



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em
bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB

RAFAELA ALVES MELO

CAMPINA GRANDE – PB
JANEIRO DE 2016

RAFAELA ALVES MÉLO

Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rui de Oliveira

CAMPINA GRANDE – PB
JANEIRO DE 2016

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.

M528q Melo, Rafaela Alves.

Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de Escolas Municipais em Cabedelo-PB [manuscrito] / Rafaela Alves Melo. - 2016.

104 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Rui de Oliveira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Qualidade da água. 2. Água potável. 3. Bebedouros. 4. Fornecimento de água. I. Título.

21. ed. CDD 628.161

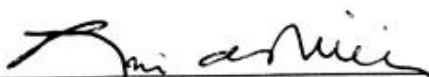
RAFAELA ALVES MÉLO

Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB

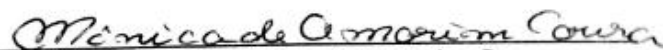
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre.

Dissertação aprovada em 25/2/2016

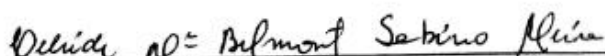
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Rui de Oliveira
Orientador



Profa. Dra. Mônica de Amorim Coura
Examinadora externa



Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira
Examinadora interna

À minha mãe Lúcia de Fátima B. A. Melo
e a meu pai Ronaldo da Penha Melo por
todo o amor e ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Acredito realmente que cada pessoa que passa por nossa vida tem algo a nos ensinar, mas nossa memória é falha, nos levando a esquecer de pessoas que, com a convivência, nos tornaram mais humanos. Por isso, poderei cometer falhas ao recordar, mas tentarei:

Agradeço a Deus por me capacitar a enxergar a força Dele presente em mim e nos que me cercam.

Aos meus pais, meus heróis. Nunca conseguirei expressar em palavras o imenso amor que sinto por eles. Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos por me ensinarem a importância de uma família.

Ao meu namorado Tarsus, pelo companheirismo e compreensão, e por ter sido o maior incentivador para meu ingresso no mestrado. Agradeço também à sua família por todo o apoio e acolhimento

Agradeço ao meu orientador, professor Rui, pela sabedoria presente em suas palavras e confiança depositada ao possibilitar o desenvolvimento do presente trabalho.

À todos os professores do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e humano.

À todos os técnicos do laboratório de saneamento da UFCG, Antônio, Seu Tiquinho, Dona Val, Dona Savana e Dona Cristina pela disponibilidade em ajudar em todos os momentos que precisei.

Aos meus colegas da turma 2014.1 pelos momentos compartilhados, multiplicando as alegrias e dividindo as preocupações, e, em especial à Edjane e Geovânia.

E, por último, mas não menos importante, agradeço aos amigos e parentes que me fortalecem a cada dia, e que, de alguma forma, me apoiaram no desenvolvimento deste trabalho, em especial Nataly, Penha, Danilo, Leo, André, Vivy e Catiana.

RESUMO

A água utilizada para consumo humano deve atender o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria MS 2.914/2011, para que não haja riscos à saúde. Sabendo-se que crianças e adolescentes passam um tempo considerável do dia no ambiente escolar, e que nesses ambientes a disponibilização de água ocorre geralmente por meio de bebedouros, este trabalho avaliou a qualidade microbiológica e físico-química da água de bebedouros de 6 escolas da Rede Municipal de Cabedelo- PB, e a percepção dos alunos sobre a qualidade da água, limpeza e conservação dos bebedouros. Entre os meses de Março e Novembro de 2015, foram realizadas 30 análises para os indicadores físico-químicos temperatura, pH, CRL, CRT e turbidez; 10 análises para alumínio e fluoreto, 8 análises para coliformes totais, e 20 análises para coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas. Também foram realizadas 14 análises comparativas entre os indicadores temperatura, pH, CRL e CRT para amostras de água em uma torneira na entrada da escola e a água do bebedouro. O conjunto de dados amostrais foi submetido à análise de estatística descritiva, e análise de variância (ANOVA), quando necessário, para demonstrar as diferenças significativas entre os conjuntos de dados comparados, foi utilizado o método GT-2. Para avaliação das respostas obtidas por meio dos questionários houve a categorização das respostas e codificação dos dados. Foi aplicada a análise estatística descritiva para resumir as médias e proporções de cada variável e análise de qui-quadrado para comparação de dados qualitativos. Os resultados observados para CRL, fluoreto, turbidez e cor aparente, assim como para coliformes totais e *E. coli* obedeceram os VMP estabelecidos pela Portaria MS 2.914/2011. Os valores para a contagem padrão de bactérias heterotróficas também atenderam o recomendado. Entretanto, para a concentração de alumínio, todos os valores obtidos ultrapassaram o VMP de 0,2 mg/L. Para os indicadores pH e CRL foram obtidos valores abaixo do recomendado pela Portaria MS 2.914/2011. A investigação sobre a percepção dos alunos possibilitou a identificação de que o bebedouro é usado com frequência considerável, apesar de percepções negativas quanto à qualidade e segurança da água, bem como em relação à limpeza e conservação do equipamento.

ABSTRACT

The water for human consumption must attend to potability standards established by the MH Ordinance 2914/2011, to do not offer health risks. Knowing that children and adolescents spend a substantial time at school, and in this environment the availability of water usually occurs through drinking fountains, this work aimed to evaluate the microbiological and physico-chemical quality drinking fountains of water from 6 Municipal Schools of Cabedelo- PB. The student's perception about water quality, drinking fountains' cleanliness and conservation was also investigated by a questionnaire. Between March and November 2015, there were 30 analysis for temperature, pH, CRL, CRT and turbidity; 10 analysis for aluminum and fluoride, 8 analyzes for total coliforms, and 20 for fecal coliform and heterotrophic bacteria. It was also carried out 14 comparative analysis of temperature, pH, CRL and CRT indicators for water samples on a tap in the school entrance to the drinking fountain. The sample data set was analyzed with descriptive statistics and analysis of variance (ANOVA). To demonstrate significant differences between the data sets, was used GT-2 method. To evaluate the answers obtained through the questionnaire, the answers were categorized and data decoded. It was applied to descriptive statistical analysis to summarize the means and proportions of each variable and chi-square analysis to compare qualitative data. The results observed for CRL, fluoride, turbidity and apparent color as well as for total coliforms and *E. coli* obeyed the VMP established by the MH Ordinance 2914/2011. The values for the standard heterotrophic bacteria counting also satisfied the recommended. However, for aluminum concentration, all the values exceeded VMP 0.2 mg / L. For pH and CRL indicators were obtained values lower than recommended by the MH Ordinance 2.914 / 2011. The research on the students' perception showed, although the negative perceptions about the quality and safety of the water as well as about the cleaning and maintenance of the equipment, the students frequently use the drinking fountain.

“Agir, eis a inteligência verdadeira.

Serei o que quiser.

Mas tenho que querer o que for.

O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito”

Fernando Pessoa

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: A árvore da qualidade total da água	18
Figura 2: Acesso permanente à água potável em percentagem por Região.	21
Figura 3: Ações básicas para operacionalização da vigilância da água para consumo humano no Brasil	29
Figura 4: Mapa de localização da área em estudo	46
Figura 5: Escolas selecionadas como pontos de coleta	48
Figura 6: Equipamentos utilizados para medição in loco de parâmetros físico-químicos.	50
Figura 7: Bebedouros das Escolas A, B, C, D, E e F	54
Figura 8: Variação Temporal de fluoreto nas escolas.	60
Figura 9: Variação Temporal de alumínio nas escolas.	62
Figura 10: Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o pH nas escolas monitoradas.	64
Figura 11: Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a concentração de CRL nas escolas monitoradas.	64
Figura 12: Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a concentração de CRT nas escolas monitoradas.	65
Figura 13: Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a turbidez nas escolas monitoradas	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Doenças veiculadas por água contaminada com seus agentes	19
Tabela 2: Municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, por tipo de captação na Região Nordeste e Unidades da Federação – 2008.	21
Tabela 3: Coordenadas geográficas das escolas selecionadas como pontos de amostragem	48
Tabela 4: Indicadores físico-químicos e microbiológicos determinados	51
Tabela 5: Quantidade de alunos por período e faixa etária, por escola	56
Tabela 6: Porcentagem de visitas em que foram observados vazamento e limpeza dos bebedouros, de um total de 30.	56
Tabela 7: Porcentagem de Conformidade e Não-conformidade com a Portaria MS 2914/2011. s.	57
Tabela 8: Resumo descritivo das medições para os parâmetros físico-químico	58
Tabela 9: Resultados obtidos nas análises de bactérias heterotróficas e coliformes termotolerantes nas amostras coletadas.	63
Tabela 10: Resumo descritivo das medições para os parâmetros físico-químicos no bebedouro e torneira.	67
Tabela 11: Quantidade de copos de água por dia por gênero.	68
Tabela 12: Utilização do bebedouro por dia por gênero.	68
Tabela 13: Associação entre utilização do bebedouro e percepções positivas, neutras e negativas acerca da água e bebedouro.	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA	American Public Health Association
Al	Alumínio
AWWA	American Water Works Association
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
Crc	Cloro Residual Combina
CRL	Cloro Residual Livre
ETA	Estação de Tratamento de Água
F ⁻	Fluoreto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	Global Positioning System
HCLO	Ácido hipocloroso
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
mg/L	Miligrama por Litro
µg/L	Micrograma por Litro
MI	Ministério de Integração Nacional
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
OCI ⁻	Íon hipoclorito
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PSA	Plano de Segurança da Água
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância e Controle da Qualidade da Água
SUS	Sistema Único da Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UFCG	Universidade Federal da Campina Grande
UFC/ml	Unidades Formadores de Colônia por mililitro
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano
uC	Unidade de cor
uH	Unidade Hazen
UT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
VMP	Valor Máximo Permitido
WEF	Water Environment Federation
WHO	World Health Organization
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Água em áreas urbanas	16
3.2 Abastecimento de água para populações urbanas	20
<i>3.2.1 Sistemas de Abastecimento</i>	22
3.2.1.1 Sistema de Abastecimento na Grande João Pessoa	23
3.3 Qualidade da água para consumo humano	24
<i>3.3.1 Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano</i>	29
<i>3.3.2 Plano de Segurança da Água</i>	30
3.4 Parâmetros para avaliação da qualidade da água	32
<i>3.4.1 Indicadores Sentinelas</i>	32
a) <i>Turbidez</i>	32
b) <i>Cloro Residual Livre (CRL)</i>	33
c) <i>Potencial hidrogeniônico</i>	35
<i>3.4.2 Parâmetros organolépticos de potabilidade</i>	36
a) <i>Cor aparente</i>	36
b) <i>Alumínio</i>	36
<i>3.4.3 Parâmetro químico</i>	38
a) <i>Fluoreto</i>	38
<i>3.4.4 Parâmetros microbiológicos</i>	39
a) <i>Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli</i>	39
b) <i>Bactérias heterotróficas</i>	41
3.5 Fornecimento de água para consumo em instituições escolares	41
<i>3.5.1 Percepção dos alunos acerca da água fornecida por meio dos bebedouros escolares</i>	44
4. MATERIAL E MÉTODOS	46
4.1 Área de estudo	46
4.2 Pontos de Amostragem	47

4.3 Coleta de dados	49
4.4 Tratamento estatístico dos dados	52
4.5 Levantamento da percepção dos alunos	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1 Diagnósticos dos pontos de coleta	57
5.2 Indicadores da qualidade da água	59
5.2.1 <i>Temperatura</i>	59
5.2.2 <i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i>	59
5.2.3 <i>Cor aparente</i>	59
5.2.3 <i>Turbidez</i>	60
5.2.4 <i>Cloro residual livre e Cloro residual Total</i>	60
5.2.5 <i>Fluoreto</i>	61
5.2.6 <i>Alumínio</i>	63
5.2.7 <i>Parâmetros microbiológicos</i>	63
5.3 Análise de Variância (ANOVA)	66
5.4 Análise de parâmetros químico-físicos em cada escola	68
5.5 Análise da percepção dos alunos sobre a qualidade da água dos bebedouros	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICES	87

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a ocorrência da vida, bem como para o desenvolvimento do ser humano de maneira ampla. Entretanto, com o crescente aumento da população mundial, acarretando o maior consumo deste recurso, concomitantemente há a ocorrência de mais fontes de poluição, além do desperdício, fatos que tornam a água escassa ou imprópria para o consumo humano (AZEVEDO NETO E RICHTER, 1991).

A existência de sistemas de tratamento da água e métodos de higiene são condições *sine qua non* para o controle e erradicação de doenças. Neste intuito, foi desenvolvido o conceito de água saudável, considerando-se apenas a cor e o sabor. Entretanto, nas últimas décadas este conceito tem se tornado mais criterioso, havendo o aumento da exigência acerca da qualidade da água para consumo humano (CAMPOS et al., 2002). A percepção da relação entre a água contaminada e doenças possibilitou que, no final do século XIX, a qualidade da água passasse a ser tratada como uma questão de saúde pública (FREITAS e FREITAS, 2005).

Considerando que, a água representa um importante meio de transmissão de patógenos, incluindo principalmente patógenos entéricos, responsáveis por 1,8 milhões de mortes anuais na infância, particularmente em países em desenvolvimento (WHO, 2008). E, no Brasil, foram relatados aproximadamente 4,3 milhões de casos de diarreia aguda em 2010, ocorrendo quase o total de 4000 mortes (BRASIL, 2012). Desta maneira, se fazem necessárias medidas sanitárias para que haja fornecimento de água com qualidade para o consumo humano.

A exigência da qualidade da água objetiva a proteção à saúde. E, os critérios utilizados para garantir esta qualidade possibilitam o desenvolvimento de ações que garantam a segurança da água fornecida, minimizando a concentração ou eliminando os constituintes perigosos à saúde (D'AGUILA et al., 2000).

Atualmente, a água utilizada para consumo humano deve atender o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), para que não haja riscos à saúde. Nessa Portaria, são instituídas a determinação da presença de coliformes totais e *Escherichia coli*,

necessitando haver ausência em 100 mL destes indicadores, e, a contagem de bactérias heterotróficas, não deve ultrapassar 500 UFC/mL. Em relação ao padrão químico de potabilidade é estabelecido, entre outros, que em toda a extensão do sistema de distribuição haja a manutenção da concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mgCl₂/L, ou, a concentração máxima de 2,0 mgCl₂/L cloro residual livre; e, a para a concentração de fluoreto é estabelecido um VMP 1,5 mgCl₂/L. Como parâmetros do padrão organoléptico de potabilidade, é estabelecido um VMP de 5 uT para a turbidez; e de 15 uH para a cor aparente, quanto ao alumínio, é estabelecido um VMP de 0,2 mgAl/L. Para o pH é recomendado que compreenda valores entre 6 e 9,5.

Considerando o exposto, há a necessidade de monitoramento das águas de abastecimento público, para que possa ser verificado se atendem às condições de potabilidade de forma a não oferecer risco à saúde da população (FREITAS et al., 2001).

A água de abastecimento, até chegar às torneiras dos consumidores, percorre diversos pontos possíveis de poluição, o que pode comprometer sua qualidade. Sabendo-se que crianças e adolescentes passam um tempo considerável do dia no ambiente escolar, sendo necessária a disponibilização contínua deste recurso nas instituições escolares, e que esta disponibilização ocorre geralmente por meio de bebedouros, a análise da qualidade dessa água fornecida aos alunos, de acordo com a norma brasileira vigente, possibilita o reconhecimento de possíveis falhas no sistema de abastecimento, verificando a adequação ou não ao padrão de potabilidade.

No Brasil, têm sido desenvolvidas pesquisas que buscam monitorar a qualidade da água de bebedouros em escolas, no entanto, poucos estudos consideram a percepção dos alunos acerca dos bebedouros e da água potável disponibilizada. Nos Estados Unidos, estudos qualitativos sugerem que alunos não utilizam os bebedouros por não considerarem a água palatável ou segura, ou considerarem esses equipamentos sujos (PATEL et al., 2010; PATEL et al., 2014; ONUFRANK et al., 2014).

Desta maneira, este trabalho busca avaliar a qualidade da água fornecida por meio de bebedouros à comunidade escolar quanto a parâmetros microbiológicos e físico-químicos, tendo como área de estudo seis escolas municipais do município de Cabedelo. A percepção dos alunos quanto aos

bebedouros também foi investigada, visto que esta poderia influenciar a ingestão de água pelos alunos quando na escola.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a qualidade da água fornecida em bebedouros de seis escolas públicas municipais de Cabedelo, considerando parâmetros microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela Portaria nº 2.914, do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011.

2.2 Específicos

- Avaliar a qualidade da água de bebedouros de escolas públicas municipais de Cabedelo quanto aos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, cloro residual livre, cloro total, turbidez, cor aparente, fluoreto e alumínio); e microbiológicos (bactérias heterotróficas, coliformes totais e coliformes termotolerantes, *E. coli*)
- Conhecer as características higiênico-sanitárias e físico-estruturais dos bebedouros das seis escolas selecionadas.
- Conhecer a percepção dos alunos acerca da qualidade da água de bebedouros escolares.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água em áreas urbanas

A água é fundamental para a existência de vida no planeta, representando um recurso insubstituível. O abastecimento de água de qualidade representa um grande avanço tecnológico do século XIX, tendo se tornado também um dos principais desafios que permanece até a atualidade (BERRY et al., 2006; KORMAS et al., 2010). Há uma falsa percepção de recurso inesgotável devido à abundância do elemento líquido, apesar de apenas 0,147% da água disponível no planeta apresentar-se apta para o consumo humano, e, aproximadamente, 1,4 bilhões de pessoas não possuem acesso à água limpa (VENDRAMEL, KÖHLER, 2002; CUNHA et al., 2004; YAMAGUCHI et al., 2013).

O acelerado crescimento urbano tem comprometido áreas destinadas à preservação da água afetando sua qualidade, visto que o desmatamento e urbanização podem alterar o ciclo hidrológico da água, ocasionando, por exemplo, a diminuição da evaporação (BAGNARA et al., 2014). Isto ocorre em decorrência da maior perda de água em solos descobertos, nos quais as precipitações escoam superficialmente devido à baixa capacidade de infiltração (BRAGA et al., 2005). A impermeabilização do solo em áreas urbanas, devido à pavimentação e construções civis, é outro agravante, tornando o escoamento da água mais rápido, além de provocar alagamentos nas grandes cidades em períodos chuvosos (BRAGA et al., 2005).

