



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**YASMIN BYANQUE DE MELO VIEIRA**

**DETERMINAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA ÁGUA DE CONSUMO  
HUMANO EM UMA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE  
JUAZEIRINHO-PB**

Campina Grande – PB  
2016

**YASMIN BYANQUE DE MELO VIEIRA**

**DETERMINAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM UMA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE JUAZEIRINHO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Profa.Dra.Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Campina Grande – PB  
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.

V658d Vieira, Yasmin Byanque de Melo.  
Determinação de indicadores sentinelas na água de consumo humano em uma escola de ensino fundamental da Cidade de Juazeirinho-PB [manuscrito] / Yasmin Byanque de Melo Vieira. - 2016.  
27 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.  
"Orientação: Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Abastecimento de água. 2. Qualidade da água. 3. Cloro residual livre. 4. Turbidez. I. Título.

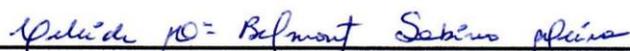
21. ed. CDD 628.1

**YASMIN BYANQUE DE MELO VIEIRA**

**DETERMINAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM UMA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE JUAZEIRINHO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovado em 03 de NOVEMBRO de 2016



**Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira / UEPB**

Orientadora



**Prof. Dr. Rui de Oliveira / UEPB**

Examinador



**Prof. Dra. Ruth Silveira do Nascimento / UEPB**

Examinador

Campina Grande – PB  
2016

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para dar continuidade à graduação.

À instituição, ao corpo docente, direção e administração, pela oportunidade de fazer o curso.

A professora Celeide Maria Belmont Sabino Meira, pela orientação, apoio e confiança. A todos os professores que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação.

Minha família que se fez presente e apoiou todas as etapas no decorrer do curso. Aos meus filhos que são a minha motivação para concluir a graduação. E aos amigos que fiz nesses cinco anos de universidade, que levarei para toda a vida.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a monitoração dos indicadores sentinelas na água de abastecimento da Escola Estadual de Ensino Fundamental Frei Damião, situada no município de Juazeirinho/PB. Foi feita a caracterização geográfica e demográfica do município, amostradas 2 pontos (cisterna e cozinha) para a coleta de amostras e análises *in loco*, sendo analisadas os indicadores cloro residual livre (CRL) e turbidez no período de abril a setembro de 2016, totalizando 13 análises. Os resultados das concentrações do CRL não atenderam aos valores permitidos da Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, no entanto, o indicador turbidez esteve em conformidade de acordo com o padrão estabelecido pela Portaria Nº 2914/2011 em todos os pontos amostrados. Conclui-se que para solucionar o problema da qualidade da água na escola, se faz necessário a operação de recloração na cisterna para que as concentrações mínimas de CRL estejam em conformidades com o padrão exigido pela legislação. O resultado dessa pesquisa deve contribuir para a importância da vigilância e controle da qualidade da água, assim alertando a sociedade quanto à qualidade da água potável com a necessidade da mudança de atitude para que haja o controle e o comprometimento com a vigilância da qualidade da água de Juazeirinho.

Palavras-chave: Cloro Residual Livre. Turbidez. Qualidade da Água.

## **ABSTRACT**

This work aims at monitoring of sentinel indicators in the State School supply water Elementary School Frei Damião, in the municipality of Juazeirinho / PB. the geographic and demographic characteristics of the municipality, sampled 2 points (cistern and kitchen) for the sampling and on-site analysis was done, and analyzed the free residual chlorine indicators (CRL) and turbidity in the period April to September 2016, totaling 13 analysis. The results of the CRL concentrations did not meet the allowed values of Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health, however, the turbidity indicator was in line according to the standard established by Ordinance No. 2914/2011 in all the sampled points. It is concluded that to solve the problem of water quality in the school, it is necessary to recloração operation in the cistern to the CRL minimum concentrations are in compliance with the standard required by law. The result of this research should contribute to the importance of monitoring and control of water quality, thereby alerting the society and the quality of drinking water with the need for attitude change so that there is control and commitment to monitoring water quality of Juazeirinho.

