



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

**ERIC DE FREITAS ARAÚJO**

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA O CONSUMO EM  
ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTEIRO - PB.**

**SUMÉ - PB  
2016**

**ERIC DE FREITAS ARAÚJO**

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA O CONSUMO EM  
ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTEIRO - PB.**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.**

**Orientadora: Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro**

**SUMÉ - PB  
2016**

A659q

Araújo, Eric de Freitas.

Qualidade da água utilizada para o consumo em escolas públicas municipais de Monteiro – PB. / Eric de Freitas Araújo. - Sumé - PB: [s.n], 2016.

45 f.

Orientador<sup>a</sup>: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Saúde pública. 2. Água potável. 3. Água nas escolas. I. Título.

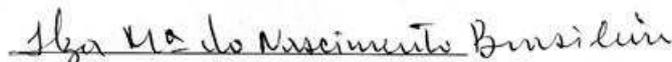
CDU: 628.1(043.3)

**ERIC DE FREITAS ARAÚJO**

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA O CONSUMO EM  
ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTEIRO - PB.**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.**

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ilza Maria do Nascimento Brasileiro

Orientadora – CDSA/UFCG



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paulo da Costa Medeiros

Examinador – CDSA/UFCG



Técnico Ms<sup>a</sup> Francisco Pinto Filho

Examinador – CDSA/UFCG

**Trabalho aprovado em: 09 de maio de 2016.**

**SUMÉ - PB**

*Aos meus pais Irailda e Euclides, por serem sempre meu maior exemplo de vida. A meus irmãos Erika e Eduardo pela paciência e amizade a meu sobrinho Davi pela alegria e amor que sinto por ele.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre mim abençoar com saúde e proteção em todos os momentos da minha vida.

A minha mãe pelo incentivo e por sempre está disposta a mim ouvir e apoiar dando forças para que eu não desistisse.

As meus irmãos, pela amizade, carinho e amor nos momentos que precisei e a minha cunhada Karla, pelos conselhos e apoio nas minhas decisões.

Aos meus tios, primos, primas e toda minha família, que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Agradeço a minha querida orientadora Professora Ilza, pela oportunidade, confiança, paciência e carinho demonstrada comigo durante todo o curso.

A todos os professores do CDSA, que contribuíram no meu aprendizado como aluno.

Ao Professor Paulo Medeiros por sempre estar disposto a mim ouvir, dando conselhos e forças para que eu nunca desistisse dos meus sonhos.

Aos meus colegas e amigos de curso que estiveram junto comigo durante essa etapa da minha vida: Dayanne, Iralécio, Nalva, Elson, Aldair, Helder, Jailton, Silvia.

A minha amiga de curso Mariana pelo o apoio a mim prestado durante todo o curso e por ajudar nas realizações das análises das águas.

A meu amigo Nadjan Ferreira pelo apoio nas coletas das águas.

Aos técnicos Francisco e Norma pela orientação no laboratório de química.

A banca examinadora que colaborou nas correções finais.

A todos que comigo estiveram e contribuíram de forma direta e indireta para elaboração e conclusão deste trabalho.

Obrigado!

## RESUMO

Avalia a qualidade da água para consumo humano (bebedouros) em escolas públicas municipais urbanas de ensino fundamental do município de Monteiro – PB. Foram realizadas análises físico-químicas para determinação dos teores de condutividade elétrica (CE), pH, cloretos, dureza, e alcalinidade, além das análises microbiológicas para determinação de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*), tomando-se como parâmetro para água potável, os valores estabelecidos pela Portaria Nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde. Foram analisadas amostras de água provenientes de bebedouros de três escolas de ensino fundamental da rede pública municipal urbana da cidade de Monteiro -PB. As coletas foram realizadas em duas fases, em períodos mensais compreendidos entre novembro de 2015 à março de 2016, resultando em quatro coletas para as análises físico-químicas, para as análises microbiológicas o período de coleta foi de fevereiro à abril de 2016, resultando em três coletas. Os resultados obtidos revelaram que todas as amostras analisadas apresentaram-se em conformidade com a legislação para todos os parâmetros físico – químicos analisados. Entretanto, foi detectada a presença de coliformes totais, em todas amostras de água analisadas das três escolas selecionadas. Para a análise de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), foi encontrada a presença em pelo menos uma das coletas realizadas nas três escolas selecionadas. Os resultados obtidos demonstram a necessidade do monitoramento da qualidade microbiológica da água para a prevenção de doenças, que pode resultar em graves problemas para a saúde pública.

**Palavras- chave:** Água - Análises físico-químicas. Análises microbiológicas.

## **ABSTRACT**

This study was to evaluate the water quality for human consumption (drinking fountains) in urban public schools of basic education of Monteiro county - PB. physical analyzes were performed - chemical to determine the electrical conductivity levels (EC), pH, chloride, hardness and alkalinity, besides the microbiological analysis for the determination of total and tolerant coliforms (*Escherichia coli*), using as a parameter for drinking water the values established by Ordinance No. 2914 of 2011 the Ministry of Health. Water samples were analyzed from drinking fountains three elementary schools in the urban municipal public of the city of Monteiro -PB. Samples were collected in two phases, in monthly periods from November 2015 to March 2016, resulting in four collections for physical and chemical analysis, for microbiological analyzes the collection period was from February to April 2016, resulting in three collections. The results showed that all the samples submitted in accordance with the law for all physical - chemical analysis. the presence of total coliform was detected in all water samples analyzed the three selected schools. For the analysis of tolerant coliforms (*E. coli*) were detected in at least one of the samples taken in the three selected schools. The results demonstrate the need for monitoring the microbiological quality of water for the prevention of diseases, which can result in serious problems for public health.

**Keywords:** Water - analysis physical-chemical. Microbiological analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	Mapa da localização do município de Monteiro no estado da Paraíba.....	<b>27</b>
	..	
<b>Foto 1</b>	Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Tiradentes.....	<b>28</b>
	..	
<b>Foto 2</b>	Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria do Socorro Aragão Liberal.....	<b>28</b>
<b>Foto 3</b>	Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Adalíce Remígio Gomes.....	<b>28</b>
	.	
<b>Quadro 1</b>	Padrão físico-químico de potabilidade da água para consumo humano.....	<b>19</b>
<b>Quadro 2</b>	Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.....	<b>20</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Valores de Condutividade elétrica obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>33</b>
<b>Tabela 2</b>	Valores do pH obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>33</b>
<b>Tabela 3</b>	Valores de cloretos obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>34</b>
<b>Tabela 4</b>	Valores da dureza obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>35</b>
<b>Tabela 5</b>	Valores de alcalinidade obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>36</b>
<b>Tabela 6</b>	Valores das análise dos parâmetros coliformes totais e termotolerantes das amostras de água utilizada para consumo das três escolas de ensino fundamental de Monteiro - PB.....	<b>37</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CE	Condutividade Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Nº	Número
OMS	Organização Mundial da Saúde
p.	Página
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
S.I.	Sistema Internacional de Unidades
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
VMP	Valor máximo permitido

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
±	Mais ou menos
μS cm-1	Microssemens por centímetro
°C	Grau Celsius
Ca <sup>2+</sup>	Cálcio
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Carbonatos
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio
Fe <sup>+2</sup>	Ferro em forma dissolvida
Fe <sup>+3</sup>	Ferro insolúveis
H	Hidrogênio
H <sub>2</sub> O	Água
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonatos
Km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro Cubico
Mg <sup>2+</sup>	Magnésio
mL	Mililitro
mg/L	Miligramma por litro
N	Normalidade
NO <sub>3</sub>	Nitrato
N-NO <sub>2</sub>	Nitrito
O	Oxigênio
OH <sup>-</sup>	Hidróxidos
pH	Potencial hidrogeniônico
S/m	Siemens por metro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
3.1 ÁGUA .....	17
3.2 POLUIÇÃO AMBIENTAL .....	17
3.3 POTABILIDADE DA ÁGUA.....	18
3.4 SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE .....	20
3.5 ÁGUA NAS ESCOLAS.....	22
3.6 PARÂMETROS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA.....	22
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	27
4.2 LOCAL DA PESQUISA.....	27
4.3 COLETA DE DADOS .....	28
4.4 PREPARAÇÃO DO CAMPO PARA A PESQUISA.....	29
4.5 COLETA DAS AMOSTRAS.....	29
4.6 MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA.....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
5.1 DADOS ANALÍTICOS .....	32
5.1.1 Análises físico - químicas.....	32
5.1.2 Análise Microbiológica .....	36
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a vida dos seres vivos. A qualidade e a quantidade de água fornecida são essenciais para atender as necessidades do ser humano, proporcionando melhores desempenhos em suas atividades.