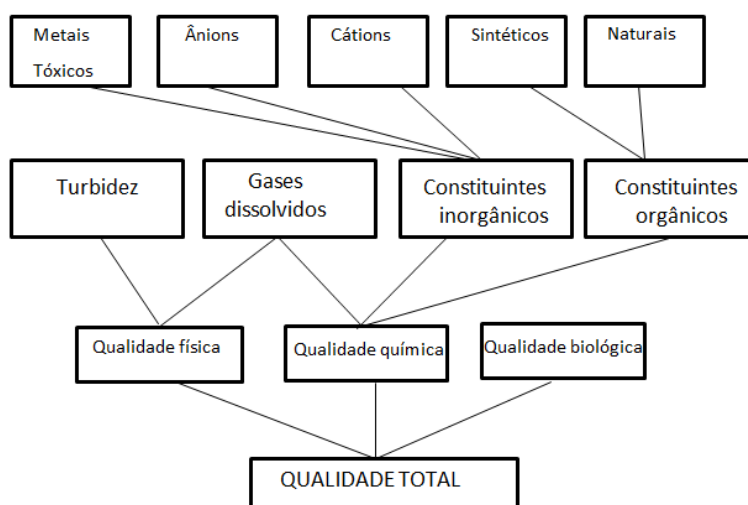
A qualidade da água dos mananciais não é apenas afetada por problemas decorrentes da escassez, de estiagens e cheias; a contaminação desta também a torna imprópria para o consumo humano (BAGNARA et al., 2014). Efluentes de atividades industriais ou extrativistas lançados em corpos receptores podem comprometer a qualidade das águas por conterem princípios tóxicos nocivos ao ambiente e aos seres vivos (BRANCO et al., 2006).

Em áreas de grande adensamento populacional, a produção de dejetos é uma grande preocupação, mesmo havendo a coleta de esgotos pelo sistema de esgotamento sanitário, o lançamento destes, sem a desinfecção necessária,

em rios ou praias, torna os corpos d'água veículos de patógenos intestinais (BRANCO et al., 2006).

Para avaliação da qualidade da água, toma-se como preceito a composição de uma amostra quanto às características físicas, químicas e microbiológicas, considerando sua finalidade (REBOUÇAS, 2006). A complexidade da qualidade está associada com os diferentes fatores e substâncias que interferem, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1: Árvore da qualidade total da água.



Fonte: Adaptado de Engelen, 1981 apud Rebouças, 2006.

De acordo com Charriere et al. (1996) e Kramer et al. (1996), os riscos à saúde associados ao uso da água podem ser distinguidos por duas categorias: i) riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos, por meio de contato direto ou por vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; ii) riscos ocasionados por poluentes químicos, derivados principalmente de atividades industriais. Bactérias, vírus e parasitas representam os principais agentes biológicos, dos quais, as bactérias patogênicas de veiculação hídrica são responsáveis por relevante morbidade.

Os condicionantes específicos de qualidade da água para consumo humano são definidos pelo padrão de potabilidade. Desta forma, em todo o território nacional, após o tratamento convencional, a água deverá estar com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de acordo com Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (2011). No sistema de abastecimento, o

controle da qualidade da água para consumo humano é realizado pela empresa responsável pelo serviço e a monitoração de vigilância pelas Secretarias de Saúde Estaduais (D'AGUILA et al., 2000).

Quando a água não passa por um tratamento prévio adequado, ela pode ser um meio de transmissão de doenças (FREITAS et al., 2013). Devido à característica de grande poder solvente da água, diversas substâncias solúveis podem se dispersar ou se dissolver facilmente, tornando-a veículo de transmissão de contaminantes químicos ou microbiológicos, ocasionando danos à saúde. Por isso, o tratamento da água adequado para consumo humano é indispensável para que este recurso possa atender as necessidades orgânicas sem ocasionar danos à saúde (CAMPOS et al., 2002).

As principais contaminações microbiológicas da água são bactérias patógenas, vírus e parasitas (Tabela 1). Destas, as bactérias representam o agente patógeno encontrado em águas de maior morbidade, sendo responsáveis por enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas, podendo apresentar alta taxa de mortalidade (d'AGUILA et al., 2000).

Segundo Grabow (1996), a maioria das doenças de veiculação hídrica é provocada por microrganismos patógenos entéricos transmitidos pela rota feco-oral, sendo excretados nas fezes dos indivíduos infectados, e estes excrementos passam a contaminar a água a ser ingerida por outros.

Microrganismos patógenos de origem fecal são de difícil detecção no ambiente, água, esgotos, por serem descarregados de forma intermitente, portanto podem estar presentes em baixa quantidade em amostras de água. Por isso, a poluição fecal em amostras de água é diagnosticada a partir de determinados microrganismos indicadores de contaminação fecal, como os coliformes totais e coliformes fecais (MORINÍGO et al., 1990).

Tabela 1 - Doenças veiculadas por água contaminada e seus agentes etiológicos.

Doenças	Agente causador
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Disenteria bacilar	<i>Shigella sp.</i>
Febre tifoide	<i>Salmonella typhi</i>
Hepatite infecciosa	Vírus da hepatite do tipo A
Febre paratifoide	<i>Salmonella paratyphi</i> A, B e C
Gastroenterite	Outros tipos de <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Proteus sp.</i>
Diarreia infantil	<i>Escherichia coli</i> patogênica; <i>Salmonella spp.</i>
Leptospirose	<i>Leptospira sp.</i>

Fonte: d'Aguila et al., 2000

Nos prédios de estabelecimentos escolares podem ocorrer falhas na limpeza dos reservatórios (caixas d'água), danos na rede hidráulica, ou manipulação de torneiras e bebedouros sem os cuidados necessários com a higiene que podem comprometer a qualidade da água nesses estabelecimentos após a passagem por estes possíveis pontos de contaminação (CARVALHO e SILVA, 1997).

De acordo com Casali (2008), é necessária uma preocupação ainda maior quanto ao fornecimento de água de consumo para escolas de ensino infantil e fundamental, sabendo-se que crianças são mais propensas à aquisição de doenças em decorrência da menor imunidade.

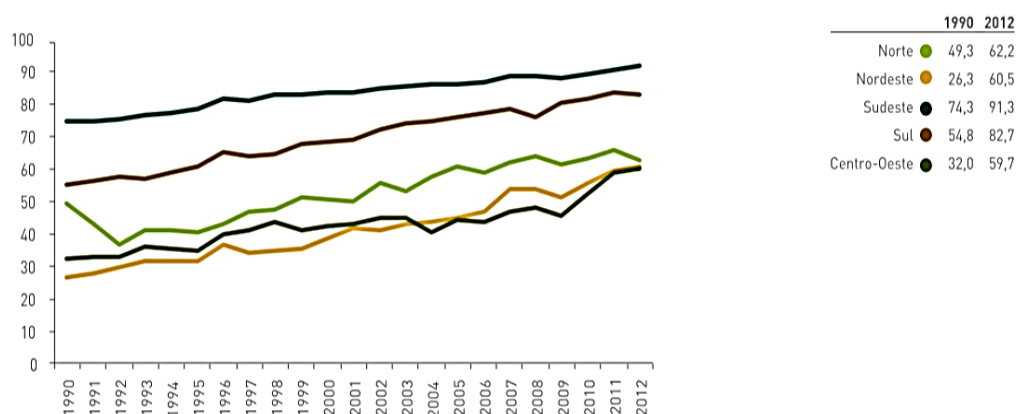
Portanto, o monitoramento das condições sanitárias da água para consumo humano é um meio de realizar um controle efetivo, visto que ações que buscam a promoção de vigilância rotineira da sua qualidade são relevantes para determinar a segurança para o consumo, ensejando proteção à saúde pública (d'AGUILA et al., 2000; FEITOSA NETO et al., 2006).

3.2 Abastecimento de água para populações urbanas

Ao se tratar a água como recurso hídrico, atribui-se a ela o caráter de bem econômico, havendo a possibilidade de seu uso para abastecimento humano. Todavia, toda a água do Planeta não pode ser considerada recurso hídrico, visto que pode não haver viabilidade econômica para uso (REBOUÇAS, 2006). Os mananciais de água doce no Brasil são demandados para diversos fins, entretanto, em várias regiões do país as características deste recurso natural renovável têm sido afetadas (BARBOSA-DANIEL e CABRAL, 2011). A urbanização, industrialização e produção agrícola não têm considerado a capacidade de suporte dos ecossistemas (REBOUÇAS, 1997). Tal condição tende a se agravar gradualmente e isto, na atualidade, constitui um dos mais sérios problemas enfrentados.

De acordo com o Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM, o acesso à água de abastecimento por canalização interna proveniente de rede geral pela população urbana teve um crescimento de 89,6% em 1990 para 93,4% em 2012. No Nordeste este aumento foi de 51,3% em 1990 para 79,6% em 2012 (Figura 2), podendo-se destacar que as disparidades quanto ao acesso à água dependem do nível socioeconômico dos brasileiros.

Figura 2: Acesso permanente à água potável em percentagem (%), por Região.



Fonte: IPEA, 2014

Neste mesmo relatório, é ressaltado que o Brasil já atingiu a meta de “reduzir pela metade a proporção da população sem acesso permanente e

sustentável a água potável segura e esgotamento sanitário” (IPEA, 2014). Entretanto, vários municípios brasileiros sofrem com a descontinuidade no fornecimento de água devido à falta de capacidade de alguns sistemas de atender à demanda. Este problema decorre principalmente da dificuldade de acesso aos serviços de saneamento básico em zonas rurais e regiões remotas, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (BARBOSA-DANIEL e CABRAL, 2011).

Tabela 2 – Municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, por tipo de captação na Região Nordeste e Unidades da Federação – 2008.

Região e Unidades de Federação	Municípios					
	Total	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição				
		Total	Tipo de captação			
			Superficial	Poço raso	Poço profundo	Outro
Nordeste	1793	1772	901	329	946	16
Maranhão	217	215	49	18	202	-
Piauí	23	218	44	34	196	-
Ceará	184	184	144	80	137	6
Rio Grande do Norte	167	167	59	46	63	1
Paraíba	223	212	118	62	81	1
Pernambuco	185	185	122	26	45	1
Alagoas	102	102	61	9	34	-
Sergipe	75	75	32	11	29	-
Bahia	417	414	272	43	159	7

Fonte: IBGE, 2010

Na Paraíba, do total de 223 municípios, 212 possuem serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição. Para esse abastecimento, a captação de água superficial é responsável pelo fornecimento deste recurso, incluindo o município de Cabedelo (IBGE, 2010).

3.2.1 Sistemas de abastecimento

As águas captadas dos mananciais para consumo humano e de atividades socioeconômicas possuem qualidades variadas, que estão relacionadas com o ambiente de origem, por onde percolam, circulam ou são armazenadas. Inevitavelmente, há a influência de fatores antrópicos na qualidade das águas, como consequência das formas de uso e ocupação do meio físico e das atividades socioeconômicas. Desta maneira, fontes naturais de água podem ser poluídas por despejos de esgotos domésticos e agroindustriais, passando a carrear contaminantes diversos (CASTANIA, 2009).

Um sistema de abastecimento compreende a retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população, almejando superar os riscos à saúde decorrentes do uso de água de qualidade inadequada (CASTANIA, 2009). As características e o porte de um sistema de abastecimento estão relacionados com a população a ser atendida (BRASIL, 2007).

De maneira geral, sistemas de tratamento de água convencionais incluem coagulação-floculação, sedimentação, filtração e processos de desinfecção (ABBASZADEGAN, 1997).

Durante o processo de tratamento da água, a cloração é uma etapa importante na desinfecção. Os produtos e subprodutos da hidrólise do cloro possibilitam a inibição do crescimento microbiano, ao oxidarem a matéria orgânica indesejada. No entanto, em teor elevado, o cloro pode tornar-se prejudicial à saúde (BRASIL, 2006).

Existe uma relação direta entre o melhoramento dos serviços de abastecimento e melhoria na saúde pública, considerando que falhas na

proteção e no tratamento da água podem ocasionar riscos de doenças intestinais ou infecciosas para a população (HELLER, 1998).

A qualidade da água de uma torneira do usuário pode ser distinta da qualidade da água que deixou a estação de tratamento devido à susceptibilidade a diversas mudanças no decorrer do sistema de distribuição (FREITAS et al., 2001). De acordo com Deininger et al. (1992), estas mudanças são ocasionadas por variações químicas e biológicas, ou por perda da integridade do sistema. Fatores como a qualidade química e biológica da fonte hídrica; a eficácia do processo de tratamento, armazenagem e distribuição do sistema de abastecimento; o tipo, idade, projeto e manutenção da rede; e, a qualidade da água tratada influenciam na ocorrência de mudanças (CLARCK e COYLE, 1989).

É necessário o monitoramento contínuo da qualidade da água nas redes de abastecimento. Para a promoção de uma maior proteção a saúde seria necessário o monitoramento em toda a extensão da rede. Entretanto, este amplo monitoramento é, na maioria das vezes, economicamente inviável, assim, ocorre a realização deste em pontos estratégicos, para que haja a detecção de contaminantes, identificação das fontes de contaminação, e, como consequência, redução do risco à saúde da população (DIAS, 2006).

Aos municípios cabem ações de vigilância da qualidade da água de acordo com a lei vigente, mesmo que as empresas responsáveis pelo abastecimento da população controlem o processo de tratamento e distribuição.

3.2.2.1. Sistema de abastecimento de água na Grande João Pessoa

A bacia do Rio Gramame, localizada no litoral Sul do Estado da Paraíba, é responsável por cerca de 70% do abastecimento da Grande João Pessoa, que compreende os municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e parte de Santa Rita, e das cidades de Pedras de Fogo e Conde. Seu principal reservatório é o complexo Gramame-Mamuaba, com capacidade máxima de 56.937.000 m³. A área de drenagem da bacia é de 589,1 km². O rio Gramame é o principal curso d'água, com extensão de 54,3 km, e seus principais afluentes são os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa. Esta bacia é caracterizada por

uma série de conflitos acerca de degradação da mesma, da irrigação, registro de elevado índice de assoreamento do rio principal, atividade industrial, entre outros (AESAs, 2004).

O sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa utiliza mananciais superficiais, sendo constituído por 2 estações de tratamento, 2 elevatórias de água bruta, 10 elevatórias de água tratada, 22 reservatórios, cerca de 888 km de rede de distribuição, atendendo 120.485 ligações prediais, além de abranger seis poços tubulares que podem ser ativados em situações emergenciais (AESAs, 2004).

3.3 Qualidade da água para consumo humano

A Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da Resolução 62/212 de 28 de Julho de 2010, reconheceu o direito de todo ser humano à água e ao esgotamento sanitário. Esta resolução é baseada no princípio que água de qualidade para consumo humano e esgotamento sanitário são essenciais para concretização dos direitos humanos e garantia de uma vida digna. Desta forma, o direito à água passou a ser equiparado ao direito à comida, reconhecido em 1945 pelas Nações Unidas. Semelhante à segurança alimentar, a segurança da água compreende água suficiente, segura, aceitável, física e economicamente acessível (RUSH, 2013).

De acordo com Selbore (2001), a relação entre água e saúde deve perpassar por questões como fornecimento de água em qualidade e quantidade adequadas; conservação da água, contemplando ações para reduzir, reutilizar e reciclar este recurso; determinação da prioridade de uso; promoção da participação do público; igualdade no acesso à água e esgotamento sanitário; garantia de prioridade à saúde e bem-estar, havendo a necessidade de indicadores para avaliação dos projetos de suprimento de água; e meios alternativos para o tratamento da água que estejam ao alcance de países em desenvolvimento.

O direito e acesso à água são considerados cruciais para o bem-estar e qualidade de vida. Além disso, a relação entre direito e acesso individual é dependente da regulamentação e operacionalização, estratégias coerentes que

requerem a participação das comunidades locais e tecnologias alternativas (GERLAK e WILDER, 2012; ANAND, 2007).

À medida que novos conceitos em saúde e meio ambiente foram sendo construídos, as características institucionais e de regulação da qualidade das águas foram sendo modificadas no Brasil (BRANCO, 1991). Apenas recentemente o acesso ao abastecimento público e esgotamento sanitário passou a ser abordado como tema ambiental, apesar da saúde e higiene terem motivado preocupações em políticas urbanas na América Latina no século XIX (SOARES et al., 2002).

Para BRAGA et al. (2006), o monitoramento da qualidade da água não compreende apenas os padrões estabelecidos por lei para a qualidade da água. É necessária a compreensão das alterações ocorridas e suas possíveis causas, para que seja possível a redução dos danos ao meio ambiente. E, para isso, os dados coletados em campo precisam ser utilizados de maneira eficaz, devendo ser úteis para a gestão dos recursos hídricos e à população, possibilitando mais conhecimento dos processos da natureza.

No Brasil, o monitoramento e controle da qualidade da água devem seguir as diretrizes determinadas por órgãos federais, como a Agência Nacional de Águas (ANA), visto que a mesma possui o papel de regulação e apoio à gestão dos recursos hídricos, monitoramento de rios e reservatórios, planejamento de recursos hídricos, e desenvolvimento de programas e projetos que estimulem uma gestão apropriada e o uso sustentável dos recursos hídricos (ANA, 2015).

O Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA se originou a partir da experiência do PROÁGUA - semiárido. Sua implementação é compartilhada entre a ANA e o Ministério de Integração Nacional (MI). O programa visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, principalmente nas regiões menos desenvolvidas do país, por meio do planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como da expansão e otimização da infraestrutura hídrica, buscando garantir a oferta sustentável de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (ANA, 2015).

A preocupação com a qualidade da água potável no Brasil foi inicialmente expressa por meio do Decreto Federal nº 79.367 de 09/03/1977,

que incumbiu ao Ministério da Saúde a elaboração de normas e definição do padrão de potabilidade da água, devendo estas normas serem adotadas por todos os órgãos e entidades no âmbito nacional responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento público (FORMAGGIA, 2007). Como consequência, foi instituída a Portaria nº 56/Bsb/1977, que representou a primeira legislação federal brasileira acerca da potabilidade de água para consumo humano, elaborada pelo Ministério da Saúde, contendo 36 indicadores de qualidade. De acordo com esta Portaria, as Secretarias de Saúde dos Estados equivalentes aos territórios e Distrito Federal deveriam exercer a fiscalização e controle do cumprimento das normas e padrão de potabilidade (FREITAS e FREITAS, 2005).

Esta portaria começou a ser revisada no ano de 1988, resultando na sua substituição pela Portaria GM n.º 36/1990, tendo como avanços a previsão de revisão a cada 5 anos devido à atualização do conhecimento técnico-científico, a explicitação de controle e vigilância da qualidade da água e definição de sistema de abastecimento e inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos (FREITAS e FREITAS, 2005).

A revisão da Portaria GM n.º 36/1990 compreendeu um processo mais participativo, havendo a colaboração de diversas entidades dos setores público, privado e organizações não-governamentais, culminando na publicação da Portaria MS n.º 1469 de 29 de dezembro de 2000. Nessa portaria foram determinadas normas e responsabilidades aos órgãos de saúde, incumbidos de efetivar a vigilância, e às empresas de abastecimento, de domínio público ou privado, encarregadas pelo controle da qualidade da água. O monitoramento dos parâmetros, de qualidade deveria abranger o manancial utilizado para captação, até o tratamento e distribuição. Também foi incorporada a pesquisa de cianobactérias e cianotoxinas como parâmetro microbiológico, e, recomendações quanto a operacionalização para remoção de cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp.*, por meio da melhora na eficiência na filtração (FREITAS e FREITAS, 2005).