Keywords: Residual Chlorine Free. Turbidity. Water quality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.1</b>	Localização do município de Juazeirinho.....	13
<b>Figura 3.1</b>	Ponto de coleta na cozinha e cisterna.....	19
<b>Figura 4.1</b>	Concentrações de cloro residual livre.....	21
<b>Figura 4.2</b>	Valores obtidos para turbidez.....	22

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b>	Quantitativo de escolas do município de Juazeirinho.....	18
<b>Tabela 4.1</b>	Valores obtidos para as medições de CRL nas amostras coletadas.....	22
<b>Tabela 4.2</b>	Valores obtidos para as medições de turbidez nas amostras coletadas.....	23

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1 Objetivos</b> .....	10
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	10
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	10
<b>2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
<b>2.1 Sistemas de abastecimento de água (SAA)</b> .....	11
<b>2.2 Abastecimento de água em Juazeirinho</b> .....	12
<b>2.3 Controle e vigilância da qualidade da água</b> .....	13
<b>2.4 Indicadores sentinelas</b> .....	15
<b>2.4.1 Cloro Residual Livre (CRL)</b> .....	15
<b>2.4.2 Turbidez</b> .....	16
<b>3.0 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	17
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	17
<b>3.2 Pontos de coleta</b> .....	17
<b>3.3 Coleta e preservação das amostras</b> .....	18
<b>3.4 Métodos analíticos utilizados</b> .....	18
<b>3.5 Análise estatística dos dados</b> .....	19
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>5.0 CONCLUSÕES</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

## 1.0 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural responsável pelo processo de construção e manutenção da vida, atualmente, uma das principais preocupações é com a qualidade da água distribuída à população humana, que vem despertando a atenção das autoridades sanitárias para os impactos do abastecimento sobre a saúde pública. Deste modo, não é apenas suficiente disponibilizar água em quantidade e pressão adequada, mas a sua qualidade também possui uma grande importância para todos os agentes envolvidos, essa qualidade da água para consumo humano só pode ser conseguida através do processo de potabilização da água, a fim de torná-la potável.

No Brasil, a etapa do consumo impõe elevados riscos à saúde, no sentido de que todo esforço envolvido nas diversas fases do sistema de tratamento de água ser desperdiçado por conta de um manuseio inadequado da água no nível intradomiciliar (BRASIL, 2006). De acordo com Clark e Haught (2005), a qualidade da água sofre degradação no próprio sistema de abastecimento. Essa deterioração da qualidade da água na rede de distribuição tem relação direta com a saúde pública. A perda do desinfetante residual ocasiona um enfraquecimento na barreira contra organismos patogênicos.

Os termos Controle e Vigilância relacionada à qualidade da água para consumo humano, adotados pela Organização Mundial da Saúde estão bem definidos na legislação brasileira (BRASIL, 2011). A legislação brasileira optou pela busca de um instrumento legal com caráter efetivo e simultâneo sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade: a Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

O controle da qualidade da água para consumo humano é realizado pela concessionária responsável pela operação do serviço de abastecimento de água, companhia estadual de saneamento, autarquia municipal, prefeitura ou empresa privada, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição (D'AGUILA et al., 2000). A vigilância da qualidade da água é de competência do Ministério da Saúde, por intermédio das secretarias estaduais, com a finalidade de verificar se a água consumida pela

população atende às premissas estabelecidas pela norma e para avaliar os riscos potenciais à saúde humana.

Neste contexto, baseado em análises dos indicadores sentinelas, cloro residual livre e turbidez, este trabalho buscará avaliar a qualidade da água para abastecimento humano fornecido por rede geral, em uma escola do município de Juazeirinho.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar a qualidade da água de abastecimento distribuída por rede geral na escola de ensino fundamental da cidade de Juazeirinho-PB, com base em indicadores sentinelas.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar a qualidade da água de abastecimento na escola;
- Estudar o grau de conformidade e não conformidade dos indicadores sentinelas, cloro residual livre e turbidez, com o padrão de potabilidade;
- Discutir a natureza e as razões das não conformidades;
- Descrever o sistema físico do setor em estudo.

## 2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistemas de abastecimento de água (SAA)

A água é um elemento essencial à vida, quando contaminada, influencia diretamente a saúde e a qualidade de vida da população. No mundo cerca de 1,2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável (BRASIL, 2010 apud COUTINHO, 2011), necessitando de um sistema de abastecimento de água que garanta em quantidade e qualidade adequada do recurso hídrico ao homem.

A qualidade da água vem sendo afetada por processos de urbanização, industrialização e de produção agrícola que não estão levando em consideração a capacidade de autodepuração das águas, conseqüentemente, interferindo nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água (BARBOSA, M. H. D.; CABRAL, A. R., 2011; BAGNARA et al., 2014).

O abastecimento público é o uso mais nobre e exigente da água, devendo atender a todos os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos que estão bem definidos na legislação vigente (SPERLING, 2005). A estação de tratamento de água é responsável pela potabilização, que funciona como barreira contra a passagem de partículas e microrganismos patogênicos (LIBÂNIO, 2008).

A Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/2011, define o sistema de abastecimento de água para consumo humano, como sendo o conjunto de obras civis, materiais e equipamentos com o intuito de produzir e distribuir água potável canalizada à população, sendo de responsabilidade do poder público, mesmo quando em regime de concessão ou permissão, assegurando que a população receba um produto que não ofereça risco à saúde.

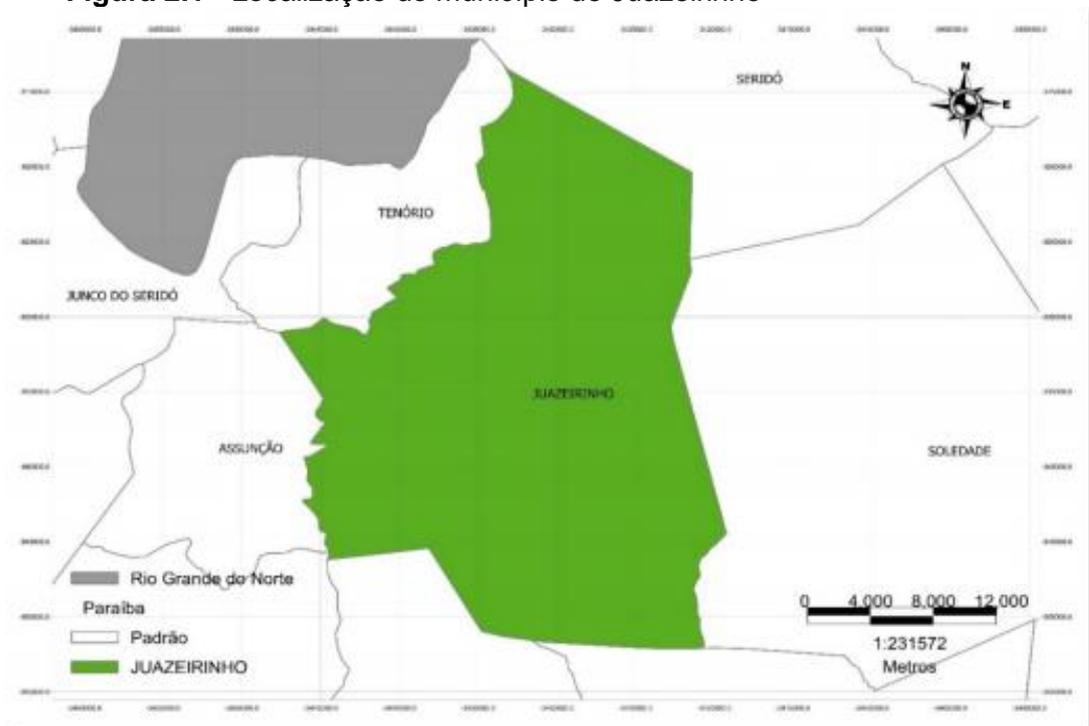
Um sistema de abastecimento de água é composto, de forma geral, pelas unidades de produção (captação no manancial, estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta, estação de tratamento de água, adutora de água tratada), distribuição (reservatório e rede de distribuição). Em períodos que as demandas por água são maiores os reservatórios são utilizados para regularização das vazões. A rede de distribuição é definida pela Portaria Nº 2914/2011 como parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais.

## 2.2 Abastecimento de água em Juazeirinho

O município de Juazeirinho ( $7^{\circ} 4' 1''$  Sul  $36^{\circ} 24' 42''$  Oeste, 553m acima do nível médio do mar), com IDH de 0,567 e população de 22.000 habitantes (IBGE, 2012), está localizado na mesorregião da Borborema e na microrregião do Seridó Oriental Paraibano (Figura 2.1), com área territorial de 467,523 km<sup>2</sup>. Densidade demográfica 35,88 hab/Km<sup>2</sup>. Situa-se a 209 Km da capital João Pessoa, a 84 Km de Campina Grande, maior cidade do interior paraibano, a 93 Km de Patos.

A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação desta unidade é formada por florestas subcaducifólica e caducifólica, próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta.

**Figura 2.1 - Localização do município de Juazeirinho**



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Juazeirinho, 2015.

