações microbiológicas de água têm por objetivo fornecer um aporte de informações a respeito da potabilidade, desta forma permitindo a não ingestão de microrganismos 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 (Tabela 3)(BRASIL, 2013).

Tabela 3. Principais doenças de veiculação hídrica e agentes etiológicos

	Doenças	Agentes patógenos
Origem bacteriana	Febre tifoide e paratifóide	<i>Salmonellatiphy</i>
	Disenteria bacilar	<i>Salmonellaparathyphi</i> A e B
	Cólera	<i>Shigellasp</i>
	Gastroenterites agudas e diarreias	<i>Vibriocholerae</i>
		<i>Escherichia coli</i> enterotóxica
Origem Viral	Hepatite A e E	Vírus da hepatite A e E
		Virus da poliomielite
	Gastroenterites agudas e crônicas	Virus Norwalk
		Rotavirus
		Enterovirus
		Adenovirus
Origem parasitaria	Disenteria amebiana	<i>Entamoebahistolytica</i>
	Gastroenterites	<i>Giárdia lambia</i>
		<i>Cryptosporidium</i>

Fonte: Manual Prático de Análise de Água, 2013.

De acordo com a Portaria nº 2.914, de 29 de dezembro de 2011, Inciso I, art. 5º, define que a água para consumo humano, é toda água potável destinada à ingestão, preparação, produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem, ou seja, é toda a água que se enquadre nos padrões determinados para não prejudicar o organismo humano durante suas atividades cotidianas ou que não acarretem a disseminação de possíveis causas de doenças ou mal-estar em terceiros, levando a conservação dos organismos e do meio ambiente que recebe tal recurso.

A portaria em comento, no inciso II, art. 5º descreve que a água potável deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido e que não ofereça riscos à saúde, partindo das avaliações determinadas e comparação com os níveis permitidos na portaria, desta forma podendo ser qualificada ou não, partindo ainda se for o caso para análises do ambiente em que as amostras se encontram a fim de encontrar soluções para as diversas possibilidades que podem estar alterando

o padrão desta água (BRASIL, 2011). Assim, acrescenta que o padrão de potabilidade é inerente ao conjunto de valores permitidos como parâmetros de qualidade da água para consumo humano, que envolve o padrão microbiológico, padrão de turbidez e padrão organoléptico (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4: Padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tipo de água	Parâmetro	VMP (1)
Água para consumo humano	<i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL
Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)	Ausência em 100 mL
No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL
Água tratada	Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.
		Sistemas ou alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

1. Valor máximo permitido.
2. Indicador de contaminação fecal.
3. Indicador de eficiência de tratamento.
4. Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede)

Tabela 5: Padrão de turbidez da água para consumo humano.

Tratamento d`água	VPM
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT (2) em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 (3) uT (2) em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 (3) uT em 95% das amostras

1. Valor máximo permitido.
2. Unidade de Turbidez
3. Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art.30

Tabela 6: Padrão organoléptico da água para consumo humano.

Parâmetros	Unidade	VPM (1)
Cor Aparente (2)	Uh	15
Gosto e odor (3)	Intensidade	6
Turbidez (4)	uT	5

1. Valor máximo permitido.

2. Unidade Hazen (mgPT-Co/L).

3. Intensidade máxima de percepção para qualquer característica e gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.

4. Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede)

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 *Escherichia 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).

Para a escolha de um microrganismo como indicador de contaminação de fezes, é necessário analisar vários critérios, como a presença em grandes quantidades nas fezes de animais de sangue quente, como por exemplo, os seres humanos, ser facilmente detectável e serem quantificados por técnicas simples, indicando a contaminação por fezes, provavelmente oriundas de seres humanos ou de resíduos produzidos pelo homem que carreguem tal material e estejam entrando de alguma forma em comunicação com a água utilizada para consumo (TORTORA et al., 2012).

A escolha do grupo *E.coli* como grupo indicador de contaminação de água ocorreu devido ao fato de serem encontradas nas fezes de animais quentes, a facilidade de detecção e quantificação por técnicas simples e economicamente viáveis, sua concentração na água esta

diretamente relacionada com o grau de contaminação, tem maior tempo de sobrevivência que as bactérias patogênicas intestinais, não se multiplicam em ambiente aquático ou multiplicam menos que bactérias entéricas, tem maior resistência a agentes tensoativos e agentes desinfetantes do que bactérias patogênicas (BRASIL, 2013).

