



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

EWERTON BRÁULLIO NASCIMENTO BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA
CIDADE DE LAGOA SECA-PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2015

EWERTON BRÁULLIO NASCIMENTO BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA
CIDADE DE LAGOA SECA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em Química Industrial.

Orientadora: Prof^a Dr^a Verônica Evangelista de Lima

CAMPINA GRANDE – PB

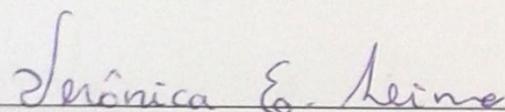
2015

EWERTON BRÁULLIO NASCIMENTO BEZERRA

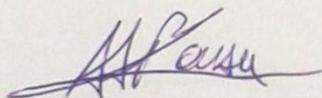
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA
CIDADE DE LAGOA SECA-PB**

Monografia apresentada ao Departamento de
Química da Universidade Estadual da Paraíba
como requisito parcial para obtenção do título
de Graduação em Química Industrial.

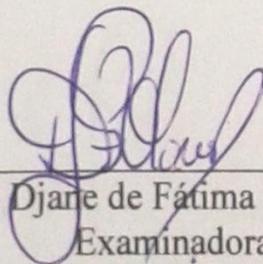
Aprovado em 17/06/2015



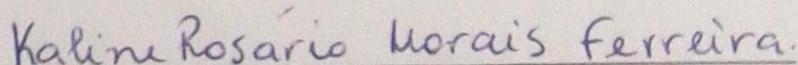
Prof. Dra. Veronica Evangelista de Lima / UEPB
Orientadora



Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa / UEPB
Examinador



Prof. Dra. Djane de Fátima Oliveira / UEPB
Examinadora



Prof. Dra. Kaline Rosário Morais Ferreira / UEPB
Examinadora

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B574a Bezerra, Ewerton Bráullio Nascimento.

Avaliação da qualidade da água para consumo humano na cidade de Lagoa Seca - PB. [manuscrito] / Ewerton Braullio Nascimento Bezerra. - 2015.

35 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima, Departamento de Química".

1. Qualidade da água. 2. Consumo da água. 3. Comunidade rural. I. Título.

21. ed. CDD 631.7

Á Deus como todas as vezes que contei, a
minha verdadeira e fiel família, minha
namorada e amigos que estiveram presente
nesta grande caminhada de sucesso e vitória,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as vitórias concedidas em minha vida. Minha gratidão e adoração serão eternas.

À minha mãe Jô, com suas frases de carinho e determinada persistência em me motivar para os estudos.

À minhas irmãs Nataly Aparecida, Rafaela Aline e Gabriella Amanda e meus irmãos Edinaldo Bruno e Eduardo Breno pelo exemplo e conselhos dados e nunca deixar de acreditar que pode dar certo.

À minha namorada Ana Zélia, a quem devo muito pôr me ensinar a ter calma e enxergar com mais simplicidade o que aos meus olhos pareciam ser muito complexo.

À minha orientadora, Dr^a Verônica Evangelista de Lima, que tanto me exigiu e ensinou-me com sabedoria e soube me valorizar nas horas certas.

À Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, entre professores, alunos, funcionários e técnico-administrativos.

Aos que compuseram a banca examinadora: Dr. Antônio Augusto, Dr^a Kaline Moraes e Dr^a Djane de Fátima, que aceitaram participar como examinadores desse trabalho.

A todos os funcionários do almoxarifado e do Laboratório de Pesquisa em Alimentos (LAPEA) que sempre se disponibilizaram a me ajudar nas situações em que necessitei de seus trabalhos e me ajudaram de uma forma ou de outra em pesquisas e troca de conhecimento.

Aos colegas de classe, Kleilton Oliveira, Thalles Gutemberg, Gleyton Leonel, Juliana Paula e Jéssica Ferreira, os quais tornaram mais animados e descontraídos meus dias de aula, isso para mim foi uma honra tê-los durante todo o curso. Agradeço também á Karol e Carla por me apoiarem nas atividades desenvolvidas para elaboração deste trabalho.

Meus cumprimentos a todos!

“Mantenha a fidelidade e a sinceridade como os primeiros princípios”
(CONFÚCIO, 2003, p. 8).

RESUMO

As questões ambientais sempre foram assuntos bastante discutidos devido às riquezas que a natureza oferece aos animais e aos seres humanos. Atualmente, este assunto ganha ênfase não apenas por sua riqueza, mas pelos impactos que o meio natural vem sofrendo decorrente da ação humana. Os ambientes aquáticos, por sua vez, são os locais mais afetados e que refletem diretamente na vida da população principalmente por sua contaminação e escassez em locais extremamente secos. Diante desse contexto, este trabalho buscou desenvolver uma ação referente à qualidade da água consumida em uma escola rural e por toda a comunidade local, pertencente à cidade de Lagoa Seca – PB. O desenvolvimento do trabalho em visitas à comunidade, tendo como ponto principal uma escola. Essas visitas têm como objetivo coletar águas a serem analisadas. Com os resultados referentes à qualidade dessas águas coletadas, a ação prosseguiu com uma nova visita à escola com objetivo de informar a situação das águas que a comunidade rural consome. De acordo com os resultados obtidos, que, das análises físico-químicas o único parâmetro fora dos padrões foi a cor. Já em relação aos parâmetros microbiológicos, foram detectados contaminantes do tipo Coliformes totais e E.Coli os quais não são permitidos pela portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde. Esses contaminantes microbiológicos mostraram-se presentes em todas as águas coletadas tanto da primeira, como da segunda visita à comunidade. Dessa forma, relacionando os resultados obtidos com a exigência da Portaria citada, prova-se que, a água consumida na zona rural da cidade de Lagoa Seca – PB faz com que a comunidade torne-se propícia à doenças de veiculação hídrica devido à contaminação microbiológica nas águas, mesmo após uma conscientização de tratamento oferecido, como foi identificada novamente a presença de coliformes totais.

Palavras Chaves: Questões Ambientais. Comunidade rural. Qualidade da água.

