



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
DIRETORIA DE ENSINO - CAMPUS TERESINA CENTRAL
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA – DIASPA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

GÉSSICA JOICE RODRIGUES DA CRUZ

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA DOS
BEBEDOUROS DE ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DE TEMPO
INTEGRAL DE TERESINA-PI

TERESINA, PI

2018

GÉSSICA JOICE RODRIGUES DA CRUZ

**PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA DOS
BEBEDOUROS DE ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DE TEMPO
INTEGRAL DE TERESINA-PI**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso Tecnologia em Alimentos do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. MSc. Ronaldo Cunha Coelho.
Coorientador: Darlisson Slag Neri Silva

TERESINA, PI

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

C955p Cruz, Géssica Joice Rocdrigues da
Parametros Físico-Químicos e Microbiológicos da Água dos Bebedouros de
Escolas Públicas Estaduais de Tempo Integral de Teresina-Pi / Géssica Joice
Rodrigues da Cruz - 2018.
46 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tecnologia de
Alimentos, 2018.

Orientador : Prof Me. Ronaldo Cunha Coelho.
Coorientador : Prof. Darlisson Slag Neri Silva

1. Fonte de contaminação. 2. Parâmetros físico-químicos. 3. Padrão
de potabilidade. I. Título.

CDD 664

FOLHA DE APROVAÇÃO

GÉSSICA JOICE RODRIGUES DA CRUZ

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DE ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DE TEMPO INTEGRAL DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

Monografia apresentada ao curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, como requisito para a obtenção de grau de Tecnóloga em Alimentos.

Aprovada em: 27/ 08/ 2018.

BANCA EXAMINADORA

Assinado no original

Me. **Ronaldo Cunha Coelho** (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Assinado no original

Drª Regiane Gonçalves Feitosa Leal Nunes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Assinado no original

Ma. Edilene Ferreira da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Aos pais, amigos e colaboradores, dedico
minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI - *Campus Teresina Central*, pois todos fizeram parte dessa minha jornada. Contribuindo de maneira grandiosa para minha formação e crescimento como pessoa, em especial, meu orientado professor Ronaldo Coelho que me acompanha desde o início dessa trajetória, ao meu coorientador Darlisson Slag pela importantíssima participação na produção do meu TCC, ao meu amigo Vinicius Jardel que muito me ajudou nas coletas e auxílio nas análises das amostras e a minha amiga Neilane Gomes por todo o apoio de sempre, por sempre me dizer que vai dar certo e não me deixar pra trás.

De uma maneira muito especial, quero agradecer ao meu amigo Josimário, que é o grande responsável por mais essa conquista em minha vida, que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui e não desistiu de mim.

Agradeço aos meus amigos e familiares que são essenciais em minha vida e que, de alguma maneira, contribuíram para que eu até aqui chegasse.

Agradeço, principalmente, a meus pais que, sem sobras de dúvidas, são minha maior inspiração para tudo. Ao meu Deus, seja dada toda honra e toda glória, pois só Ele sabe o quanto foi difícil e o quanto sua misericórdia se fez necessária para que eu obtivesse êxito; Ele quem sempre deu-me forças nos momentos mais necessários.

“Bom mesmo é ir
à luta com determinação, abraçar a
vida
e viver com paixão, perder com classe e vi-
ver com ousadia. Pois o triunfo pertence a
quem se atreve e a vida é muito bela
para ser
insignificante.”

CharlesChaplin.

RESUMO

Para o consumo humano a água deve possuir parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos que atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Dessa forma, a água potável é essencial para garantir a qualidade de vida da população, visto que, por falta da manutenção da exigência de qualidade de água, os indivíduos ficam expostos a inúmeras doenças relacionadas à sua contaminação. As escolas são locais onde as pessoas passam grande parte do seu tempo, principalmente nesse novo modelo de educação que é o de tempo integral, utilizando-se com muita frequência das águas dos bebedouros nelas existentes para sua ingestão. Sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, sendo um excelente solvente, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes químicos e/ou biológicos. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas das escolas públicas de tempo integral da cidade de Teresina – PI, verificando se estavam em conformidade com a portaria vigente nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde que padroniza parâmetros para água potável. As coletas de água para as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em cinco escolas, sendo coletado em uma escola de cada zona da cidade. Foram realizadas análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) e análises físico-químicas (pH, alcalinidade, turbidez, condutividade, dureza e cloro). Analisando a média e desvio padrão de cada amostra com a realização das análises foi constatado que todas as amostras apresentaram ausência para coliformes totais e *E. coli*. A média de valores para as análises físico-químicas foram de 6,69 para o pH, 0,79 μScm^{-1} de condutividade, para dureza foram encontrados valores entre (6,4 a 12,9), turbidez de (0,02 a 3,76) apenas a amostra coletada no bebedouro abastecido por caixa d'água da escola localizada no centro da cidade apresentou valores de alcalinidade e dureza fora dos parâmetros permitidos por lei. Na totalidade de 42 (quarenta e duas) amostras coletadas em escolas de diferentes zonas da cidade, 100% das amostras apresentaram resultados satisfatórios para as análises microbiológicas e 85% para as análises físico-químicas.

Palavras-chave: Fonte de contaminação. Parâmetros físico-químicos. Padrão de potabilidade.

ABSTRACT

For human consumption, water must have microbiological, physicochemical and radioactive parameters that meet the drinking standard and do not pose health risks. In this way, drinking water is essential to guarantee the quality of life of the population, since, due to the lack of maintenance of the water quality requirement, individuals are exposed to numerous diseases related to their contamination. Schools are places where people spend most of their time, especially in this new model of education that is full-time, often using the water from the drinking fountains there for their ingestion. It is well known that it is important to treat water intended for human consumption, as it is an excellent solvent and can carry many chemical and / or biological contaminants. In view of the above, the objective of the present study was to evaluate the physicochemical and microbiological parameters of the waters of the full-time public schools of the city of Teresina - PI, verifying if they were in compliance with current ordinance No. 2914 of 2011 of the Ministry of Health which standardizes parameters for drinking water. The collection of water for the physical-chemical and microbiological analyzes was carried out in five schools, being collected in a school of each zone of the city. Microbiological analyzes (total coliforms and *Escherichia coli*) and physical-chemical analyzes (pH, alkalinity, turbidity, conductivity, hardness and chlorine) were performed. Analyzing the mean and standard deviation of each sample with the analysis, it was verified that all the samples showed absence for total coliforms and *E. coli*. The mean values for the physicochemical analyzes were 6.69 for pH, 0.79 $\mu\text{S} / \text{cm}$ of conductivity, for hardness values were found between (6°, 4 to 12.9), turbidity of (0, 02 to 3.76), only the sample collected in the water tank supplied by the school water tank located in the center of the city presented values of alkalinity and hardness outside the parameters allowed by law. A total of 42 samples were collected from schools in different parts of the city, and 100% of the samples presented satisfactory results for the microbiological analyzes and 85% for the physicochemical analyzes.

Keywords:Source of contamination. Physico-chemical parameters. Standard of potability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	pH das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	28
Figura 2	Alcalinidade das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	29
Figura 3	Dureza das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	30
Figura 4	Condutividade das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	31
Figura 5	STD das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	32
Figura 6	Turbidez das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	33
Figura 7	Cloro das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μS	Microsssegundo
μT	Unidade de medida de campo magnético (micro tesla)
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Cm	Centímetro
CONOMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
ETA	Estação de Tratamento de Água
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
FMS	Fundação Municipal De Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDB	Lei de Diretrizes Básicas da Educação Nacional
mg/L	Miligrama por litro
mg ²	Miligrama ao quadrado
Mohs	Escala de Mohs
MS	Ministério da Saúde
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
pH	Potência hidrogeniônico
PNE	Plano Nacional de Educação
SAA	Secretaria de Abastecimento de Água
SDU	Superintendência de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SPM	Secretaria de Planejamento do Município
TDS	Teor de sólidos Dissolvidos

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

§ Seção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 A situação atual do tratamento de água em Teresina	18
3.2 Escolas de tempo integral	19
3.3 Bebedouros escolares como fonte de contaminação	20
3.4 Controle da qualidade da água	22
3.5 Parâmetros Físico-Químicos da água potável.....	24
3.5.1 pH.....	24
3.5.2 Alcalinidade.....	24
3.5.3 Turbidez	24
3.5.4 Condutividade.....	25
3.5.5 Dureza	25
3.5.6 Cloro Residual Livre	25
4 METODOLOGIA.....	27
4.1 Coleta das amostras	27
4.2 Análise microbiológica	27
4.2.1 Determinação da presença/ausência de coliformes totais e E.coli	27
4.3 Análises físico-químicas	27
4.3.1 Determinação do pH	28
4.3.2 Determinação da alcalinidade	28
4.3.3 Determinação da turbidez	28
4.3.4 Determinação da condutividade	28