De todas as formas de contaminação de água, a mais perigosa ocorre quando fezes penetram no abastecimento de água, devido ao índice elevado de doenças que são disseminadas pela rota fecal-oral, em que as fezes de animais e humanos dissipam os patógenos contaminando a água que será ingerida. Podemos tomar como exemplo a febre tifoide e a cólera que se alojam somente nas fezes humanas (TORTORA et al., 2012).

Para que a água apresente uma conformidade para uma boa qualidade microbiológica de potabilidade, é obrigatório que a ausência de coliformes totais em 100 mL de amostras na saída do tratamento, porem o anexo I (Tabela 3) da Portaria MS nº 2.914/2011, admite a presença de coliformes totais em apenas 1 amostra mensal de água para sistemas que abastecem até 20.000 habitantes e 5% das amostras mensais em sistemas que abastecem um numero superior de 20.000 habitantes, salientando que em ambos os casos a presença de *Escherichia coli* não é permitida em águas de consumo humano (BRASIL, 2013).

Ao se realizar a análise da água, deve-se conhecer a densidade de bactérias, pois um aumento considerável da população bacteriana pode comprometer a detecção de organismos coliformes, mesmo que não sejam patogênicos podem representar risco a saúde, vindo a comprometer a qualidade da água, podendo provocar odores e sabores desagradáveis.

2.5 Diversidade de coliformes totais e fecais de influência à contaminação aquática

Os coliformes são denominados bactérias Gram-Negativas, aeróbicas ou anaeróbicas facultativos, não formadores de endósporos que fermentam a lactose, fermentando a lactose em 48 horas após a inoculação em caldo lactosado à 35°C. Estas se adaptam às temperaturas ambientais em ambientes de acumulação de águas, onde, também, desempenham as suas funções fisiológicas, tais como, a reprodução e crescimento normais (TORTORA et al., 2012).

Os coliformes totais, do grupo de bactérias coliformes, são bacilos Gram-Negativos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de se desenvolverem em meio com sais biliares ou com agentes tensoativos que fermentam a

lactose, produzindo ácidos, gases e aldeídos a 35°C, com variação de 0,5°C e tempo de 24-48 horas, podendo apresentar atividade enzimática β -galactosidase (BRASIL, 2013).

De acordo com Brasil (2013, p.11), a maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos grupos *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiellae* *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao mesmo grupo. O grupo dos coliformes termotolerantes, é um subgrupo das bactérias coliformes que fermentam a lactose a 44,5°C, com variação de 0,2°C em período de 24 horas, sendo seu principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal, e a sua presença indica no meio determina, o que se denomina “coliforme fecal” (BRASIL, 2013).

As bactérias têm diferentes formas de causar uma doença, vamos tomar como exemplo as bactérias *E. coli* enterotóxica e *Vibrio cholerae* que habitam a mucosa intestinal, causando diarreia aguda, sem invasão aparente do epitélio intestinal, porém apresentam produção de enterotoxinas que levam o organismo a secreção de fluidos. Outro exemplo, trata-se da *Shigella* que penetra o epitélio intestinal resultando em distúrbio inflamatório (MORAES; CASTRO, 2014).

Os períodos de incubação para infecções provocadas por bactérias, por exemplo, a salmonelose e a shigelose, normalmente são longos, quando comparados com outras intoxicações bacterianas, ocorrendo em 12 horas e alcançar até 2 semanas. As infecções bacterianas são comumente manifestadas por febre, diarreia, vômito, desidratação, entre outros, que indicam a resposta do hospedeiro para com a infecção (TORTORA; et al., 2012).

2.5.1 *Escherichia coli*

O gênero *Escherichia* é composto por cinco espécies, entre as quais a *Escherichia coli* é a mais comum e clinicamente a mais importante, estando associada à diversas doenças, incluindo sepse, meningites, gastroenterite e infecções urinárias. Estas bactérias do grupo coliforme são fermentadores da lactose e do manitol, produzindo ácidos e gases a 44,5°C com variação de 0,2°C em 24 horas (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2006).

Escherichia coli produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos

patôgenicos. É um dos micro-organismos mais proliféricos no trato intestinal humano, onde em algumas linhagens são patogênicas (TORTORA; et al., 2012; BRASIL, 2013).

As *E. coli* possuem duas características gerais, sendo uma a adesina, onde é capaz de permanecer no trato urinário ou gastrointestinal, evitando a eliminação pela descarga da micção ou motabilidade intestinal. A *E. coli* possui diversas adesinas altamente especializadas, que permitem a interação de diversas formas com o trato intestinal de quem vem a ingeri-las (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2006).