ABSTRACT

Environmental issues have always been quite discussed issues because the riches that nature provides to animals and humans. Currently, this issue gains emphasis not only for its wealth but by the impact that the natural environment has been suffering caused by human action. Aquatic environments, in turn, are the most affected areas and that directly reflect the life of the population mainly by contamination and scarcity in extremely dry locations. In this context, this study aimed to develop an action related to water quality consumed in a rural school and throughout the local community, belonging to the city of Lagoa Seca - PB. The development work on visits to the community, the main point a school. These visits are intended to collect water to be analyzed. With respect to the quality of these results collected waters, the action continued with a new visit to the school in order to inform the state of the waters that rural community consumes. According to the results, that the physical-chemical analysis the only parameter outside the box was the color. Regarding the microbiological parameters, contaminants were detected from total coliforms and E. coli type which are not allowed by decree No. 2914/11 of the Ministry of Health. These showed microbiological contaminants were present in all waters collected both the first, as the second visit to the community. Thus, relating the results obtained with the requirement of administrative rule, it is proved that the water consumed in the rural town of Lagoa Seca - PB makes the community become conducive to waterborne diseases due to microbiological contamination the waters even after a treatment offered awareness, as identified again the presence of total coliforms.

Key Words: Environmental Issues. Rural community. Water quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Aspectos Gerais da Água	14
2.2 Situação Hídrica no Brasil.....	14
2.3 Comunidades rurais diante da escassez de água	15
2.4 Importância da Qualidade da Água	16
2.5 Legislação	16
2.6 Parâmetros Físico-Químicos.....	17
2.6.1 Cloretos.....	17
2.6.2 Dureza.....	18
2.7 Parâmetros de Leitura Direta da Água	18
2.7.1 Cor	19
2.7.2 Turbidez.....	19
2.7.3 pH.....	19
2.7.4 Condutividade, Salinidade e Sólidos Totais Dissolvidos	20
2.7.5 Temperatura	20
2.8 Parâmetros Microbiológicos.....	21
2.8.1 Bactérias do grupo coliformes	21
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 Visita à escola rural	25
3.2 Coletas das amostras	25
3.3 Análises Físico-químicas	27
3.4 Análises Microbiológicas.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1 Avaliação Direta (Turbidez, Cor, pH).....	28
4.2 Determinação Dos Sólidos Totais Dissolvidos.....	29
4.3 Parecer Bacteriológico	30
4.4 Retorno a Comunidade	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33

REFERÊNCIAS	34
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A água é uma riqueza natural, fundamental para os ecossistemas da natureza, e importante para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas. Mas infelizmente, este recurso encontra-se cada vez mais limitado e exaurido pelas ações impactantes do homem nas bacias hidrográficas, degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas (PAZ et al, 2000).

A limitação dos recursos aquáticos no Brasil está se tornando uma situação alarmante, tendo em vista as condições difíceis que o país se encontra ano após ano, em particular a região Nordeste que é conhecida por ter períodos de estiagem prolongados. Nessa região brasileira, a população rural são os que mais sofrem com as estiagens, pois, muitos dependem das chuvas para realizar seus trabalhos como agricultura e pecuária. Vale ressaltar também que a zona rural são os menos favorecidos quando se trata em adquirir água em volume e qualidade favoráveis, e muitas vezes, não são informados sobre os cuidados básicos em manter a integridade do recurso.

Apesar disso, vale salientar que, o Brasil mesmo passando por um período delicado na situação hídrica, este ainda continua sendo o país que detém parte significativa dos recursos hídricos do planeta, o que lhe confere uma responsabilidade especial no que diz respeito à conservação e adequado manejo de tal patrimônio (GEO BRASIL, 2007).

A qualidade da água por sua vez, é um fator indispensável quando se trata de água para consumo. Há muito tempo, a qualidade da água associava-se apenas aos aspectos estéticos sensoriais, tais como cor, sabor e odor, porém, nos dias de hoje, essa questão é considerado assunto de grande interesse para a saúde pública, tendo em vista que esse fator está cada vez mais sensível aos impactos provenientes das atividades humanas, tornando a população vulnerável á doenças de veiculação hídrica.

Segundo, o Ministério da Saúde (2006), a administração da qualidade da água, visando uma abordagem preventiva de risco, auxilia na garantia da segurança da água para consumo humano. No entanto, o controle da qualidade microbiológica e química da água para consumo humano, por sua vez, necessita de planos de gestão que, quando implementados, forneçam a proteção do sistema e o controle do processo, garantindo-se que o número de patógenos e as concentrações das substâncias químicas não representem risco à saúde pública.

Sendo assim, para garantir uma água de boa qualidade é indispensável um sistema de controle dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, pois são esses fatores que comprovam a natureza da água quanto a sua integridade. Além disso, há valores máximos permitidos para cada parâmetro, estabelecidos por diversos órgãos, como é o caso do Ministério da Saúde que

através da Portaria N°2.914 de 12 de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Diante desse caso, este trabalho visa analisar a qualidade microbiológica e físico-química da água utilizada na zona rural da cidade de Lagoa Seca – PB. O estudo foi motivado pelo fato das escolas, creches e casas desta cidade não armazenarem e/ou manusearem corretamente a água que utilizam, sendo esta de natureza bruta ou tratada. Essa falta de conhecimento ou comprometimento da comunidade com a qualidade de suas águas para consumo pode resultar no não atendimento aos padrões de qualidade estipulados pela Portaria citada, gerando problemas de saúde à própria população consumidora.

Contudo, fica evidente a importância do desenvolvimento trabalhado, com o intuito de identificar e ensinar possíveis soluções práticas e simples para o melhoramento da qualidade da água utilizada em todo o processamento, sendo água destinada para consumo direto ou indireto.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a qualidade microbiológica e físico-química da água utilizada na zona rural da cidade de Lagoa Seca – PB, contribuindo para melhoria das condições de saúde e bem estar da população local.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar as condições gerais dos reservatórios de água que serve à população do município atendido em uma determinada localidade;
- Proceder à análise física, química e microbiológica da água utilizada para consumo humano;
- Propor soluções viáveis para melhorar a qualidade da água utilizada nas diversas tarefas domésticas e afins pela população residente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos Gerais da Água

A água é fonte de vida e é indispensável para os seres vivos de qualquer espécie humana, animal e vegetal. Sem água não se pode existir vida, e é através de sua existência que se pode estudar maneiras de se habitar uma região para o desenvolvimento da sociedade. Ela é essencial em todos os aspectos, desde o resfriamento do solo, causando o equilíbrio térmico adequado para os seres vivos, como em um simples ato de bebê-la para satisfazer a própria sede.