Segundo Nogueira (2009), o planeta dispõe sempre de 1.386 bilhões de km<sup>3</sup> de água aproximadamente. Quase toda essa água (97,5%) é salgada, espalhada por oceanos, mares, lagos salgados e aquíferos salinos (reservas subterrâneas). Dos 2,5 % de água doce, mais de dois terços estão indisponíveis ao ser humano, pois ficam contidos em geleiras, neves, gelos e solos congelados.

A disponibilidade da água na região Nordeste do Brasil, especialmente na região semiárida, vem sendo uma questão crucial no que se diz respeito ao seu desenvolvimento. No entanto vêm sendo empreendidos esforços com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano.

A qualidade e a quantidade da água para consumo humano constitui um dos principais assuntos de saúde pública, afinal, precisamos de água com grande assiduidade, superada apenas pela do ar que respiramos, o que faz com que água de má qualidade tenha elevadíssimo potencial para gerar doenças infecciosas, e com frequência não somente para um ou poucos indivíduos, mas toda uma população ou grande parte dela (PMSBPM, 2005).

A água empregada para o abastecimento público pode ser obtida a partir reservatórios superficiais e subterrâneos, onde tais fontes podem estar poluídas por esgotos domésticos e industriais, tendo em vista que as águas residuais geralmente são lançadas nessas fontes naturais, acarretando grande carga de contaminantes.

Á água potável é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos atendem o padrão de potabilidade da Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde, não oferecendo em hipótese alguma risco a saúde humana (BRASIL,2004). A incidência de doenças de veiculação hídrica associadas à má qualidade da água consumida por parte significativa da população e a precariedade ou inexistência de estruturas de tratamento de esgoto, reflete principalmente, nos indicadores de mortalidade infantil.

A água imprópria para consumo e o mau saneamento estabelecem a segunda maior causa mundial de morte infantil (PNUD, 2006). As doenças provocadas pela água obrigam, todo ano, a 443 milhões de crianças ficarem um dia sem ir para a aula. Além disso, as infecções

parasitárias transmitidas pela água e pelo mau saneamento atrasam o potencial de aprendizagem de mais de 150 milhões de crianças.

Com base nessas características, existe a preocupação de monitorar as águas de abastecimento público e verificar se as mesmas se encontram em condições de potabilidade de forma que não ofereça nenhum risco químico ou biológico à saúde da população (SCURACCHIO, 2011).

O presente trabalho tem por finalidade investigar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano, nos bebedouros de escolas públicas municipais urbanas do município de Monteiro-PB.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Avaliar a qualidade da água consumida em escolas públicas municipais urbanas de ensino fundamental do município de Monteiro – PB.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Analisar a qualidade da água por meio de análises das características físico-químicas e microbiológicas.
- Comparar os resultados obtidos nas análises microbiológicas e físico-químicas com os padrões de potabilidade da Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ÁGUA

A água é o composto químico, formada por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O), formando a molécula  $H_2O$ . Apresenta-se características físicas, químicas e biológicas, variando de acordo com o local e as condições em que a mesma se encontra. (SILVA, 2012).

A água é empregada aos seres vivos de forma direta, através da sua ingestão suprimindo as necessidades fisiológicas, como também utilizadas para a sua higienização. É também muito empregada em outras atividades como, na lavagem de utensílios, na agricultura, na indústria, como meio de transporte, nas atividades de lazer, no abastecimento público, na produção de energia elétrica, etc. (CASTANIA, 2009).

No ano de 2025 projeta-se um aumento de 75% no consumo de água no mundo, o que representa um volume de 2.879 a 5.187  $Km^3$ /ano (MARTINS, 2008). Para Machado (2003), o consumo humano de água duplica a cada 25 anos e atualmente mais de 1,3 bilhão de pessoas sofrem pela falta de água doce no mundo, segundo esse mesmo autor, essa escassez progressiva faz com que a água se torne cada vez mais cara, tornando-a um bem econômico propriamente dito.

Os adultos ingerem diariamente, em média 2,4 litros de água por dia. Essa quantidade é necessária para garantir o equilíbrio e funcionamento adequado do organismo como um todo. No entanto, a água, ingerida em pequenas quantidades, também podem conter microrganismos capazes de provocar danos graves à saúde do homem (RÊGO, 2006).

#### 3.2 POLUIÇÃO AMBIENTAL

As águas estão sujeitas à poluição devido a alterações de suas características químicas, físicas ou biológicas. Dentre elas as mais prováveis são em função da descontinuidade do fornecimento, falta de rede de esgoto, falta de manutenção da rede e reservatórios, aterros sanitários, bem como agrotóxicos que contaminam o lençol freático (SANTOS e MOREAU, 2012). Outra fonte de contaminação são esgotos domésticos que contribuem para a alteração na qualidade das águas (AYACH et. al, 2012).

Segundo Calheiros e Oliveira (2006), no Brasil, 80% dos esgotos são lançados em corpos d'água sem qualquer tratamento; destes 85% são esgotos domésticos e 15% esgotos industriais. A falta de acesso à água de boa qualidade e os serviços de saneamento básico estão

diretamente ligados as doenças hídricas (cólera, febre tifoide, hepatite viral, doenças diarreicas) e de outros efeitos sobre a saúde da população (RIBEIRO, 2010).

A utilização de água subterrânea captada de poços sem tratamento, desconhecendo -se a sua qualidade bacteriológica e físico-química, é um fator de risco de transmissão de doenças causadas pela presença de bactérias patogênicas e pela elevada concentração de nitrato. A perfuração desses poços deve obedecer a critérios técnicos adequados de construção e localização, distantes de fossas e de escoamento de esgoto doméstico (AYACH et. al, 2012).

### 3.3 POTABILIDADE DA ÁGUA

Para ser considerada potável a água distribuída para consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade dispostos em leis estabelecidas por órgãos responsáveis, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa (BRASIL, 2004). Para que essa potabilidade seja alcançada é preciso que a água passe por um tratamento em que remova as impurezas e todo tipo de contaminação.

O Ministério da Saúde é o órgão responsável por definir quais são as características adequadas para que a água possa ser consumida pelos seres humanos sem causar danos à saúde. Através da Portaria nº 2914/2011, foram definidos os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. É essa legislação que define conceitos importantes sobre a água que bebemos:

I - Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.

II - Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde.

III - Água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.

IV - Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.

V - Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema de abastecimento de água, destinado a

verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.

Com o surgimento das novas tecnologias, a água de qualquer qualidade pode ser tratada pelas Estações de Tratamento de Água, local onde a água, após receber adequado tratamento, torna-se apropriada para o consumo humano (GOHRINGER, 2006).

O tratamento é uma fase indispensável no sistema de abastecimento. Podendo ser determinado em várias etapas, distinguindo-se as operações unitárias e os processos unitários. Existem diferentes formas de tratamento da água, variando de acordo com a sua origem de captação, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação (ROSALINO, 2011).

Uma água é considerada potável, quando a mesma atender aos parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, expressos nos quadros 1 e 2 respectivamente; esta estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2004).