A outra característica das *E. coli* é o fato de produzirem exotoxinas, sendo a mesma portadora de um amplo espectro destas toxinas, que incluem a toxina Shiga, toxinas termoestáveis e toxinas termolábeis, além de hemolisinas que são um importante patógeno da doença *E. coli*uropatogênica (MURRAY et al., 2006).

As linhagens patogênicas possuem fimbrias especializadas, permitindo que as mesmas se liguem em células específicas do trato intestinal, sendo responsáveis pela produção de toxinas que causam distúrbios gastrointestinais denominados gastroenterites por *E. coli*. De acordo com a patogenia pode ocorrer sintomas semelhantes ou mesmo uma variação de agravamento da doença ou dos problemas que serão acarretados por estas bactérias ((MURRAY et al., 2006).

A *E. coli* causam enterites, sobretudo em indivíduos de faixa etária baixa, devido a provocar epidemias em berçários, sendo grande parte das infecções de forma endógena, vindo a ocorrer a partir do contato com o intestino, onde acontecem como forma normal. Sua concentração para causar uma infecção é de 10^8 UFC/ml (Unidade Formadora de Colônias). Este grupo é afetado devido a sua baixa tendência a imunidade, pois neste período ainda estão sendo desenvolvidos os anticorpos (SANTOS FILHO, 2006).

A *E. coli* que causa gastroenterite são divididas em cinco patótipos, sendo *E. coli*enteropatogênicas (EPEC), *E. coli*enterotoxigênica (ETEC), *E. coli*enteroemorrágica (EHEC), *E. coli*enteroinvasiva (EIEC) e *E. coli*enteroagregativa (EAEC). Cada um tem características que irão auxiliá-los na comunicação com o intestino e sua fixação de forma a permitir sua sobrevivência em tal ambiente (MURRAY et al., 2006)..

Dentre as várias linhagens patogênicas distintas, a linhagem enterotoxigenicas não é considerada invasiva, porém forma enterotoxina produzindo uma diarreia semelhante à cólera. Existem registros desses microorganismos na maior parte em países desenvolvidos, com cerca de

650 milhões de caos por anos. São capazes de produzir duas classes de enterotoxinas, sendo estas termoláveis e termoestáveis. (TORTORA; et al., 2005; MURRAY et al., 2006).

A *E. coli* enteropatogênica, foi a primeira do gênero a ser associado a diarreia, sendo mais voltadas as crianças pequenas, provavelmente devido ao sistema imunológico que tem maior fragilidade. Sua característica é o fato de aderir a células epiteliais do intestino delgado e com pouco tempo ocorrer a destruição das microvilosidades (MURRAY et al., 2006).

Outra linhagem denominada enteroinvasiva, invade a parede intestinal, ocasionando inflamações, febre e algumas vezes uma disenteria semelhante à *Shigella*, Essas duas linhagens são uma das causas da diarreia do viajante e nos países desenvolvidos, uma parte das diarreias de lactantes. Alguns indivíduos tem uma progressão da doença, vindo a consistir em febre, cólica abdominais, sangue e leucócitos nas fezes, sendo possível ainda (MURRAY et al., 2006; TORTORA et al., 2012)

A linhagem enterohemorrágica, é uma linhagem de *E. coli* que é melhor conhecida por surtos que ocorrem, onde por exemplo, deixaram mais de 60 mil pessoas doentes, com mais de 50 mortes nos EUA. Já se sabe que existe uma estrita relação entre a *E. coli* e a *Shigella*, acreditando-se atualmente que a linhagem enterohemorrágica, veio a adquirir os genes para a toxina Shiga a pouco tempo da *Shigella* (TORTORA et al., 2012)

A toxina shiga normalmente ocasiona diarreias autolimitadas, porém em 6% das pessoas, esta infecção ocasiona a inflamação no cólon com sangramento profuso, chamado de colite hemorrágica. A *E. coli* diferente da *Shigella* libera a toxina na cavidade intestinal sem necessitar invadir a parede intestinal não havendo uma ligação direta da bactéria com a corrente sanguínea do hospedeiro (TORTORA et al., 2012).

Outra complicação que pode ocorrer é a síndrome hemolítico-urêmica, que ocasiona sangramento na urina levando muitas vezes a insuficiência renal, sendo proveniente da ação da toxina. A taxa em crianças que chegam a este estágio esta entre 5 a 10%, vindo a ter uma taxa de mortalidade de 5% entre os sobreviventes, alguns indivíduos passam a necessitar de diálise renal ou transplantes (TORTORA et al., 2012).