O fato é que, apesar da água ser indispensável para a sobrevivência humana, nem todos tem acesso viável a tal recurso. Isso é visto através dos dados estatísticos que mostram a distribuição hídrica mundial, onde, aproximadamente 97% da ser água existente na terra se encontram contida nos oceanos. Os 3% restantes são água doce. Destes, 77% encontram-se nos glaciares e icebergs, 22% constituem a água subterrânea. Os restantes 1% distribuem-se desta forma: 61% presente nos lagos, 39% na atmosfera e solos, e menos de 0,4% correspondem à água dos rios (NUNES, 2009). Sabe-se que, cerca de 10% da água mundial é destinada ao abastecimento público, onde quase 23% é utilizado para a indústria e 67% para a agricultura (GOMES, 2011).

2.2 Situação Hídrica no Brasil

De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo. Todavia, a disponibilidade desses recursos não é uniforme em todo o território (CONSUMO SUSTENTÁVEL, 2005). O maior problema de escassez ainda é no Nordeste, onde ocorre a falta de água por longos períodos de estiagem.

A Figura 1 representa o mapa hídrico do Brasil, com ênfase na região nordestina, que por sua vez apresenta o maior índice de má disponibilidade e situações críticas de qualidade e quantidade de água para a demanda existente.

Figura 1 - Caracterização da situação hídrica do Brasil, objetivando o estresse em diferentes regiões.



Fonte: JÚNIOR E ARNT, 2014.

O fornecimento público de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente no Brasil, conseqüentemente da humanidade, em função da escassez do recurso água e da deterioração da qualidade dos mananciais. Nesse sentido, é evidente o comprometimento da qualidade da água desde o manancial, através do lançamento de efluentes e resíduos, o que exige investimento nas estações de tratamento e alterações na dosagem de produtos para se garantir a qualidade da água na saída das estações (BRASIL, 2006).

2.3 Comunidades rurais diante da escassez de água

Nas comunidades rurais geralmente existem escolas, que são ambientes de concentração de crianças que passam pelo menos metade do dia no estabelecimento. Além disso, as crianças são mais propensas à aquisição de doenças devido a menor imunidade, e ao sofrerem constantemente dos ataques provocados pela falta de água potável, acabam por transportar problemas para o contexto escolar, afetando seu rendimento (CASALI, 2008).

Contudo, a falta de cuidado da população é também motivo da baixa qualidade de água que compromete o desenvolvimento econômico-social e a qualidade da vida da própria população. Sendo assim, o Ministério da Educação (2007) adverte que, o desenvolvimento de ações de educação ambiental nessas comunidades rurais contribui para a comunidade ler a

realidade (analisá-la e interpretá-la) com outros olhos, investigar as dificuldades e conflitos socioambientais favorecendo o desenvolvimento de uma sensibilidade política e de valores humanos que permitem ao sujeito posicionar-se frente à realidade.

2.4 Importância da Qualidade da Água

De acordo com a CAGEPA (2014), a qualidade da água é uma circunstância representada por uma condição ou conjunto de situações que um produto deve expor para poder satisfazer uma necessidade. No caso da água para consumo humano, a mesma deve apresentar algumas características como, por exemplo: ser límpida, incolor, insípida e inodora, não deve ser corrosiva, incrustante ou deixar depósitos nas estruturas pelas quais ela passa.

Uma questão particular que deve ser levada em consideração está relacionada à qualidade da água armazenada em cisternas, pois muitas comunidades (principalmente rurais) não tem acesso à água encanada e optam por esse meio para armazenarem a água de consumo. O problema é que na maioria das vezes, as águas que abastecem as cisternas são provenientes de uma política pública conhecida como “Operação Carro Pipa” e estes na maioria das vezes, transportam de forma incorreta, pois geralmente os tanques “pipas”, não são regulamentados para o transporte seguro, oferecendo riscos de contaminação da água, o que compromete a saúde pública. Um dos motivos propulsores desse descaso é a falta de fiscalização por parte do poder público (SANTOS e ALENCAR, 2014).

Dessa forma, para que a população possa adquirir água de qualidade para consumo, a mesma deve passar por um controle de qualidade, controle este que é definido pelo Ministério da Saúde (2011) como “Conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição”.

2.5 Legislação

O órgão que rege os limites para água potável é o Ministério da Saúde através da Portaria de Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Essa portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). De inúmeros parâmetros estabelecidos pela portaria, a Tabela 1 apresenta alguns.

Tabela 1 - Padrão de potabilidade

PARÂMETROS	CAS ⁽¹⁾	UNIDADE	VMP ⁽²⁾
Nitrato (como N)	14797-55-8	mg/ L	10
Cloreto	16887-00-6	mg/ L	250
Cor aparente	-	uH ⁽³⁾	15
Dureza Total	-	mg/ L	500
Ferro	7439-89-6	mg/ L	0,3
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Sólidos Dissolvidos Totais	-	mg/L	1000
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Turbidez	-	uT ⁽⁴⁾	5
Cloro Residual Livre	7782-50-5	mg/L	5
Amônia (como NH ₃)	7664-41-7	mg/L	1,5

(1) CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service. (2) Valor Máximo Permitido. (3) Unidade Hazen (mgPt-Co/L). (4) Unidade de turbidez. Fonte: Ministério da saúde, adaptado, 2011.

Então, quando a água é submetida á testes de determinados parâmetros como mostrados na tabela acima, e estes parâmetros atendem aos limites estabelecidos pela Portaria citada, considera-se que a água é potável, ou seja, adequada para consumo humano.

2.6 Parâmetros Físico-Químicos

2.6.1 Cloretos

O cloro, na forma de íon cloreto (Cl⁻) é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuais. Atualmente o cloro é largamente usado como o principal método para a desinfecção do abastecimento de água, piscinas, lavanderia e branqueamento de roupas (NETO e PINTO, 2012).