#### QUADRO 1 - Padrão físico-químico de potabilidade da água para consumo humano

Parâmetro	VMP <sup>(1)</sup> / Unidade
Alumínio	0,2 mg L <sup>-1</sup>
Amônia (NH <sub>3</sub> )	1,5 mg L <sup>-1</sup>
Cloreto	250 mg L <sup>-1</sup>
Cor aparente	15 Uh <sup>(2)</sup>
Dureza	500 mg L <sup>-1</sup>
Ferro	0,3 mg L <sup>-1</sup>
Manganês	0,1 mg L <sup>-1</sup>
pH	6,5-9,5
Sódio	200 mg L <sup>-1</sup>
Sólidos dissolvidos totais	1.000 mg L <sup>-1</sup>
Sulfato	250 mg L <sup>-1</sup>
Sulfeto de hidrogênio	0,05 mg L <sup>-1</sup>
Turbidez	5 UT <sup>(3)</sup>
Zinco	5 mg L <sup>-1</sup>

Fonte: Portaria N°2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

#### NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).
- (3) Unidade de turbidez.

**QUADRO 2 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano**

<b>Parâmetro</b>	<b>VMP<sup>(1)</sup></b>
Água para consumo humano	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Água tratada no sistemas de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Contagem de microrganismo mesófilos	Max. 500 UFC/ml

**Fonte:** Portaria Nº2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde

### 3.4 SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. A própria OMS define saúde como o estado de completo bem estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença.

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 estabelece as diretrizes nacionais e a política federal ao saneamento. A partir dessa ficou definido que o planejamento do saneamento básico está a cargo do município, e a prestação dos serviços pode ser feito pelo ente público municipal ou por concessionária pública e/ou privada. (BRASIL, 2007).

Dentre os princípios que servirão como base para os serviços públicos de saneamento estão, fornecimento de água para a população em quantidade suficiente e qualidade estabelecida nos padrões de potabilidade; coleta do esgoto gerado pela população e disposição compatível com a assimilação suportada pelo meio ambiente; drenagem pluvial e controle de vetores (RAZZOLINI e GÜNTHER, 2008).

Muitas das doenças que afligem a população brasileira estão relacionadas às condições inadequadas de saneamento. Sabe-se que a água é um dos principais vetores na transmissão dessas doenças, como as parasitoses intestinais, hepatite, febre tifoide, cólera, entre outras. (CASTANIA, 2009).

Dados do Ministério das Cidades (BRASIL) ressalta que no Brasil, cerca de 60 milhões de brasileiros (9,6 milhões de domicílios urbanos) não são atendidos pela rede de coleta de esgoto e, destes, aproximadamente 15 milhões (3,4 milhões de domicílios) não têm acesso à água encanada. Ainda mais alarmante é a informação de que, quando

coletado, apenas 25% do esgoto é tratado, sendo o restante despejado “in natura”. Ou seja, sem nenhum tipo de tratamento, nos rios ou no mar.

Segundo informações do secretário de Infraestrutura, Recursos Hídricos, Meio-Ambiente e Ciência e Tecnologia, João Azevedo, aproximadamente 90% da área urbana da Paraíba tem abastecimento de água. No entanto, a Lei do Saneamento estabelece que deve haver universalização, qualidade e regularidade, fatores que ainda não foram alcançados em todo o estado.

A obra de transposição do rio São Francisco é o maior projeto de infraestrutura hídrica do país e teve início em 2007. Ela prevê a construção de 720 quilômetros de canais que vão integrar a bacia hidrográfica do São Francisco a rios temporários, açudes e reservatórios de quatro Estados (BRASIL, 2004).

Segundo o Ministério da Integração Nacional o objetivo principal do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional é assegurar a oferta de água para uma população e uma região que sofrem com a escassez e a irregularidade das chuvas. Não raro, ações emergenciais são aplicadas para atenuar a situação, mas não atingem os pontos centrais do problema: a pouca disponibilidade e a má distribuição de água na região (BRASIL, 2004).

Para Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), o esgotamento sanitário é essencial para os 170 municípios paraibanos que vão receber as águas do Rio São Francisco quando a obra da transposição for concluída. Vão ser beneficiados com a obra cidades da região de Monteiro, no chamado Eixo Leste, e de Cajazeiras, no Eixo Norte. No entanto, grande parte desses municípios ainda não possuem saneamento básico. O município de Monteiro é um dos poucos do Estado da Paraíba e o primeiro do Cariri a elaborar seu plano municipal de Saneamento Básico, onde segundo a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), em 2016 Monteiro contem 70% da sua cidade com saneamento básico.

A utilização de um sistema de saneamento significa interferir no meio ambiente, de maneira a interromper o ciclo de transmissão das doenças principalmente as de veiculação hídrica seja em decorrência de sua contaminação por excretas humanas ou de outros animais, seja pela presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana.

Essas ações são de fundamental importância para proteção à qualidade de vida dos seres vivos, pois, através delas a população consegue qualidade em saúde pública, um meio ambiente saudável, e conseqüentemente, um completo bem estar social (CASTANIA, 2009).

### 3.5 ÁGUAS NAS ESCOLAS

Uma das principais necessidades sociais como a educação, está completamente relacionada com a água potável e a higiene. As crianças impossibilitadas de frequentar a escola, afetadas por doenças causadas através da veiculação hídrica, não desfrutam totalmente do direito à educação (MACIEL e FARIAS, 2013).

No Brasil, onde as condições de saneamento e a qualidade da água são precárias, as doenças decorrentes do consumo de água, como, por exemplo, febre tifoide, cólera, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos levando a grandes mortalidades (MATOS, 2001).

A falta de água potável leva a uma criança a transportar vários problemas no que se diz respeito ao ambiente escolar. Moura et al. (2002), ressaltam que o ambiente escolar, por representar a segunda casa da criança, visto que a mesma permanece nesse ambiente durante um terço do seu dia, deve ter um monitoramento periódico da qualidade da água oferecida, com vista a garantir a melhoria da qualidade de vida no aspecto saúde pública, através da correção ou prevenção das situações indesejáveis.

A água disponibilizada para o consumo dos alunos em todas as escolas municipais de Monteiro, é adquirida de uma única fonte de abastecimento localizada na cidade de Ibimirim estado do Pernambuco na qual a mesma não recebe nenhum tipo de tratamento.

### 3.6 PARÂMETROS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Para ser considerada potável, a água deve atender aos padrões de potabilidade dispostos em leis estabelecidas por órgãos responsáveis, que tem como propósito primário para exigência da qualidade, a proteção à saúde pública (CASALI, 2008).

São considerados como parâmetros para avaliação da qualidade da água os parâmetros físico - químico e microbiológicos.

#### 3.6.1 Parâmetros físico – químicos

##### – Cor

A Cor da água é proveniente da presença de matéria orgânica e/ou inorgânica, como também por substâncias metálicas como o ferro e o manganês. A Cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável para o consumidor, provocando a sua rejeição (CORNATIONI, 2010).

A Portaria MS N° 2.914/2011 estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 uH como padrão organoléptico para consumo humano.

– **pH**

Potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons H<sup>+</sup>, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (LIBÂNIO, 2010). A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam graus de acidez, neutralidade ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 próximos de zero indicam aumento da acidez, enquanto valores acima de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (SANTOS e MOHR, 2013).

O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria N° 2914 do Ministério da Saúde 2011.

– **Alcalinidade**

A alcalinidade das águas naturais traduz a capacidade de neutralizar ácidos (os íons H<sup>+</sup>) ou a capacidade de minimizar variações significativas de pH (tamponamento), constituindo-se especialmente de bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e hidróxidos (OH<sup>-</sup>). Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água e que atuam como tampão. As três formas de alcalinidade manifestam-se em função do pH. Para águas com pH entre 4,4 e 8,3 a alcalinidade será em virtude apenas de bicarbonatos, pH entre 8,3 e 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, e para pH acima de 9,4 a hidróxidos e carbonatos (CORNATIONI, 2010; RICHTER e NETTO, 1991; LIBÂNIO, 2010).