2.5.2 *Salmonella*

As bactérias desse gênero foram assim denominadas em homenagem ao seu descobridor Daniel Salmon. São bastonetes gram-negativos, anaeróbicos e não formadores de esporos. Normalmente encontrado no trato intestinal dos seres humanos e outros animais. São organismos patogênicos em diversos graus, vindo a ocasionar salmonelose ou gastroenterite por salmonella (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

A *Salmonella* é um dos gêneros da família *Enterobacteriaceae*, é causadora de febre tifoide e paratifoide (tabela 2), apresentando ainda uma grande variedade de febres entéricas e lesões na parte externa do aparelho digestivo, sendo um de seus principais fatores a capacidade de invasão que possui (SANTOS FILHO, 2006).

O período de incubação para esta doença varia de 12 a 36 horas após a ingestão da bactéria, vindo a invadir mucosa intestinal e se multiplicando, ocorrendo em alguns casos a atravessar esta mucosa e penetrar no sistema linfático e cardíaco e assim se espalhar por outros órgãos, viajando pela corrente sanguínea, onde a capacidade de infecção irá variar de acordo com a quantidade de bactérias existentes na corrente sanguínea (TORTORA et al., 2012).

Seus sintomas envolvem febre, náuseas, dores abdominais, cólicas e diarreias. A gravidade e o período de incubação podem variar de acordo com o número de *Salmonella* ingerido. Ocorrem cerca de 40 a 50 mil casos por ano de salmonelose, porém estima-se que este número possa chegar a quatro milhões de casos, com cerca de 500 a 2 mil óbitos ao ano devido a alguns casos não serem estudados ou mesmo nem chegarem a ser identificados a tempo (TORTORA et al., 2012).

Podem ser encontradas em quase todos os animais, estando algumas espécies uma maior adaptação ao homem, não causando doença em animais, como por exemplo, a *S. typhi* e a *S. paratyphi* (tabela 2). Outras espécies como a *S. choleraesuis*, são próprias de animais e quando infectam o homem causam severas doenças. Para vir a ocasionar uma infecção, esta bactéria apresenta uma concentração de 10^5 UFC/ml (SANTOS FILHO, 2006).

A *Salmonella* mais virulenta é a *S. typhi*, vindo a ocasionar a infecção bacteriana denominada febre tifóide. Este organismo é encontrado apenas em fezes humanas. Esta doença é perigosa entre outras coisas, pois ao invés de ser destruída pelas células fagocíticas, o que vem a ocorrer normalmente com a entrada de organismos invasores do corpo, ela passa a se multiplicar

nesta células e se dissemina por diversos órgãos e pela corrente sanguínea (TORTORA et al., 2012).

O período de incubação desta doença é de 2 a 3 semanas. O paciente que apresenta a doença passa a sentir febre de 40°C e cefaleia contínua e diarreia a partir da segunda ou terceira semana, onde a febre tende a decair. Em casos graves o paciente pode vir a falecer, pode ocorrer ulcerações e perfurações da parede intestinal, que tornam tal região mais frágeis a infecção e outros problemas até a sua recuperação (TORTORA et al., 2012).

2.5.3 *Shigella*

O gênero *Shigella* pertence a família *Enterobacteriaceae*, apresentando menor ocorrência, e quando se apresenta, causa a chamada disenteria bacilar (tabela 2), ocasionando ainda uma agressão à mucosa intestinal, o que causa uma inflamação e a eliminação de leucócitos, havendo ainda a produção de citotóxicas, que vem a prejudicar o organismo instabilizado devido a bactéria (SANTOS FILHO, 2006).

O gênero *Shigella* foi assim chamado no intuito de homenagear ao microbiologista japonês Kiyoshi Shiga. A *Shigella* contem 4 espécies patogênicas sendo estas *S. sonnei*, *S. dysenteriae*, *S. flexnerie* *S. boydii*, sendo estas residentes do trato intestinal de seres humanos, chimpanzé e macacos, vindo a ter uma relação íntima com as *E.coli* patogênicas, devido as semelhanças durante a infecção (TORTORA et al., 2012).

As bactérias deste grupo vivem no trato intestinal, não sendo muito afetadas pela acidez do estomago devido a mecanismos adquiridos para protegê-las disto, vindo a proliferar até números imensos no intestino delgado, porem seu sitio principal se localiza no intestino grosso, onde realizam sua fixação, sendo raro encontrar esta bactéria na corrente sanguínea (TORTORA et al., 2012).