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Porém é importante salientar que, concentrações altas de

cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (FUNASA, 2009).

Um dos métodos para determinar cloretos é o método de Mohr onde os íons cloreto são titulados com solução padronizada de nitrato de prata tendo o cromato de potássio como indicador. O ponto de equivalência da reação é atingido quando todos os íons prata juntamente com os cloretos formam o cloreto de prata (AgCl). Em seguida, ocorre a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) sendo esta identificada pela mudança de coloração da água de amarelo para coloração marrom-avermelhada.

2.6.2 Dureza

A dureza da água reflete a presença de sais de metais alcalino terrosos, predominantemente cátions de cálcio e de magnésio (APDA, 2012).

A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente. A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Não se decompõe pela ação do calor (FUNASA, 2009).

As fontes mais comuns de ocorrência de íons de cálcio e magnésio são os minerais calcário (CaCO_3), dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), anidrita (CaSO_4) e gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (POHLING, 2009).

A dureza de uma água é expressa em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3). As águas duras provocam incrustações em tubulações, caldeiras, trocadores de calor e outras unidades nas quais se operam a altas temperaturas (POHLING, 2009).

2.7 Parâmetros de Leitura Direta da Água

As características físicas da água, normalmente são de fácil determinação, sendo as principais: cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica. Sendo estes parâmetros importantes na determinação da utilização da água, principalmente na verificação de potabilidade da mesma (LARSEN, 2010).

A análise físico-química da água determina de modo preciso e explícito algumas características da amostra em questão, e assim é vantajosa para se avaliar a qualidade da água (CRUZ et al., 2007).

2.7.1 Cor

Cor é um parâmetro essencialmente de natureza estética e componente importante do padrão de aceitação para consumo. Quando a água apresenta uma cor elevada no sistema de distribuição contribui-se para o aumento da utilização do cloro residual (BRASIL, 2006).

Para efeito de caracterização de águas para abastecimento, distingue-se a cor aparente, na qual consideram-se as partículas suspensas, da cor verdadeira. A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas coloides, de origem orgânica e dimensão inferior a 1 µm. Pode também ser resultado da presença de ferro e manganês ou do lançamento de diversos tipos de resíduos industriais. Quando a cor se manifesta em águas subterrâneas, via de regra, é resultado da presença de ferro e manganês (LIBÂNIO, 2008).

2.7.2 Turbidez

A turbidez na água está relacionada com a presença de materiais em suspensão, como: silte, argila, plâncton, dentre outros. A turbidez trata-se de uma expressão da propriedade ótica que causa dispersão e absorção da luz, no lugar de transmiti-la em linha reta pela água, ou seja, expressa a interferência à passagem de luz através do líquido, portanto, a transparência da água (BRASIL, 2006).

Na água filtrada, a turbidez assume uma função mais relacionada ao fato de servir como indicador sanitário, não tratando apenas de uma questão estética. A remoção de turbidez por meio da filtração indica a remoção de partículas em suspensão, incluindo cistos de protozoários, que são agentes infecciosos que podem ser protegidos nessas partículas agindo contra a ação do desinfetante. A turbidez da água tem grande importância, quando no ambiente aquático predomina processos que dependem da penetração da luz, na medida em que é um dos principais parâmetros para seleção de tecnologia de tratamento e controle operacional dos processos de tratamento (SILVA 2001).

2.7.3 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H^+ nas águas e expressa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas de um determinado meio aquático (LIBÂNIO, 2008). Tratando-se do termo analítico, a medição do pH é um dos testes mais importantes e frequentes da maioria das espécies químicas e nos exames de água devido sua interferência em diversos processos (POHLING, 2009).

Em lagoas de estabilização de efluentes o aumento do pH, decorrente da fotossíntese das algas, consta como fator relevante na eliminação de organismos patogênicos. Na distribuição da água para abastecimento o pH surge na coagulação química, no controle de corrosão, abrandamento e desinfecção. No tratamento de águas residuárias intervêm de processos químicos ou biológicos, onde o pH deve ser mantido em intervalos específicos para o desenvolver de reações bioquímicas ou químicas do processo (SILVA 2001).

2.7.4 Condutividade, Salinidade e Sólidos Totais Dissolvidos

A condutividade ou condutância específica é a medida da capacidade de condução de corrente elétrica, que depende do número e do tipo de espécies iônicas dispersas na amostra em análise. A salinidade pode ser definida como sendo uma expressão de concentração de sais dissolvidos numa determinada solução, tratando-se de uma propriedade relevante da água, importante em estudos marinhos e na área do uso de águas naturais e efluentes na irrigação da agricultura. A natureza e a quantidade de sólidos dissolvidos e não dissolvidos existentes na água podem apresentar grande variedade e consistem num importante indicador de eventual lançamento de efluentes. Em águas potáveis a maioria da matéria encontra-se dissolvida, consistindo de sais inorgânicos, gases dissolvidos e quantidades significativas de matéria orgânica (SILVA, 2001).

2.7.5 Temperatura

A temperatura é um dos parâmetros mais importantes, a eficiência de processos de tratamento de água depende diretamente desse padrão (SILVA 2001). A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, dentre outros (FUNASA, 2009)

A temperatura está diretamente ligada à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias e ao metabolismo dos organismos presentes no ambiente

aquático. A variação desse fator em águas naturais decorre na maioria das vezes da insolação e, quando possui origem antrópica, sua alteração decorre de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras (LIBÂNIO, 2008).

2.8 Parâmetros Microbiológicos

O objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de microrganismos causadores de doenças geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente.