4.3.5 Determinação dedureza	28
4.3.6 Determinação deCloro	29
5 RESULTADOS EDISCUSSÃO	30
5.1 Coliformes totais e <i>E.Coli</i>	30
5.2 pH (potencialhidrogeniônico).....	30
5.3 Alcalinidade	31
5.4 Dureza	32
5.5 Condutividade	34
5.6 SólidosTotais Dissolvidos (STD)	35
5.7 Turbidez	36
5.8 Cloro	37
6 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é um recurso imperioso no desenvolvimento das diversas atividades humanas. Apesar de ser uma fonte abundante em nosso planeta, apenas uma pequena parcela da água é própria para consumo, além disso, a sua utilização indiscriminada a põe em risco, tornando-a escassa, com maiores fontes de contaminação ou imprópria ao consumo humano, enfatizando a necessidade urgente de atitudes inteligentes e conscientes da utilização (BARROS; AMIM, 2008).

A água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor.

Segundo Mousinho et al. (2014) a água é utilizada, principalmente, para: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, manejo de animais, preservação da flora e fauna, lazer, criação de espécies, geração de energia elétrica e navegação. Entretanto, apenas os dois primeiros usos estão comumente interligados a um tratamento prévio. A água para consumo humano deve possuir parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos que atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2004).

Dessa forma, a água potável é essencial para garantir a qualidade de vida da população, visto que, por falta da manutenção da exigência de qualidade de água, os indivíduos ficam expostos a inúmeras doenças relacionadas à sua contaminação e dentre elas pode-se citar: verminoses, cólera, dengue, hepatite, malária, poliomielite (CONFALONIERI; SCHUSTER-WALLACE, 2011).

A água potável deve obedecer a padrões de potabilidade preestabelecidos pela legislação. Os parâmetros de qualidade da água são instituídos pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Legislações específicas referentes à qualidade da água vigoram no Brasil. Entre elas, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, estabelecendo limites

individuais a cada substância a ser analisada; e a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, que estabelecem os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Os padrões de qualidade para as diversas atividades da água são subsidiados legalmente, por meio de legislações que estabelecem critérios de potabilidade, logo, necessitam ser investigados, com o intuito de garantir condições ideais para o consumo, minimizando a concentração de microrganismos prejudiciais à saúde, além de garantir o cumprimento da atual legislação pelos órgãos competentes.

Entre os parâmetros físico-químicos da água que necessitam de avaliação constante estão: o pH, a turbidez, odor, sabor, cor, condutividade elétrica, TDS (teor de sólidos dissolvidos), teor de oxigênio dissolvido na água, temperatura e resistividade elétrica e os parâmetros microbiológicos mais comuns são os coliformes totais, compostos por dois grandes gêneros: os gêneros *Escherichia* e o *Aerobacter* (BRASIL, 2013).

As escolas são locais onde as pessoas passam grande parte do seu tempo, principalmente nesse novo modelo de educação que é o de tempo integral, utilizando-se com muita frequência das águas dos bebedouros nelas existentes para sua ingestão, principalmente devido ao nosso clima semiárido que torna esse consumo ainda maior.

Sendo os bebedouros das escolas, a principal fonte empregada para satisfazer a sede dos alunos, o mesmo também pode se tornar uma potencial fonte de contaminação, caso não sejam submetidos a avaliações prévias e contínuas e por comumente encontrarem-se localizados próximos aos banheiros, fonte indireta de contaminação. Porém, é possível que a causa da contaminação da água por coliformes totais esteja relacionada com a higienização precária e irregular dos bebedouros.

Na garantia da segurança da ingestão de água saudável, os colégios precisam realizar manutenções periódicas dos equipamentos, para que a água neles contida estejam em concordância com a Portaria 2.914 de 12/12/2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Segundo Nogueira (2002), a escola, historicamente, é depositária de inúmeras demandas da sociedade. De um lado, é vista como instituição capaz

de oferecer instrução formal aos sujeitos, preparando-os para o mercado de trabalho. De outro, constrói-se expectativas em sua convivência social em termos de formação moral, de valores, de regras de conduta, capazes de alicerçar as bases para o exercício da cidadania.

A Educação Integral exige mais do que compromissos: impõe necessidade de um projeto político-pedagógico, formação de seus agentes, infraestrutura e meios para sua implantação. Ela será o resultado dessas condições de partida e daquilo que for criado e construído em cada escola, em cada rede de ensino, com a participação dos educadores, educandos e das comunidades que podem e devem contribuir para ampliar os tempos e os espaços de formação de nossas crianças, adolescentes e jovens na perspectiva de que o acesso à educação pública seja complementado pelos processos de permanência e aprendizagem (BRASIL, 2009).

Segundo MIGNOT (2001) a ideia era prover uma educação integral traduzida em jornada escolar de dia inteiro (nove horas por dia) em escolas novas que contavam com salas de aula, salas de leitura, consultórios médico-odontológicos, refeitórios bem equipados, quadras de esporte e a casa dos alunos residentes. Era uma escola apresentada à população como a solução para o combate à violência.

Dessa forma, justifica-se que o presente estudo teve como finalidade avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, de acordo com a Portaria nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, para a caracterização da potabilidade das águas disponíveis nos bebedouros de escolas públicas no município de Teresina-PI.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de bebedouros de escolas públicas de tempo integral no município de Teresina-PI.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as amostras de água por meio das análises físico-químicas (pH, alcalinidade, turbidez, condutividade e dureza).
- Avaliar a qualidade microbiológica, por meio da determinação de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*.
- Verificar a conformidade entre os resultados obtidos e os permitidos pela Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

3 REFERENCIALTEÓRICO

3.1 A situação atual do tratamento de água em Teresina

Pesquisas feitas pelo Jornal do Piauí, em matéria intitulada por: "Saneamento: o grande desafio", exibida em 22 de abril de 2015, revelou que apenas 18,5% do esgoto de Teresina é tratado e que a capital precisa de pelo menos mais quatro estações de tratamento de esgoto para atender 100% dos domicílios teresinenses (CIDADE VERDE, 2015).

Conforme dados da Secretaria de Planejamento do Município (SPM, 2007), Teresina encontra-se composta por 120 bairros e 205 vilas distribuídos para fins administrativos em quatro administrações regionais: Centro/Norte, Sul, Leste e Sudeste, também chamadas de Superintendências de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU's) cujo objetivo é subsidiar a governança municipal a partir da descentralização.

A Zona Urbana de Teresina, que corresponde a 94,27% da população (segundo IBGE), é alimentada por dois Sistema de Abastecimento de Água (SAA) oriundas: Complexo de Estações de Tratamento de Água (ETA) polo sul e ETA Santa Maria da Codipi, as quais utilizam o sistema convencional para o tratamento da água passando por todas as fases: Captação, Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção. Ainda conta com reforço de poços em pontos mais distantes da ETA e mais elevados geograficamente. Devemos destacar que a responsabilidade de abastecimento e controle da qualidade da água da zona urbana é da subdelegatária da ÁGUAS DE TERESINA, desde junho de 2017 (FMS 2018).

Segundo a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas-FIPE, em levantamento feito ainda em junho de 2015 sobre avaliação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil, Teresina está entre os 20 piores do "Ranking" em se tratando de Saneamento, ocupando a 89ª posição.

Em 25 de junho de 2015 pesquisas realizadas pelo Instituto Trata Brasil, que é uma OSCIP - Organização da Sociedade Civil de Interesse Público revelou que Teresina possuía apenas 23% de cobertura da rede de saneamento básico, que inclui coleta e tratamento de esgoto. Até o início do ano, esse percentual era bem menor, cerca de 18%, mas, com a implantação de novas

ligações no projeto Lagoas do Norte, a rede de saneamento foi ampliada. De acordo com a Agespisa, há previsão de início de novas obras de ampliação a partir do segundo semestre deste ano, fazendo com que a cobertura da rede chegue a 52%.

Em 28 de novembro de 2017, o Instituto Trata Brasil divulgou o novo ranking do Saneamento Básico das 100 maiores cidades do país, ranking que tem por finalidade chamar a atenção dos preocupantes indicadores de saneamento básico. Teresina aparece em 88º lugar. Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, sendo um excelente solvente, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes químicos e/ou biológicos (vírus, bactérias e parasitas) (TORRES et al., 2000).