– **Oxigênio Dissolvido (OD)**

É um dos parâmetros mais importantes para expressar a qualidade da água (LIBÂNIO, 2010). A água em condições naturais contém oxigênio dissolvido, onde o seu teor de saturação depende da pressão e temperatura, baixos teores indicam a decomposição de resíduos orgânicos pois eles são decompostos por microrganismos que se utilizam do oxigênio presentes na água. (RUBILAR e UEDA, 2013).

– **Condutividade Elétrica**

Condutividade elétrica expressa a capacidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Pode-se utilizar o parâmetro da condutividade elétrica para obter uma noção da quantidade de sais na água, uma vez que está diretamente ligada à quantidade de sólidos dissolvidos totais (MACHADO, 2006). Quanto maior a

concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica, e menor a resistividade (RICHTER, 2009).

A determinação da condutividade elétrica pode ser realizada por meio do método eletrométrico, utilizando-se um condutivímetro digital. No Sistema Internacional de Unidades (S.I.), é reportada como Siemens por metro (S/m). No entanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente o microsiemens por centímetro,  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (RICHTER, 2009).

#### – **Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)**

É a soma de todos os constituintes dissolvidos na água. Segundo Casali (2008) A água com grandes excesso de SDT, além de alterar o gosto da água, no ser humano ela pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais. A Portaria MS Nº 2.914/2011 estabelece o valor de 1000 mg/L em termos de como o valor máximo permitido para água potável.

#### – **Turbidez**

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão (PARRON et al., 2011).

A Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece ainda o valor máximo permitido em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 UT como padrão organoléptico de potabilidade.

#### – **Demanda Biológica e Demanda Química de Oxigênio**

Os parâmetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) são utilizados para indicar a presença de matéria orgânica na água. Os parâmetros DBO e DQO indicam o consumo ou a demanda de oxigênio necessários para estabilizar a matéria orgânica contida na amostra de água. A diferença entre DBO e DQO está no tipo de matéria orgânica estabilizada. Enquanto a DBO refere-se exclusivamente a quantidade de oxigênio necessária para oxidação bioquímica, a DQO engloba, à oxidação química (PARRON et al., 2011).

### – Nitrito e Nitrato

O nitrato ocorre geralmente em águas superficiais em baixos teores, mas a sua presença em concentrações elevadas pode atingir águas subterrâneas (PARRON et al., 2011). O nitrato em grandes quantidades em água para consumo, representa um grande problema para a saúde humana, pois quando entra no trato digestivo humano pode se transformar em nitrito e, este em excesso, pode causar doenças como a metemoglobinemia (KINDLEIN, 2010). A Portaria MS Nº 2.914/2011 estabelece o valor de 10 mg/L  $\text{NO}_3$  como o valor máximo permitido para água potável.

O nitrito é um estado de oxidação intermediária de nitrogênio, e ocorre tanto pela oxidação do amônio, como pela redução do nitrato. Segundo Casali, (2008) a concentração de nitrito das águas consumida também é considerado problema de saúde pública, pois não precisa passar por transformações para ser tóxico ao homem, sendo mais problemático que o nitrato devido ao seu teor limite de ingestão ser ainda menor. A Portaria MS Nº 2.914/2011 prevê um limite de 1,5 mg/L de N- $\text{NO}_2$  em águas destinadas ao consumo humano.

### – Dureza

A dureza é uma característica conferida a água pela presença das concentrações de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), expresso em termos de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio  $\text{CaCO}_3$  (SANTOS e MOHR, 2013). A dureza é reconhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma como sabão (RICHTER e NETTO, 1991).

A dureza pode ser classificada com dureza carbonato ou dureza não carbonato, dependendo do ânion com o qual está associada. A primeira é sensível ao calor, precipitando o carbonato ao aumento significativo de temperatura e por esta razão recebe o nome de dureza não permanente. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando, portanto em condições de indicar a capacidade de tamponamento da água natural. Em contrapartida, a dureza não carbonato, também denominada permanente, não pode ser reduzida por ebulição e resulta da presença de íons metálicos bivalentes ligados a sulfatos, cloretos ou nitratos, podendo ser determinada pela diferença entre a dureza total e alcalinidade da água (LIBÂNIO, 2010). A Portaria MS nº 2.914/2011 estabelece para dureza total o teor de 500 mg/L em termos de  $\text{CaCO}_3$  como o valor máximo permitido para água potável.

### – Cloretos

De acordo com Richter e Netto (1991), o teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais aumentando a corrosividade da água. Altas

concentrações de cloreto na água podem trazer restrições ao sabor da água, dessa forma fazendo com que seja rejeitada pelo consumidor (CORNATIONI, 2010).

De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde após a desinfecção, a água potável fornecida para o consumo humano deve conter um teor máximo permitido de 250 mg/l.

#### – Ferro

O ferro é habitualmente encontrado em águas naturais, podendo apresentar-se nas formas dissolvida ( $\text{Fe}^{+2}$ ) ou insolúveis ( $\text{Fe}^{+3}$ ) em ambientes oxidantes (VEIGA, 2005). O ferro, muitas vezes está associado ao manganês. As águas em concentrações altas desses metais lhe confere um sabor amargo, adstringente e coloração amarelada e turva (RICHTER e NETTO, 1991). A Portaria MS N° 2.914/2011 estabelece o limite de 0,3 mg/L para concentração de ferro em água potável.

### 3.6.2 Parâmetros Microbiológicos

#### – Bactérias do grupo Coliformes

A contaminação da água é geralmente detectada pela presença de bactérias do grupo coliforme pertencentes à família *Enterobacteriaceae* a qual representa a maior e mais heterogênea coleção de bactérias de importância clínica (JULIÃO, 2011). As análises microbiológicas confirmam a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006).

Os coliformes totais são definidos por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, oxidase-negativos, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase (CASALI, 2008).

Os coliformes termotolerantes ou fecais, formam um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5^\circ\text{C} \pm 0,2$  °C em 24 horas, tendo como principal representante da *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (LIMA, 2009).

O resultado das análises de coliformes é expresso presença ou ausência em 100 mL da amostra. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde N° 2914 de 12 de dezembro de 2011, o resultado deve apresentar ausência em 100 mL da amostra.

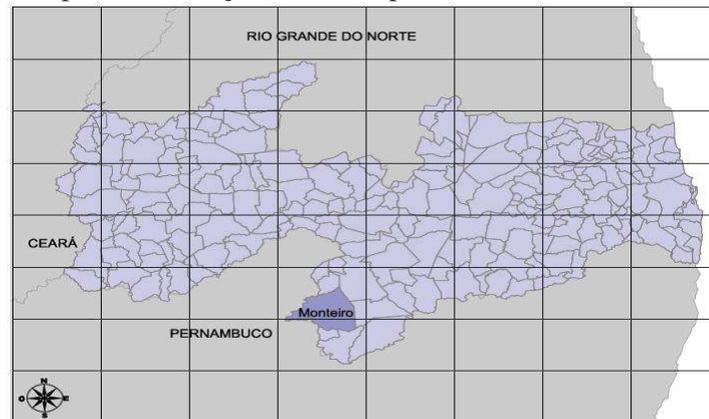
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Monteiro, localizado na Microrregião do Cariri Ocidental ao sul do Estado da Paraíba. Limita-se ao Norte com o município de Prata (PB); Oeste, com Sertânia, Iguaraci e Tuparetama (PE); ao Sul, com São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê (PB); e, ao Leste, com Camalaú e Sumé (PB).

Com uma área de 986,356 Km<sup>2</sup>, Monteiro é o maior município do Estado. Segundo dados do Censo 2010, o município possui uma população de cerca de 30.852 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 1 – Mapa da localização do município de Monteiro no estado da Paraíba.