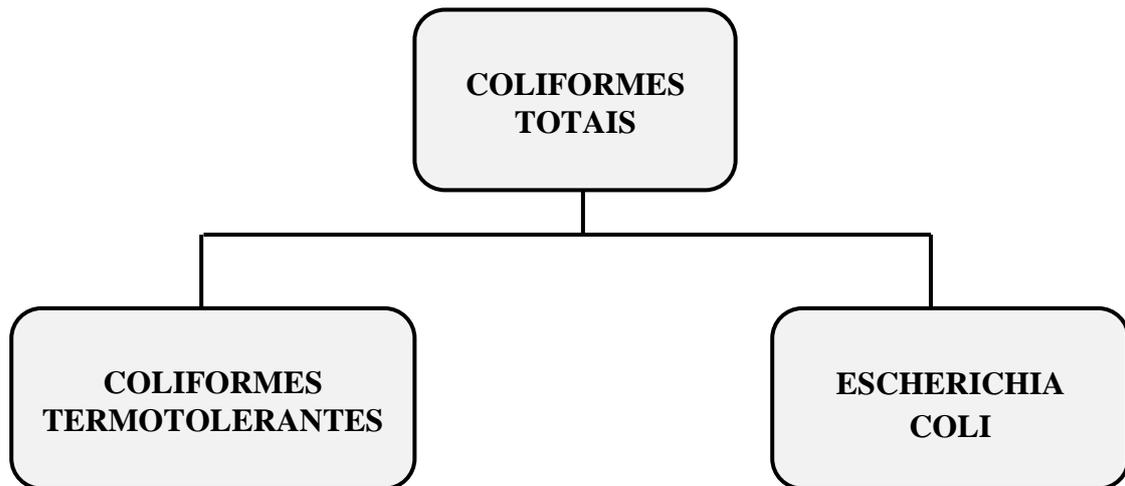
Vale ressaltar que, os microrganismos presentes nas águas naturais são, em sua maioria, inofensivos à saúde humana. Porém, à contaminação por esgoto sanitário estão presentes microrganismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana, os patogênicos, os quais estão incluídos os vírus, bactérias, protozoários e helmintos. Como indicadores de contaminação fecal, são eleitas como bactérias de referência as do grupo coliforme, por reunirem as seguintes características (FUNASA 2009):

- São encontrados nas fezes de animais de sangue quente, entre eles os homens;
- São facilmente detectáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água, de forma quantitativa;
- Sua concentração na água contaminada possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal desta;
- Tem maior tempo de sobrevivência na água que os organismos patogênicos intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicar no ambiente aquático ou se multiplicar menos que as bactérias entéricas;
- São mais resistentes aos agentes tensoativos e agentes desinfetantes do que os germes patogênicos.

2.8.1 Bactérias do grupo coliformes

Segundo a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, as bactérias do grupo coliformes são classificadas em três tipos, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Classificação das bactérias do grupo coliformes



Fonte: própria, 2015.

Os coliformes totais, como o próprio nome já diz, envolvem todos os tipos de coliformes. Caracterizam-se por serem bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β – galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo.

Observando a figura acima, entende-se que os coliformes termotolerantes são, portanto um subgrupo das bactérias do grupo coliformes. Estes fermentam a lactose a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a Escherichia coli, de origem exclusivamente fecal. A Escherichia coli também faz parte de um subgrupo dos coliformes. Esse tipo de bactéria fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

As técnicas recomendadas para determinação desses tipos de Coliformes são:

- Método de Fermentação em Tubos Múltiplos – TM;
- Método de Filtração em Membranas – MF;
- Método do Substrato Cromogênico Definido ONPG-MUG.

O Método do Substrato Cromogênico Definido ONPG-MUG, o qual foi aplicado nesta pesquisa, baseia-se nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes (β galactosidade) e E. Coli (β glucoronidase). Os meios de cultura contêm nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e, ou, E. Coli provocam uma mudança de cor no meio – amarelo, no caso de coliformes, ou produzem fluorescência quando a amostra é exposta à luz ultravioleta, no caso de E. Coli.

O método pode ser aplicado tanto em análises qualitativas (P/A), como quantitativas (TM). Além da maior precisão, outra grande vantagem é o tempo de resposta, já que a determinação simultânea de coliformes (totais) e E. Coli é efetuada após incubação das amostras a 35° C por 24 horas, não havendo necessidade de ensaios confirmativos.

O Substrato Cromogênico Definido ONPG-MUG, confere resultados confirmativos para presença de Coliformes Totais e E. Coli em 24 horas face desenvolvimento de coloração amarela e observação de fluorescência, sem necessidade da adição de outros reagentes para confirmação.

Para analisar simultaneamente coliformes totais e E. Coli utiliza-se a técnica do colilert ou colitag. Essa técnica faz uso de uma tecnologia chamada Defined Substrate Technology (DST). As principais fontes de carbono no Colitag são: dois nutrientes indicadores, ONPG e MUG os quais são metabolizados pelas enzimas β -D-Galactosidase e β -D-Glucoronídase indicando a presença das bactérias coliformes e E. Coli respectivamente. O substrato utilizado na técnica do colilert está representado na figura 3.

Figura 3 - Substrato utilizado para determinação de coliformes em água – Colitag.



Fonte: própria, 2015.

Os coliformes se desenvolvem no Colitag usando a Galactosidase para metabolizar o ONPG e com isso a amostra incolor passa para a cor amarela.

A bactéria *E. Coli* para ser determinada, precisa da enzima Glucoronidase para metabolizar o MUG e gerar fluorescência quando a amostra é exposta a luz UV de 365 nm, como estar representado na Figura 4.

Figura 4 - Luz UV, determinação da *E. Coli*.



Fonte: Própria, 2015.

Como a maior parte dos microrganismos não coliformes não possui essas enzimas, a interferência desses é muito menor se comparadas aos métodos tradicionais. Os poucos não coliformes que possuem essas enzimas são inibidos pela matriz antibiótica específica do Colitag.

3 METODOLOGIA

As análises desenvolvidas nesse trabalho foram realizadas no Laboratório de Química Analítica Aplicada I e Laboratório de Pesquisa em Alimentos (LAPEA), ambos pertencentes ao Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, campus I.

3.1 Visita à escola rural

Inicialmente, realizou-se uma primeira visita na zona rural da cidade de Lagoa Seca-PB, tendo como destino principal uma escola rural de nível infantil/fundamental, apresentada na Figura 5.

Figura – 5 Local de coleta das Amostras



Fonte: Própria, 2015.