3.2 Escolas de tempo integral

No Brasil, a LDB (Lei de Diretrizes e Bases) n. 9.394/96, em seu artigo 2º, determina como princípio e fim da educação o "pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho", apontando também para uma concepção de educação integral, embora sem assim nomeá-la. Além disso, prevê a ampliação progressiva da jornada escolar do ensino fundamental para o regime de tempo integral da carga horária anual (art. 34, § 2º e art. 87, § 5º), embora não faça qualquer menção neste sentido aos demais níveis de escolarização. Aqui é apenas a escola que se responsabilizaria pela proposta educativa, mesmo com a presença, no texto da lei, de orientações para trabalho conjunto e articulado às comunidades.

Já o Plano Nacional da Educação (PNE 2001) estendeu o tempo integral também para a educação infantil e delimitou um tempo mínimo de sete horas diárias para a escola de tempo integral (MENEZES, 2009). Porém, o PNE 2001, priorizou a extensão do tempo para as crianças oriundas de famílias menos favorecidas.

"[...] o PNE associa a progressiva ampliação do tempo escolar às 'crianças das camadas sociais mais necessitadas' às 'crianças de idades menores, das famílias de renda mais baixa, quando os pais trabalham fora de casa'". (PNE 2001).

Neste caso, a educação integral se destinaria apenas a uma fração da sociedade; é possível supor que não se trata disso, mas do atendimento

adeterminadas condições e necessidades da clientela escolar, ou mesmo da ocupação ampliada do tempo a fim de permitir o cumprimento do horário de trabalho dos pais destas crianças, mantendo-as longe das ruas por um período maior de tempo. Muito provavelmente uma preocupação maior com a garantia das necessidades práticas do mundo do trabalho ou até para assegurar tranquilidade às pessoas nos espaços públicos, do que o cuidado com aquelas questões que respondem a uma formação integral das crianças e jovens nas escolas (GALIAN & SAMPAIO, 2012).

A Educação Integral constitui ação estratégica para garantir atenção e desenvolvimento integral às crianças, adolescentes e jovens, sujeitos de direitos que vivem uma contemporaneidade marcada por intensas transformações e exigência crescente de acesso ao conhecimento, nas relações sociais entre diferentes gerações e culturas, nas formas de comunicação, na maior exposição aos efeitos das mudanças em nível local, regional e internacional. Ela se dará por meio da ampliação de tempos, espaços e oportunidades educativas que qualifiquem o processo educacional e melhorem o aprendizado dos alunos. Não se trata, portanto, da criação ou recriação da escola como instituição total, mas da articulação dos diversos atores sociais que já atuam na garantia de direitos de nossas crianças e jovens na corresponsabilidade por sua formação integral de acordo com o (PDDE– Manual de Educação Integral) (BRASIL, 2009).

3.3 Bebedouros escolares como fonte de contaminação

As escolas são locais onde as crianças e adolescentes passam grande parte de seu tempo durante o dia, com pelo menos 200 (duzentos) dias letivos anuais. Esta permanência, que se apresenta necessária, faz com que elas precisem ingerir relevantes quantidades de água. Os bebedouros são fontes potenciais de contaminação de forma direta através da água ou indireta a partir do contato com o aparelho, pois são utilizados por muitas pessoas com hábitos de higiene desconhecidos (ARAÚJO; BARAÚNA; MENESES, 2009).

Nas escolas, estes aparelhos são acessados principalmente pelos alunos, sendo que, nos intervalos das aulas, muitas crianças utilizam os banheiros e bebem água dos bebedouros. Algumas vezes, os hábitos higiênicos são ignorados, tornando-se um potencial risco à saúde coletiva (CASTANIA, 2009).

A localização dos bebedouros também pode propiciar a ocorrência de

contaminação, já que, frequentemente, eles se encontram próximos aos banheiros das escolas. Todos esses fatores fazem do bebedouro um objeto público de dispersão de bactérias (HARVEY, 2008). Bons hábitos de higiene, além de promoverem a saúde, ajudam na prevenção de muitas doenças infectocontagiosas, que geralmente são adquiridas em locais inadequados provenientes de baixos padrões de higiene (BRASIL, 2008).

“Uma simples lavagem das mãos após o uso do banheiro ou ter uma boa higiene pessoal, são algumas das medidas fundamentais para a diminuição de infecções causadas por organismos patogênicos. Esses organismos são encontrados em vários locais, entre eles nos ambientes escolares, estando presentes em bebedouros, banheiros e cantinas, locais que se tornam veículos destes até as pessoas” (BOCCALETTO; MENDES; LARTA, 2010).

Por isso, a água distribuída nos estabelecimentos escolares, obrigatoriamente, deve apresentar os parâmetros físico-químicos adequados e estar livre de contaminantes. Sabe-se que precarização da educação é um fato ordinário no país, com escolas inadequadas desde a construção das salas até o armazenamento e distribuição da água para o consumo.

3.4 Água contaminada.

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo, especialmente, idosos e crianças menores de cinco anos (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

Segundo Leite et al. (2003), no Brasil, “morrem 29 pessoas ao dia por doenças decorrentes da qualidade da água e do não tratamento de esgotos” e estima-se que “cerca de 70% dos leitos dos hospitais estejam ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água contaminada”. Segundo Caubet (2004), dois milhões de pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente, nos países mais pobres, por causa de doenças gastrintestinais, propagadas pela falta de água tratada.

Estima-se que as doenças de veiculação hídrica sejam responsáveis pela morte de uma criança a cada 14 segundos (TORRES et al., 2000). Cerca de 80% das enfermidades no mundo são contraídas devido à água poluída (LEITE et al., 2003).

Dentre as doenças de veiculação hídricas mais comuns, citam-se: febres tifoides e paratifoide, disenterias bacilar e amebiana, cólera, diarreia, poliomielite, hepatite e giardíase. (TORRES et al., 2000). Entre estas diferentes etiologias (estudo das causas), 25% das infecções entéricas podem ser atribuídas a três agentes bacterianos e seus diferentes sorotipos: *Shigella*, *Salmonella* e *Escherichia coli* (ZULPO et al., 2006).

Quando encontrado esse tipo de bactéria em amostras de água, por exemplo, é um grande indicativo de que essa água foi contaminada por fezes e esgoto. Sendo assim, os coliformes termotolerantes, mais especificamente a *E. coli*, são usados frequentemente, para avaliar a qualidade da água e indicar a contaminação por fezes. Essa avaliação é importante, pois permite a prevenção de doenças que são transmitidas pelas fezes, como algumas verminoses (SANTOS, 2017).

O consumo de água contaminada por material de origem fecal é responsável por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais (D'AGUILA et al., 2000). A incidência dessas doenças, principalmente em crianças, reflete as precárias condições de saneamento básico e higiene a que estão expostas, podendo agravar e muito o estado nutricional (ANTUNES; CASTRO; GUARDA, 2004).

3.4 Controle da qualidade da água

É vital reconhecer, inicialmente, o direito de todos os seres humanos de acesso à água de boa qualidade, pois a qualidade da água está diretamente relacionada com a saúde pública. A água tratada é a melhor forma de reduzir a morbimortalidade relacionada ao consumo de água contaminada.

No Brasil, o controle da qualidade da água para consumo humano tornou-se uma questão de saúde pública a partir da década de 70 com o Decreto Federal nº 79.367 de 09/03/1977, que estabelecia como competência do Ministério da Saúde (MS) a definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano. As normas e o padrão de potabilidade da água foram instituídos pela Portaria nº 56/1977, que se constituiu na primeira legislação federal sobre a potabilidade de água para consumo humano editada pelo MS (FREITAS; FREITAS, 2005).

A qualidade necessária da água distribuída para consumo é a

potabilidade, ou seja, deve estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004).

Essa potabilidade é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional para água superficial, inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, seguida de correção de pH, desinfecção e fluoretação (FREITAS, 2005).

Segundo Drewes e Fox (2000), a qualidade da água depende de todas as fases de tratamento, distribuição e armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso suas funções é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento seja eficiente. De acordo com Bromberg (2009), falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas.

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome.