São grupos de bastonetes gram-negativos anaeróbicos considerados os patógenos mais efetivo entre as enterobactérias, sendo a ingestão de somente 100-200 organismos, o necessário para estabelecer uma doença, o que apresenta um maior numero de infecções em comunidades em que as condições sanitárias e a higiene pessoal são baixos. Um exemplo é a shigelose, também denominada como disenteria bacilar, que ocasiona uma grave diarreia, ou ainda em alguns casos quando esta inflamação é considerada leve a chamada diarreia dos viajantes. Estas

doenças são exclusivamente de humanos, vindo a ser transmitida por via oral-fecal, inicialmente pela contaminação das mãos e em alguns casos por meio de água e alimentos (SANTOS FILHO, 2006; TORTORA et al., 2012).

Por outro lado à infecção ocasionada pela *S. dysenteriae* normalmente leva a disenteria grave e prostração, devido à toxina “shiga” considerada virulenta. Os principais sintomas envolvem disenteria, várias evacuações ao dia, cólicas abdominais e febre, levando ao organismo do portador, ficar deficiente de substâncias importantes durante a alimentação e com um déficit de água devido a alta dispersão durante a infecção (TORTORA et al., 2012).

2.5.4 *Yersinia*

A *Yersinia enterocolitica* juntamente com a *Y. pseudotuberculosis*, são patógenos que estão sendo identificados com maior frequência recentemente. São bactérias gram-negativas, que habitam o intestino de muitos animais domésticos, apresentando a capacidade de crescer em temperaturas baixas de aproximadamente 4°C, desta forma estando próxima de ambientes onde os seres humanos realizam atividades cotidianas ou mesmo em ambientes onde é retirado recursos de consumo humano (TORTORA et al., 2012).

Este gênero tem sido responsável por reações graves, quando contamina sangue de transfusão, devido a sua capacidade de crescer em baixas temperaturas, começa a aumentar seu número nas bolsas de sangue, até o ponto que suas endotoxinas ocasionem em um choque para o receptor de sangue, ocasionando grande perda para os bancos de sangue que constantemente estão com necessidade de doações (TORTORA et al., 2012).

Podem ocasionar a gastroenterite por *Yersinia*, ou iersiniose, cujo os sintomas são diarreia, febre, cefaléia e dores abdominais, sendo as dores tão fortes que podem ser confundidas com apendicite. Desta maneira a doença só vem a ser confirmada com exames apropriados, como exame de fezes, para a confirmação da doença, já que sua patologia se assemelha a outras doenças (TORTORA et al., 2012).

2.5.5 *Campylobacter*

Esse grupo é formado por bactérias gram-negativas, microaerófilas, em forma de espiral que se adaptam bem ao ambiente intestinal de hospedeiros animais, principalmente aves. Cerca de 2 milhões de casos de gastroenterite por *Campylobacter* são registrados a cada ano no EUA, normalmente ocasionados pela *C. jejuni*, que causa febre, dor abdominal em cólica e diarreia ou disenteria, de acordo com o decorrer do período em que a bactéria habita o organismo do hospedeiro (TORTORA et al., 2012).

Devido a esta doença, pode ocorrer o aparecimento de lesões histológicas nas superfícies mucosas do jejuno, íleo e cólon, ocasionando ulcerações edematosas e sanguinolentas. Outra complicação no paciente desta doença é o ocasionamento de artrite infecciosa reativa, que ocorre de forma tardia nos pacientes, levando os mesmos a um edema articular doloroso que pode durar até um ano (MURRAY et al., 2006).

A complicação desta doença esta no fato de a mesma ter ligação com a síndrome de Guillian-Barré, que é uma doença neurológica que ocasiona paralisia temporária. O caso desta doença vir a ocorrer desta forma ocorre em 1 a cada mil casos de *Campylobacter*. A partir desta ligação torna-se perigoso, pois tal síndrome causa ao portador grandes problemas que o prejudicam radicalmente (TORTORA et al., 2012).

2.5.6 *Vibrio*

A *Vibrio cholerae* apresenta na forma de bastonete gram-negativo levemente curvo, apresentando um único flagelo polar, seus bacilos se desenvolvem no intestino delgado, produzindo a exotoxina colérica, o que faz as células do hospedeiro secretarem cloretos, bicarbonatos e água e dessa forma ocasionando a perda de nutrientes e desidratação no hospedeiro, que são importantes para o organismo do mesmo, é o causador da doença denominada cólera (TORTORA et al., 2012).

Esta doença é endêmica da Ásia, sendo particularmente na Índia com surtos ocasionais nos países do ocidente. São associadas a águas salobras e água potável contaminada, havendo a sobrevivência do organismo por tempo indeterminado, mesmo sem a presença de novas

contaminações fecais, o que faz com que devido a tal resistência, haja uma preocupação com a água onde esta bactéria é encontrada ((TORTORA et al., 2012).