**Fonte:** Elaborado pelo autor Eric de Freitas Araújo.

O município está localizado na região do alto sertão do curso do rio Paraíba, drenagem nascente da principal bacia do estado, caracterizado por fluxo temporário relacionado às estações chuvosas. Possui quatro açudes: Pocinhos, com capacidade para armazenar 5.900.00m<sup>3</sup> de água; Poções, 29.106.000m<sup>3</sup>; São José, 3.000.000m<sup>3</sup>; e Serrote, 3.000.000m<sup>3</sup>.

Em relação ao saneamento, segundo a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), Monteiro conta com aproximadamente 70% do seu município com saneamento. Sendo o abastecimento de água e coleta de esgoto feita pelo próprio órgão.

### 4.2 LOCAL DA PESQUISA

De acordo com a Secretaria Municipal da Educação, a infraestrutura escolar do município de Monteiro conta com 15 escolas de ensino fundamental, compreendendo escolas na zona urbana e na zona rural.

Para a seleção das instituições, foram exigidos alguns critérios, tais como: estar localizada na zona urbana, com sede no município, ser escolas municipais, possuir ensino fundamental e estar localizadas em bairros diferentes. Então, partindo desses critérios de seleção e com a ajuda da Secretaria Estadual de Educação, foram escolhidas, de forma aleatória, as três instituições participantes do estudo: Escola Municipal de Ensino Fundamental Tiradentes, localizada no bairro da Vila Popular; Escola Municipal de Ensino Fundamental Adalíce Remígio Gomes, localizada no bairro do Mutirão e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria do Socorro Aragão Liberal, localizada no centro do município.

Segundo informações da secretária de educação do município, a forma de abastecimento de água para o consumo dos alunos nas escolas municipais urbanas, é adquirida de forma particular por intermédio da prefeitura. Essa água é proveniente de um poço localizado na cidade de Ibimirim – PE, e vendida na cidade de Monteiro em caminhões, armazenadas em tambores, em condições de higiene precárias e sem nenhuma forma de tratamento.

#### 4.3 COLETA DE DADOS

As coletas das amostras de água nas três escolas de ensino selecionadas para o estudo, foram efetuadas em um único ponto, os bebedouros de maior acesso aos alunos. Os pontos de coleta podem ser visualizados nas fotos 1, 2 e 3.

**Foto 1 – Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Tiradentes**



**Fonte: Fotos do autor.**

**Foto 2 – Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria do Socorro Aragão Liberal**



**Fonte: Fotos do autor**

**Figura 3 – Bebedouro da Escola Municipal de Ensino Fundamental Adalíce Remígio Gomes**



**Fonte: Fotos do autor.**

As coletas foram divididas em duas fases. A primeira fase foi feita a coleta para as análises físico-químicas, compreendidos entre novembro de 2015 a março de 2016. A segunda fase foi realizada as coletas para as análises microbiológicas, compreendidos nos meses de fevereiro à abril de 2016. As datas das coletas são listadas a seguir:

- Datas das coletas físico – químicas
  - 1ª coleta: 27/11/2015;
  - 2ª coleta: 19/12/2015;
  - 3ª coleta: 17/02/2016;
  - 4ª coleta: 10/03/2016.
- Datas das coletas microbiológicas
  - 1ª coleta: 17/02/2016;
  - 2ª coleta: 10/03/2016;
  - 3ª coleta: 07/04/2016;

Justifica-se a opção pela realização das coletas nesses meses, pois, era o período letivo de aulas, tendo em vista que a população do estudo era composta por alunos.

#### 4.4 PREPARAÇÃO DO CAMPO PARA A PESQUISA

Inicialmente, foi enviado à Secretaria Municipal de Educação de Monteiro um ofício explicando a finalidade do projeto de pesquisa e solicitando autorização para a coleta das amostras de água das escolas (ANEXO).

Após autorização da Secretaria Municipal da Educação foi realizado um contato prévio com os diretores das três escolas selecionadas com o intuito de explicar a importância da realização do estudo na escola selecionada.

#### 4.5 COLETA DAS AMOSTRAS

Com as datas das coletas devidamente agendadas com as escolas, as amostras foram coletadas pelo pesquisador no período da manhã.

Para as coletas físico – químicas foram utilizados frascos de polipropileno esterilizados, devidamente identificados e previamente ambientados com água do local, com o objetivo de minimizar possíveis interferências. Já para as coletas microbiológicas foram utilizadas bolsas esterilizadas tipo Nasco nos três pontos selecionados.

Durante as coletas foram tomados cuidados com a sanitização das torneiras com um algodão embebido em álcool a 70%, e em seguida era deixada aberta em pressão máxima, para

o escoamento da água durante 1 a 2 minutos. Após o tempo de escoamento, foi realizada a coleta da amostra da água, na qual ocupava dois terços do volume do frasco de coleta.

As amostras foram acondicionadas em caixa térmica e mantidas sob refrigeração até o transporte ao laboratório e início das análises. As análises foram realizadas 1 hora após a coleta, no Laboratório de Química, na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Sumé para as análises físico – químicas, e no Laboratório de qualidade de Água da Prefeitura de Monteiro para a análise microbiológicas.

#### 4.6 MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA

As análises físico – químicas foram realizadas no Laboratório de Química do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água da cidade de Monteiro – PB, pela metodologia do substrato cromogênico.

##### – **Determinação do pH**

As leituras de pH foram determinadas utilizando um pHmetro de marca BEL ENGINEERING W3B pH METER, previamente calibrado com tampões de pH 4, 7 e 10, à uma temperatura de 25°C.

##### – **Determinação da Condutividade Elétrica (CE)**

Foi determinado pelo método instrumental - Condutivímetro da marca MS TECNOPON, devidamente calibrado conforme seu manual.

##### – **Determinação da Alcalinidade**

A alcalinização foi determinada pela titulação de neutralização ácido/base, em presença de um indicador adequado, e é expressa em termos de mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

Técnica: Toma-se 100 mL de amostra em um frasco de erlemeyer de 250mL, adicionar 2 gotas de metilorange e titular com ácido sulfúrico 0,02 N, até o aparecimento da cor laranja avermelhada, característico da viragem do indicador.

##### – **Determinação do Cloretos**

Foi determinado pelo método de Mohr, onde os cloretos são titulados com uma solução de nitrato de prata 0,05N, precipitando o cloreto de prata, sendo o ponto final determinado pela presença de cromato de potássio a 5%, o qual reage com o excesso de prata.

Técnica: Coloca-se 25 mL da amostra em um erlemeyer de 250mL, adiciona-se 1 mL de cromato de potássio que será o nosso indicador e titula-se com solução de nitrato de prata 0,05 N, até o aparecimento da cor amarelo tijolo.

– **Determinação da Dureza**

Determinou-se a dureza através do método de complexação, onde, o processo consistiu na titulação da dureza com uma solução padrão de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA 0,025N). Esses Compostos, formam íons complexos muito estáveis com o cálcio, o magnésio, bem como os outros Íons que formam a dureza, em presença do indicador apropriado, que revela quando todos os Íons causadores da dureza foram complexados.

Técnica: Colocar 25 mL de amostra em um erlemeyer de 250mL, adicionar 3,0 mL de solução tampão pH 10 e uma pitada de indicador negro de eriocromo e titular com o EDTA 0,025 N até a mudança de coloração para azul.

– **Determinação dos Coliformes**

As análises de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*) foram determinadas com a utilização do substrato definido cromogênico colitag. A positividade do teste para detecção de coliformes totais se dava pela mudança de cor para um amarelo após incubação na estufa a 36°C por 24 horas. A positividade para E. coli se dava pela fluorescência apresentada quando a amostra era exposta a luz ultravioleta (230 volts, 50hz, 17 AMPS), e sua cor apresentava-se leitosa. O teste foi feito em uma única etapa e teve caráter de presença e ausência.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, nos quais traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Para que a água seja considerada potável, estes parâmetros deverão estar de acordo com as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano do Ministério da Saúde segundo a Portaria N° 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Como o presente trabalho tem como objetivo de avaliar a qualidade da água consumida pelos alunos nas escolas selecionadas, os parâmetros analisados são preliminares, merecendo uma investigação mais profunda para determinar com segurança se a água é própria para o consumo e se realmente não apresenta nenhum risco à saúde.