Através da portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, foram definidos os valores máximos permissíveis para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas, que podem ser tolerados nas águas de abastecimento (BRASIL, 2004). Atualmente, está em vigor a portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Segundo a Portaria nº. 2914/2011, o sistema de abastecimento de água para consumo humano é composto por instalações providas de conjuntos de obras civis, materiais e equipamentos destinados à produção e a distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão. A água potável deve apresentar ausência de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* em 100 mL de amostra. De acordo com essa portaria, entende-se por água potável, a água de consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade que não ofereça riscos à saúde

(BRASIL,2011).

O Ministério da Saúde regulamenta a qualidade do sistema municipal de abastecimento com base na presença de coliformes, que atuam principalmente como indicadores de poluição fecal, e contagem de bactérias heterotróficas. Já as análises físico-químicas incluem as seguintes determinações: turbidez, cor, pH e odor, indicadores de boa potabilidade para a água de consumo (BRASIL, 2000).

3.5 Parâmetros Físico-Químicos da água potável

3.5.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons Hidrogênio (H^+). O valor do pH influi na distribuição das formas livres e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. Esse parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão da rede de distribuição. O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela portaria 2.914/2011 entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011).

3.5.2 Alcalinidade

A alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato. A importância do conhecimento das concentrações deste íon permite a definição de dosagens de agentes flocculantes, fornece informações

sobre as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Todos os íons causadores da alcalinidade têm características básicas, sendo assim reagentes quimicamente com soluções ácidas, ocorrendo a reação de neutralização. De acordo com o Ministério da Saúde- 2004 a alcalinidade da água deve ter um valor máximo de 250 mgL^{-1} de Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3) (BRASIL, 2004).

3.5.3 Turbidez

O valor máximo estabelecido já mencionado pela Portaria 2914/2011 para Turbidez em águas superficiais em sistemas de tratamento por filtração lenta é igual a 1,0uT. Essa Portaria estabelece como meta para o primeiro ano após sua publicação (enquadramento deste trabalho) um mínimo de 25% das análises $\leq 1,0\text{uT}$ e o restante das amostras $\leq 2,0\text{uT}$. Para águas subterrâneas, o limite máximo é de 5,0uT em 95% das amostras sem desinfecção e de 1,0uT com pré-desinfecção (BRASIL, 2011).

3.5.4 Condutividade

A condutividade de uma solução eletrolítica é a expressão numérica quantitativa de sua capacidade de transportar a corrente elétrica. Ela é definida como sendo o inverso da resistência elétrica de 1cm cúbico do líquido a uma temperatura de 25°C. A unidade da condutância específica é o inverso da resistência específica: Mohs por centímetro (Mohs/cm) (FERNANDES, 2013).

3.5.5 Dureza

De acordo com a portaria 2914 do Ministério da Saúde, que estabelece para dureza o teor máximo de 500 mgL^{-1} de CaCO_3 como permitido para água potável, podendo a mesma ser classificada como água dura, por possuir mais de $150,0\text{ mgL}^{-1}$ CaCO_3 . A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações dos íons de Ca^{2+} e Mg^{2+} , além de outros íons, como o estrôncio (Sr^{2+}), ferro (Fe^{2+}) e manganês (Mn^{2+}), que conferem dureza à água em menor grau. A dureza de cálcio demonstrou valor $94,0\text{ mgL}^{-1}$ de CaCO_3 , enquanto a dureza de magnésio, 282 mgL^{-1} de CaCO_3 , indicando haver maior concentração de magnésio e que, no caso da água dura, pode ser saudável para os dentes e ossos, por exemplo (BRAZ et al., 2016).

3.5.6 Cloro Residual Livre

Cloro Residual Livre é produto da reação química que não foi consumida no processo de desinfecção, sendo importante indicador sobre a eficiência do desinfetante utilizado, caso o valor encontrado esteja baixo do permitido, pode ser uma situação de falha no processo de desinfecção e essa água possui risco sanitário para o desenvolvimento de microrganismos. Caso, o valor mensurado

esteja entre 0,2 e 5,0 mgL⁻¹, possui classificação satisfatória para consumo humano, mas pode apresentar alterações organolépticas oriundas do desinfetante, contudo não indica malefícios a saúde humana (FMS, 2018). Já mensurações acima de 5,0 mgL⁻¹, a Portaria nº2.914/2011 defende que esta pode causar situações mortalidade de intoxicação por Cloro. Intervalo permitido: 0,2 a 5,0 mgL⁻¹. (BRASIL, 2011).

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta das amostras

As coletas de água para as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em cinco escolas durante três meses, sendo coletado uma amostra dos bebedouros abastecidos por águas armazenadas em caixas d'água e por bebedouros abastecidos com águas direto da rua, totalizando 7 (sete) amostras, pois apenas duas escolas possuem bebedouros abastecidos pelas duas fontes em analies. Foram identificadas como Sul, Sudeste, Leste, Norte e Centro referente às zonas das escolas em que foram coletadas na cidade de Teresina-PI. Todas as análises foram feitas em triplicatas.

A coleta das amostras foi realizada seguindo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998)*. Antes da coleta a torneira foi higienizada com álcool a <70%. As amostras para as análises físico-químicas foram coletadas em garrafas pet de 600 mL e as microbiológicas foram coletadas em recipiente de vidro de 100 mL estéreis, os quais foram colocados em caixa de isopor, com gelo, com temperatura aproximada de 5°C, para o transporte até o laboratório para efetuar as análises. Foi adicionado duas gotas de tiosulfato de sódio a 10% nos frascos, com a finalidade de neutralizar a ação do cloro nas amostras.

4.2 Análise microbiológica

4.2.1 Determinação da presença/ausência de coliformes totais e *E. coli*

A análise de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de amostra de água foi realizada utilizando a técnica de substratos cromogênicos, onde foi adicionado o conteúdo do blister em 100 mL de amostra de água e o frasco incubado a 35 – 37°C por 24 ± 3 horas.

Após esse período foram feitas as leituras de coloração amarelada nos frascos onde indicou a não positividade para coliformes totais. Os frascos foram expostos à luz ultravioleta de 360 nm de comprimento de onda, para a verificação de fluorescência que indica positividade para *E. coli*.

4.3 Análises físico-químicas

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.3.1 Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado por leitura direta no pHmetro (METTLER TOLEDO), onde, previamente, foi calibrado o pHmetro com soluções padrão tamponadas de 4, 7 e 10. A água foi colocada num Becker de aproximadamente 100 mL onde foi introduzido o eletrodo para obtenção do valor do pH da amostra.

4.3.2 Determinação da alcalinidade

Em um erlenmeyer foi adicionado 50 mL da amostra e acrescentado cerca de 60 µL (3 gotas) de solução indicadora de metilorange 0,1% amarelo/alaranjado. Foi titulado com a solução de ácido sulfúrico 0,02 M até que houvesse a mudança da cor azul-esverdeada para róseo.

4.3.3 Determinação da turbidez

O método foi baseado na comparação da intensidade da luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma solução com suspensão padrão. Quanto mais intensa a luz espalhada maior era a turbidez da amostra analisada. Foi usado, para a realização dessa análise, turbidímetro (Microprocessador) TB-1000.

4.3.4 Determinação da condutividade

Foi colocado a amostra no condutímetro (Conductivity Meter), o aparelho foi ligado, os eletrodos foram colocados na amostra onde ocorreu a verificação do resultado e, logo após a verificação, os eletrodos foram retirados da amostra e enxaguados com água destilada.

4.3.5 Determinação da dureza

Foi utilizado um béquer de 100 mL e foram adicionados 100 mL de água e adicionado à solução tampão até o pH ficar próximo de 10,0. Em seguida, foi transferido 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL, onde foi adicionado, aproximadamente, 0,05 g do indicador eriocromo black T com a

ponta da espátula. Em seguida, ocorreu a titulação com o EDTA 0,01 M agitando-se continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul.

4.3.6 Determinação de Cloro

A determinação do cloro residual livre foi realizada utilizando kit específico para análise de cloro e pH (HidroALL), que contém dois reagentes para suas avaliações. Em um recipiente comparador foi colocada a amostra da água e adicionado cinco gotas do reagente, onde, nas amostras com cloro houve mudança de cor e, nas amostras sem cloro, não ocorreu alteração de cor.

Na apresentação dos resultados das análises físico-químicas foram usados gráficos em barra considerando a legenda descrita no Quadro 1 a seguir:

QUADRO 1: Legenda utilizada nos gráficos dos resultados das análise físico-químicas.