Com mudanças estruturais no Ministério da Saúde e instituição da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que passou a exercer as atribuições do Centro nacional de Epidemiologia (CENEPI), integrante estrutural da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), a Portaria MS n.º 1469/2000 foi

revogada pela Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004 (DOMINGUES et al 2007).

A partir do Decreto Presidencial nº 5.440/2005 foi assegurado ao consumidor o direito de acesso a informações acerca dos resultados das análises dos indicadores de qualidade da água, conhecimento sobre as condições ambientais do manancial, e respectivos riscos à saúde, permitindo conhecimento de danos a que estão sujeitos e contribuição deste na preservação e utilização sustentável do recurso natural (BARBOSA-DANIEL e CABRAL, 2011).

Atualmente, os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade são estabelecidos pela Portaria MS nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Nesta, o padrão de potabilidade é descrito como o “*conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano*”, devendo ser alcançado através da conformidade com os Valores Máximos Permitidos – VMP para os indicadores especificados em seu texto (BRASIL, 2011). Ainda nesta Portaria, é estabelecida a responsabilidade dos serviços de abastecimento quanto ao controle da qualidade da água, e as autoridades sanitárias governamentais são incumbidas da vigilância desta qualidade. Os responsáveis pelos sistemas de abastecimento também devem contribuir com órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos na promoção de ações que visem à proteção dos mananciais de abastecimento e das bacias hidrográficas.

Outras inovações trazidas por esta portaria podem ser ressaltadas:

- Definição da necessidade de comunicações às autoridades de saúde, entidades reguladoras, órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e a população, em diversas situações e acrescenta a entrega de relatórios de análises para controle de qualidade;
- Avaliação sistemática do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água de acordo os princípios dos Plano de Segurança da Água (PSA) recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou estabelecido na legislação vigentes no País;
- Monitoramento do ponto de captação subterrânea e superficial, mensalmente para *E. coli*;

- Exigência de existência de pontos de coleta de água na saída do tratamento e na rede de distribuição para o controle e a vigilância da qualidade da água;
- Análise de bactérias heterotróficas (em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais), como parte da avaliação da integridade da rede;
- Utilização do princípio de “barreiras múltiplas” para controle microbiológico de águas advindas de mananciais superficiais, havendo a associação da garantia da qualidade microbiológica ao padrão de turbidez da pós-filtração ou pré-desinfecção, e, condicionamento do monitoramento de cistos de *Giardia spp.* e oocistos de *Cryptosporidium spp.* à média anual de *Escherichia coli* igual ou maior que 1000 *Escherichia coli*/100mL nas captações;
- É relatada a possibilidade de outros produtos, além do cloro, para a desinfecção, mediante a consulta ao Ministério da Saúde;
- Recomendação de análise para verificação da presença da cianotoxina correspondente ao gênero, quando cianobactéria potencialmente produtora for detectada;

Com o progresso da ciência e a descoberta de novos perigos à saúde, as exigências quanto aos parâmetros que aferem a qualidade da água têm se tornado mais rigorosas. Além disso, novos parâmetros têm sido implementados a fim de melhorar o controle de qualidade da água. Os padrões de potabilidade são definidos com o objetivo de prevenir os perigos ocasionados pelo uso da água de má qualidade, por isso, a utilização de Valores Máximos Permitidos - VMP para delimitar a presença de características ou de elementos nocivos à saúde humana (BRASIL, 2006).

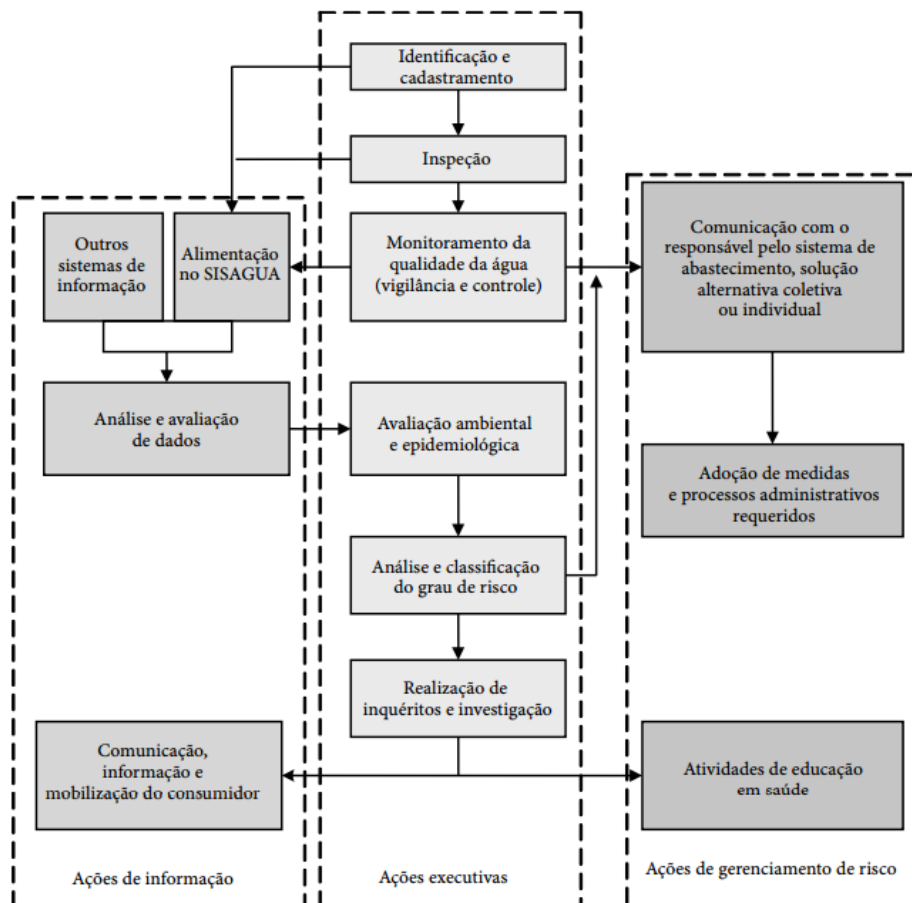
A Portaria MS nº 2914/2011 estabelece os parâmetros CRL e fluoreto como componentes do padrão de potabilidade para substâncias químicas. Já parâmetros como o alumínio, cor aparente e turbidez compõem o padrão organoléptico de potabilidade, por provocarem estímulos sensoriais que influenciam na aceitação da água para consumo humano, apesar de não necessariamente implicarem risco à saúde.

3.3.1 Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano

Tendo como base a Constituição Federal de 1988, que menciona a obrigatoriedade de se realizar a fiscalização e a inspeção da qualidade da água para consumo humano, e a Lei 8.080, de 1997, que enfatiza a responsabilidade do setor saúde acerca da fiscalização das águas para consumo humano, foi estruturado pelo Ministério da Saúde o Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) no ano de 1999, com o objetivo desenvolver ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, possibilitando o acesso à população de água em quantidade suficiente e qualidade de acordo com a norma brasileira (BRASIL, 2006).

O VIGIÁGUA institui ações integradas e norteadas pelos princípios do Sistema Único de Saúde (SUS) ao setor saúde nas três esferas do governo. Estas ações devem ser contínuas, promovendo a saúde pública por meio da garantia da qualidade da água fornecida à população, conforme o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente (Figura 3).

Figura 3: Ações básicas para operacionalização da vigilância da água para consumo humano no Brasil.



Fonte: Adaptado do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (2006).

Como objetivos específicos para atuação do programa VIGIÁGUA, podem ser destacados (BRASIL, 2006):

- Reduzir a morbi-mortalidade por doenças e agravos de veiculação hídrica;
- Buscar melhoria das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento;
- Avaliar e gerenciar o risco à saúde das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento;
- Monitorar sistematicamente a qualidade da água consumida pela população;
- Informar a população sobre a qualidade da água e riscos à saúde;
- Apoiar o desenvolvimento de ações de educação em saúde e mobilização social.

O SISAGUA compreende um sistema de informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, com o objetivo de coletar, transmitir e disseminar os dados obtidos por ações rotineiras de vigilância e controle da qualidade da água, disponibilizando informações norteadoras para as práticas de vigilância das secretarias municipais e estaduais.

Para o melhoramento dos serviços de abastecimento de água deve haver integração dos setores de saúde, meio ambiente e saneamento, tendo como base os indicadores epidemiológicos e ambientais obtidos com o exercício da vigilância da qualidade da água para destinação de recursos e orientação pragmática (BARBOSA-DANIEL e CABRAL, 2011).

3.3.2 Plano de Segurança da Água

A Portaria MS 2.914/2011 em seu artigo 13^o, inciso IV, *alínea* e, determina a necessidade dos responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de manter uma avaliação sistemática quanto à qualidade da água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, de acordo com os princípios dos Planos de Segurança de Água (PSA) recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou preconizados em diretrizes vigentes. Os PSA atuam como instrumentos facilitadores para implantação da referida portaria, tendo como objetivos específicos:

- Prevenir ou minimizar a contaminação dos mananciais de captação;
- Eliminar a contaminação da água através do processo de tratamento adequado;
- Prevenir a (re) contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição);
- Auxiliar os responsáveis pelo abastecimento na identificação e priorização de perigos e riscos em sistemas, desde o manancial até o consumidor.

Planos de Segurança da Água, segundo a concepção da OMS, compreendem procedimentos de avaliação e gerenciamento de riscos à saúde

em sistemas de abastecimento de água que contemplam as boas práticas e a minimização dos riscos (BRASIL, 2012). A implantação de um PSA possibilita uma segurança efetiva da água para consumo humano, representando um instrumento para detecção de possíveis falhas no sistema de abastecimento de água, e organizando planos de contingência para minimizar a chance de incidentes (WHO, 2011).

O PSA deve ser desenvolvido pelos responsáveis pelo sistema de abastecimento, juntamente com o Comitê de Bacia Hidrográfica e representantes do setor saúde. Nesse plano, são abordados a avaliação do sistema, o monitoramento operacional e comunicação de riscos, abrangendo todas as etapas do abastecimento de água, desde a captação até o uso pelo consumidor, não se restringindo apenas ao controle laboratorial para verificação do atendimento ao padrão de potabilidade, ponderando a vulnerabilidade do sistema para a adoção de práticas de gerenciamento (WHO, 2011).

3.4 Parâmetros para avaliação da qualidade da água

3.4.1 Indicadores Sentinelas

Considerando a quantidade de parâmetros do padrão de potabilidade a serem observados no controle e vigilância da qualidade da água, se faz necessário selecionar alguns mais relevantes para que a caracterização da situação da água ocorra de maneira ágil, barata e representativa. Os indicadores sentinelas assumem essa função, tendo essa denominação em analogia aos indicadores sanitários, empregados em epidemiologia (BRASIL, 2006).

A legislação brasileira por meio da Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância Ambiental em Saúde relacionada à qualidade da água para consumo humano estabelece como indicadores sentinelas o cloro residual livre, e a turbidez, visto que estes podem sinalizar de maneira precoce qualquer irregularidade na água distribuída pelos sistemas (BRASIL, 2006).

Neste trabalho foram utilizados como indicadores sentinela o CRL e turbidez; e como demais indicadores físico-químicos pH, cor aparente, e CRL, alumínio, fluoreto.

a) Turbidez

A turbidez da água representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, ocorrendo essa redução por absorção e dispersão decorrentes da presença de diversas partículas, já que estas são maiores que o comprimento de onda da luz branca. As partículas são de tamanho e natureza variados, podendo ser suspensas e coloidais como argila, silte, matéria orgânica finamente particulada, matéria inorgânica, além de plâncton e outros microrganismos (APHA, 2012).

A presença de sólidos em suspensão atribui à água uma aparência nebulosa, potencialmente perigosa, além de esteticamente indesejável. A descarga de esgoto doméstico ou industrial provoca aumento da turbidez das águas (RICHTTER e AZEVEDO NETTO, 2002).

Em ecossistemas aquáticos a turbidez atua como fator limitante, visto que ocorre a redução na taxa de fotossíntese das algas e da vegetação enraizada submersa em corpos aquáticos. E, como consequência, o desenvolvimento reduzido destes organismos pode refletir na diminuição da produtividade de peixes. Ainda mais, os usos doméstico, industrial e recreacional da água serão afetados (PEREIRA, 2015).

Em águas brutas de mananciais utilizados para abastecimento, quando a turbidez é elevada, há um custo maior no processo de tratamento da água nas ETA's devido ao elevado consumo de reagentes no processo de clarificação, além de a filtração tornar-se mais dispendiosa.

A Portaria MS 2.914/2011, considerando o princípio de barreiras múltiplas para o controle microbiológico de águas advindas de mananciais superficiais, relaciona a garantia da qualidade microbiológica ao padrão de turbidez da pós-filtração e pré-desinfecção, definindo o valor máximo de 0,5 uT para filtração rápida e 1,0 uT para filtração lenta. Já quando a média aritmética da concentração de oocistos de *Cryptosporidium spp.* for maior ou igual a 3,0

oocistos/L na captação, o efluente de filtração rápida deve apresentar o valor de turbidez igual ou menor a 0,3 uT, em 95% das amostras mensais.

b) Cloro Residual Livre (CRL)

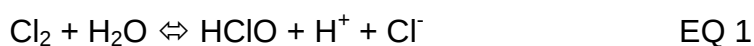
Dentre os agentes oxidantes mais usados durante o processo de tratamento da água estão cloro, cloraminas, dióxido de cloro, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e ozônio, entre outros. Entretanto, historicamente o cloro, na forma de cloro gasoso (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaClO) e hipoclorito de Cálcio [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$], tem sido o mais utilizado (MONTGOMERY, 2005).

A utilização de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a oxidação (oxidação dos compostos existentes na água, alterando as características dela), a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), ou ambas as ações simultaneamente. No entanto, a desinfecção é o objetivo principal e mais comum, havendo o uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos (BAZZOLI, 1993).

Segundo Rossin (1987), a evolução do processo de cloração pode ser retratada por décadas:

- 1908-1918: Iniciação do processo de cloração das águas havendo a aplicação de quantidades pequenas de cloro;
- 1918-1928: expansão da utilização do cloro líquido;
- 1928-1938: utilização de cloraminas, havendo a adição conjunta de amônia e cloro, para obtenção de um teor residual de cloraminas;
- 1948-1958: aprimoramento do processo de cloração; determinação das formas de cloro livre e combinado, e, cloração fundamentada em controles bacteriológicos.

Ao adicionar cloro a uma água quimicamente pura a seguinte reação ocorre (DEGRÉMONT, 1979):



A ação oxidante e desinfetante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso (HOCl), um ácido fraco. Em solução aquosa e valores de pH inferiores a 6, a dissociação do ácido hipocloroso é fraca, sendo alta a concentração desse ácido (BAZZOLI, 1993; DEGRÉMONT, 1979).

Em águas de abastecimento, cuja faixa de pH atende ao recomendado no padrão de potabilidade, as formas presentes são o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl^-). O cloro existente na água nas formas de ácido hipocloroso e de íon hipoclorito é definido como cloro residual livre (OPAS, 1987; ROSSIN, 1987).

Quando na água há presença de nitrogênio amoniacal, estes reagem com cloro formando compostos clorados ativos, denominados cloraminas. O cloro sob a forma de ácido hipocloroso combina-se com a amônia presente na água, formando monoclорamina (NH_2Cl), dicloramina (NHCl_2), e tricloramina ou tricloreto de nitrogênio (NCl_3) (MEYER, 1994). O cloro presente sob a forma de cloraminas é chamado cloro residual combinado (OPAS, 1987; ROSSIN, 1987).

Por ser um reagente não conservativo, a concentração de cloro decai ao longo da rede de distribuição, sendo necessários o monitoramento e a recloração em pontos estratégicos quando a concentração observada é menor do que o recomendado pela Portaria MS 2.914/2011. Esta, estabelece a manutenção da concentração mínima de $0,2 \text{ mgCl}_2/\text{L}$ e máxima de $2 \text{ mgCl}_2/\text{L}$ para CRL em toda a rede de distribuição.

c) Potencial hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução, representando a concentração ativa de íons de hidrogênio (H^+) na mesma. A escala de pH é constituída por números que variam de 0 a 14, sendo que valores abaixo de 7 indicam aumento de acidez, enquanto que valores entre 7 a 14 indicam aumento da basicidade (BAIRD, 2004). A intensidade da condição ácida ou básica é estimada pela equação 2, onde $[\text{H}^+]$ representa a concentração de íons H^+ em solução:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{EQ 2}$$

Nas estações de tratamento de águas, várias etapas dependem do controle do pH. A coagulação e a floculação são exemplos de etapas influenciadas pelo pH. A condição denominada “pH ótimo” de coagulação corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A desinfecção pelo cloro é outro processo que depende do pH, visto que em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso (HClO) formando íon hipoclorito (OCl^-) é menor, tornando o processo mais eficiente.

A distribuição da água também é afetada pelo pH, visto que águas ácidas são corrosivas, podendo causar corrosão em tubulações, enquanto que as básicas são incrustantes (SILVA e OLIVEIRA, 2001). Assim, o pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados, para que não ocorra nenhuma das consequências citadas (BRASIL, 2007). De acordo com o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 2.914/2011, o pH da água utilizada para consumo humano deve estar entre 6,0 e 9,5.

3.4.2 Parâmetros organolépticos de potabilidade

De acordo com a Portaria MS 2.914/2011, os parâmetros que compõem o padrão organoléptico de potabilidade *“provocam estímulos sensoriais que afetam a aceitação da água para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde”*. Nessa perspectiva, foram considerados os parâmetros turbidez, descrito acima, cor aparente e, alumínio.

a) Cor aparente

A cor da água é uma característica determinada pela reflexão da luz em partículas de dimensões inferiores a $1\ \mu\text{m}$, dissolvidas ou suspensas, finamente dispersas nos corpos de água podendo ser resultado de causas naturais ou atividades antropogênicas (BRASIL, 2006).

A cor da água pode ser distinguida em cor aparente e cor verdadeira, sendo esta medida em amostra de água filtrada para remoção de toda a

matéria suspensa, sendo a cor determinada apenas pelos componentes dissolvidos (BRASIL, 2006).

A água com alta coloração pode ocasionar efeitos adversos a ambientes aquáticos, suscitando a existência de alguma contaminação.

A OMS recomenda o valor aceitável de 5 uH para a cor da água de abastecimento, e, como valor máximo admissível é estipulado 50 uH. Devido à diversidade de substâncias capazes de provocar cor, foi necessário arbitrar um padrão para comparação. Para este padrão, adotou-se a cor de uma solução com 1 mg/L de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6) que corresponde a uma unidade Hazen, uH, ou uma unidade de cor, uC (PROSAB, 2009).

A cor aparente é um indicador incluído no padrão organoléptico de potabilidade, afetando na aceitação para consumo, de acordo com a Portaria MS 2.914/2011, sendo estipulado um VMP de 15 uH.

b) Alumínio

O alumínio (Al) é um dos elementos metálicos amplamente distribuídos na natureza, representando um elemento não essencial para os seres humanos e plantas. A presença de alumínio nos corpos de água é decorrente da lixiviação de rochas ou de atividades industriais (PANHWAR et al., 2015).