Essa escola localiza-se no município de Lagoa Seca – PB, e foi escolhida através de terceiro e pelo seu histórico de ensino na região para ser submetida á um processo de avaliação da qualidade da água consumida por todos ali presentes.

Esse primeiro contato com a população teve como objetivo verificar as condições gerais dos reservatórios de água que serve à comunidade e determinar os pontos para realizar as coletas. Dessa forma, os pontos estabelecidos foram: filtro da sala de aula, cisterna na entrada da escola e tambor próximo á cozinha.

3.2 Coletas das amostras

De acordo com cada ponto estabelecido, as amostras de água foram coletadas em recipientes apropriados para cada tipo de análise a ser realizada. Então, para as análises microbiológicas utilizaram-se sacos tipo Whirl-Pak de 100 mL, que foram armazenados em

uma caixa térmica, desde o momento da coleta, até chegarem ao laboratório de análise, como se segue na Figura 6.

Figura – 6 Coleta de Água (Filtro) para Análise Microbiológica



Fonte: Própria, 2015

Cada ponto coletado com o saco Whirl-Pak, foi etiquetado com as características do mesmo. Por fim, as amostras foram preservadas em uma caixa com gelo ate sua posterior análise.

No caso, para as análises físico-químicas, as águas foram coletadas em garrafas Pet de 2000 mL, como mostra a figura 7.

Figura – 7 Coleta de água para análise Físico-química



Fonte: Própria, 2015

A figura acima mostra o momento da coleta de água para analise físico-química. Essa ação foi realizada com auxílio de uma jarra, a qual já seria destinada para esse fim. Após a coleta, a garrafa é etiquetada com as características do ponto coletado.

Durante a realização das coletas, a população foi conscientizada do que seria realizado com as águas coletadas e os possíveis resultados posteriormente divulgados aos mesmos. Foi também deixado verbalmente lições de aprendizagem rápida e simples, sobre como manusear e higienizar a água armazenada em tonel, caixas d'água entre outros reservatórios.

Posteriormente, uma segunda visita foi necessária para a divulgação dos resultados e averiguação das lições deixadas à população atendida sobre melhores condições higiênicas em quaisquer reservatórios para água, com isso, realizou-se uma segunda coleta dos mesmos pontos para concretização das tais lições expostas.

3.3 Análises Físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos de cada água coletada foram analisados, baseando-se nas exigências básicas regidas pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Salientando que, as análises de: Temperatura da água (°C), Turbidez (UNT), Cor (UH), pH, salinidade, sólidos totais dissolvidos e condutividade foram procedidas instrumentalmente; enquanto que a determinação de: Dureza, Dureza de Cálcio, Cloretos, Acidez e Alcalinidade foram procedidas com métodos baseados no manual de bolso da FUNASA e Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater.

3.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram executadas pelo método do Substrato Cromogênico. Em um ambiente asséptico, as amostras foram inoculadas com o substrato (Colillert) e homogeneizadas em procedimentos assépticos. Posteriormente, as mesmas foram incubadas a 35 °C por 24 horas. Os resultados foram observados após o tempo mínimo exigido pela portaria em vigor, no qual se a amostra apresentar uma coloração amarelado intenso indicara positivo para a presença de coliformes totais e se essa mesma amostra for exposta a luz UV de 365 nm e apresentar uma coloração azulada fluorescente essa amostra também será positivo para presença de Escherichia Coli.

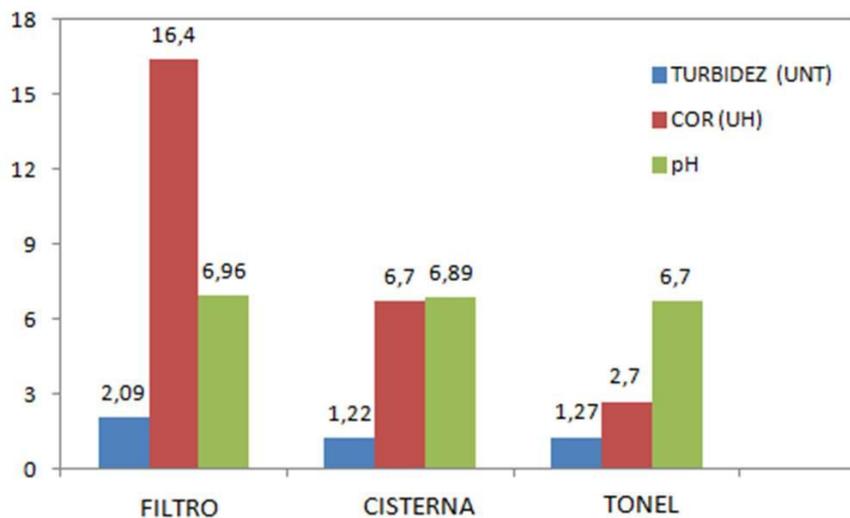
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa pesquisa foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos com o intuito de avaliar a qualidade da água utilizada pela população rural da cidade de Lagoa Seca-PB, com base nos três pontos coletados em uma escola rural. Durante a coleta das amostras de água, foram identificadas algumas características dos locais de estudo, como, condições hidrossanitárias, acesso e uso da água de armazenamento e ensinado verbalmente como ter uma higienização mais eficaz em reservatórios de água.

4.1 Avaliação Direta (Turbidez, Cor, pH)

As análises de turbidez, cor e pH foram realizadas em triplicata instrumentalmente. A Figura 8 apresenta graficamente os resultados desses parâmetros, correlacionados com a portaria em vigor, o qual é estipulado o valor máximo de 5,0 UNT para turbidez (unidade nefelométrica de turbidez), 15 UH para cor (Unidade de Hazen, Cor) e pH entre 6,0 e 9,5 para a água de abastecimento (Potável).

Figura 8 - Média dos valores obtidos instrumentalmente (Turbidez, Cor, pH).