Região	Bebedouro com água proveniente da:	Legenda no gráfico
Centro (C)	Rua (R)	C-R
	Caixa (Cx)	C-Cx
Norte (N)	Rua (R)	N-R
	Caixa (Cx)	N-Cx
Leste (L)	Rua (R)	L-R
Sul (S)	Rua (R)	S-R
Sudeste (SD)	Rua (R)	SD-R

FONTE: Autoria própria, 2018.

Para exemplificar, a legenda C-R corresponde a amostra de água coletada em um bebedouro de uma escola da região centro (C). Esta amostra é de um bebedouro que recebe água direto da rua (R), assim a legenda fica C-R. A legenda N-Cx corresponde a uma amostra de água de um bebedouro existente em uma escola da região norte (N) onde a água do bebedouro é proveniente de uma caixa d'água existente na escola (Cx), com isso a legenda fica N-Cx.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Coliformes totais e *E. Colli*

Todas as amostras analisadas apresentaram resultados negativos tanto para coliformes totais como para *E. coli*, ou seja, as amostras estavam todas dentro do padrão de potabilidade estabelecido pela portaria nº 2914/2011. Do ponto de vista da norma que estabelece os padrões de potabilidade de água para consumo humano (Portaria 2914, MS), nenhuma água deve ser consumida sem que atenda a esses referidos padrões.

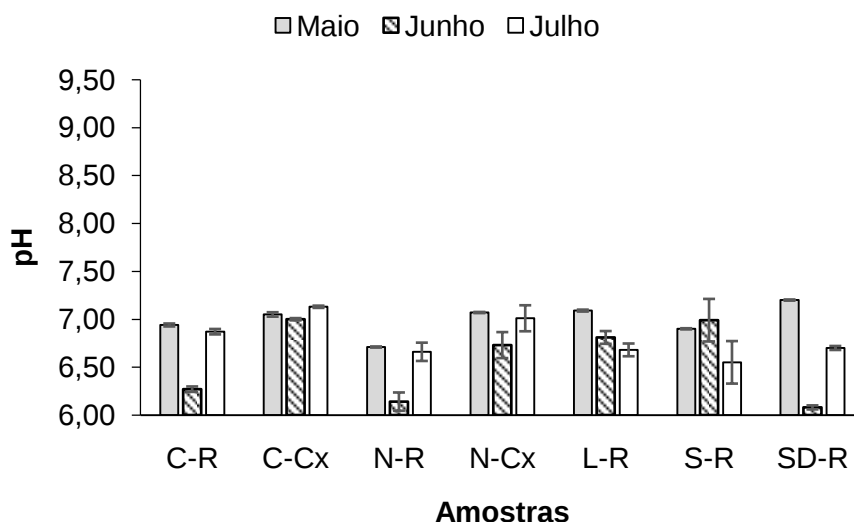
Os coliformes são microrganismos não causadores de doenças, mas podem indicar contaminação por fezes. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos causadores de doenças. O grupo dos coliformes totais é formado por bactérias da família Enterobacteriaceae, que são bacilos gram-negativos não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar lactose com produção de gás a 35°C entre 24 e 48 horas (OLIVEIRA; TERRA, 2004).

A *Escherichia coli* é o principal representante das bactérias indicadoras de contaminação fecal, é um coliforme termotolerante, ou seja, possui capacidade de fermentar lactose a 44-45°C ($\pm 0,2$) em 24-48 horas. A ingestão deste microrganismo por meio de água contaminada e alimentos em situações higiênicas precárias pode ocasionar vômitos, febre, mal-estar, diarreia, calafrios, cólica e quadros graves de diarreia sanguinolenta (NASCIMENTO et al., 2013).

5.2 pH (potencial hidrogeniônico)

A portaria 2.914/2011 (BRASIL, 2011), estabelece que para água potável os teores de pH devem estar na faixa de 6,0 e 9,5. De acordo com o gráfico abaixo é possível observar que as amostras apresentam-se em conformidade com a portaria, apresentando média de pH igual a 6,77. (Figura 1).

Figura 1- pH das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).



FONTE: Autoria própria, 2018.

Os resultados encontrados nas análises deste trabalho são similares aos encontrados no Intesa - informativo técnico do semiárido, onde os valores encontrados estavam entre 6,4 e 7,9, o trabalho feito pela intesa foi realizado na cidade de São Domingos na Paraíba, onde durante três meses foram coletadas amostras de águas em pontos diferentes da cidade (NÓBREGA, 2015). Seguindo essa mesma linha de pesquisa, no trabalho de (GOUVEIA et al. 2016), foram avaliadas águas de duas escolas no município de Barretos – PE, e os valores para pH deram abaixo de 6 que é abaixo do estabelecido pela legislação, como recomendação foi indicado que houvesse uma programação de limpeza das caixas d'água e a vedação das mesmas.

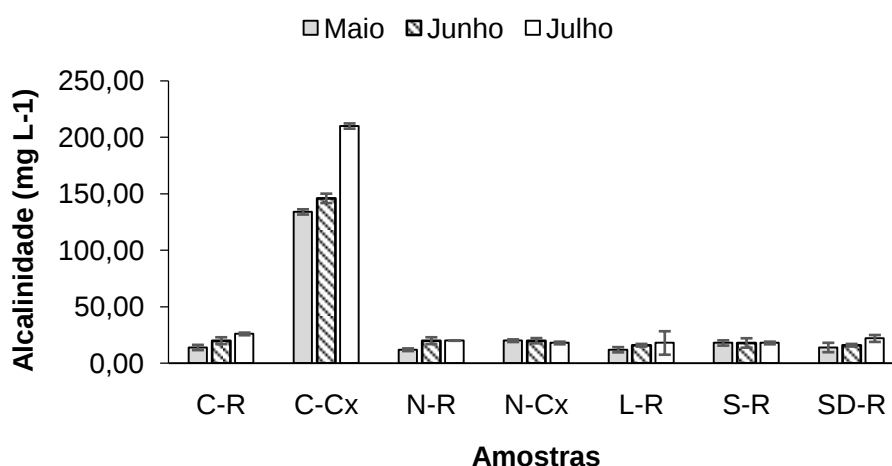
O valor do pH é importante, pois apresenta forte relação com o crescimento bacteriano, uma vez que para a maioria das bactérias o pH ótimo para seu desenvolvimento oscila entre 6,5 e 7,5 (SOARES; MAIA, 1999).

5.3 Alcalinidade

Em águas de abastecimento e águas residuárias, as medidas de alcalinidade são utilizadas na interpretação e no controle de processos de tratamento. Segundo a Funasa (2006) a medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em

função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Nos resultados obtidos pelas análises das amostras, somente uma obteve resultados elevados entre (6,5 a 10,7), esse aumento provavelmente se deve pela precariedade da manutenção e higienização da caixa d'água onde a mesma esteve armazenada, mas ainda assim, todas as amostras estão dentro da faixa limite estabelecida (Figura 2).

Figura 2- Alcalinidade das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).



Fonte: Autoria própria, 2018.

Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água.

A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de NaHCO₃ (BRASIL, 2014). Duarte et al, observaram que a alcalinidade influencia no pH da água, na sua pesquisa, que avaliou águas de bebedouros da universidade de Juiz de Fora–MG, observaram que nas amostras onde a alcalinidade era mais elevada o pH estava básico.

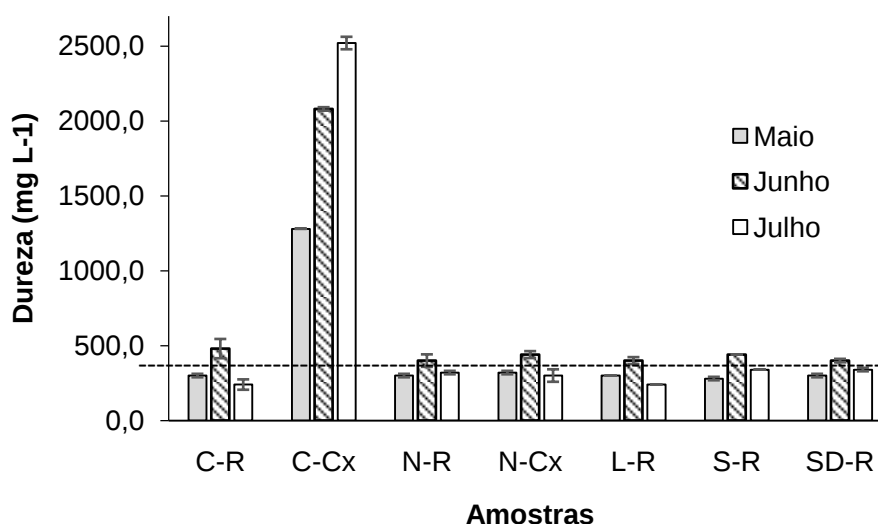
5.4 Dureza

A legislação vigente preconiza valores máximos permitidos de Dureza para água potável de 500 mL. Quase toda a dureza da água é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) encontrados em solução. Existem evidências de que a ingestão de

águas duras contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares (FUNASA, 2014).