Devido ao excesso de eletrólitos e água excretados, a aparência das fezes é denominada água de arroz, devido também as massas de muco intestinal, células epiteliais e bactérias. Devido a perda de água, o hospedeiro pode vir a sofrer choques, colapsos ou ainda vir a morte, o volume pode atingir em média 20 litros de líquido perdido por dia. Devido a esta perda de líquido, o sangue se torna tão espesso que os órgãos passam a não funcionar corretamente. Podem ocorrer vômitos violentos, porém não há invasão dos micróbios (TORTORA et al., 2012).

Outros tipos de *V.cholerae*, aproximadamente 200 que já foram descobertos, ocasionam uma gastroenterite mais branda que a cólera, contudo, há uma maior possibilidade de invasão da mucosa intestinal, ocasionando sangue nas fezes e febre. Aproximadamente 11 espécies de *Vibrio* podem ocasionar doenças nos seres humanos, sendo normalmente transmitidas pela via oral-fecal, a partir de alimentos e água (TORTORA et al., 2012).

2.6 Aspectos físico-químicos como indicadores de qualidade d'água de consumo humano.

2.6.1 pH (potencial Hidrogeniônico)

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio (H) em uma solução, este fator é de fundamental importância, principalmente em tratamento de água, sendo medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e controle de desinfecção. Seu valor varia de 0 a 14, sendo que abaixo de 7 é considerado um pH ácido, acima de 7 é um pH básico ou alcalino e um valor igual a 7 é considerado um pH neutro (BRASIL, 2013).

Segundo o art. 39 da Portaria nº 2.914/2011, recomenda-se que a água de reservatórios distribuição para o consumo humano, deve apresentar pH na faixa de 6,0 a 9,5. Essa faixa de aceitabilidade é devida a análises dos padrões que vem a não ocasionar danos ao organismo dos seres humanos e animais, como também não prejudiquem os sistemas que servem para o abastecimento das populações (BRASIL, 2011).

De acordo com Buzelli e Cunha-santino (2013), O pH é diretamente influenciado pelas taxas de fotossíntese do ecossistema, pois quando esta se eleva, favorecida pelo enriquecimento da água por nitrogênio e fósforo, o pH da água tende a aumentar, ou seja, tornar-se mais alcalino em decorrência da diminuição das concentrações de gás carbônico na água. Desta forma podendo haver organismos que liberam tais substâncias neste ambiente, que modificam a água.

2.6.2 Cor

A cor que a água apresentada é originada da matéria orgânica, como por exemplo substâncias húmicas, metais e resíduos industriais fortemente coloridos. Sua existência é indesejada em sistemas públicos, sendo sua medida considerada de grande importância, pois a cor elevada provoca a rejeição por parte de quem consome a água, levando a buscar novas fontes de água que nem sempre são seguras. Seu Valor Máximo Permitido (VPM) segundo a Portaria nº 2914/2011 é de 15 uH (Unidade Hazen (mgPt=Co/L)), como padrão organoléptico para consumo humano (BRASIL, 2013).

As modificações ocorrentes na cor da água, ocorrem devido a origem de sólidos dissolvidos, decomposição de matéria orgânica, liberando compostos complexos como o ácido húmico e fúlvico em grande parte dos casos, como em outros casos ferro e manganês. As metodologias comumente utilizadas são de Hazen, Ohle e escala Forel-Ule (PEREIRA, 2004).

2.6.3 Turbidez

A turbidez da água se dá devido a presença de materiais sólidos em suspensão, que vem a reduzir a transparência da água, podendo ainda algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias como metais, podem ocasionar a turbidez, daí a necessidade de realização da análise de tal parâmetro. Esta análise é realizada constantemente devido a variação das águas conforme o tempo e ambiente (BRASIL, 2013).

Sua grande importância se deve, pois dependendo da natureza, uma turbidez elevada, pode formar flocos pesados que decantam mais rápido do que água de baixa turbidez, podendo dificultar a desinfecção, sendo um indicador sanitário e padrão organoléptico da água do

consumo humano. O padrão de turbidez é de 0,5uT (Unidade de Turbidez) para filtração rápida e de 1,0 uT para filtração lenta (BRASIL, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área e manancial do estudo

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 entreas 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.