Os resultados desta pesquisa foram comparados com os padrões de potabilidade para o consumo humano, de acordo com as normas estabelecidas pela portaria N° 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, baseados nos parâmetro físico-químico (Condutividade elétrica (CE), pH, Cloretos, Dureza total e Alcalinidade) como também nos parâmetros microbiológicos (coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)).

### 5.1 DADOS ANALÍTICOS

#### 5.1.1 Análises físico - químicas

##### – Condutividade Elétrica (CE)

Conforme a tabela 1, os valores de CE encontrados nas coletas foram relativamente próximos, na faixa de 136 a 164,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C. Apesar de não existir na legislação valores adequados de condutividade elétrica para a água potável, estimasse que valores menores que 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam que as águas podem ser potáveis por apresentarem concentrações baixas de sais dissolvidos. Sabe-se que quanto mais íons estão presentes na água, maior é a CE. Entretanto, isso não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra, porém pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram no corpo hídrico ocasionados geralmente por lançamentos de materiais poluentes.

Foram realizadas 4 coletas de amostras de água nas três escolas selecionadas para o estudo, sendo realizada uma coleta a cada mês, nos meses de novembro, dezembro, fevereiro e março. Período de funcionamento das escolas selecionadas, tendo em vista que a população do estudo era composta por alunos.

Tabela 1 - Valores de Condutividade elétrica obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$ )			
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta	4° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	143,6	143,2	164,5	164
<b>Tiradentes</b>	136	139,2	158,2	149,7
<b>Adalíce Remígio</b>	143,1	159,3	162,4	151,3

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Segundo Buzelli (2013), quando as concentrações de íons ultrapassarem  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ , o ambiente pode estar impactado, além de que valores elevados de CE podem indicar características corrosivas da água, que podem prejudicar as tubulações de abastecimento causando furos e vazamentos.

#### – pH

O pH é um parâmetro que estabelece a condição ácida ou alcalina de uma água, não gerando risco sanitário associado diretamente a sua medida. De acordo com a Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, a faixa recomendada de pH na água distribuída para o consumo humano é de 6,0 a 9,5.

Segundo Muniz (2013), o pH pode sofrer alteração dependendo do tempo de armazenamento e da condição física do reservatório, dada a exposição ambiental e/ou tipo de material utilizado na fabricação do mesmo. Exerce efeito indireto sobre a precipitação de elementos tóxicos, como metais, além de interferir na reatividade do cloro, a qual diminui com o aumento do pH.

Os valores do pH obtidos das análises de água coletadas nos bebedouros das três escolas selecionadas, nos quatro períodos de coleta de dados, apresentaram-se na faixa de 7,46 à 8,12, como apresenta a (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores do pH obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	pH ( $25^\circ\text{C}$ )			
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta	4° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	7,75	8,07	7,62	7,59
<b>Tiradentes</b>	7,49	8,12	7,59	7,33
<b>Adalíce Remígio</b>	7,63	8,02	7,46	7,53

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Segundo a Tabela 2, todas as amostras de água coletadas dos bebedouros das três escolas selecionadas atenderam ao valor padrão estabelecido pela Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde com relação ao valor do pH.

Pode-se ser verificado também, que as amostras de água provenientes dos bebedouros das três escolas de ensino selecionadas para pesquisa, os valores do pH obtidos nas quatro coletas realizadas, diferiram entre si. Sendo ainda que, a segunda coleta apresentou valor médio superior às demais coletas.

De acordo com Vasconcelos (2012), vários fatores podem influenciar o pH, desde a ausência de substâncias salinas disponíveis nas rochas para solubilização e neutralização da água, até contaminações com excreções animais, que contribuem para a redução dos níveis do pH.

Segundo Richter e Netto (1991), condições ácidas aumentam de atividade à medida que o pH decresce e, vice-versa, condições alcalinas se apresentam a pH elevados. O pH 7 tem pouco significado como ponto de referência na engenharia sanitária. Talvez seu único significado resida na igualdade entre as concentrações de íons de hidrogênio e hidroxila. Sendo o pH um importante aliado na avaliação da qualidade da água influenciada por processos biológicos e químicos dentro do corpo da água.

#### – Cloretos

O nível de cloreto das águas analisadas variou de 36 a 43,2 mg/L. Pelo fato do cloreto ter alta mobilidade, dificilmente ele será encontrado em grandes concentrações em águas não tratadas coletadas superficialmente devido a sua diluição. Já as águas subterrâneas conseguem manter um maior nível de cloreto devido ao impedimento físico que as camadas de rocha e de solo apresentam, limitando a sua perda para outros meios. Como mostra a tabela 3, assim todas as amostras ficaram dentro do Valor Máximo Permitido (VMP) pela Portaria N°2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL 2011), que para este parâmetro é 250 mg/L.

Tabela 3 - Valores de cloretos obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Cloretos (mg.Cl/L)			
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta	4° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	36	43,2	36	43,2
<b>Tiradentes</b>	43,2	36	43,2	43,2
<b>Adalíce Remígio</b>	43,2	43,2	43,2	43,2

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Este parâmetro constitui importante padrão de potabilidade, uma vez que provoca sabor nas águas, uma propriedade laxativa, corrosões em estruturas de metal, incrustações em tubos de revestimento, aumento da dureza das águas e ações negativas no metabolismo de organismos como problemas das artérias, câncer do rim, bexiga e vias urinárias (RICHTER E NETTO, 1991).

#### – Dureza Total

Das quatro coletas analisadas, apenas na primeira coleta, todas as amostras de água das três escolas selecionadas apresentaram abaixo ou igual de 50mg/L CaCO<sub>3</sub>, nas outras coletas todas as escolas selecionada apresentaram valores da dureza entre 55,00mg/L a 75,00mg/L CaCO<sub>3</sub> (Tabela 4). A Portaria N°. 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece como padrão de potabilidade para dureza o valor máximo permitido de 500,0 mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Verificou-se que nas quatro análises os valores obtidos atenderam ao estipulado pela legislação.

Tabela 4 - Valores da dureza obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Dureza total (mg.CaCo <sub>3</sub> /L)			
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta	4° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	45	60	65	75
<b>Tiradentes</b>	40	55	75	75
<b>Adalíce Remígio</b>	50	50	70	75

**Fonte:** construída com os dados da pesquisa.

A dureza da água é expressa em mg.L<sup>-1</sup> de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e pode ser classificada como: menor que 50mg/L CaCO<sub>3</sub> água mole, entre 50 e 150 mg/L CaCO<sub>3</sub> água com dureza moderada, entre 150 e 300 mg/L CaCO<sub>3</sub> água dura e maior que 300 mg/L CaCO<sub>3</sub> água muito dura (RICHTER E NETTO, 1991). Dessa maneira, verificou-se que a águas analisadas nas quatro coletas tiveram a seguinte classificação: Coleta 1 – água mole, Coleta 2, 3 e 4 – água com dureza moderada.

De acordo com Flores (2011), a água mole ou branda e a água com dureza moderada são adequadas para uso no abastecimento público. Esta última apesar da concentração ser um pouco mais elevada, não é suficiente para interferir com o seu uso. Uma dureza com 150 mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> já é notada pelas pessoas pela alteração do paladar e uma dureza em torno de 200 mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> é capaz de levar muitos consumidores a utilizar uma água tratada com sistemas domésticos ou cisternas.