Dentre as 7 mostras analisadas somente uma não estava dentro dos padrões estabelecidos pela portaria 2.914/2011 (Figura 3), que estabelece os valores microbiológico e físico-químicos para potabilidade da água para consumo (BRASIL, 2011). Uma das amostras teve seu valor muito elevado, variando de (6,4 a 12,9), isso se deve ao fato dessa água ser de poço tubular, ser armazenada em caixas d'água e não passar por uma ETA. Isto se deve provavelmente à presença de sólidos não iônicos em maior concentração (SAMPAIO et al., 2007).

Figura 3- Dureza das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).



Fonte: Autoria própria, 2018.

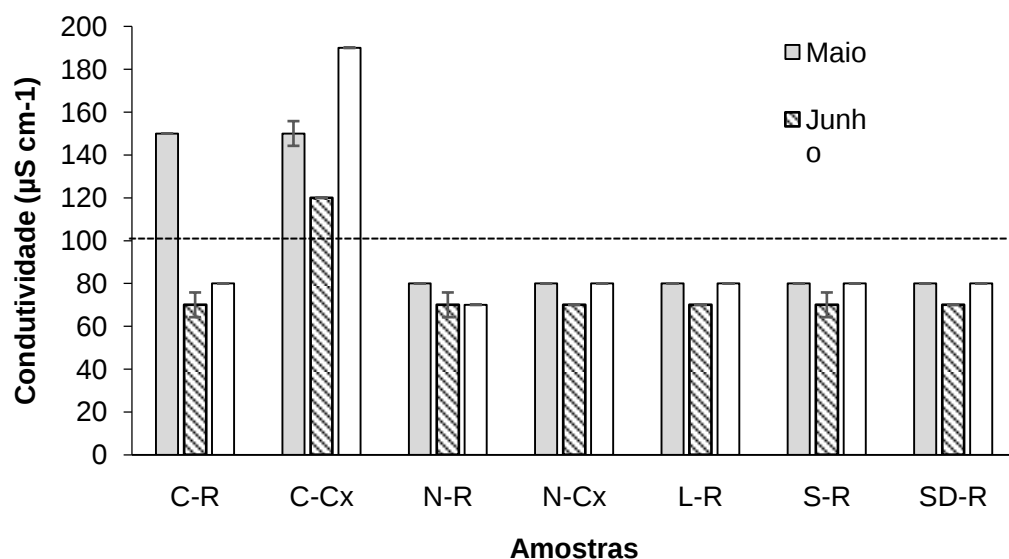
A dureza da água é expressa em mgL^{-1} de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO_3) e pode ser classificada em mole ou branda: $< 50 \text{ mgL}^{-1}$ de CaCO_3 ; dureza moderada: entre 50 mgL^{-1} e 150 mgL^{-1} de CaCO_3 ; dura: entre 150 mgL^{-1} e 300 mgL^{-1} de CaCO_3 ; e muito dura: $>300 \text{ mgL}^{-1}$ de CaCO_3 . Valores desta magnitude usualmente não são encontrados em águas superficiais no Brasil, podendo ocorrer, em menor concentração, em aquíferos subterrâneos (FUNASA, 2014). No trabalho de (COSTA et al. 2015) que foi sobre água de

poços tubulares da cidade de São João do Rio do Peixe-PB, foi observado que todas as amostras apresentaram valores elevados para Dureza, pois se tratavam de águas subterrâneas.

5.5 Condutividade

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (BRASIL, 2014). Na Figura 4 é exposto o resultado da análise de condutividade realizada.

Figura 4- Condutividade das amostras de água de bebedouro de escolas públicas (tempo integral de Teresina-PI).



FONTE: Autoria própria, 2018.

Apenas 4 amostras estiveram acima do valor máximo estabelecido pela legislação vigente. Segundo a CETESB (2014) a condutividade deve ser de no máximo 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Caixa d'água que possua água armazenada por uns longos períodos pode apresentar alteração de pH. O pH não é medido de pureza

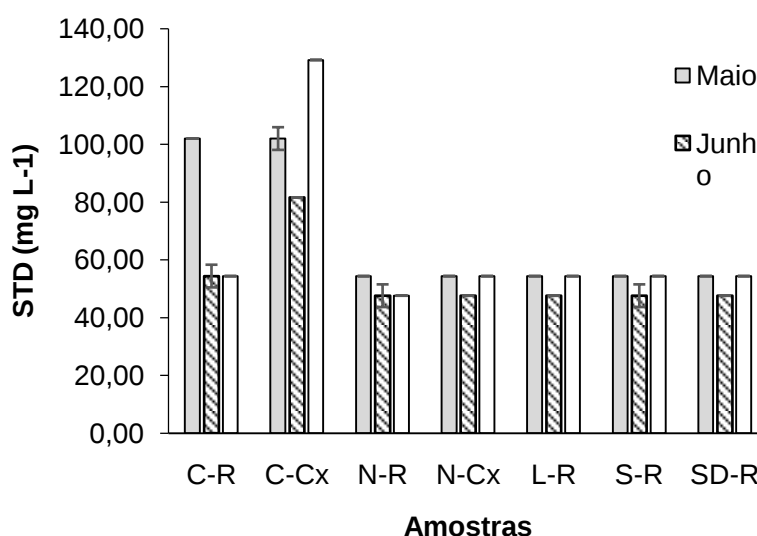
da água, entretanto, juntamente com a condutividade, é uma indicação do estado de saturação das resinas e das necessidade de regeneração. (JUNIOR; MIGUEL, 2013).

Esse parâmetro não identifica quais são os íons presentes na água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (ZUIN; IORIATTI; MATHEUS, 2009). Não representa nenhum risco à saúde humana, mas, pelo seu valor, pode-se calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o qual oferece risco, pois, quando em excesso, tornam a água desagradável ao paladar, corroendo as tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais. No trabalho de Santos e Mohr (2013), mesmo se tratando de análises em águas subterrâneas os valores para condutividade estavam baixos.

5.6 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Nas amostras analisadas, todas apresentaram valores inferiores ao limite estabelecido pela portaria, por tanto estão dentro do padrão de água potável, (Figura 5).

Figura 5- STD das amostras de água de bebedouro de escolas publicas (tempo integral de Teresina-PI).



Fonte: Autoria própria, 2018.

O valor máximo recomendado de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 para os STD, é 1.000 mgL⁻¹. Deve-se salientar que a

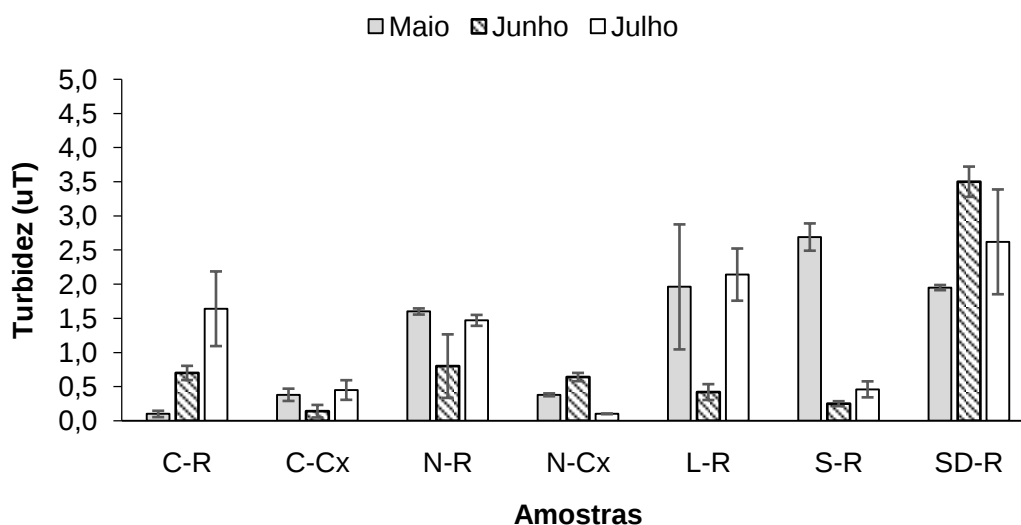
determinação das frações de sólidos é muito mais recomendada para águas fortemente poluídas e esgotos do que para águas limpas. Pouco são usadas nas estações de tratamento de água para abastecimento público, exceto as mais modernas que recuperam águas de lavagem de filtros e tratam e destinam adequadamente os lodos separados nos decantadores (PIVELI). Morais et al., (2016), observaram que a condutividade era diretamente proporcional ao teor de sólidos solúveis, confirmando a correlação entre estes parâmetros.