3.2 Obtenção, processamento de amostras e análise bacteriológica

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 15,198milhões/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 15,704milhões/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 (50cm do espelho da água) e a amostra N3 em profundidade de 1m, nas seguintes datas: 06/09/2016, em que o volume do açude assinalava 16,601milhões/m³; em 14/09/2016, com o volume de 16,250; e, 27/09/2016 com volume de 15,704milhões/m³. Em cada coleta obtinha-se o volume em 03 amostras coletas em pontos diferentes do açude, dando preferencia a locais proximos a saída de agua para a estação de tratamento, cada coleta era realizada em frascos de 1.000mL, 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 Wastewater, 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 20mg do substrato para 100mL de água do açude, visando obter o padrão de coloração positivo ou negativo, dependente da coloração fluorescente após 24h e 48h 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 BiochemicalOxygenDemand (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 0,2673g de reagente cromogênico (Colillert), equivalente a 10% do peso original do conteúdo da cápsula (2,673g), 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 24h (fotoperíodo 12/12) e mais 24h (fotoperíodo 12/12) sob a UR \pm 70%, verificando-se *in locu* cada ciclo, as possíveis evidências do estudo.

Tabela7: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 termotolerantes e cor alaranjada 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.

3.3 pH (potencial Hidrogeniônico)

O pH foi aferido *in locu* durante a coleta e em laboratório, utilizando-se um medidor de pH de campo o pHmetroBoken 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 realizou-se os teste 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.

3.4 Cor

Para a análise de cor, baseou-se nas recomendações previstas na Portaria N^o. 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.

3.5 Turbidez

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 feita 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.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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, mediantemente profundo e profundo (Fig. 4, 5 e 6)



Figura 4: Ponto de coleta do espelho da água.



Figura 5: Ponto de coleta da água medianamente profundo.



Figura 6: Ponto de coleta da água em profundidade.

4.1 Coliformes presentes nas amostras de água

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 8, 9 e 10).

Tabela 8: 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 8: Valores da 1ª coleta para coliformes**Tabela 9:** Pontos de coleta da água (2ª. Coleta).

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

Tabela 10: Pontos de coleta da água (3ª. Coleta).

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

A tabela 8 apresenta o número de amostras positivas quanto à presença de coliformes totais. Sendo que, em cada a mostra que detectou-se 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 efecais, 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 pela 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 (ALVES, 2002 apud RATTI, 2011).

4.2 Ph(potencial hidrogeniônico) aferidos nas amostras de água.

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 (Tabela 11). Desta forma houve uma diferenciação dos valores de pH, sendo esta ainda aproximados no valor de 8,5 .

Tabela 11. Índices médios de pH aferidos na 1^a. 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.(Tabela 12)

Tabela12. Índices médios de pH aferidos na 2^a. 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 (Tabela 13).

Tabela13. Índices médios de pH aferidos na 3^a. 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 11, 12 e 13, 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.

4.3 Cor

A partir de avaliações realizadas nas águas do Açude de Engenheiro Ávidos, de acordo com o resultado apresentado na Tabela 14, 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 nº 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.

Tabela14. Revelação de intensidade de Cor aferidos nas 03 (três) coletas.

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

4.4 Turbidez

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.

5 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 órgão de fiscalização e a sociedade de forma integrada.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. A de; FERNANDES, A. O.; ALMEIDA, J. C. de. 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.

ALMEIDA, J. C. de; SANTOS, J. E.dos. **Estudos e Ações Ambientais no Semiárido**. Campina Grande: Edufcg, p. 115-137, 2011.

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. .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. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. . Boletim de Acompanhamento dos Reservatórios do Nordeste do Brasil.09. ed. Ana, Brasília, 2016.

BRASIL. Fundação Nacional de Saude. Ministério da Saude. **Manual prático de água**. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. .**Água:Um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.

BRASIL. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. **Portaria Nº 2914**. Brasília,

BUZELLI, Giovanna Moreti; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessida. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Ambiente e Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, n. 1, p.186-205, 04 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/930>>. Acesso em: 13 out. 2016.

CAVALCANTI, N.B.; BRITO, L. T. L.; RESENDE, G.M. 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.

CAPO, S. S. A; BRENON, I. C. FERRY P.; L. Morphology, hydrography and sediment dynamics in a mangrove estuary: The Konkoure Estuary, Guinea. **Marine Geology** 230, 199-215. 2006.

CEBALLOS, B. S. O. *et al.* **Trabalho e uso de águas residuárias**. Campina Grande; Ed. UFPB, 1999, p.83

COSTA, O. P., S; GOMES FILHO, Manoel Francisco; COSTA, Sinthya Pinheiro. Um retrato do Açude Grande de Cajazeiras -PB. In: FEITOSA, Antonia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar;

CRUZ, P. H.; COIMBRA, R. M.; FREITAS, M.A.V. Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no nordeste. In: **O Estado das águas no Brasil**, Ed. Brasília, DF: ANEEL/SIH/MMH/SRH/ MME,1999,334p.