Segundo Agreste et al. (2001), existe um mito de que a água potável com elevada dureza possui associação com maior incidência de cálculos renais, em diversas regiões brasileiras. Por outro lado, existem relatos da literatura nos quais a dureza total da água não se correlacionou com a incidência de litíase renal. Outros investigadores observaram até mesmo uma correlação negativa, ou seja, menor incidência de litíase com água dura.

#### – Alcalinidade

A alcalinidade é resultante da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos  $\text{CO}_3^{2-}$ , bicarbonatos  $\text{HCO}_3^-$  e hidróxidos  $\text{OH}^-$  presentes na água. Sobre a alcalinidade das amostras analisadas, pode ser observado a presença apenas da alcalinidade de bicarbonatos, tendo em vista que as formas de alcalinidade das águas é função de seu pH, já que o solo de nossa região é rico em rochas calcárias, ricas em carbonatos.

Segundo Pereira (2010), em águas naturais, a alcalinidade total apresenta valores na faixa de 30 a 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Em concentrações moderadas na água de consumo humano, a alcalinidade total não tem nenhum significado sanitário. Contudo, em níveis elevados, pode ocasionar um sabor desagradável, implicando assim, em rejeição. A alcalinidade é importante no controle dos processos de coagulação química das águas, esgotos e águas residuais, no amolecimento de águas e no controle e prevenção da corrosão em canalizações, sendo assim, uma das determinações mais importantes na potabilização das águas para consumo humano.

Tabela 5 - Valores de alcalinidade obtidos das análises de amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Alcalinidade (mg.CaCO <sub>3</sub> /L)			
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta	4° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	51	51	52	53
<b>Tiradentes</b>	50	52	51	53
<b>Adalíce Remígio</b>	50	53	51	55

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

A alcalinidade total apresentou valores moderados entre 50 e 55 mg/L. Portanto todas amostras atenderam o parâmetro exigido para águas de consumo humano segundo, não tendo nenhum significado sanitário.

#### 5.1.2 Análise Microbiológica

A presença de coliformes totais foi detectada nas águas em todas as escolas selecionadas, nas três coletas realizadas para o estudo (Tabela 6). Segundo o Ministério da Saúde (Portaria Nº 2.914/2011) estes alunos estão consumindo água fora dos padrões de

potabilidade. Conforme a mesma portaria, em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, somente será tolerada a presença de coliformes totais na ausência de *Escherichia coli*. Contudo, nesta situação, deve-se investigar a origem da fonte de contaminação, tomar as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e, subseqüentemente, realizar nova análise de coliformes.

Das três escolas monitoradas, todas apresentaram águas contaminadas por *E. coli*, em pelo menos uma das três coletas efetuadas (Tabela 6). A Escola Maria do Socorro Aragão, foi a que apresentou água com maior contaminação microbiológica, tendo as três coletas com resultado positivo para coliformes totais e duas coletas para *E. coli*, problemas estes considerados de alta gravidade. Conforme o Ministério da Saúde, águas destinadas ao consumo humano devem ser ausentes de contaminação por *E. coli* (Portaria Nº 2.914/2011).

A contaminação microbiológica da água tem uma relação positiva com a falta de manutenção e limpeza dos sistemas de captação e de armazenamento de água. Quanto maior o prazo sem limpeza dos depósitos de armazenamento de água, maior será a possibilidade deste tipo de contaminação.

Cabe, portanto, identificar as fontes de contaminação das águas das três escolas selecionadas que tiveram a presença de coliformes totais e termotolerantes confirmadas em pelo menos uma das coletas. Enquanto isso, a interdição do fornecimento desta água se torna obrigatória até que seja identificado o foco de contaminação das águas e a remediação do problema, seja através do tratamento da água ou pela substituição do sistema de captação ou armazenamento dessa água.

Para Castro et al. (2014), a água para ser potável não deve apresentar bactérias patogênicas. No caso das águas subterrâneas, os organismos patogênicos são eliminados ou removidos pela ausência de oxigênio e por filtração, segundo intensidade variada, em função da permeabilidade e condutividade do aquífero ou do subsolo.

Tabela 6 - Valores das análises dos parâmetros coliformes totais e termotolerantes das amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Coliformes Totais		
	1º Coleta	2º Coleta	3º Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	Presença	Presença	Presença
<b>Tiradentes</b>	Presença	Presença	Presença
<b>Adalíce Remígio</b>	Presença	Presença	Presença

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Tabela 6 - Valores das análise dos parâmetros coliformes totais e termotolerantes das amostras de água utilizada para consumo das três escolas de Ensino Fundamental de Monteiro - PB.

Escola	Coliformes termotolerantes ( <i>Escherichia coli</i> )		
	1° Coleta	2° Coleta	3° Coleta
<b>Maria do Socorro</b>	Presença	Ausência	Presença
<b>Tiradentes</b>	Ausência	Ausência	Presença
<b>Adalíce Remígio</b>	Presença	Ausência	Ausência

**Fonte:** construída com os dados da pesquisa.

O uso da Técnica do Substrato Cromogênico permite determinar simultaneamente coliformes totais e coliformes termotolerantes presentes em amostras de água, utilizando apenas um meio de cultura. O tempo necessário para obtenção dos resultados confirmados é de 24 horas, representando grande alternativa pela rapidez do resultado quando se pretende avaliar apenas presença/ausência de coliformes e não a sua quantificação.

## 6 CONCLUSÃO

Através dos resultados encontrados das análises da água usada para o consumo nas escolas selecionadas, pode se concluir que quanto ao padrão microbiológico da água, estipulado pela Portaria N° 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde a qual estabelece os padrões para potabilidade da água para consumo humano, todas as escolas não atenderam ao padrão ausência de coliformes totais em 100 mL da amostra. Já para o padrão de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) ausência em 100 mL da amostra, não foi atendido, em pelo menos uma das três coletas realizadas nas três selecionadas, tornando a água imprópria para o consumo.

Quanto aos parâmetros físico-químicos: condutividade elétrica, pH, dureza, cloretos e alcalinidade, todas as escolas em todas as coletas atenderam aos padrões de potabilidade da Portaria N° 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. O parâmetro condutividade elétrica e alcalinidade não possui padrão estabelecido por esta Portaria, contudo, os resultados encontrados são compatíveis com os de água de boa qualidade.

## **7 RECOMENDAÇÕES**

Devido à constatação de contaminação por, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*), sugere-se uma investigação da qualidade microbiológica da água consumida em todas as escolas municipais da cidade de Monteiro.

Sugere-se também a limpeza periódica dos filtros e dos tambores para o armazenamento das águas a cada seis meses, além da desinfecção da água que pode ser realizada através da adição de hipoclorito de sódio a 2,5%: para cada 1 litro de água, adicionar 2 gotas (0,08 mL) ou para cada 20 litros de água adicionar 1 colher de chá (2 mL). Lembrando que o tempo de contato com a água para seu consumo é de 30 minutos, após seu tratamento (Brasil, 2006).

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESAs), (2012). “Aesa apresenta ações do Governo em seminário sobre transposição”. Página consultada em 27 de Janeiro de 2016, < <http://www.aesa.pb.gov.br/verNoticia.php?cod=702>>
- AGRESTE, S. A. et al. Atualização em nefrologia clínica: Papel da constituição físico – química da água potável na litogênese renal. **J Bras Nefrol**, 23 (1). 2001; p. 45 – 48.
- AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. L.; CAPPI, N.; PINTO, A. L. Qualidade da água e percepção ambiental: reflexões sobre a realidade urbana de Anastácio (MS). **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, 2012. p. 1255-1267.
- BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciênc. Agrotec.**, v. 30, n. 5. Lavras, 2006. p. 950-954.
- BRASIL**. Portaria nº2.914, de 12 de dezembro de 2011. Legislação para águas de consumo humano. **Ministério da Saúde**. Brasília, 2004. Seção 1.
- BRASIL. Lei nº 11.445, 5 jan. 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de Saneamento**. 4 ed. rev. 408 p. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, v. 8, n. 1. Taubaté, 2013. p. 186-205.
- CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. de. Contaminação de corpos d’água nas áreas urbana de Corumbá e Ladário. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, **Embrapa Pantanal**, n. 89. Corumbá, 2006. p.1-4. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/Noticia/Contaminacao+de+corpos+d+agua+na+regiao+de+Corumba/9526>>. Acessado em: 20 janeiro 2016.
- CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Santa Maria, 2008. p.173.
- CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de ribeirão preto - sp**. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2009. p. 146.