Fonte: Própria, 2015

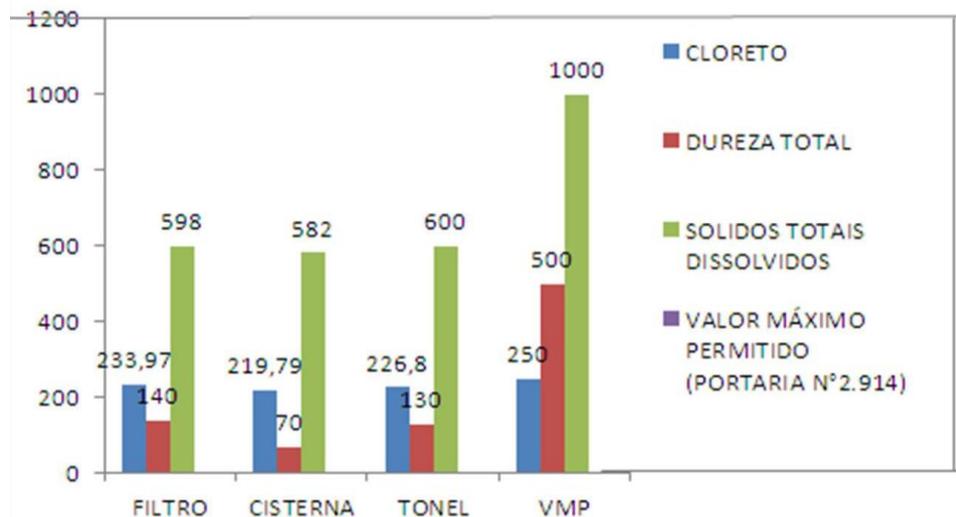
Analisando a Figura 8, observa-se que, os resultados revelam que as três amostras de água encontram-se nos padrões exigidos pela portaria, exceto a cor da amostra do filtro, a qual está pouco acima do valor de referência, porém, visualmente não provoca rejeição pelo fato da água caracterizar-se límpida. Os parâmetros cor e turbidez são mostrados juntamente, pelo fato de que se tratam de parâmetros estéticos da água pelo qual haverá aceitação ou rejeição

por aqueles que consomem. O pH por sua vez, é um parâmetro de grande importância cujo valor já caracteriza a água como potável ou não potável. Nesse caso, pode ser observado no gráfico que o potencial hidrogeniônico de todas as águas analisadas são aceitáveis uma vez que o limite estabelecido está compreendido entre 6,0 e 9,5.

4.2 Determinação Dos Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos nas águas analisadas foram determinados por leitura direta no equipamento chamado condutivímetro da marca científica model 150. A Figura 9 apresenta os resultados qualitativos da caracterização dos sólidos totais das amostras analisadas.

Figura 9 - Média dos sólidos presentes nas amostras



Fonte: Própria, 2015

Os sólidos totais dissolvidos indicam a concentração de minerais na água (BRASIL, 2006). Como pode ser observada na figura acima, determinaram-se os sólidos totais na forma de cloreto e dureza total. Pode-se perceber que os sólidos presentes são aceitáveis, pois se enquadram no limite dos valores permitidos para água potável pela Portaria N° 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL 2011), o qual prediz que 1000mg/L de Sólidos totais, 500mg/L de Dureza total e 250mg/L de Cloretos são os valores máximos permitidos. Assim, através desses parâmetros conclui-se que essas águas são próprias para o consumo humano.

4.3 Parecer Bacteriológico

Os resultados obtidos das análises dos parâmetros Coliformes Totais e Escherichia Coli mostraram que, todas as amostras de águas coletadas estavam em desacordo com a legislação, como apresenta a Tabela 2. Segundo Germano e Germano (Apud SIQUEIRA, 2010), as causas mais frequentes da contaminação da água em reservatórios são vedação inadequada das caixas d'água e cisternas, e carência de um programa de limpeza e desinfecção regular e periódica.

Tabela 2 – Resultados dos Coliformes Totais e Escherichia Coli – (Presente/Ausente)

Amostras das águas analisadas	Coliformes Totais ⁽¹⁾	E. Coli ⁽²⁾
P1 - Tonel	Presente	Presente
P2 - Filtro	Presente	Presente
P3 - Cisterna	Presente	Presente
VMP ⁽³⁾	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL

NOTAS: ⁽¹⁾ Indicador de presença de microrganismos, ⁽²⁾ Indicador de contaminação fecal, ⁽³⁾ Valor máximo permitido. Fonte: Própria, 2015

Na Tabela 2 verificou-se que não houve exceção, e todas as amostras deram positivos para coliformes totais e E. Coli. Mediante uma observação “in loco”, constatou-se que não era prática da população a higiene repetitiva dos vasilhames e reservatórios de água. A recontaminação com água não tratada, ou armazenada já em local contaminado provavelmente seja o principal fator de contaminação.

O padrão microbiológico da água para consumo humano determina que, deve ser ausente em 100mL a presença de Escherichia Coli e apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo para coliformes totais em sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes (BRASIL, 2011).

Sabendo que a água, derivada da torneira, chegue à residência em condições de ser consumida, a manipulação inadequada dos vasilhames ou reservatórios, agrupada à falta de

higiene pessoal, podem significar importante fator de risco para a transmissão de doenças (SÁ et al., 2005).

4.4 Retorno a Comunidade

No retorno a comunidade, realizado por uma segunda visita a escola com a finalidade de expor os resultados da primeira visita e salientar-se das orientações deixadas no quesito higiene e sanitização da água utilizada para consumo humano. Diferente da primeira visita, a qual foi necessárias amostras físico-químicas e microbiológicas, essa segunda visita só teve necessidade de amostras microbiológicas por causa do positivo resultado a todas as análises físico-químicas realizadas anteriormente.

Prosseguindo da mesma maneira as análises, os mesmos pontos foram coletados, os quais podem ser verificados na tabela 3 abaixo, levando em consideração que houve uma conscientização anteriormente sobre a temática da higienização em quaisquer reservatórios de água para consumo humano.