O pH e as partículas minerais suspensas influenciam a ocorrência do alumínio em águas naturais. Em pH menos que 4, o cátion Al^{3+} é predominante, já em pH neutro o $Al(OH)_4^-$ é a forma que predomina (APHA, AWWA, WEF, 2012).

No tratamento da água, os sais de alumínio, utilizados como coagulantes, podem gerar residuais de alumínio na água de consumo humano. Quando a concentração de alumínio residual é alta e esse se encontra dissolvido na água, tendo havido a correção final de pH anteriormente à reservação da água, pode ocorrer a formação de precipitado, causando a formação de incrustações nas paredes internas das tubulações da rede de distribuição (WHO, 2011).

Apesar da ampla ocorrência de alumínio nos alimentos e água, há indícios de que o alumínio ingerido por meio da dieta alimentar é tóxico

para o ser humano. Há também a hipótese de que a exposição ao alumínio é um fator de risco para o desenvolvimento ou aceleração da síndrome de Alzheimer em seres humanos (OMS, 1997). De acordo com a OMS (1997), a correlação entre o alumínio presente na água para consumo humano e o Alzheimer, evidenciada em vários estudos epidemiológicos, não pode ser considerada totalmente improcedente. Entretanto, podem ser feitas ressalvas quanto a essa correlação devido à não consideração da ingestão total de alumínio por meio de todas as fontes. Por consequência, devido a limitações metodológicas, o risco atribuído à população ainda não foi estimado de maneira precisa (WHO, 2011).

O comitê científico internacional de especialistas em aditivos alimentares (JECFA), administrado pela FAO e OMS estabeleceu o valor de 1 mg/kg de peso corpóreo para o índice de *Ingestão Semanal Máxima Provisória Tolerável* (ISTP) do alumínio. Considerando uma alocação de 20% do ISTP para a água, e uma ingestão de 2 litros de água por dia para um adulto de 60 kg, uma concentração não prejudicial à saúde poderia ser de aproximadamente 0,9 mg/L. No entanto, há incertezas quanto à absorção do alumínio por meio da água para consumo humano, visto que esse processo depende do sal de alumínio utilizado na ETA, do pH, da bioviabilidade e de características da dieta alimentar (WHO, 2011).

Com o objetivo de otimização da coagulação para prevenir a contaminação microbiológica e minimização da deposição de flocos de alumínio no sistema, é sugerida a manutenção de uma concentração residual máxima de 0,2 mg/L de alumínio (WHO, 2011).

O alumínio é considerado um parâmetro componente do padrão organoléptico de potabilidade de acordo com a Portaria MS 2.914 (2011), a qual estabelece um VMP de 0,2 mg Al/L.

3.4.3 Parâmetro químico

a) Fluoreto

De acordo com Brandão e Valsecki-Junior (1998), a fluoretação da água de abastecimento é o método coletivo reconhecidamente mais eficaz para

prevenção da cárie dentária, alcançando todos os segmentos de uma população. Quando a água é empregada como veículo, os efeitos preventivos do flúor são amplamente reconhecidos, visto sua efetividade, custo e frequência de consumo, podendo a fluoretação das águas de abastecimento ser considerado o melhor método de exposição sistêmica ao flúor (BURT, 1992; MURRAY, 1992; BUZALAF et al., 2002; CURY, 2001; KOZLOWSKI E PEREIRA, 2003; RAMIRES E BUZALAF, 2007).

A redução da prevalência da cárie dental por meio do consumo de pequenas quantidades de flúor era atribuída à sua ingestão durante a formação do esmalte dentário, o que tornaria a estrutura cristalina do dente mais resistente ao ataque da cárie. Hoje, é reconhecido que a presença de flúor na cavidade bucal é que possibilita o efeito anticárie, possibilitado pelo uso sistêmico do flúor, na água ou sal de cozinha, como também pelo uso tópico, por meio de creme dental, enxaguatório, entre outros (FRAZÃO et al., 2011).

O reconhecimento da correlação entre a utilização de fluoretos e o efeito preventivo e terapêutico da cárie dentária foi iniciado a partir de 1945, por estudos realizados nos EUA. E, em 1951, a fluoretação das águas de abastecimento torna-se uma política oficial naquele país. No entanto, posteriormente, também foi diagnosticado que a exposição excessiva ao flúor durante a formação do esmalte dentário leva ao aumento da prevalência da fluorose dental (RAMIRES E BUZALAF, 2007). Essa patologia é caracterizada por uma hipomineralização do esmalte, devido a um distúrbio no decorrer da formação do elemento dentário, causado pela ingestão excessiva de flúor (MÖLLER, 1982). Desta maneira, em 1984, a OMS definiu que a concentração adequada para a fluoretação de águas de abastecimento deve compreender o intervalo entre 1,0 e 1,5 mg de fluoreto para cada litro de água.

Com a Lei Federal 6.050 de 1974, a fluoretação das águas para abastecimento onde existe Estação de Tratamento de Água (ETA) se tornou obrigatória no Brasil, tendo a Portaria 635/Bsb de 1975, do Ministério da Saúde, estabelecido padrões para operacionalização da medida, como a determinação da concentração adequada de fluoreto para cada localidade em função da média das temperaturas máximas diárias do ar, em graus Celsius (°C) (NARVAI, 2000). A partir de então, a cobertura populacional desse processo tem aumentado, e, na primeira década do século XXI atingiu cerca de

metade da população brasileira. Atualmente, considerando a presença de fluoreto agregado ou de ocorrência natural na água para consumo humano, a Portaria MS 2914/2011 fixou um VMP de 1,5 mg/L (FRAZÃO et al., 2011).

Desta forma, para a avaliação da qualidade da água de abastecimento humano, a concentração do fluoreto constitui um parâmetro relevante pela possibilidade de prevenção da cárie dentária, bem como pelo potencial de provocar fluorose dentária, quando em concentrações elevadas (FRAZÃO et al., 2011).

3.4.4 Parâmetros microbiológicos

a) *Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli*

Bactérias do grupo coliformes são frequentemente associadas à contaminação da água, visto que este grupo compreende coliformes não fecais, como a *Serratia* e *Aeromonas* encontradas no solo, em vegetais e que se multiplicam relativamente fácil na água (SILVA e JUNQUEIRA, 1995). Os coliformes são bactérias gram-negativas, aeróbias ou anaeróbio-facultativos, não esporuladas, na forma de bastonetes que fermentam lactose com formação de ácido, gás e aldeído a $35 \pm 0,5$ °C em 24 a 48 horas. Este grupo, denominado coliformes totais, compreende espécies dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, tendo *Escherichia coli* como a principal representante do subgrupo termotolerante (ZULPO et al., 2006).

Os coliformes termotolerantes, anteriormente chamados coliformes fecais, são fermentadores de lactose com produção de gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas. Compreendem o gênero *Escherichia* e, de forma mais restrita, espécies de *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. Estes não se multiplicam facilmente no ambiente externo, estando constantemente presentes na flora intestinal humana e de animais homeotérmicos (ZULPO et al., 2006). No entanto, apesar da denominação, este subgrupo acaba também incluindo bactérias de origem não exclusivamente fecal, mesmo que em proporção menor do que o grupo de coliformes totais, sendo algumas espécies encontradas em águas ricas em matéria orgânica ou efluentes industriais.

Contudo, entre cerca de 10^6 - 10^8 coliformes fecais/100 mL, comumente presentes nos esgotos sanitários, há a predominância de *E. coli*, e, este fato corrobora para que este subgrupo seja utilizado como indicador de poluição fecal de águas naturais (OMS, 2006).

A *Escherichia coli*, tendo origem exclusivamente fecal, e capacidade de sobrevivência semelhante às bactérias enteropatogênicas, é considerada o indicador mais específico de contaminação fecal e de possível presença de organismos patogênicos entéricos na água (OMS, 2006).

Esta espécie, diferentemente dos demais coliformes termotolerantes, apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase; possui a capacidade de fermentar a lactose e manitol, ocorrendo a produção de ácido e gás, além de produzir indol a partir do triptofano a $44,5^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; por não produzir a enzima citocromo oxidase, é denominada oxidase negativa; e não hidrolisa a ureia (LECLERC et al., 2001; ROMPRÉ et al., 2002).

A Portaria nº 2.914/2011 estabelece a análise de coliformes totais, e *Escherichia coli* para análise da água para consumo humano, determinando a ausência em 100 mL, em 95% das amostras examinadas no mês.

b) Bactérias heterotróficas

Bactérias heterotróficas é um termo genérico para bactérias que utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono. Estas estão presentes em todos os tipos de água, alimento, solo, vegetação e ar. Sua contagem pode possibilitar uma indicação geral acerca da qualidade microbiológica da água tratada, e, quando realizada frequentemente pode evidenciar alterações advindas do armazenamento, como recrescimento e formação de biofilme, eficiência dos métodos de tratamento, integridade e limpeza do sistema de distribuição (WHO, 2003).

Diversas bactérias heterotróficas possuem a capacidade de multiplicar-se na rede de abastecimento utilizando nutrientes presentes nos materiais empregados em sua construção e, bem como, de carbono orgânico assimilável ou particulado naturalmente presente nas águas. Desta maneira, análises de bactérias heterotróficas podem indicar que determinados materiais constitutivos

da rede não são adequados ou alterações na qualidade da água captada (BARTRAM, 2003).

A legislação brasileira indica que em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, não devendo exceder 500 unidades formadoras de colônias (UFC) por mL.

3.5 Fornecimento de água para consumo em instituições escolares

É importante a garantia do acesso à água potável e gratuita em escolas, já que as crianças e adolescentes passam um tempo considerável no ambiente escolar (BAR-DAVID et al., 2009; STOOKEY et al., 2012). O fornecimento de água para os alunos pode ajudar a manter um peso saudável, reduzir cáries (quando a água é fluoretada), e melhorar a prontidão para aprendizagem (D'ANCI et al., 2006; EDMONDS e BURFORD et al. 2009; EDMONDS e JEFFES, 2009; ARMFIELD, 2010; DANIELS e POPKIN, 2010; MCDONAGH et al. 2000).

O Instituto de Medicina Norte Americano recomenda a disponibilidade gratuita de água para os alunos em todos os dias letivos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2007). Nos Estados Unidos da América, bebedouros são a fonte primária de fornecimento de água nas escolas, e os departamentos educacionais do governo estabelecem as condições exigidas para manutenção dos bebedouros bem como o número de bebedouros por alunos (CALIFORNIAN DEPARTMENT OF EDUCATION, 1999). Apesar deste controle, há relatórios que comprovam casos de escolas sem o número mínimo de bebedouros por alunos e algumas com bebedouros sem funcionamento (AMERICAN FEDERATION OF TEACHERS, 2007). E, embora serviços de abastecimento local de água sejam responsáveis por garantir que a água esteja de acordo com os padrões estaduais e nacionais de potabilidade, contaminantes podem atingir a água por meio de contaminações ou corrosão nas instalações hidráulicas dos prédios (EPA, 2005). Muitas escolas, ao invés de realizar a manutenção nas tubulações, no início do ano letivo, deixam jorrar

água dos bebedouros a fim de diminuir os níveis de contaminação (MURPHY, 1993).

No âmbito nacional, a NBR 13972/1997, aborda os Requisitos de qualidade, desempenho e instalação de bebedouros com refrigeração mecânica incorporada, enquanto a Portaria Inmetro 191/03 institui a obrigatoriedade dos bebedouros com sistema elétrico incorporado apresentarem o selo de conformidade (MDIC, INMETRO, 2003).

De acordo com Araújo et al. (2009), os bebedouros representam fontes potenciais de contaminação direta, por meio da água, ou indireta através do contato com o aparelho, já que são utilizados por muitas pessoas com hábitos de higiene desconhecidos.

No Brasil, em escolas da rede pública de áreas urbanas, apesar de a grande maioria dispor de bebedouros para fornecimento de água potável para os alunos, há ainda uma preocupação quanto à qualidade desta água, dado as diversas doenças de veiculação hídrica decorrentes por falhas no sistema de abastecimento. Neste contexto, diversas pesquisas têm sido realizadas para avaliar a qualidade da água de abastecimento em escolas.

Em Ibuína –SP, Soto et al. (2005) estudaram a qualidade da água em 28 escolas municipais. Os autores coletaram o total de 56 amostras em cada escola contendo dois pontos de coleta, um deles sendo a torneira na entrada da rede e o outro em bebedouros. Das amostras que apresentaram contaminação para coliformes totais e *E. coli*, 3,57% eram amostras de água advindas da entrada da rede, enquanto 21,4% eram dos bebedouros, devendo-se ressaltar que estes recebiam água de reservatórios.

Feitosa-Neto et al. (2006) avaliaram a qualidade de água fornecida em escolas da rede pública em Recife e detectaram que, em 37% das escolas pesquisadas, a água não atendia ao padrão de potabilidade determinado pelas normas brasileiras.

Cardoso et al. (2007) estudaram a qualidade da água de cantinas em 83 escolas de Salvador (BA), Sendo 49 municipais e 34 estaduais. Como resultado, foi observado que 32% das escolas estaduais e 22% das escolas municipais utilizavam água contaminada com coliformes totais e termotolerantes, não atendendo ao padrão de potabilidade determinado pela legislação vigente.

Entre agosto de 2009 e fevereiro de 2010, Scuracchio (2010) realizou duas coletas em cada um dos três pontos, entrada da rede, reservatório predial e filtro, em 31 escolas e creches de São Carlos-SP. Todas as amostras estavam dentro do padrão legal para *E. coli*, entretanto, foram detectadas amostras com alta porcentagem de coliformes totais e bactérias heterotróficas.

Em Ribeirão Preto – SP, em 2008, foram coletadas amostras de água em duas fases em 20 instituições de ensino. Cada escola compreendia três pontos de coleta, sendo uma torneira na ponta do abastecimento predial, um bebedouro, e outra na torneira principal da cozinha (CASTANIA, 2009). Não foram detectadas contaminações microbiológicas nesta pesquisa, no entanto, 50% dos valores obtidos para pH e cloro residual livre mostraram não conformidade com o padrão de potabilidade em vigor na época do estudo.

Pupile et al, 2010 realizaram análises em amostras de água advindas de 6 centros educacionais no estado do Mato Grosso do Sul, 3 localizados na cidade de Rio Brilhante que recebiam água tratada, e 3 no distrito de Prodência Thomaz de Rio Brilhante que não possuíam água tratada, tendo ocorrido três coletas em cada ponto. Em todos os pontos de coleta foram detectadas contaminações por coliformes totais e *E. coli*.

Entre julho a dezembro de 2008, no município de Teixeira de Freitas (BA) foi analisado um total de 80 amostras de água de cozinhas e/ou cantinas de 36 diferentes instituições de ensino, destas 25 eram municipais, 7 estaduais e 4 particulares (ROCHA et al., 2011). Das 36 instituições pesquisadas, 9 (25%) apresentaram amostras com coliformes totais e/ou termotolerantes.

Freitas et al. 2013 analisaram 50 amostras de água de bebedouros em 10 escolas públicas de Muriaí (MG), e detectaram contaminação com coliformes totais em 70% das amostras.

Estes trabalhos, ao objetivarem contribuir com ações de vigilância, possibilitam a detecção da inadequação da água fornecida em relação ao padrão de potabilidade, apresentando dados e análises que contribuem para a solução das falhas e para a busca de proteção à saúde humana.

3.5.1 Percepção dos alunos acerca da água fornecida por meio dos bebedouros escolares

O Instituto de Medicina Norte Americano estabeleceu o nível adequado de ingestão de água para meninas adolescentes de 2,1 L por dia, já para meninos é de 2,4 L (INSTITUTE OF MEDICINE, 2011). Pesquisas realizadas nos Estados Unidos relatam baixa ingestão de água entre os adolescentes, com média de menos de três copos por dia, apesar da disponibilidade de água encanada em grande parte dos ambientes (SEBATIAN et al., 2011; PATEL et al., 2014.)

De acordo com Patel et al. (2011), as escolas, locais onde os adolescentes passam a maior parte do dia, podem representar um cenário ideal para aumentar a ingestão de água. E, como benefícios, o aumento da ingestão de água nas escolas pode possibilitar a manutenção do peso saudável, redução das cáries dentárias e melhoria na prontidão para a aprendizagem (EDMONDS, JEFFES, 2009; D'ANCI et al., 2006; POPKIN et al., 2010). Estes estudos também sugerem que a ingestão de água pelos alunos nas escolas poderia melhorar a função cognitiva destes.

Em grande parte das escolas no Brasil, como ocorre no município de Cabedelo no Estado da Paraíba, a água potável é disponibilizada nas escolas por meio de bebedouros. No Brasil, têm sido desenvolvidas pesquisas que buscam monitorar a qualidade da água de bebedouros em escolas, no entanto, poucos estudos consideram a percepção dos alunos acerca dos bebedouros e da água potável disponibilizada. Nos Estados Unidos, os estudos sugerem que alunos não utilizam os bebedouros por considerarem a água não palatável ou não segura, ou considerarem estes equipamentos sujos (PATEL et al., 2010; PATEL et al., 2014; ONUFRAK et al., 2014).

A percepção, envolvendo o ato de compreender, extrair ou receber informações sobre determinada questão, fato ou aspecto, influencia o desenvolvimento de respostas e manifestações. Os estudos acerca da percepção de uma população ajudam no entendimento de expectativas, anseios, satisfações, insatisfações, julgamentos e condutas. (FERNANDES et al., 2015).

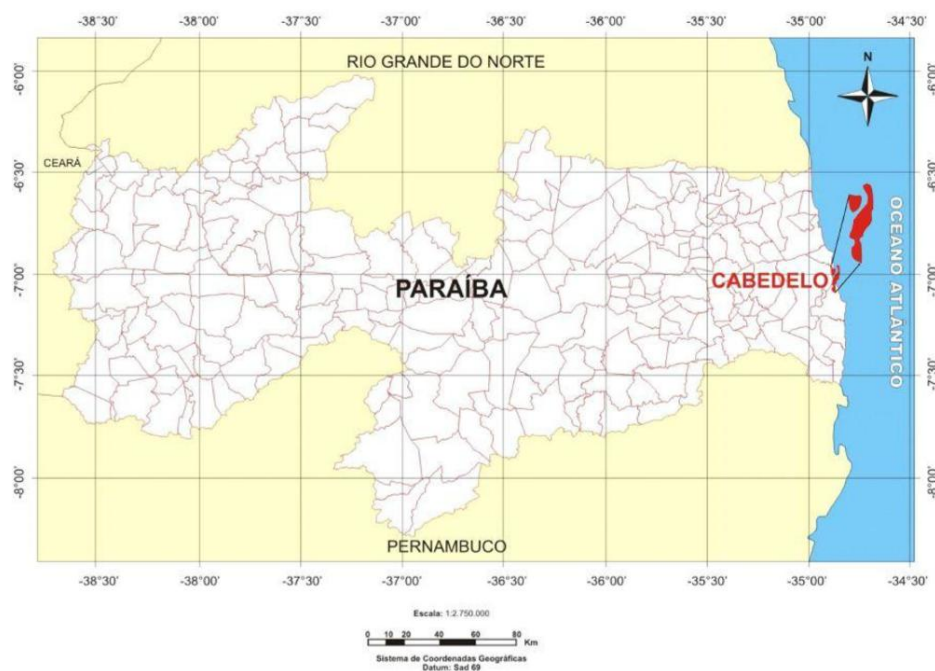
Desta maneira, a percepção dos alunos quanto aos bebedouros escolares foi investigada, visto que esta poderia estar relacionada com as intenções dos alunos em ingerir água quando na escola.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Áreas de estudo

O município de Cabedelo, localizado na Mesorregião da Zona da Mata Paraibana, do estado da Paraíba, compreende uma planície arenosa costeira com área de 31,91 km², banhada a leste pelo Oceano Atlântico e a oeste pelo estuário do Rio Paraíba do Norte, com latitude 6° 58' 21" S e longitude 34° 50' 18" W (Figura 4). A sede do município está na altitude média de aproximadamente 3 metros, distando 15,3 km da capital, João Pessoa. O acesso principal ao município é feito, a partir de João Pessoa, pela rodovia BR 230 (NEVES e NEVES, 2000).