As águas são consideradas potáveis quando são destinadas ao consumo humano sem ocasionar prejuízos à saúde, apresentando ainda um aspecto límpido e transparente, sem cheiro ou gosto objetáveis. Conforme a Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece o controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, o valor máximo permitido para o consumo humano com relação aos sólidos totais dissolvidos (STD) é de 1.000 mg L^{-1} , apresentando as seguintes faixas de classificação: Água Doce de 0 a 500 mg L^{-1} ; Água Salobra de 501 a 1.500 mg L^{-1} ; Água Salgada $> 1.500 \text{ mg L}^{-1}$. (COSTA, et. al. 2015).

5.7 Turbidez

A portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 estabelece o valor limite de 5 uT para turbidez de água para consumo (Figura 6).

Figura 6- Turbidez das amostras de água de bebedouro de escolas públicas (tempo integral de Teresina-PI).



Fonte: Autoria própria, 2018.

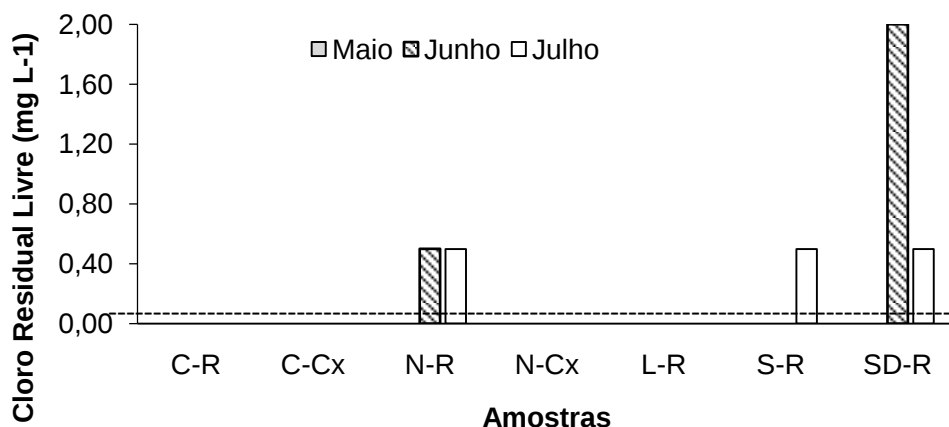
O gráfico 6 mostra que todas as amostras apresentaram uma variação significativa entre os valores encontrados em cada amostra analisada, mas, que todos foram inferiores ao estabelecido (entre 0,02 e 3,76 uT), portanto, encontram-se em conformidade com a portaria. A turbidez resulta da presença de materiais sólidos suspenso reduzindo a transparência. Quanto maior a quantidade de sólidos dispersos no corpo hídrico, maiores os valores dos parâmetros turbidez, calorimetria e sólidos totais (TEIXEIRA e SENHORELO,2000).

A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a 5 unidade. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos micro-organismos patogênicos, minimizando a ação do desinfetante (BRASIL,2014).

5.8 Cloro

Segundo a portaria nº 2914 do MS, Art. 34. É obrigatória a manutenção de, no mínimo, $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). O Art. 39. § 2º : Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mgL^{-1} . Nenhuma amostra analisada apresentou cloro acima do permitido, mas quatro pontos de coleta não apresentaram cloro em nenhuma amostra coletada no período.

Figura 7- Cloro Residual Livre das amostras de água de bebedouro de escolas públicas (tempo integral de Teresina-PI).



Fonte: Autoria própria, 2018.

O cloro constitui o mais importante dentre todos os elementos utilizados na desinfecção da água. Além desta aplicação, ele também é usado no tratamento de águas para eliminar odores e sabores, diminuir a intensidade da cor, auxiliar no combate à proliferação de algas, colaborar na eliminação de matérias orgânicas e auxiliar a coagulação de matérias orgânicas (BRASIL, 2014).

O cloro é o desinfetante comumente empregado e considerado eficaz, pois age sobre os micro-organismos patogênicos presentes na água, não é nocivo ao homem na dosagem requerida para desinfecção, é econômico, não altera outras qualidades da água depois de aplicado, não requer operação complexa para sua aplicação e mantém um residual ativo na água, isto é, sua ação continua depois de ser aplicado.

6 CONCLUSÃO

Na totalidade de 42 (quarenta e duas) amostras coletadas em escolas de diferentes zonas da cidade de Teresina - PI, 100% das amostras apresentaram resultados satisfatórios para as análises microbiológicas e 85% para as análises físico-químicas.

A análise dos resultados das coletas revelou que a água fornecida, pelas escolas, aos alunos apresenta-se em conformidade com os padrões de potabilidade, exceto um ponto de coleta apresentou valores físico-químicos alterados.

Entre as amostras analisadas, uma obteve os valores mais elevados de Dureza, Condutividade e Alcalinidade. Para melhorar a qualidade dessa água, é sugerido que haja um controle maior de manutenção de limpeza dessa caixa d'água, tendo em vista que a mesma apresentou maior quantidade de substâncias dissolvidas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15th ed. New York, 1998. 1134.p.

ANTUNES, C. A.; CASTRO, M. C. F. M.; GUARDA, V. L. M. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.

ARAÚJO, T. M; BARAÚNA, A. C; MENESES, C. A. R. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEPI), 4.2009, Belém (PA). Identificação de *Escherichia coli* em água de bebedouros e nos próprios aparelhos de quatro escolas públicas de Boa Vista – Roraima – Brasil. **Anais...** 2009.

ASSOCIADOS.GO. **Ranking do saneamento instituto trata brasil 2017**. São Paulo, fevereiro de 2017. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2017/relatorio-completo.pdf>>Acesso em 15 de janeiro de 2018.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 622p.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954. 2006.

BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 950-954, 2006.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. **Água**: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional (G&DR), v. 4, n. 1, p. 75-108, Taubaté, SP, Brasil. 2008.

BOCCALETTO, E. M. A.; MENDES, R. T.; LARTA, R. V. **Estratégias de promoção da saúde do escolar: atividade física e alimentação saudável**. Campinas: IPES Editorial, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água/ Fundação Nacional de Saúde** – 4. ed. – Brasília: Funasa, 150 p, 2013.

_____. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 de dezembro de 2011.

_____. Ministério da educação. **Manual de Educação Integral para**

Obtenção de Apoio Financeiro Através do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE. Brasília, 2009.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3. ed., 408p. 2007.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em 11 de outubro de 2017.

_____. CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 25 de outubro de 2017.

_____. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual prático de análise de água.** 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

_____. Ministério da Educação. Lei n. 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Institui o Plano Nacional de Educação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Lei nº13.095 de 08 de dezembro de 2000. Dispõe sobre análise físico-química e bacteriológica da água potável de mesa e mineral comercializada no Município de São Paulo. **Diretoria Geral da Câmara Municipal de São Paulo**, SP, 08 dez. 2000.

_____. Ministério da educação. Lei n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRAZ, A. S. et al. **Parâmetros Físico-Químicos Da Água De Uma Cisterna Pública Do Município De Barra De São Miguel – PB.** I Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. 2016.

BRILHANTE, S. C. et al. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros utilizados em escolas públicas na cidade de Coremas-PB. **INTENSA** – informativo técnico do semiárido (Pombal-PB), v. 10, n 1, p 05 - 08, 2016.

BROMBERG, M. **Safe drinking water:** Microbial Standards Help Ensure Water Quality for Consumers. 2009.

CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade sanitária da água distribuída para consumo humano pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara, SP. **Rev. Alim. Nutr.**, v. 13, p. 117-129, 2002.

CASTRO, A.D.S.; SILVA, B.M. da; FABRI, R.L. Avaliação da qualidade físico-

química e microbiológica da água dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Nutrir Gerais**, v. 7 n. 12, p. 984- 998, 2013.

CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de o ensino infantil de Ribeirão Preto-SP**. 2009. 146 p. Tese (Mestrado Enfermagem em saúde pública) - Escola de enfermagem de Ribeirão Preto/USP.