DISTRITO DE ENGENHEIRO ÁVIDOS: o açude e os cabarés (II). Cajazeiras, 08 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.diariodosertao.com.br/coluna/distrito-de-engenheiro-avidos-o-acude-e-os-cabares-ii>>. Acesso em: 29 set. 2016.

DNOCS. **Açude Piranhas**. Cajazeiras, 1976. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem da Paraiba/piranhas.htm](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem_da_Paraiba/piranhas.htm)>. Acesso em: 28 set. 2016.

ERVIM, àlenzi; FEVERO, Luiza Otilia Bortotti; LUCHESE, Eduardo Bernardi. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. 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.

FREITAS, Maria Isabel Alves de; ÁBILIO, Francisco José Pegado. **Sub-Bacia do Alto Piranhas, Sertão paraibano: Percepção ambiental e perspectivas na gestão dos recursos hídricos**. 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/4526/1/Arquivototal.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

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

GOMES, A S. **Origem dos oceanos**. Disponível em: <www.uff.br/ecosed/Origens.pdf >. Acesso em: 27 set. 2016.

GOMES, It Harlan Reinaldo Alves et al. **Diagnóstico da Área de Preservação Permanente (APP) do Açude Grande no Município de Cajazeiras – PB**. Vitória da Conquista: Ussb, 2013.

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**. 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.

LIMA, J. T. H.; SOUZA JUNIOR, J.; BERNADINO B. de; SILVA, MOREIRA, W. C. **Água nossa de cada dia: Técnicas e práticas numa abordagem sustentável**. 2010.

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: Edufcg, 2011. p. 181-197.

MORAES, A. C.; CASTRO, F. M.M.. Diarreia Aguda. **Jornal Brasileiro de Medicina**. Rio de Janeiro, p. 21-28. mar. 2014. Disponível em: <<http://www.epuc.com.br/JBM/Mar-Abr-2014/index.html#/3/zoomed>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

MURRAY, P.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A.. **Microbiologia Médica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ABNT – NBR 9251 – **Água - Determinação do pH - Método eletrométrico**. 3p. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fevereiro de 1986.

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.

Organização Mundial de Saúde. **Diretrizes para Qualidade da água potável**. 4. ed. A: A, 2011.

Organización Panamericana de la Salud, OPS/PAHO y el Ministerio de Desarrollo Económico, Guías Básicas de Tecnologías Apropriadadas en Agua Potable y Saneamiento Básico, 2 Edición, 78 pp, 2000.

PARAIBA. Agência Executiva de Gestão das águas. Agência Nacional de Águas, 2016. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaGraficos&codAcude=874&mes=3&ano=2016>>. Acesso em: 06 set. 2016.

PARAIBA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Acude Piranhas: Barragem Engenheiro Ávidos**. Disponível em:

<[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem da Paraiba/piranhas.htm](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem_da_Paraiba/piranhas.htm)>. Acesso em: 06 maio 2016.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hidricos. Revista Eletrônica de Recursos Hidricos. IPH-UFRGS, v. 1. n. 1. p. 20-36. 2004.

PETRÓLEO, Núcleo de Sustentabilidade Tn. **Água: O combustível da vida**. TnSustentavel, 2008. Disponível em: <http://www.tnsustentavel.com.br/relatorio_agua.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.

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.

QUADRADO, A., VERGARA, R. **Vai faltar água?** Super Interessante, 189, p.44-46, 2003.

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**. Disponível em: Acesso em: 28 de set. 2016.

RELATÓRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ÁGUA NO MUNDO. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). Disponível em <http://www.unesco.org.br>. Acesso em 16 de agosto de 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 FILHO, L. **Manual de microbiologia clinica**. 4. ed. João Pessoa: Universitária/ufpb, 2006. SANTOS FILHO, Lauro. **Manual de microbiologia clinica**. 4. ed. João Pessoa: Universitária/ufpb, 2006.

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.

TEIXEIRA, Fernando. **Origem da vida.** Disponível em: <http://www.biovestiba.net/data/documents/Origem_da_Vida.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.

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: Arned, 10. ed 2012.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Cenários da Gestão da Água no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da Água.** 2002. Disponível em <http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html> . Acesso em: 05 set. 2016..

YAMAGUCHI, M. U., et al. "Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR." *Revista: O mundo da saúde, São Paulo* n°37. v.3 p.312-320. 2013.