Figura 4: Mapa de localização da área em estudo



Fonte: MOREIRA et al., 2010

O município abrange duas unidades geomorfológicas, a planície litorânea, evoluída de uma restinga, e a planície flúvio-matinha, com influência dos tabuleiros costeiros, unidade que predomina ao seu redor (NEVES e NEVES, 2000). De acordo, com Melo (1983), a vegetação abrange formações pioneiras

das praias e campos de restinga; restingas arbustivo-arbórea; floresta esclerofila litorânea; floresta paludosa marítima (manguezais); além de campos hidro-hidrófilos (pântanos) e campos halófilos.

O clima é tipo As', conforme classificação climática de Köppen-Geiger, definido como clima quente e úmido com estação seca no verão e chuvosa no outono-inverno. A precipitação média anual é de 1.634,2 mm. Cabedelo compreende o domínio da bacia hidrográfica do Rio Paraíba (região do Baixo Paraíba), sendo o Rio Mandacarú o principal curso d'água. Todos os cursos d'água possuem regime de escoamento perene e padrão de drenagem dendrítico (MOREIRA et al., 2010).

O total de habitantes é 57944, atendidos por 30 unidades educacionais da rede municipal de ensino, das quais 22 são escolas e 8 creches (IBGE, 2014). O abastecimento de água do município é realizado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Gerência Regional Litoral), havendo 16134 ligações de água e 519 ligações de esgoto. As ligações de água são atendidas pelo reservatório de distribuição R26 da Companhia citada (CAGEPA, 2015).

4.2 Pontos de amostragem

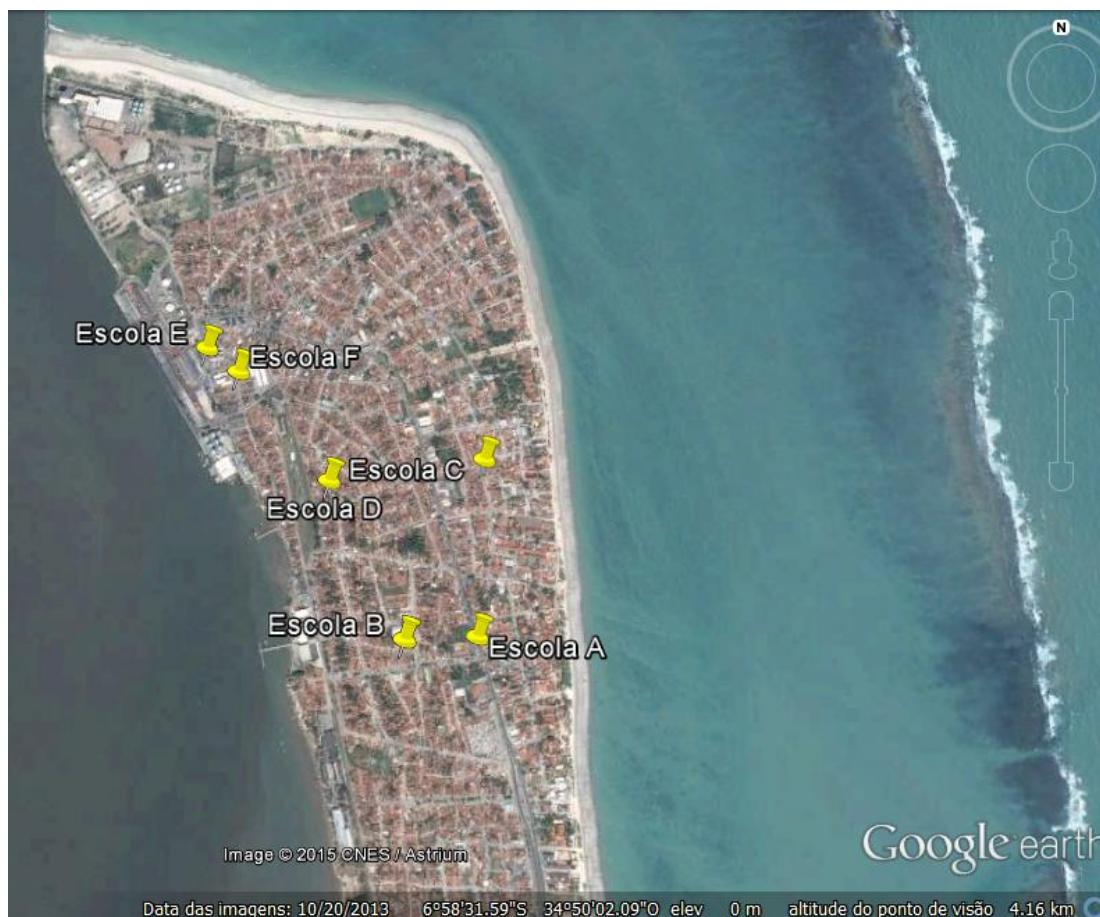
Locais frequentados por grupos humanos vulneráveis, como hospitais, creches e escolas são tidos como locais estratégicos, devendo ser incluídos como pontos de coleta segundo a Diretriz nacional do plano de amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano – Vigiagua (BRASIL, 2006). Considerando o exposto, pode-se ressaltar a necessidade de monitoramento da qualidade da água fornecida em instituições escolares.

O desenvolvimento das análises da qualidade da água previstas no presente trabalho contemplou bebedouros localizados em seis escolas municipais de Cabedelo, visto que estes dispositivos representam o principal meio de fornecimento de água potável para os alunos. As escolas foram selecionadas tendo como critérios a presença de bebedouros como meio de fornecimento de água potável para os alunos, utilização desses dispositivos por

eles, bem como a possibilidade de acesso, coleta de amostras e vistoria das instalações.

As escolas definidas foram georreferenciadas (Tabela 3) com um receptor GPS (Global Positioning System), tendo sua localização ilustrada na Figura 5.

Figura 5: Escolas selecionadas como pontos de coleta



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2015.

Tabela 3: Coordenadas geográficas das escolas selecionadas para coleta de amostras de água potável de bebedouro comunitário.

Escola	Coordenadas	Escola	Coordenadas
A	S 06°58'833\"	D	S 06° 58'573\"
	W 034° 49'826\"		W 034° 50'074\"
B	S 06°58'838\"	E	S 06° 58'341\"
	W 034° 49'947\"		W 034° 50'284\"
C	S 06° 58'536\"	F	S 06° 58'393\"
	W 034° 49'808\"		W 034° 50'229\"

Cada escola selecionada é representada por um bebedouro. Estes são suspensos à parede possuindo quatro ou cinco saídas de água sob pressão do tipo borbulhador (a jato). Esta denominação é atribuída ao bico pelo qual a água potável, controlada por uma válvula, é disponível na forma de um fluxo contínuo podendo ser consumida sem a utilização de copos ou recipientes semelhantes (ABNT, 1997). Todos os bebedouros apresentavam um gabinete externo superior acoplado, chamado também de central de água, responsável pelo resfriamento da água, com volume médio de 180 L.

4.3 Coleta de dados

Para inclusão das escolas no plano de amostragem, foram realizadas visitas em escolas municipais distribuídas ao longo da cidade de Cabedelo. Nessas visitas, uma carta de apresentação foi entregue ao gestor escolar, e, após a confirmação da utilização de bebedouros no estabelecimento de ensino para o fornecimento de água potável aos alunos durante os dias letivos, um formulário (Apêndice A) era respondido pelo gestor, com o intuito de obter uma caracterização prévia acerca do fornecimento de água nesses estabelecimentos.

As coletas de amostras de água de bebedouros nas seis escolas ocorreram entre Março e Outubro de 2015, para realização de análises físico-químicas e microbiológicas.

Os indicadores analisados foram temperatura, pH, cloro residual livre, alumínio, turbidez, cor aparente, fluoreto, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas (Quadro 3). Para a determinação dos indicadores físico-químicos ocorreram 30 coletas, e, para obtenção de dados sobre os indicadores microbiológicos foram realizadas 20 coletas, todas com frequência semanal. Todas as medições foram realizadas em duplicata ou triplicata da mesma amostra.

Para efetivação das coletas, era realizada a assepsia das saídas de água dos bebedouros, com álcool a 70%, seguida de descarga da água durante 2 min.

Foram realizadas 30 coletas e determinações de temperatura, pH, cloro residual livre e cloro total foram realizadas *in loco* (Figura 6); sendo 500 mL da água armazenados e transportados ao laboratório em frascos de politereftalato de etileno envolvidos com fita isolante, para determinação da turbidez e cor. Para os indicadores temperatura, pH, CRL e CT também foram feitas 14 amostragens de água em um torneira mais próxima à entrada da rede.

Para análises de fluoreto e alumínio, eram coletados 500 mL de água em recipientes de polietileno, tendo ocorrido 10 coletas para estes indicadores.

Quanto às análises microbiológicas, eram coletados 350 mL de água, armazenados em frascos de vidro estéreis, autoclavados a 121° C por 20 minutos, com tiosulfato de sódio a 10%. As amostras refrigeradas eram transportadas em caixa isotérmica para o Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus I, onde eram analisadas, no tempo máximo de 6 horas após a coleta. Foram realizadas 20 amostragens para análise de coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas, já para coliformes totais foram coletadas 8 amostras.

Durante as coletas e análises *in loco*, uma ficha era preenchida com informações sobre a coleta e os valores obtidos para os respectivos indicadores. As condições de assepsia, bem como vazamentos nos bebedouros, foram observados e registrados (Apêndice B).

Figura 6: Equipamentos utilizados para medição *in loco* de indicadores físico-químicos.



Fonte: Acervo pessoal

Tabela 4: Indicadores físico-químicos e microbiológicos determinados.

Indicador	Número de Análises	Método
Ph (<i>in loco</i>)	30	Eletrométrico – pHmetro TECNAL TEC 3MPp.
Cloro Residual Livre (<i>in loco</i>)	30	Método DPD (Dietil1-4 fenileno) - aparelho AquaColor Cloro – Policontrol.
Cloro Total (<i>in loco</i>)	30	Método DPD (Dietil1-4 fenileno) - aparelho AquaColor Cloro – Policontrol.
Turbidez	30	Método nefelométrico – dispositivo óptico (2100P TURBIDIMETER, HACH).
Cor aparente	30	Método colorimétrico - Colorímetro Q406, QUIMIS.
Fluoreto	10	Método colorimétrico SPADNS, utilizando o espectrofotômetro Coleman Modelo 35 D.
Alumínio	10	Método colorimétrico Eriochrome Cyanine R, utilizando o espectrofotômetro Coleman Modelo 35 D.
Coliformes totais	8	Método do substrato cromogênico
Coliformes termotolerantes	20	Membrana filtrante, utilizando o meio m-FC Agar.
<i>Escherichia coli</i>	0	Método do substrato cromogênico
Contagem padrão de bactérias heterotróficas	20	Vertido em placa (pour plate), utilizando o meio Plate Count Agar.

Os procedimentos de coleta e preservação das amostras, bem como os métodos utilizados para realização das análises microbiológicas, atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WEF 2012).

4.4 Tratamento estatístico dos dados

O conjunto de dados amostrais foi submetido à análise estatística descritiva, sendo determinadas média, maior e menor valor, e desvio padrão, e análise de variância (ANOVA), com o nível de significância de 5%, utilizando o Excel (pacote do Microsoft Office 2010), para avaliar a variabilidade dos indicadores entre os pontos de coleta. O método GT-2 foi utilizado com o objetivo de demonstrar as diferenças significativas entre os pontos.

4.5 Percepção dos alunos

Com o objetivo de estudar a percepção dos alunos acerca dos bebedouros instalados nas escolas e quais as atitudes destes quanto à ingestão de água no decorrer do dia letivo, foram aplicados 100 questionários em 4 escolas municipais de Cabedelo (Apêndice C).

Para avaliar a ingestão de água dos alunos por dia foi perguntado quantos copos de água eles bebiam por dia, tendo como base um copo de 300 mL, e para investigar sobre o uso do bebedouro foi questionado quantas vezes por dia o bebedouro escolar era utilizado. Para confirmação do uso do bebedouro os alunos responderam “concordo totalmente”, “concordo”, “Não concordo, nem discordo”, “discordo totalmente” às afirmações “Tomo a quantidade suficiente de água na escola” e, “Na escola, apenas tomo água que trago de minha casa”. Este padrão de respostas teve como base a escala de Likert.

Fazendo uso desta mesma escala de satisfação, com o objetivo de investigar a percepção dos alunos sobre a qualidade da água, foram empregadas as afirmações “tomar água do bebedouro da escola pode me fazer adoecer”, “confio na qualidade da água do bebedouro da escola”, “a água do bebedouro da escola é limpa e segura”, “o gosto e odor da água do bebedouro

da escola são agradáveis”, e, “a temperatura da água do bebedouro é agradável”.

Já para avaliar a percepção do aluno a respeito da quantidade e aspecto físico dos bebedouros, as afirmações utilizadas foram “a escola possui quantidade suficiente de bebedouros”, “o bebedouro está sempre limpo”, “o bebedouro encontra-se bem conservado”. As respostas obtidas para a escala de satisfação foram posteriormente agrupadas nas categorias percepção positiva, neutra ou negativa de acordo com a afirmação. O gênero e a idade do aluno também foram incluídos no questionário.

Para montagem do banco de dados, determinou-se que cada pergunta correspondia a uma variável, houve a categorização das respostas e codificação dos dados (ROCHA et al., 2006). Foi aplicada a análise estatística descritiva para resumir as médias e proporções de cada variável e análise de qui-quadrado para comparação de dados qualitativos.

Para o cálculo do tamanho da amostra, foi considerado o quantitativo de 4979 alunos matriculados nas 22 escolas municipais de ensino fundamental. O cálculo foi realizado por meio das Equações (3) e (4) (BARBETTA, 2002), sendo n o tamanho da amostra procurada; N o tamanho da população (4979 alunos); E_0 o erro amostral tolerável, adotado como 10%; e n_0 a primeira aproximação do tamanho da amostra.

$$n = \frac{N.n_0}{N+n_0} \quad \text{EQ 3}$$

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad \text{EQ 4}$$

A estatística descritiva foi utilizada para resumir as proporções obtidas para as variáveis analisadas. E, também foi examinada a associação bivariada entre a percepção dos bebedouros e a ingestão de água na escola, por meio do programa IBM SPSS Statistics 21.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diagnósticos dos pontos de amostragem

Todas as escolas selecionadas como pontos de amostragem funcionavam nos períodos manhã e tarde, com turmas de Ensino Fundamental I e II, atendendo em média de 100 a 240 alunos por período, com faixa etária de 6 a 16 anos.

Cada escola possuía um bebedouro suspenso (Figura 7), localizado no refeitório ou pátio, próximo à cozinha da escola. A água fornecida pelos bebedouros era advinda da rede geral de abastecimento, passando por um equipamento denominado central de água que refrigerava a água e tinha a capacidade de armazenar em torno de 180L de água. Este equipamento tinha sua manutenção realizada de 6 em 6 meses, de acordo com os gestores das escolas. Os bebedouros eram compostos por quatro ou cinco bicos do tipo borbulhador. Nas escolas A e D um dos bicos se encontrava desativado, apresentando gotejamento contínuo de água.

Figura 7: Bebedouros das Escolas A, B, C, D, E e F.



A escola A está localizada há três anos no atual prédio, quando este foi cedido pelo governo Estadual. O bebedouro dessa escola foi instalado em 2012, tendo a última manutenção sido efetuada em novembro de 2014.

A escola B foi instalada no prédio atual em 2012. A escola C foi fundada no ano de 1974, tendo passado por reformas no ano de 1994. Após o questionamento ao gestor sobre a existência de algum processo de filtração da água, este efetivou a instalação de um filtro Aquaplug 250 TR, com eficiência de retenção de partículas de 15 a 30 μm , no dia 30 de março de 2015. Foi também relatado que, há cerca de 3 anos, foi constatada a contaminação microbiana da água do bebedouro, quando esta era advinda de uma caixa d'água. E, por isso, foi instalada uma nova canalização, inativando o reservatório, e possibilitando que a água fornecida pelo bebedouro viesse diretamente da rede geral.

A escola D funciona no prédio atual desde sua fundação, em 1981. Já a escola E foi fundada no ano de 2012, abrangendo turmas do Ensino Fundamental I. Nesta escola, foi observado que as válvulas de pressão das saídas de água estão danificadas e, como consequência, vazamentos contínuos foram observados, com desperdício de água. A escola F funciona no atual prédio desde sua fundação em 1951. O bebedouro desta escola foi instalado no pátio do estabelecimento em 2010.

O quantitativo de alunos e faixas etárias por escola estão expressos na Tabela 5.

Em todas as coletas foi constatado o desperdício de água nas saídas dos bebedouros, com vazamentos contínuos (Tabela 6). Em algumas escolas, a condição higiênica do equipamento poderia ser melhorada, visto que, em visitas, foi verificada a presença de excrementos de animais de pequeno porte, argamassa destacada da parede, ou, gomas de mascar, comprometendo esteticamente o equipamento, e possibilitando a contaminação microbiana (Tabela 6).

Tabela 5 – Quantidade de alunos por período e faixa etária, por escola. .

Escola	Quantidade de alunos		Faixa etária
	Manhã	Tarde	
A	239	125	6-15
B	108	104	6-11
C	135	103	9-15
D	192	209	12-16
E	108	107	6-11
F	151	151	10-15

Tabela 6 - Porcentagem de visitas em que foram observados vazamento e limpeza dos bebedouros, de um total de 30.

Escola	Presença de vazamentos	Realização da assepsia nos bebedouros
A	100%	63%
B	100%	0%
C	40%	100%
D	100%	50%
E	90%	100%
F	60%	70%

5.2 Indicadores da qualidade da água

Os resultados a serem apresentados foram obtidos da análise de amostras coletadas entre março a novembro de 2015, em um total 20 coletas para análises de coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas, 8 para

análises de coliformes totais, 30 coletas para análises, de temperatura, pH, CRL, CRT, turbidez e cor aparente e 10 para análise dos indicadores fluoreto e alumínio. A Tabela 8 apresenta as médias e desvios padrões ($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) e as amplitudes (min-max) amostrais das determinações dos indicadores físico-químicos de qualidade das águas dos bebedouros das escolas investigadas. Ressaltando-se os indicadores que apresentaram valores em não-conformidade com a Portaria MS 2.914/2011, a Tabela 7 mostra a porcentagem de amostras em conformidade e não-conformidade.