Tabela 3 – Resultados dos Coliformes Totais e Escherichia Coli – (Presente/Ausente)

Amostras das águas analisadas	Coliformes Totais ⁽¹⁾	E. Coli ⁽²⁾
P1 - Tonel	Presente	Ausente
P2 - Filtro	Presente	Ausente
P3 - Cisterna	Presente	Ausente
VMP ⁽³⁾	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL

NOTAS: ⁽¹⁾ Indicador de presença de microrganismos, ⁽²⁾ Indicador de contaminação fecal, ⁽³⁾ Valor máximo permitido. Fonte: Própria, 2015

A Tabela 3 apresenta todas as amostras de água coleta na segunda visita apresentaram resultado positivo para coliformes totais. Contudo, em determinados casos, pode não ser referente de contaminação fecal, pois participam deste grupo bactérias cuja procedência direta não é unicamente enteral. Segundo Tancredi et al, 2002, a presença de coliformes totais em água pode também estar relacionada a práticas impróprias de sanitização.

Continuando na Tabela 3, percebe-se que todos os pontos obtidos não apresentaram E.Coli, onde este parecer é bastante satisfatório, assim não apresentando risco a saúde em escala preocupante em relação ao resultado da primeira coleta, mesmo tendo resultado positivo para coliformes totais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nas análises físico-químicas da primeira visita a escola da zona rural da cidade de Lagoa seca - PB, apenas um dos pontos analisados apresentou resultado fora do padrão para o parâmetro de Cor, sabendo que este é um parâmetro estético, e que não causará rejeição da população já que visivelmente a água apresentava cor límpida, o mesmo não oferecerá riscos à saúde, contudo considera como um resultado não conforme.

Em relação aos parâmetros microbiológicos também da primeira visita, todos os resultados não foram satisfatórios quanto à potabilidade da água utilizada por todos, visto que apresentaram resultado positivo para coliformes totais e *Escherichia Coli*, fato preocupante para saúde de quem consome estas águas, seja por contato direto ou ingestão devido ao alto nível de contaminação encontrado nas amostras, proporcionando maiores casos de doenças como infecção urinária, diarreia entre outras.

Com base nesses resultados percebesse a importância do controle da qualidade da água na zona rural da cidade de Lagoa seca – PB visto serem mais vulneráveis por não terem programas de controle doméstico específicos para tratamento de água armazenada.

No retorno com a visita na escola, todas as amostras analisadas, foram detectadas como desacordo para os padrões microbiológicos legais, por apresentarem contaminação por coliformes totais, indicando condições higiênico-sanitárias impróprias. Porém estas apresentou uma melhora extremamente significativa devido às lições oferecidas, comparada com as mesmas amostras da primeira visita, sendo ausente para *Escherichia Coli* em todas.

Deste modo verificou-se que os problemas com a qualidade da água na zona rural são complexos e apresentam certos riscos à população local, quando se trata sobre saúde. O monitoramento da qualidade da água nestes locais fortifica a hipótese de que, mesmo quando se detém de infraestrutura mínima, os problemas podem continuar a ocorrer por falta de gerenciamento contínuo da qualidade da água. Com isso recomenda-se a adoção de um programa de controle de higienização de seus reservatórios internos de águas para a conscientização de toda poluição rural em carência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DA DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DAS ÁGUAS (APDA). FT-QI-10 – **Dureza total**. Portugal, 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria n.º. 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CASALI, C. A. Dissertação de Mestrado: **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**, Universidade Federal de Santa Maria - RS, 2008.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA (CAGEPA), **Importância da água**. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=88>. Acesso em: 10 abr. 2015.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/IDEC, 2005. 160 p.

CRUZ, P; REIS, L; BARROS, A; NEVES, J; CÂMARA, F. **Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios potí e parnaíba em Teresina/PI**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa.

GEO Brasil: **recursos hídricos: resumo executivo**. / **Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Brasília: MMA; ANA, 2007.

GOMES, M. A. F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. 2011. Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015.

JÚNIOR, M. C; ARNT, R. **O problema não é só falta de chuva**. Revista Planeta, 2014. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/meio-ambiente/o-problema-nao-e-so-falta-de-chuva>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

LARSEN, DANIEL. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR**. Curitiba, PR: UFPR, 2010. Apresentado como dissertação de mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná.

LIBÂNIO, M; **Fundamentos da qualidade e tratamento da água. 2ª ed.** Campinas, SP: Átomo, 2008.444p.

MORAES, P. B. ST 502 – **Tratamento biológico de efluentes líquidos / ST 503 – Tratamento físico-químico de efluentes líquidos.** Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, 2008.

NETO, J. L. S; PINTO, M. R. O. **Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de Pernambuco através do método volumétrico de Mohr.** In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB, 1., 2012, Campina Grande: UEPB.

NUNES, L; FERNANDES, J; CARDOSO, J; PARENTE, J; ALMEIDA, P; BETTENCOURT, T. **Disponibilidade de água doce no planeta/Existe água doce suficiente para satisfazer as necessidades do planeta?** Relatório parcial do PROJECT FEUP. Faculdade de Engenharia/Universidade do Porto, 2009.

PAZ, V. P. S; TEODORO, R. E. F; MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PINA, A. P. S. A. **Fundamentos Hidrogeoquímicos aplicados na bacia hidrográfica de Santa Cruz, Ilha de Santiago – Cabo Verde, como instrumento para a gestão de recursos hídricos.** Universidade Federal do Ceará: CE, 2011.

POHLING, Rolf. **Reações Químicas na Análise de Água.** Fortaleza: Arte Visual, 2009. p. 334.

SÁ, L. L. C; JESUS, I. M; SANTOS, E. C. O; VALE, E. R; LOUREIRO, E. C. B; SÁ, E. V. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 14, n.3, p. 171-180, 2005.

SANTOS, E. I; ALENCAR, M. L. S. **Atual situação hídrica dos agricultores do município de Sumé/PB - uma análise da gestão hídrica.** In: XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE, 12, 2014, Rio Grande do Norte. Artigo, p. 1-9.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias.** Campina Grande: O Autor, 2001.

SIQUEIRA, Leonardo Pereira de ET al . **Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação.** Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 63-66, Jan. 2010.

TANCREDI, R. C. P.; CERQUEIRA, E.; MARINS, B. R. **Águas minerais consumidas na cidade do Rio de Janeiro: avaliação da qualidade sanitária, 2002.** Disponível em:<<http://www.saude.rio.rj.gov.br/cgi/public/cgilua.exe/web/templates/htm/v2/view.htm?editionsctionid=2&inford=617>>. Acesso em: 01 de jul. de 2015.