CASTRO, J. S. O. de.; JÚNIOR, B. T. B. R.; PONTES, A. N.; MORALES, G. P. Potabilidade das águas subterrâneas para o consumo humano na área do polo industrial de Barcarena-Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10. n.19. 2014. p. 2921.

CORNATIONI, M. B. **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de Colina – SP**. Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Ciências Biológicas). Faculdades Integradas Fafibe. Bebedouro, 2010. p. 27.

FLORES, É. R. C. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano no assentamento eldorado – Sidrolândia, MS**. Trabalho de Conclusão curso de Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família na Modalidade a Distância. Campo Grande, 2011. p. 40.

GOHRINGER, S. S. **Uso urbano e não potável de efluentes de estações de tratamento de esgoto sanitário: estudo de caso no município de Campo Largo- PR**. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) - Pontifica Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2006. p. 238.

Instituto Trata Brasil (2015), “Paraibanos sofrem com falta de regularidade no fornecimento de água”. Página consultada em 27 de Janeiro de 2016, <<http://www.tratabrasil.org.br/paraibanos-sofrem-com-falta-de-regularidade-no-fornecimento-de-agua>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Cidades**. Monteiro. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250970&search=paraibalmonteiro&infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em 10 de dezembro de 2015>.

JULIÃO, F. C. **Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2011. p.157.

KINDLEIN, C. P. **Determinação do teor de nitratos e nitritos na água de abastecimento do município de Nova Santa Rita**. Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Química). Centro Universitário La Salle – Unilasalle. Canoas, 2010. p. 68.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª edição. Campinas – SP: Editora Átomo, 2010.

LIMA, B. J. L. A. **Qualidade de água no ambiente escolar - ponto de partida para a educação ambiental**. Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Biomedicina). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2009. p. 98.

MACIEL, S. M. A.; FARIAS, E. S. **O Uso e Reuso da Água nas Escolas Municipais Rurais de Sant’Ana do Livramento: Importantes Dimensões para o Desenvolvimento de Políticas Públicas**. XXXVII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2013. p. 16.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e Sociedade**, v. 6, n. 2. Rio de Janeiro, 2003.

MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Brasília, 2006. p.126.

MARTINS, T. G. B. **Avaliação das perdas no sistema de abastecimento de água – bairro Buriti, Campo Grande/MS**. Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Campo Grande, 2008. p. 105.

MATOS, B.; A. **Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo**. Tese (Doutorado). Universidade do Estado de São Paulo, Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia. São Paulo, 2001. p.172.

MOURA, G. J. B.; ARAÚJO, J. M.; SOUSA, M. F. V. Q.; CALAZANS, G. M. T. **Análise Bacteriológica da Água em Escolas Públicas**. (In). Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

MUNIZ, J. M. **Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba – MG**. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba. Uberaba, 2013. p.141.

NOUGUEIRA, G. J. L. **Reaproveitamento de água dispensada pelo destilador no processo de destilação em laboratório**. Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Faculdade Dinâmica das Cataratas. Foz do Iguaçu, 2009. p. 48.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água: Dados eletrônicos**. Embrapa Florestas. Colombo, 2011. p. 69.

PEREIRA, S. F. P.; COSTA, A.C.; CARDOSO, E. S. C.; CORRÊA, M. S. S.; ALVES, T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online) v.12, n. 1. 2010. p. 50-62.

**PMSBPM - Plano Municipal de Saneamento Básico de Prudente de Moraes**. Produto 2 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico. Prudente de Moraes, 2005. p. 306. Disponível em:< <http://cbhvelhas.org.br/images/subcomites/projetos/parauna/TutoriaPMSB/Produto2/P2%20Prudente%20de%20Moraes%2020-04-2015.pdf>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

**PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO**. Resumo Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. New York, 10017, USA. 1101p.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. **Saúde Sociedade**, v. 17, n. 1. São Paulo, 2008. p. 21-32. Disponível em:

<file:///D:/TCC/referencias/revisao/Health%20impacts%20due%20to%20deficient%20water%20access.html>. Acesso em: 16 de janeiro de 2016.

RÊGO, F. M.; **Qualidade Higiênico-Sanitária das Águas Utilizadas em Unidades de Alimentação e Nutrição Hospitalares da Rede Pública do Distrito Federal.** Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, 2006. p. 75.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Especialização em Análise Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010. p. 36.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** Editora Edgard Blücher, 1 ed. São Paulo, 2009. p. 352.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** Editora Blucher. São Paulo, 1991.

RIMA- **Relatório de Impacto Ambiental.** Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Ministério da Integração Nacional, 2004.

ROSALINO, M. R. R. **Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011. p.85.

RUBILAR, C. S.; UEDA, A. C. **Análise físico – química de águas do município de Apucarana – PR.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.

SANTOS, I. S.; MOREAU, M. S. **Poluição dos recursos hídricos e saneamento básico no bairro Nossa Senhora da Vitória, Ilhéus-BA.** I Seminário Nacional de Geologia e Planejamento Territorial e IV Seminário do Geoplan. Sergipe. 2012. p. 11.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e Qualidade de Água: Análises Microbiológicas e Físico-químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde.** Editora Unijuí v. 13 n. 24/25. Ijuí, 2013. p. 46-53.

SILVA, D. M. **Avaliação microbiológica das águas de bebedouros de duas instituições de ensino da cidade de Paracatu – MG, em relação à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*.** Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso de Biomedicina). Faculdade Tecsona. Paracatu, 2012. p. 85.

VASCONCELOS, A. V.; SILVA, M. R. **Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água de pequenos laticínios da região de Francisco Beltrão / PR.** Trabalho de Conclusão de curso – Monografia (Curso Superior de Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Francisco Beltrão, 2012. p. 37

SCURACCHIO, P. A.; FARACHE FILHO, A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 4. Araraquara, 2011. p. 641-647.

## ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO EMIÁRIO - CDSA  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO – UATEC  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

**ASSUNTO: AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA  
ELABORAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)**

Prezado Senhor (a) Ana Lima Feliciano Torres

Vimos através deste, apresentar a proposta de trabalho de conclusão de curso que será desenvolvido pelo acadêmico Eric de Freitas Araújo, regularmente matriculado no 9º Período do Curso de Engenharia de Biosistemas nesta Instituição de Ensino Superior, intitulada: “QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA O CONSUMO EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTEIRO – PB”.

O presente estudo tem como objetivo avaliar através de análises físico-químicas e microbiológicas, a qualidade da água consumida em escolas públicas municipais urbanas de ensino fundamental do município de Monteiro – PB

Para a concretização deste trabalho, o acadêmico necessita coletar amostras de água nos bebedouros desta instituição.

Este trabalho não tem a intenção de denegrir valores, mas contribuir de forma positiva. Após sua conclusão e aprovação, o acadêmico se compromete a enviar-lhe uma cópia do mesmo para apreciação.

Solicitamos, portanto, a colaboração e permissão de vossa senhoria para a coleta de amostras de água necessárias ao estudo.

Sem mais para o momento,

Atenciosamente.

*Ilza Maria do N. Brasileiro*

*Eric de Freitas Araújo*

Ilza Maria do N. Brasileiro

Professora Orientadora

Ilza Maria do N. Brasileiro  
Professora Adjunta  
UATEC/CDSA/UFCG  
SIAPE N° 2552724

Eric de Freitas Araújo

Acadêmico do Curso de Eng. de Biosistemas

*Recebi em  
13/11/05  
gf...*