Tabela 7 – Porcentagem de amostras em conformidade e não-conformidade com a Portaria MS 2914/2011.

Indicador	pH		CRL		Alumínio	
	C	NC	C	NC	C	NC
Escola A	67%	33%	100%			100%
Escola B	70%	30%	90%	10%		100%
Escola C	100%		100%			100%
Escola D	80%	20%	97%	3%		100%
Escola E	100%		97%	3%		100%
Escola F	100%		100%			100%

Nota: C= conformidade; NC= não-conformidade

Tabela 8 - Resumo descritivo das medições para os parâmetros físico-químicos.

Indicador/ Escola	Temperatura °C	pH	CRL mg/L	CRT mg/L	Turbidez NTU	Cor uC	Fluoreto µg/L	Alumínio mg/L
	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min – max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min – max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max
A	21,0 ± 2,8 14,0 – 24,5	6,0 ± 0,2 5,6 – 6,2	1,5 ± 0,3 1,0 – 2,0	1,6 ± 0,3 1,1 – 2,0	1,2 ± 0,3 0,7 – 2,0	1,4 ± 1,1 0,0 – 4,2	1,4 ± 0,9 0,4 – 3,3	0,6 ± 0,1 0,5 – 0,7
B	27,8 ± 3,0 22,0 - 31,5	6,0 ± 0,3 5,2 - 6,3	0,6 ± 1,0 0,0 – 1,8	1,1 ± 0,6 0,1 – 1,8	0,6 ± 1,2 0,8 + 3,8	1,1 ± 1,7 0,0 + 7,7	1,1 ± 1,1 0,0 – 3,2	0,6 ± 0,1 0,4 – 0,7
C	17,1 ± 8,1 4,0 – 28,5	6,4 ± 0,4 6,0 – 8,0	1,6 ± 0,6 0,2 – 2,4	1,7 ± 0,6 0,2 – 2,5	1,3 ± 0,4 0,5 – 2,1	1,4 ± 1,3 0,0 – 4,5	1,9 ± 0,7 0,9 – 2,7	0,6 ± 0,1 0,4 – 0,7
D	21,6 ± 6,3 13,0 – 29,5	6,1 ± 0,6 4,3 – 6,8	1,0 ± 0,5 0,0 – 1,9	1,1 ± 0,5 0,1 – 2,0	1,5 ± 0,7 0,6 – 2,8	2,0 ± 1,4 0,0 – 5,9	1,9 ± 0,7 0,9 – 2,7	0,6 ± 0,1 0,4 – 0,7
E	27,3 ± 2,3 22,0 – 30,0	6,3 ± 0,1 6,0 – 6,6	1,3 ± 0,4 0,1 – 2,0	1,4 ± 0,4 0,2 – 2,0	1,1 ± 0,3 0,6 – 1,7	1,3 ± 1,2 0,0 – 4,2	1,9 ± 0,7 1,0 – 3,4	0,6 ± 0,1 0,5 – 0,7
F	16,6 ± 5,1 11,0 – 29,5	6,3 ± 0,2 6,0 – 6,7	1,6 ± 0,4 0,5 – 2,2	1,6 ± 0,4 0,7 - 2,2	1,6 ± 0,8 0,6 – 3,2	1,6 ± 1,6 0,0 – 5,9	1,7 ± 0,9 0,0 – 3,1	0,6 ± 0,1 0,5 – 0,7
Portaria MS 2.914/2011	----	6,0-9,5	0,2 – 2,0 mg/L VMP: 5 mg/L	4 mg/L*	5 uT	15 uH	1,5 mg/L	0,2 mg/L

X=média; σ_{n-1} =desvio padrão; min =valor mínimo, max=valor máximo. *considerou-se o VMP para cloraminas total.

5.2.1 Temperatura

A Portaria 2.914/2011 não apresenta VMP de temperatura, entretanto, este indicador está relacionado com a aceitação da água para consumo pelos alunos. A variação de temperatura da água nos bebedouros esteve relacionada com o funcionamento dos refrigeradores das centrais de água. O bebedouro B, e o bebedouro E tinham centrais de água inoperantes e apresentaram as maiores temperaturas.

5.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

De acordo com a Portaria 2.914/2014 o pH da água potável deve estar situada no intervalo de 6,0 a 9,5. Nas amostras analisadas, para as escolas A, B, D foram observados valores abaixo do mínimo recomendado. Embora estes valores sejam favoráveis ao aumento da ação desinfetante do cloro residual, possibilitando a formação de uma fração significativa de HOCl, eficaz contra microrganismos, representam risco de agressividade aos materiais das tubulações, podendo diminuir sua vida útil, como deteriorar a qualidade da água a partir da dissolução de produtos da corrosão ou do meio externo quando ocorre a quebra da estanqueidade das tubulações (FREITAS et al., 2001).

5.2.3 Cor aparente

A cor é uma característica que pode evidenciar uma possível contaminação, tendo sido estabelecido um VMP de 15 uH pela Portaria 2.914/2011. Neste contexto, todas as amostras analisadas tiveram valores de acordo a Portaria.

5.2.3 Turbidez

A turbidez, além de representar um indicador organoléptico, é também um indicador sentinela, fornecendo informações acerca da vulnerabilidade à

contaminação por microrganismos (BRASIL, 2011). Em todas as escolas foram verificadas amostras com valores de turbidez abaixo do VMP estabelecido pela Portaria 2.914/2011 que é 5 uT.

5.2.4 Cloro residual livre e cloro residual total

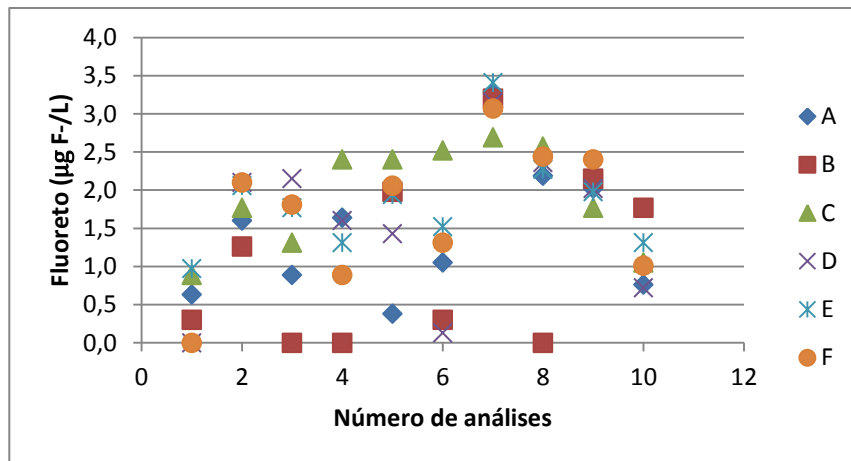
A concentração mínima de cloro residual livre deve ser 0,2 mgCl₂/L e máxima de 2 mgCl₂/L em toda a rede de distribuição, de acordo com a Portaria 2914/2011. Nas escolas B, D e E foram detectados valores para o cloro residual livre abaixo do mínimo estabelecido, o que indica suscetibilidade à proliferação de microrganismos. Já nas escolas C e F foram observadas concentrações acima do recomendado pela Portaria, mas não acima do VMP de 5 mgCl₂/L.

Apesar da Portaria MS 2914/2011 não estabelecer VMP para CRT, considerando que o CRT corresponde ao CRL e as cloraminas totais, tomou-se como princípio o VPM de 4 mgCl₂/L para cloraminas total, e, nesta perspectiva, não foram detectados valores superiores.

5.2.5 Fluoreto

As concentrações de fluoreto variaram de 0,0 a 3,3 µg F⁻/L (Figura 8), bem abaixo do VMP de 1,5 mg/L, indicando que a concentração detectada está relacionada com a ocorrência natural deste íon na água.

Figura 8- Variação Temporal de fluoreto nas águas de bebedouros de escolas avaliadas.



Apesar da Portaria MS 2914/2011 não estabelecer valor mínimo de flúor, a fluoretação representa uma relevante medida de saúde pública, devido à abrangência coletiva desse método controle da cárie dentária (RAMIRES e BUZALAF, 2007).

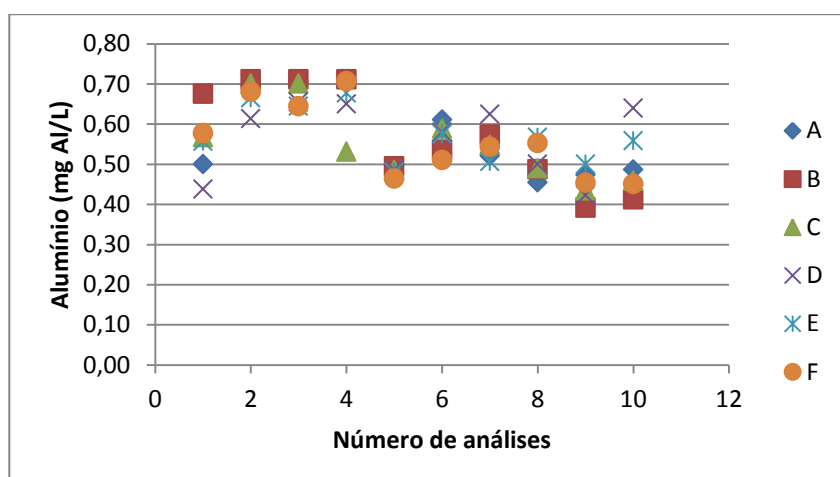
De acordo com Ramires e Buzalaf (2007), quando os teores de flúor ficam abaixo do recomendado, por interrupção temporária ou definitiva da fluoretação, ocorre a perda do benefício por parte da população. Como consequência, após cinco anos, o aumento da prevalência da cárie pode ser de 27% para a dentição decídua e de quase 35% para a dentição permanente (MURRAY, 1992; CURY, 2001; BUZALAF et al., 2002; KOZLOWSZI, 2003).

O teor ótimo de flúor na água de abastecimento deve ser definido de acordo com a temperatura de cada região e o consumo médio diário por pessoa. Frazão et al. (2011), considerando a temperatura máxima diária de João Pessoa (30° C), no ano de 2008, estimaram o valor de 0,692 mg F/L para a concentração ótima de fluoreto, conforme fórmula recomendada pela Portaria 635/1975 do Ministério da Saúde que estabelece as normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a Lei n.º 6050/1974 .

5.2.6 Alumínio

Todos os resultados obtidos para a concentração do alumínio estão acima do VMP de 0,2 mgAl/L estabelecido pela Portaria MS 2914/2011 (Figura 9).

Figura 9- Variação temporal de alumínio nas escolas estudadas



Esta alta concentração é provavelmente derivada do coagulante utilizado na ETA, o sulfato de alumínio. Figueiredo (2004), ao avaliar a presença de alumínio na água de abastecimento da Grande João Pessoa, detectou concentrações acima dos padrões para água potável, e, atribuiu esse resultado às manobras de operação e ao regime de lavagem da ETA de Pedras de Fogo, que lança seus despejos diretamente no Riacho Avenca, localizado a montante de reservatórios do Sistema Gramame/Mamuaba, manancial do sistema de abastecimento de Cabedelo.

A manutenção de uma concentração menor que 0,2 mgAl/L é importante visto a potencialidade de neurotoxicidade desse elemento, além de contribuir para a potencialização do processo de coagulação durante o tratamento da água, e minimização a ocorrência da deposição de flocos de alumínio no sistema de distribuição (WHO, 2011).

Há várias abordagens que buscam minimizar a concentração de alumínio residual na água tratada, como otimização do pH no processo de coagulação, otimização da velocidade das pás durante a floculação e filtração eficiente dos flocos de alumínio (WHO, 2011).

5.2.7 Parâmetros microbiológicos

Todas as amostras de água estiveram de acordo com o padrão de potabilidade quanto à ausência de coliformes totais, coliformes termotolerantes e, consequente ausência de *Escherichia coli* (Tabela 9).

Segundo Rocha et al. (2011), a contaminação microbiana pode estar associada à má condição de higiene da tubulação e dos reservatórios (caixas d'água) que acondicionam a água e alimentam as torneiras, já que, esses reservatórios algumas vezes permanecem anos sem manutenção, criando condições favoráveis para a presença e sobrevivência de microrganismos patógenos. Como a água dos bebedouros era advinda diretamente da rede, este fato pode ter prevenido a contaminação com coliformes.

A Portaria MS 2914/2011 recomenda que a contagem de bactérias heterotróficas não ultrapasse o limite de 500 UFC/mL, e, alterações bruscas ou acima do usual devem ser investigadas (BRASIL, 2011). Todas as análises de contagem padrão de bactérias heterotróficas não ultrapassaram o limite recomendado (Tabela 9).

Tabela 9: Resultados obtidos nas análises de bactérias heterotróficas e coliformes termotolerantes e coliformes totais nas amostras coletadas.

Bebedouros	Bactérias heterotróficas UFC/mL		Coliformes termotolerantes	Coliformes totais
	Máx.	Min.		
A	3	<1	Ausentes	Ausentes
B	79	<1	Ausentes	Ausentes
C	25	<1	Ausentes	Ausentes
D	45	<1	Ausentes	Ausentes
E	33	<1	Ausentes	Ausentes
F	58	<1	Ausentes	Ausentes

5.3 Análise de variância (ANOVA)

A análise de variância (ANOVA) de fator único, com nível de significância (α) de 0,05 foi aplicada para comparar os subconjuntos de dados amostrais de uma mesma variável e verificar a sua variabilidade nos diferentes bebedouros monitorados. Nesta análise é fornecido o valor p, que demonstra

se há diferença significativa entre as médias dos conjuntos amostrais comparados ($p < 0,05$) ou não ($p > 0,05$).

Para os indicadores temperatura, cor aparente, fluoreto, alumínio, e bactérias heterotróficas não houve diferenças significativas entre os valores observados, existindo, assim, uma uniformidade entre as escolas.

Já os indicadores pH, turbidez, CRL e CRT não apresentaram uniformidade, e, desta forma, foi utilizado o método Hochberg GT-2 para demonstrar as diferenças significativas entre as escolas.

Figura 10 – Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o pH nas escolas monitoradas.

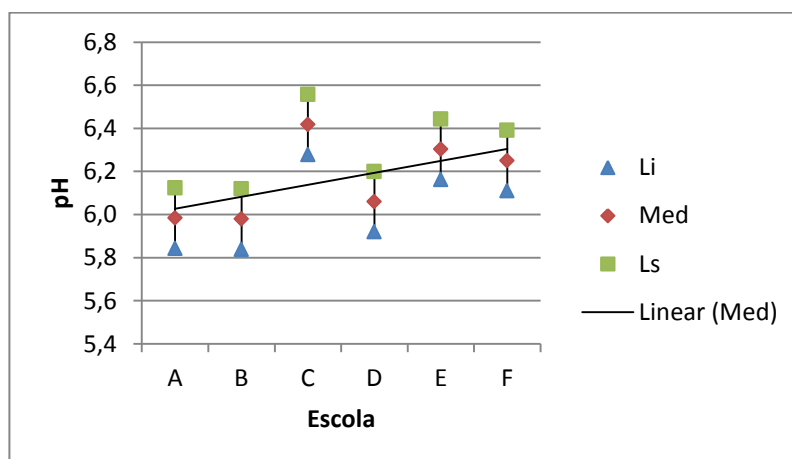


Figura 11 – Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a concentração de CRL nas escolas monitoradas.

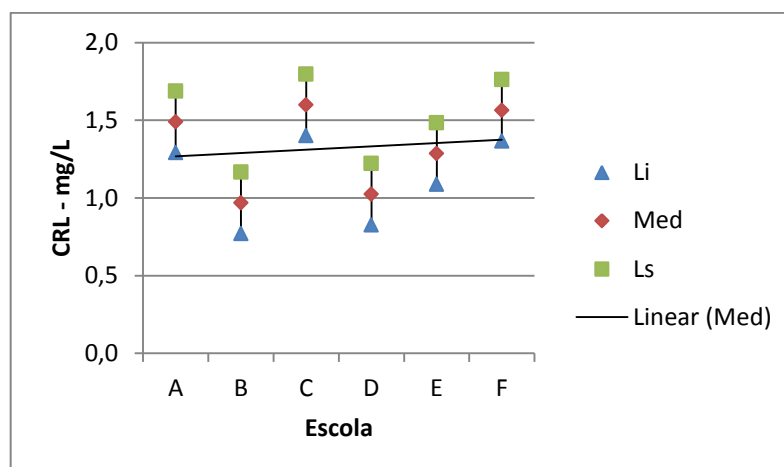


Figura 12 – Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a concentração de CRT nas escolas monitoradas.

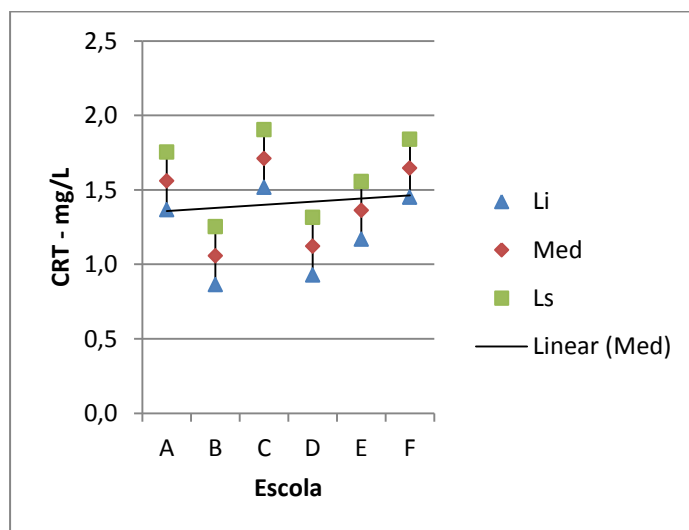
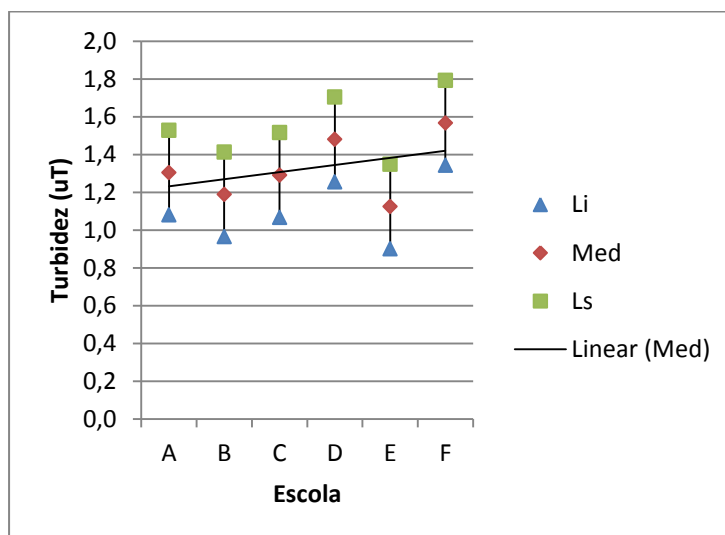


Figura 13 – Análise utilizando o método Hochberg GT-2 para o a turbidez nas escolas monitoradas.