CAUBET, C. G. **A Água, a lei, a política...e o meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 306p. 2004.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais**. Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. 2014.

CIDADEVERDE. TV, **Saneamento: o grande desafio**, jornal do Piauí, Teresina 22 de março de 2015. Disponível em:<<https://cidadeverde.com/noticias/190957/apenas-185-do-esgoto-de-teresina-e-tratado-gestor-culpa-governo-federal>> Acesso em 15 de janeiro de 2018.

CONFALONIERI, U.E.C.; SCHUSTER-WALLACE, C.J. **Data integration at the water–health nexus. Current Opinion in Environmental Sustainability**. v. 3, p. 512–516, 2011.

COSTA, M. R.; BORBA, A. L. S.; LIMA, F.B.; LIMA, E. A. M.; NETO, J. P. S. Osvalores médios dos sólidos totais dissolvidos e a precipitação nas águas subterrâneas do semiárido do estado de Pernambuco. **XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**. Segurança hídrica e desenvolvimento sustentável: desafios do conhecimento e da gestão, de 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF.

D'ÁGUILA O. S.; ROQUE O. C. C.; MIRANDA C. A. S.; FERREIRA A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

DREWES, J. E.; FOX, P. Effect of drinking water sources on reclaimed water quality in water reuse systems. **Water Environ. Res.** v. 3, p. 353-362, 2000.

DUARTE, R. L.; GUEDES, M.C.M.R. **Avaliação físico-química emicrobiológica da qualidade das águas de bebedouros da Universidade Federal De Juiz De Fora – MG**. Disponível em:<<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:O29WuKvarl8J:www.evolvedoc.com.br/sbrh/download-2015-UEFQMDE5Mzi0LnBkZg%3D%3D+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 19 de ago. 2018.

FERNANDES, A. **A medida de pH e condutividade**. Gehaka. Ago. 2013.

FMS – Fundação Municipal de Saúde. Relatório Técnico conjunto (SESAPI e FMS) sobre a qualidade da água urbana e rural de Teresina. **Teresina: GEVISAST**. 2018.

FIPE. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. **Avaliação sobre os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário o Brasil.** Teresina, julho de 2015. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/06/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Pedro-modelo-FIPE.pdf>> Acesso em 15 de janeiro de 2018.

FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**. 10, v.4, p.993-1004, 2005.

GALIAN, C. V. A. SAMPAIO, M. das M. F. EDUCAÇÃO EM TEMPO INTEGRAL: implicações para o currículo da escola básica. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 2, p. 403-422, maio/ago. 2012.

GOUVEIA, M.J. ALVES, K.C. SILVA, J.C.S. LOPES, L.M.M. **Avaliação físico-química e microbiológica da água potável de duas escolas estaduais do município de Barreiros – PE.** 2º Simpósio Nacional de química. 2016.

HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C.; FISHER, B. D. **Microbiologia ilustrada.** 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

JUNIOR, H.M.L; MIGUEL, V. Água potável: monitoramento, controle de processos e ações corretivas. **Revista técnica do farmacêutico**. p.17. 2013. http://www.anfarmag.com.br/files/artigo-tecnico/20130725_092325_12069.pdf.> Acesso em: 15 agosto de 2018.

LDB: **Lei de diretrizes e bases da educação nacional.** – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017.

LEITE, M. O.; ANDRADE, N. J.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; CERQUEIRA, M.M. O. P.; PENNA, C. F. A. M Controle de qualidade da água em indústrias de alimentos. **Leite & Derivados**, v.69, p.38-45, 2003.

LIETE, T.C.C. Avaliação físico-química e microbiológica da água potável de duas escolas estaduais do município de Barreiros– PE. **2º Simpósio Nordeste de Química.** Disponível em: <http://www.abq.org.br/sinequi/2016/trabalhos/100/8702-22313.html>. Acesso em: 18 de ago. 2018.

MACIEL, A.; DRESCHER, C. F.; PEIXOTO, S. C. Avaliação da qualidade da água do rio Jacuí e divulgação dos resultados na comunidade escolar. **Disciplinarum Scientia**. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 433-444, 2016.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A.J. de; TUNDISI, T.M.; TUNDISI, J.G. **Manual de análises limnológicas.** São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 1995.

MEDEIROS, C. A. F.; ALBUQUERQUE, L. G.; SIQUEIRA, M.; MARQUES, G.M. Comprometimento organizacional: o estado da arte da pesquisa no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea, Curitiba**, v. 7, n. 4, p. 187-209, out.- dez. 2003.

MENDES, M.P.; SILVA, N.S.G.; CARVALHO, J.R.C.; JÚNIOR, J.B.P.; DINIZ, V.W.B. Avaliação da qualidade da água dos bebedouros da Universidade do Estado do Pará na cidade de Belém Pará, Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

MENEZES, 2009 __. In: COELHO, Lígia M. C. C. (org.). Educação **Integral em tempointegral**: estudo e experiências em processo. Petrópolis, RJ: DPet Alii; Rio de Janeiro: FAPERJ, p., 2009.

MIGNOT, A. C. V. Escolas na vitrine: Centros Integrados de Educação Pública (1983-1987). Estudos Avançados, São Paulo, vol. 15, n. 42, p. 153-168, 2001.

MOUSINHO, D. D.; LÍCIA, S.G.; SARAIVA, A.; CARVALHO, R. M. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de bebedouros de uma creche em Teresina-PI. **Revista Interdisciplinar**, v.7, n.1, 93-100, 2014.

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. S.; AQUINO, D. S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, 361-367, 2016.

NASCIMENTO, D. C.; RIBAS-SILVA, R. C.; PAVANELLI, M. F. Pesquisa de coliformes em água consumida em bebedouros de escolas estaduais de Campo Mourão, Paraná. SaBios- Revista Saúde E Biologia, v. 8, n. 1, p. 21-26, 2013.

NÓBREGA, M. D. A. C. et al. Análise físico-química e bacteriológica da água de abastecimento da cidade de São Domingos-PB. **INTESA** (Pombal - PB - Brasil) v.9, n. 1, p. 10 - 14, 2015.

NOGUEIRA, N. R. **Interdisciplinaridade aplicada**. São Paulo: Érica, 2002.

OLIVEIRA, A. C. S.; TERRA, A. P. S. Microbiological evaluation of water from drinking-fountains at Campus I of Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro by the presence of total and fecal coliforms, v. 37, n. 3, p. 285-286, maio/jun. 2004.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. 2000. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf>> Acesso em: 19 de ago. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA (PMT). Secretaria Municipal de Planejamento. **Poluição urbana segundo a área de atuação da superintendência de desenvolvimento urbano**. Teresina 2007.

PIVELI, R.P. Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor, aula 05. CURSO: “**QUALIDADE DAS ÁGUAS E POLUIÇÃO: ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS**”. Ano: ? . Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bsY-kdcAYLgJ:www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%25205%2520-2520Caracteristicas%2520Fisicas%2520das%2520Aguas.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 19 de ago. 2018.

RICHTER, C. A. & AZEVEDO NETTO, J. M. de, (1991). **Tratamento de Água**. Ed. Edgard Blucher Ltda., 332 p., São Paulo.

SAMPAIO, S. C., SILVESTRO, M. G., FRIGO, E. P., BORGES, C. M. (2007).Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. Irriga, Botucatu, v. 12, n. 4, p.557-562, 2007. Disponível em: Acesso em: 14 ago. 2018.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **REVISTA CONTEXTO & SAÚDE IJUÍ EDITORA UNIJUÍ**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí- RS, v. 8, n. 24/25, p. 46-53, 2013.

SANTOS, V. S. Coliformes fecais. Mundo educação, 2017. Disponível em:<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/coliformes-fecais.htm>>. acesso em: 11 ago. 2018.

SILVA,M. S.; SILVA, T. M. P.; Qualidade bacteriológica da água dos bebedouros da faculdade Evangélica de Ceres-go. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer – Goiânia- GO. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/biol/avaliacao%20da%20qualidade.pdf>. Acesso em: 18 de ago. 2018.

SOARES, J.B.; MAIA, A.C.F. Água: microbiologia e tratamento. Fortaleza: UFC, 1999. 215p.

TEIXEIRA, E. C., SENHORELO, A. P. (2000). Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. **Em: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental 27**. Porto Alegre. Anais... São Paulo: AIDIS - Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, 2000. p. 1 - 5. Disponível em: . Acesso em: 14 ago. 2018.

VON SPERLING M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**.3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG. 452 p, 2005.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p.107-110, 2006.