Para o pH a escola C apresentou valores acima da tendência entre as escolas, havendo mais associação entre os valores obtidos para as escolas A e B; e, E e F (Figura 10).

Quanto às concentrações CRL e CRT, as escolas B e D apresentaram valores menores que a tendência entre as escolas, e, a escola C valores maiores (Figuras 11 e 12). Considerando as observações sobre a higienização dos bebedouros, as escolas B e D também foram as que apresentaram maior frequência de bebedouros não limpos.

Na escola E foram observados os menores valores para turbidez (Figura 13). E, para este indicador, há intercessão entre os intervalos de comparação de todas as escolas.

5.4 Análise de indicadores físico-químicos em cada escola

Foram realizadas 14 análises *in loco* para os indicadores temperatura, CRL, CRT e pH da água de uma torneira mais próxima ao início da rede de abastecimento em cada escola, no período de 15 de julho a 14 de agosto de 2015, simultâneas as análises de rotina, anteriormente iniciadas, da água dos bebedouros. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 10.

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para comparar os subconjuntos de dados amostrais de uma mesma variável e verificar a sua variabilidade no bebedouro e na torneira em cada escola.

Para a temperatura, não foi observada diferença significativa entre as águas da torneira e do bebedouro apenas nas escolas B e E, onde não estava ocorrendo a refrigeração.

Os dois conjuntos de valores para o CRL apresentaram diferenças significativas nas escolas A, B, D, E. A média da concentração de CRL na escola B foi menor que a da torneira; já para as escolas A, D e E, a maior média e o maior valor mínimo foram observados nos bebedouros. Quanto ao CRT, apenas a escola E apresentou diferença significativa, a média e o valor mínimo foram maiores para a água do bebedouro.

O cloro, elemento não conservativo, tem sua concentração reduzida de acordo com certas condições dos reservatórios e das redes, que propiciam reações dentro da tubulação (CLARK et al., 1993). Nas escolas A, D e E, a torneira mais próxima ao início da rede era instalada em ambiente aberto, e o uso não era constante, dessa forma, como o decaimento do cloro resulta do efeito conjunto das reações junto às paredes das tubulações e na massa líquida, as concentrações de CRL observadas foram menores que as dos bebedouros.

Com exceção da escola E, as demais escolas apresentavam valores de pH da água do bebedouro significativamente maiores do que o pH da água das torneiras.

Tabela 10 - Resumo descritivo das medições para os parâmetros físico-químicos no bebedouro e torneira.

	Temperatura °C		pH		CRL (mgCl ₂ /L)		CRT (mgCl ₂ /L)	
	TORNEIRA	BEBEDOURO	TORNEIRA	BEBEDOURO	TORNEIRA	BEBEDOURO	TORNEIRA	BEBEDOURO
	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min – max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max	($\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$) min - max
A	24,0 ± 2,3 21,0 – 27,5	21,0 ± 2,5 18,5 – 28,0	5,5 ± 0,3 5,0 – 5,9	5,9 ± 0,2 5,6 – 6,2	1,0 ± 0,8 0,0 – 2,1	1,5 ± 0,3 1,0 – 2,0	1,1 ± 0,8 0,0 – 2,1	1,6 ± 0,3 1,1 – 2,0
B	25,6 ± 2,1 22,5 – 28,0	25,4 ± 2,6 22,0 – 29,0	5,5 ± 0,4 5,0 – 6,0	5,9 ± 0,3 5,2 – 6,2	1,2 ± 0,7 0,0 – 2,0	0,5 ± 0,5 0,0 – 1,7	1,3 ± 0,7 0,2 – 2,0	0,6 ± 0,5 0,1 – 1,8
C	25,1 ± 2,1 22,0 – 28,0	9,8 ± 2,7 4,0 – 13,0	5,5 ± 0,5 4,6 – 6,1	6,4 ± 0,6 6,0 – 8,0	1,5 ± 0,7 0,1 – 2,4	1,6 ± 0,6 0,4 – 2,3	1,6 ± 0,7 0,3 – 2,6	1,8 ± 0,5 0,6 – 2,3
D	25,0 ± 2,1 21,0 – 28,0	16,3 ± 1,5 14,0 – 18,5	5,4 ± 0,7 4,0 – 6,0	6,0 ± 0,9 4,3 – 6,8	0,5 ± 0,3 0,0 – 0,8	1,2 ± 0,5 0,3 – 1,9	0,7 ± 0,2 0,2 – 0,9	1,4 ± 0,6 0,1 – 2,0
E	24,5 ± 1,6 22,0 – 28,00	25,4 ± 1,7 22,0 – 28,0	6,0 ± 0,1 5,8 – 6,2	6,2 ± 0,1 6,0 – 6,4	0,8 ± 0,3 0,2 – 1,2	1,5 ± 0,2 1,2 – 2,0	0,9 ± 0,4 0,2 – 1,3	1,6 ± 0,2 1,3 – 2,0
F	24,0 ± 2,0 21,0 – 28,0	13,8 ± 1,2 11,9 – 15,5	5,9 ± 2,0 5,5 – 6,3	6,3 ± 0,2 6,0 – 6,7	1,4 ± 0,7 0,2 – 2,2	1,7 ± 0,2 1,2 – 2,0	1,5 ± 0,7 0,4 – 2,3	1,8 ± 0,2 1,4 – 2,0
Portaria MS 2.914/2011	-----		6,0-9,5		0,2 – 2,0 mgCl ₂ /L VMP: 5 mg Cl ₂ /L		4 mg Cl ₂ /L*	

X=média; σ_{n-1} =desvio padrão; min =valor mínimo, max=valor máximo.; *considerou-se o VMP para cloraminas total.

5.5 Análise da percepção dos alunos sobre a qualidade da água dos bebedouros

O questionário foi aplicado a 100 alunos, 35 do gênero masculino e 65 do gênero feminino, a idade média dos alunos foi de 13,6 anos. Apesar de diversas respostas indicarem uma percepção negativa quanto aos bebedouros, à qualidade da água e ao aspecto físico do equipamento, 41% dos alunos relataram que utilizavam o bebedouro 2 vezes ao dia.

Em relação à qualidade da água, grande parte avaliou que o gosto e o odor (39%), e a temperatura (44%) são desagradáveis. A indicação de um bebedouro sujo (55%), mal conservado (54%), a associação da água do bebedouro com doenças (49%), e a falta de confiança na qualidade da água (41%) foram preponderantes.

Quanto perguntados sobre a ingestão de água na escola, 32% afirmaram tomar a quantidade de água necessária, já 40% responderam que não e 46% relataram não trazer água de casa.

Considerando a ingestão diária de água, as alunas (46,2%) e alunos (62,9%) responderam predominantemente que bebiam 4 ou mais copos de água por dia (Tabela 11). A maioria das alunas (33,8) e dos alunos (54,3) responderam que fazem uso 2 ou 3 vezes do bebedouro por dia (Tabela 12).

Tabela 11: Quantidade de copos de água por dia por gênero.

Gênero	N	Copos de água por dia, %					X ² P valor
		<1 copo	1 copo de água	2 copos de água	3 copos de água	4 ou mais copos de água	
Feminino	65	7,7	6,2	12,3	27,7	46,2	,223
Masculino	35	5,7	5,7	0	25,7	62,9	

Tabela 12: Utilização do bebedouro por dia por gênero.

Gênero	Utilização do bebedouro por dia, %					
	N	Não utiliza	1 vez	2 ou 3 vezes	4 vezes ou mais	X ² P valor
Feminino	65	23,1	26,2	33,8	16,9	,199
Masculino	35	14,1	14,3	54,3	17,1	

Tabela 13: Associação entre utilização do bebedouro e percepções positivas, neutras e negativas acerca da água e bebedouro.

Questionamento	Percepção	Uso do Bebedouro, %					X ² P valor
		N	Não usa	1 vez	2 ou 3 vezes	4 ou mais vezes	
A água do bebedouro é limpa e segura	Positiva	30	10	18,2	41,5	41,2	,052
	Neutra	36	40	31,8	39,0	29,4	
	Negativa	34	50	50	19,5	29,4	
Confiança na qualidade da água do bebedouro	Positiva	23	15	9,1	27,5	43,8	,019
	Neutra	35	20	36,4	40,0	43,8	
	Negativa	40	65	54,5	32,5	12,5	
Associação da água do bebedouro com doenças	Positiva	8	0	4,5	15,0	5,9	,016
	Neutra	42,4	45	18,2	55,0	41,2	
	Negativa	49,5	55	77,3	30,0	52,9	
O bebedouro encontra-se bem conservado	Positiva	20	20	18,2	24,4	11,8	,239
	Neutra	26	10	22,7	36,6	23,4	
	Negativa	54	70	59,1	39,0	64,7	
O bebedouro está sempre limpo	Positiva	20	20	13,6	22,0	23,5	,517
	Neutra	25	15	18,3	34,1	23,5	
	Negativa	55	65	68,2	43,9	52,9	

Análises de correlação possibilitam o conhecimento sobre a percepção dos alunos a respeito dos bebedouros e se esta está associada com o uso desses equipamentos, e, conseqüentemente com a ingestão de água na

escola. Neste levantamento, o relato de não uso do bebedouro esteve relacionado com a não confiança na qualidade da água, já os relatos de uso estiveram associados com percepções positivas ou neutras em relação a qualidade da água (Tabela 13). Estudos como o de Patel et al. (2014), Patel et al. (2010) e Onufrak et al. (2014), realizados nos EUA, relatam que alunos não utilizam os bebedouros escolares por falta de atratividade do equipamento e por preocupações com a segurança da água.

Esta preocupação com a segurança da água também é percebida nos alunos que afirmaram não fazerem uso do bebedouro, já que estes não consideram a água limpa e segura (50%), não confiam na qualidade (65%), e, associam a água à transmissão de doenças (55%). Entretanto, mesmo para os alunos que fazem uso dos bebedouros, esta preocupação é presente. De acordo com Patel et al. (2014), mesmo em circunstâncias em que a água da torneira é segura, a preocupação com sua qualidade a água pode torná-la não atrativa. A percepção negativa de familiares acerca da água de torneira poderia influenciar a decisão dos alunos em bebê-la (PATEL et al., 2010). Realizar análises da água para contaminantes e comunicar os resultados dessas análises para a comunidade escolar, pode ajudar a diminuir a preocupação dos alunos quanto à segurança da água dos bebedouros (PATEL et al., 2014). E, em casos de descoberta da não potabilidade da água, a escola pode providenciar outro meio de fornecer água aos alunos.

A ausência de opinião quando abordados os conceitos de água limpa, segura e a associação da água com doenças, pode retratar desconhecimento sobre esses conceitos e acerca das características que estão relacionadas com a qualidade da água, gerando insegurança em emitir opinião sobre a questão.

A percepção negativa em relação ao aspecto físico dos bebedouros foi preponderante entre os alunos. Mesmo os que utilizam os bebedouros, classificaram esses equipamentos como sujos e não conservados, demonstrando a necessidade de maior preocupação da gestão escolar com a limpeza e manutenção desses. Em um estudo realizado na Califórnia, os estudantes afirmaram evitar a água dos bebedouros quando esses equipamentos estão quebrados, sujos e a água tem gosto desagradável (NAPIER e KODNER, 2008).

Nesta análise, apesar da observação de percepção negativa dos alunos em relação à segurança da água e estrutura física do bebedouro, a utilização desse equipamento é notória. Pode-se ressaltar que o bebedouro, nas escolas avaliadas, é o principal e permanente meio de disponibilização de água potável para os alunos. Dessa forma, a limpeza e manutenção desses equipamentos são imprescindíveis, bem como o planejamento de ações que abordem conceitos e questões relacionados à qualidade e segurança da água, para que os alunos desenvolvam percepções mais positivas.

No entanto, apesar de métodos qualitativos possibilitarem o desenvolvimento de hipóteses e a investigação da percepção dos alunos a respeito da água e bebedouro escolar, os resultados não podem ser generalizados. Novos estudos a serem realizados com amostras representativas de escolas podem expandir as discussões sobre os resultados observados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ações de vigilância da qualidade da água possibilitam a avaliação do atendimento da água para abastecimento humano ao padrão de potabilidade, compreendendo uma medida de proteção à saúde. Neste trabalho pode-se constatar que o padrão químico de potabilidade para CRL e fluoreto, assim como o padrão microbiológico para coliformes totais e *E. coli* obedeceram os VMP estabelecidos pela Portaria MS 2.914/2011. Os valores para a contagem padrão de bactérias heterotróficas também satisfizeram o recomendado.

A ausência de concentração significativa de fluoreto em todas as amostras ressalta a perda do benefício da fluoretação para a saúde pública no município de Cabedelo.

Os valores observados para os indicadores turbidez e cor aparente, componentes do padrão organoléptico de potabilidade também atenderam à Portaria 2.914/2011. Entretanto, para a concentração de alumínio, parâmetro do padrão organoléptico, todos os valores obtidos ultrapassaram o VMP de 0,2 mg/L. Este fato está provavelmente relacionado ao uso do sulfato de alumínio na ETA, havendo a necessidade de revisão das operações de tratamento da água pela empresa responsável pelo sistema de abastecimento.

Para os indicadores pH e CRL foram obtidos valores abaixo do recomendado pela Portaria 2.914/2011. O pH abaixo de 6, verificado nas escolas A, B e D, apesar de benéfico para a ação desinfetante do cloro, é agressivo para as tubulações. Já a baixa concentração do CRL pode indicar suscetibilidade a contaminações.

Durante as visitas foi observado um desperdício de água considerável nos bebedouros, refletindo a necessidade de manutenção desses equipamentos, além de um maior cuidado com a limpeza.

A aplicação de questionário com alunos possibilitou a identificação de que o bebedouro é usado com frequência considerável, apesar de percepções negativas quanto à qualidade e segurança da água, bem como em relação à limpeza e conservação do equipamento. Estas percepções poderiam ser trabalhadas a partir do planejamento de ações pela gestão escolar que abordem a segurança e a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ABBASZADEGAN, M.; HASAN, M. N., GERBA; ROESSLER, P. F.; WILSON, B. R.; KUENNEN, R.; VAN DELLEN, E. The disinfection efficacy of a point-of-use water treatment system against bacterial, viral and protozoan waterborne pathogens, **Water Research**. 31 (3): 574-582, 1997.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13972. Bebedouros com refrigeração mecânica incorporada - Requisitos de qualidade, desempenho e instalação**. Out, 1997.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA. 2004. Proposta de instituição do comitê das bacias hidrográficas do litoral sul, conforme resolução nº 1, de 31 de Agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/proposta.pdf. Acessado em: 19 de Março de 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS ANA, 2015. Conselhos e Órgãos gestores Estaduais. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/ConselhoseOrgaosGestoresEstaduais.aspx>. Acessado em 24 de Março de 2015.

ALVES, E. C. **Monitoramento da qualidade da água da bacia do rio Pirapó. Dissertação** – Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2006.

AMANATIDOU, E.; ADAMIDOU, K.; TRIKOILIDOU, E.; KATSIOLLI, F.; PATRIKAKI, O.; TSIKRITZIS, L. Physicochemical and microbiological characteristics of the potable water supply sources in the area of Kozani, Western Macedonia. **Desalination**, 213: 1-8, 2007.

AMERICAN FEDERATION OF TEACHERS, The facilities gap. Cameras in hand, students capture photos of school-house decay. **American Education**; Spring: 43-51, 2007.

ANAND, P. B. Right to water and access to water: an assessment. **Journal International Development**, 19: 511-526, 2007.

APHA- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF- WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20th Edition, United States of American, 1999.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22 Ed. Washington, 2012.

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...**

ARMFIELD, J. M.; Community effectiveness of public water fluoridation in reducing children's dental disease. **Public Health Rep.** 125(5):655-664, 2010.

ALVES, M. N.; MOLINA, A. G.; SANCHEZ, P. S. **Exame microbiológico da água**. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, São Paulo, 1992.

AZEVEDO NETO, J. M.; RICHTER, C. A. **Tratamento de água**. Tecnologia atualizada.. São Paulo : Editora Edgard Blücher LTDA, 1991.

BAGNARA, L.B.; BALDESSARINI, R.; PICOLLI, J. J., BARNARDI, T. L.; BETTIOL, V. R. Análise microbiológica físico-química e importância da conservação da água em escolas públicas de nível fundamental e médio. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2014, Belo Horizonte – MG. **Anais...**Belo Horizonte: IBEAS, p. 1-6, 2014.

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

BARBETTA, P. A. Estatística aplicada às ciências sociais. 5ª Edição. Santa Catarina: Editora UFSC, 2002.

BARBOSA-DANIEL, M. H.; CABRAL, A. R. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 10(4): 487-492, 2011.

BAR-DAVID, Y.; URKI, J.; LANDAU, D.; BAR-DAVID, Z.; PILPEL, D. Voluntary dehydration among elementary school children residing in a hot arid environment. **J Hum Nutr Diet.** 22(5): 455-460, 2009.

BARTRAM, J. ; COTRUVO, J.; EXNER, M.; FRICKER C.; GLASMACHER, A. **Heterotrophic plate counts and drinking water safety: the significance of HPCs for water quality and human health**. Londres: WHO:IWA, 2003.

BAZZOLI, N. **O Uso da Desinfecção no Combate à Cólera. Apostila da Fundação Nacional de Saúde** – Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas. 1993.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 318 p, 2005.

BRAGA, S. M.; AZEVEDO, S. F. O.; TUNDISI, J. G. Água e saúde humana. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. cap.8, p. 241-265.

BRANCO, S. M. Aspectos institucionais e legais do controle da poluição. In: **Hidrologia Ambiental**, p. 349-373, São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/Edusp, 1991.

BRANCO, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Senado Federal, 1998.

BRASIL. Decreto nº 76.367, de 9 de Março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade da água e dá outras providências. Diário Oficial da União, 10 mar 1977.

BRASIL. Portaria nº 56. Aprova as normas e o padrão de potabilidade da água a serem observados em todo território nacional. Diário Oficial da União, 15 jun 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde, Portaria MS nº 518, de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 26 mar, 2004.

BRASIL. Decreto Presidencial nº 5.440/2005, de 04 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para

divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, 5 mai 2005.

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, 212 p., 2006.

BRASIL. MS- Ministério da Saúde. Doença Diarréica aguda. Situação Epidemiológica. Brasil: Ministério da Saúde. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1549>. Acessado em: 02.01.2015

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

BRASIL. Ministério da Saúde, Portaria MS nº 2.914, de Dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 21 Dez, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Plano de segurança da água : garantindo a qualidade e promovendo a saúde : um olhar do SUS**. Brasília : Ministério da Saúde, 2012, 61 p.

BERRY, D.; XI, C.; RASKIN, L. Microbial ecology of drinking water distribution systems. **Current Opinion in Biotechnology**, 17(3): 297-302, 2012.

BURT, B A. The changing patterns of systemic fluoride intake. **Journal of Dental Research**. 1992; 71 (Spec. Issue): 122-37.

BUZALAF M.A.R; GRANJEIRO J.M.; DAMANTE C.A.; ORNELAS F. Fluctuations in public water fluorid level in Bauru, Brazil. **Journal of Public Health Dentistry** .2002; 62(3):173-6.

Californian Departamento of Education. School building, health and sanitation code requirements – code compliance responsibility, SFPD. Advisory 99-02. California Department of Education, 1999. Disponível em: <http://www.cde.ca.gov/LS/fa/sf/sfd9902sanicode.asp>. Acessado em: 24 de Março de 2015.

CAGEPA. Companhia de água e esgotos da Paraíba. Abastecimento de Água. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=529>. Acessado em: 22 de Janeiro de 2015.

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. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, 13: 117-129, 2002.

CARDOSO, R. C. V.; ALMEIDA, R. C. C.; GUIMARÃES, A. G.; GÓES, J. A. W.; SILVA, S. A.; SANTANA, A. A. C.; HUTTNER, L. B.; VIDAL-JUNIOR, P. O.; FIGUEIREDO, K. V. N. A. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em salvador- BA Rev. **Inst. Adolfo Lutz**, 66(3): 287-291, 2007.

CARVALHO, M. T.; SILVA, N. S. P. da. Análise da Água Consumida nas creches e escolas municipais de Vitória – ES Segundo os Padrões de Potabilidade **Inf. Epidemiol. do SUS - IESUS**, v.2, Brasília, Abr/Jun, 1997.

CASALI, C. A. Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul. 2008. 173 p. Dissertação - mestrado em Ciências do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

CASTANIA, J. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil. 2009. 146 p. Dissertação – mestrado em Enfermagem em Saúde Pública. Escola de Enfermagem de Ribeirão preto, Universidade de São Paulo, 2009.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P. & LECLERC, H. Assesment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. For the official monitoring of drinking water supplies. **Journal of Applied Bacteriology**, 76:336-344, 1994

CLARCK, R. M.; COYLE, J. A. Measuring and modeling variations in distribution systems water quality. **Journal of the American Water Works Association**, 82: 46-52, 1989.

CLARCK, R.; GRAYMAN, W.; MALES, R.; HESS, A. 1993. Modeling contamination programation in drinking water distribution systems. **Journal of Environmental Engineering**. 119(2):349-364.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA (CAGEPA). História. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/>. Acessado em: 29 de Março de 2015.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no Baixo Amazonas; o caso do Amapá. **Eng. Sanit. Ambient.** 9(4): 322-328, 2004.

CURY J.A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri LN, et al. **Odontologia restauradora**. São Paulo: Ed. Santos; 2001. p.34-68.

D'AGUILA, P. S. de; CRUZ ROQUE, O. C. de; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro. 16 (3): 791-798, Jul-Set, 2000.

D'ANCI, K. E.; CONSTANT, F.; ROSENBERG, I. H.; Hydration and cognitive function in children. **Nutrition Review**. 64(10 pt 1): 457-464, 2006.

DANIELS; M. C.; POPKIN, B. M. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. **Nutrition Review**. 68(9):505-521, 2010.

DIAS, L. F. S. Estudo da localização otimizada de equipamentos para detecção de contaminação em redes de distribuição de água. 2006. 144 p. Dissertação – mestrado em Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

DEININGER, R. A.; CLARCK, R. M.; HESS, A. E.; BERNSTAM, E. V. Animation and visualization of water quality in distribution systems. **Journal of the American Water Works Association**, 84: 48-52, 1992.

DEGRÉMONT. **Water Treatment Handbook**. New York: John Wiley & Sons, 1979.

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STÜKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HÖRNER, R. Contagem de bactérias heterotrófica nas água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. **Saúde**, Santa Maria, 33(1): 15-19, 2007.

EDMONDS; C. J.; BURFORD, D. Should children drink more water? The effects of drinking water on cognition in children. **Appetite**. 52(3):776-779, 2009.

EDMONDS; C. J.; JEFFES, B. Does having a drink help you think? 6-7-year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water. **Appetite**. 52(3):469-472, 2009.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Lead and copper rule; a quick reference guide for schools and child care facilities that are regulated under the safe drinking water act. Environmental Protection Agency, 2005. Disponível em: http://www.epa.gov/safewater/schools/pdfs/lead/qrg_lcr_schools.pdf. Acessado em 24 de Março de 2015.

FEITOSA NETO, A.; SILVA, J. L.; MOURA, G. J. B.; CALAZANS, G. M.T. Avaliação da qualidade da água potável de escolas públicas do Recife, PE. **Higiene Alimentar**, 20(139): 80-82, 2006.

FENANDES, R. S. et al. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas as áreas educacional, social e ambiental. Disponível em: www.redeceas.esalq.usp.br. Acessado em: Dezembro de 2015.

FIGUEIREDO, G. J. A. Avaliação da presença de alumínio na água do sistema de abastecimento público da cidade de João Pessoa e Grande João Pessoa no estado da Paraíba e os possíveis riscos para a saúde da população. 2004. 118 p. Dissertação - Mestrado em Gerenciamento Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004.

FORMAGGIA, D. M.E. Uma breve história do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo humano do Estado de São Paulo. **FalaSEVISA**, São Paulo- SP, n. 01, 2007. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/artigo_sevisa_01.pdf>. Acessado em: 22 de Janeiro de 2015.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Rev. Saúde Pública**. 2011, 45(5):964-73

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17 (3): 651-660, mai-jun, 2001.

FREITAS, B. M.; 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(4): 993-1004, 2005.

FREITAS, L. L.; SILVA, K. C. da; SOUZA, T. M. de; DEMARQUE, I. L. D.; AGOSTINHO, L.; FERANANDES, F. Quantificação microbiológica de bebedouros de escolas públicas em Muriaé (MG). **Revista Científica de FAMINAS**, Jan-Abr, 9(1):81-93, 2013.

GERLAK, A. K.; WILDER, M. Exploring the textured landscape of water insecurity and the human right to water. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, 54: 4-17, 2012.

GRABOW, W. Waterborne diseases: update o water quality assessment and control. **Water AS**, 22(2): 193-202, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/ Diretoria de Pesquisas / Coordenação de População e Indicadores Sociais. – Rio de Janeiro: 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Cidades@ Informações estatísticas. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/23264>>. Acessado em: em 15 de Janeiro de 2015.

Institute of Medicine. Nutrient Standards for foods in schools: leading the way toward healthier youth. Washington (DC): the national Academies Press, 2007.

Institute of Medicine. Dietary reference intakes: water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Disponível em: <http://www.iom.edu/REports/2004/Dietary-Reference-Intakes-Water-Potassium-Sodium-Chloride-and-Sulfate.aspx>. Acessado em: Novembro de 2015.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento**. Coordenação: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos/ supervisão: Grupo Técnico para o acompanhamento dos ODM. - Brasília : Ipea : MP, SPI, 2014.

KRAMER, M. H.; HERWALDT, B. L.; CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L. & JURANEK, D. D. Waterborne disease: 1993 and 1994. **Journal of American Water Works Association**, 88:66-80, 1996.

KORMAS, K. A.; NEOFITOU, C.; PACHIADAKI, M.; KOUFOSTATHI, E. Changes of bacterial assemblages throughout na urban drinking water

distribution system. **Environmental Monitoring and Assessment**, 165(1): 27-28, 2010.

KOZLOWSKI F.C.; PEREIRA A.C. Métodos de utilização de flúor sistêmico. In: Pereira AC, organizador. **Odontologia em saúde coletiva**. Porto Alegre: Editora Artmed; 2003. p. 265-74.

LECLERC, H.; MOSSEL, D.A.A.; EDBERG, S.C.; STRUIJK, C.B. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. **Annual Review of Microbiology**, 55:201-234; 2001.

LIMA, Y. B. O.; CURY, J. A. Ingestão de flúor por crianças pela água e dentifrício. **Rev Saúde Pública**. 2001; 35(6):576-81.

MCDONAGH, M. S.; WHITING, P. F.; WILSON, P. M. et al. SYSTEMATIC REVIEW OF WATER FLUORIDATION. **BMJ**. 321(7265):855-859, 2010.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR ; INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria Inmetro 191/03. Procedimento de fiscalização - bebedouros elétricos**. 10 de Dezembro de 2003.

MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, jan/mar, 1994.

MÖLLER I. J. Fluorides and dental fluorosis. **Int Dent J**, 32:135-147, 1892.

MONTGOMERY, J. **Water treatment: principles and design**. 2ª Ed. New York: John Wiley & Sons, 2005, 1948 p.

MOREIRA, N. N.; ARAÚJO, J. B.; MOREIRA, S. N. Análise da dinâmica costeira em prais do município de Cabedelo-PB. In: Encontro Nacional dos Geógrafos – Crise, Praxiz e autonomia; espaços de resistência e esperanças, XVI, 2010, Porto Alegre, Espaço de Diálogos e Práticas, **Anais** – Porto Alegre-RS, p. 1-12, 2010.

MORIÑICO, M. A.; CORNAX, R.; MUNHOZ, M. A.; ROMERO, P.; BORREGO, J. J. Relationships between salmonella sp. And indicator microorganisms in polluted natural waters. **Water Research**, 24(1):117-120, 1990.

MURPHY, E. A. Effectiveness of flushing on reducing lead and copper levels in school drinking water. **Environ Health Perspect.**, 101(3):240-1, 1993.

MURRAY J.J. **O uso correto de fluoretos na saúde pública**. São Paulo: Editora Santos; 1992.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência & Saúde Coletiva**. 2000; 5(2): 381-92.

NAPIER, G. L.; KODNER, C. M. Health risks and benefits of bottled water. **Prim Care**. 2008;35(4):789-802.

NEVES, M. M.; NEVES, S. M. Influência da morfodinâmica Costeira na fisionomia do município de Cabedelo – PB. **Revista de Geografia**, UFPE-DCG/NAPA, v. especial, VIII SINAGEO, Set. 2000.

OMS, 1997. **ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 194**. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc194.htm>. Acessado em: Novembro de 2015.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Trabalhando juntos pela saúde / Organização Mundial da Saúde**. Brasília : Ministério da Saúde, 2007, 210 p.

ONUFRANK, S. J.; PARK, S.; SHARKEY, J. R. et al. Perceptions of tap water and school water fountains and association with intake of plain water and sugar-sweetened beverages. **Journal of School Health**. 2014; 84:195-204.

OPAS- Organización Panamericana de la Salud. **Guías para la Calidad del Agua Potable**. Volumes I, II e III. Genebra: Opas, 1987.

PANHWAR, A. H. et al. Correlation of Cadmium and aluminum in blood samples of kidney disorder patients with drinking water and tobacco smoking: related health risk. **Environ Geochem Health**. 2015. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26003113> .Acessado em: Novembro de 2015.

PATEL, A. I.; BORGART, L. M.; UYEDA, K. E.; et al. Perceptions about availability and adequacy of drinking water in a large California School district. **Prev Chronic Dis**. 7(A39),2010.

PATEL, A. I.; et al. Middle School student attitudes about school drinking fountains and water intake. **Academic pediatrics**,14(5):471-477, 2014.

PATEL, A. I.; et al. Tapping into water: key considerations for achieving excellence in school drinking water access. **American journal of Public Health**. 2014; 104(7):1314-1319.

PEREIRA, T. A. Análise da Qualidade da Água do Sistema Público de Abastecimento e das Fontes Alternativas da Cidade de Cabaceiras-PB 2015.

Dissertação – mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

POPKIN, B. M.; D'ANCI, K. E.; ROSENBERG, I. H. Water, hydration, and health. **Nutrition Reviews**. 2010; 68: 439-458.

PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo**. humano/Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PUPILE, T.; CARVALHO, E. M.; MONTEIRO, P. L. A. Parâmetros microbiológicos da água de escolas do município de Rio Brilhante (MS), segundo a Portaria nº 518. **Interbio**. v. 4, n. 1, p. 41-47, 2010.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária – cinquenta anos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. 2007; 12 (4): 1057-1065.

REBOUÇAS, A. C. Panorama de água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. **Panorama da degradação do ar, água doce e da terra no Brasil**. São Paulo: IEA/USP, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997, p. 59-137.

REBOUÇAS, A. DA C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. cap.1, p. 1-35.

RICHTER, C. A., NETTO J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 332p

ROCHA, C. M. B. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(9):1967-1978, set, 2006.

ROCHA, E. S.; ROSICO, F. S.; S.; F. L.; L., T. C. S.; FORTUNA, J. L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições do município de Teixeira de Freitas (BA). **Rev Baiana Saude Publica Miolo**, 34(3): 694-705, 2011.

ROMPRÉ A, SERVAIS P, BAUDART J, DE-ROUBIN MR, LAURENT P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging. **Journal of Microbiological Methods**. 49:1-54, 2002.

ROSSIN, A. C. Desinfecção. In: **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água** (Tratamento de Água), Vol. 2, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

SANTOS, S. G. **Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da Água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos – SP**. Dissertação - Mestrado em Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011.

SECO, B. M S.; BURGOS, T. N.; PELAYO, J. S. Avaliação bacteriológica de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina – PR. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, 33(2): 193-200, Jul./Dez. 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos**. Campinas: Ital, 1995.

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

SEBASTIAN, R. S.; WILKINSONS, E. C.; GOLDMAN, J. D. Drinking water intake in the US: what we eat in America, NHANES 2005-2008. Food Surveys Research Group Dietary Data Brif No. 7. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid+19476>. Acessado em: Novembro de 2015.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. Brasília. UNESCO, 80 p. 2001.

SOARES, S. R.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Caderno de Saúde Pública**, 18(6): 1713-1724, 2002.

SOTO, F. R. M.; FONSECA, Y. S. K.; ANTUNES, D. V.; RISSETO, M. R.; AMAKU, M.; ARINE, M. L. B. Avaliação da água de abastecimento público em

escolas no município de Ibuína- SP: estudo comparativo da água no cavalete e pós-cavalete. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 64(1): 128-131, 2005.

STOOKEY, J. D.; BRASS, B.; HOLLIDAY, A.; ARIEFF, A. What is the cell hydration status of healthy children in the USA? Preliminary data on urine osmolality and water intake. **Public Health Nutrition**, 15(11): 2148-2156, 2012.

TAVARES DE MELO, S.. **L'organization des paysages dans la portion nord-orientale de la Paraíba et du Rio Grande do Norte (Brasil)**. Tese de doutorado, Univ. de Bordeaux, 161p, 1983.

VENDRAMEL, E.; KÖHLER, V. B. A história do abastecimento de Água em Maringá. Paraná. **Acta Scientiarum**, 24(1):53-260, 2002.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias. 3 Ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.

WHO - World Health Organization. **Foodborne disease outbreaks. Guidelines for investigation and control**, 162 p, 2008.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. 4 Ed. Geneva: WHO, 2011.

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **Revista: O mundo da saúde**, São Paulo, 3(37): 312-320, 2013.

ZUPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Grarapuava, Paraná, Brasil. **Ciências Agrárias**, 27(1):107-110, 2006.

Apêndice A – Questionário para caracterização do abastecimento e fornecimento de água potável na escola.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Mestranda: Rafaela Alves Mélo

Projeto: **Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais de Cabedelo-PB**

Orientador: Rui de Oliveira

Questionário de pesquisa

- 1) Qual o ano de fundação da escola? _____
- 2) Desde qual ano a escola funciona no atual prédio? _____
- 3) Quais os turnos a escola funciona? _____
- 4) Quais as anos escolares que a escola oferece por turno? _____
- 5) Quantas turmas por turno a escola possui? _____
- 6) Quantos alunos a escola possui por turno? _____
- 7) Qual a faixa etária dos alunos da escola? _____
- 8) Há caixa d'água na escola? _____
- 9) Caso haja, esta passa por limpeza com que frequência? _____
- 10) A água do bebedouro é vinda de onde? _____
- 11) Quando o bebedouro foi instalado? _____
- 12) Há filtro no bebedouro? _____
- 13) Qual a periodicidade de substituição do filtro? _____
- 14) Se há substituição, quando foi a última? _____

Observações:

Apêndice B – Ficha de registro de informações das coletas

FICHA DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

ESCOLA						
COLETA:	DATA:	HORA:	RESPONSÁVEL:			
BEBEDOURO	CLORO		pH	TEMPERATURA	TURBIDEZ	COR
	Leitura A	Leitura B				
Medição 1						
Medição 2						
Medição 3						
Observações (higiene e vazamentos):						

ESCOLA			
COLETA:	DATA:	HORA:	RESPONSÁVEL:
BEBEDOURO	Bactérias Heterotróficas	Bactérias Termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>
Contagem 1			
Contagem 2			
Contagem 3			

Apêndice C – Questionário aplicado para levantamento da percepção dos alunos sobre os bebedouros escolares.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Projeto: **Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais de Cabedelo-PB**

Para desenvolvimento de uma pesquisa durante o curso de mestrado da Universidade Estadual da Paraíba, realizamos entre os meses de Fevereiro a Outubro de 2015 análises da qualidade da água dos bebedouros da sua escola, e, agora gostaríamos de saber sobre sua opinião quanto à água desses bebedouros.

Questionário de pesquisa

Marque a alternativa que mais se adequa a sua opinião quanto às afirmações abaixo:

1) Gênero: () Masculino () Feminino

2) Idade: _____

3) Quantos copos de água bebo por dia?

- () Menos de um copo de água
- () 1 copo de água
- () 2 copos de água
- () 3 copos de água
- () 4 ou mais copos de água

4) Tomo a quantidade suficiente de água na escola.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente

5) Quantas vezes utilizo o bebedouro da escola por dia?

- () Nenhuma
- () Uma vez ao dia

- () Duas ou três vezes ao dia
- () Quatro ou mais vezes.

6) Na escola, apenas tomo água que trago de minha casa.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

7) Tomar água do bebedouro da escola pode me fazer adoecer.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

8) Confio na qualidade da água do bebedouro da escola.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

9) A água do bebedouro da escola é limpa e segura.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

10)O gosto e odor (cheiro) da água do bebedouro da escola são agradáveis.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

11)A temperatura da água do bebedouro é agradável.

- () Concordo totalmente
- () Concordo
- () Não concordo, nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente.

12)A escola possui a quantidade suficiente de bebedouros.

- (☐) Concordo totalmente
- (☐) Concordo
- (☐) Não concordo, nem discordo
- (☐) Discordo
- (☐) Discordo totalmente.

13)O bebedouro está sempre limpo.

- (☐) Concordo totalmente
- (☐) Concordo
- (☐) Não concordo, nem discordo
- (☐) Discordo
- (☐) Discordo totalmente.

14)O bebedouro encontra-se bem conservado.

- (☐) Concordo totalmente
- (☐) Concordo
- (☐) Não concordo, nem discordo
- (☐) Discordo
- (☐) Discordo totalmente.