O município de Juazeirinho encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba, sub-bacia do rio Taperoá. A distribuição de água, por rede geral, que abastece o município é realizado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, é tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) situada no município de Boqueirão (7° 28' 55" Sul 36° 8' 6" Oeste), composta pelo sistema convencional de tratamento (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção). A água chega ao município, através da linha adutora do cariri de água tratada. E o abastecimento complementar é realizado por carro-pipa, manancial superficial e subterrâneo com tratamento simplificado ou sem tratamento, cisternas individuais e por meio de chafariz comunitário.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Juazeirinho (2015), o volume de água produzido pelo sistema de abastecimento de água de Juazeirinho, em 2013, foi de 366.290,00 m<sup>3</sup>, sendo 236.290,00 m<sup>3</sup> tratado, 280.230,00 m<sup>3</sup> foram consumidos, 259.100,00 m<sup>3</sup> faturados, 137.830,00 m<sup>3</sup> micromedidos e nenhum volume macromedido, tendo sido consumido uma potência de 1.612.950,00 kWh.

### **2.3 Controle e vigilância da qualidade da água**

A qualidade da água para consumo humano é assegurada de acordo com as normas vigentes, que visa à prevenção e o controle de doenças e agravos transmitidos pela água, com vistas a promover o bem estar da população.

A Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde define controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano da seguinte forma:

- Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável do sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;
- Vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a

realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

Para o exercício eficaz e diferenciado, do controle e da vigilância, da qualidade da água para consumo humano tais definições estabelecem as diferentes responsabilidades e mecanismos, mais objetivos possíveis. O controle da qualidade da água de consumo humano é exercido pelo órgão responsável pela operação do sistema e a vigilância por um órgão de saúde pública.

Segundo Freitas & Freitas (2005), estas ações de controle e vigilância da qualidade da água fazem parte do SISAGUA (Sistema de Informação de Vigilância e Controle da Qualidade da Água de Consumo Humano), que tem como finalidade 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, assim diminuindo a incidência de doenças veiculadas pela água.

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).

A maneira mais frequente de se obter o controle se limita a análise e exames proporcional à população atendida, sendo ainda muito encontrados relatos de doenças relacionados à água de consumo. A OMS (Organização Mundial da Saúde) recomenda a criação de um Plano de Segurança de Água (PSA), um documento que para uma ação preventiva lista os riscos potenciais de uma abastecimento de água, devendo este conter as seguintes etapas: objetivos; avaliação do Sistema de Abastecimento de Água; medidas de controle; planos de gestão e um funcionamento independente de vigilância (GUIMARÃES, 2010).

A vigilância como atividade investigativa, preventiva porque permite detectar oportunamente os fatores de risco de modo que resulte na tomada de ações antes mesmo que se apresente o problema à saúde pública e é corretiva porque é capaz de identificar os focos de doenças relacionados com a água permitindo uma intervenção sobre os meios de transmissão, a fim de controlar a propagação da doença. Com o objetivo de assegurar a confiabilidade e segurança da água para

consumo humano, pois é capaz de identificar os fatores de risco à saúde humana associada à água. A vigilância da qualidade da água através da coleta, análise e divulgação dos dados busca identificar e descrever os fatores de risco proveniente do SAA, com o objetivo de propor medidas preventivas e de controle de agravos (BRASIL, 2006).

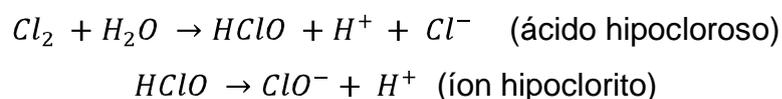
## 2.4 Indicadores sentinelas

Dada a quantidade de parâmetros do padrão de potabilidade a serem obedecidos no controle e vigilância da qualidade da água é importante eleger os indicadores sentinelas, utilizado para indicadores sanitários, com maior significância, pois exprimam a situação da água de maneira ágil, barata e bastante representativa, assim possibilitando a ação preventiva e controle com medidas de saneamento básico.

Os indicadores sentinelas para vigilância da água são o cloro residual livre (CRL) e a turbidez e têm como principal objetivo conferir condições de identificação precoce de situações de risco, principalmente em relação a doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 2006c). De acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância Ambiental em Saúde relacionada à qualidade da água para consumo humano, independentemente do porte do município todos devem implantar os indicadores sentinelas.

### 2.4.1 Cloro Residual Livre (CRL)

Quando o cloro gasoso é empregado como desinfetante na água isenta de impurezas reage formando os subprodutos o ácido hipocloroso, íons hidrogênio e cloreto, variando suas concentrações dependendo do pH da água, o ácido hipocloroso dissocia-se formando íons hidrogênio e o íon hipoclorito, conforme as equações abaixo:



O cloro é o agente desinfetante mais utilizado nas estações de tratamento de água no Brasil, é considerado um indicador sentinela porque sua concentração decai ao longo da rede de distribuição, devido às reações com várias substâncias orgânicas e inorgânicas encontradas nas tubulações, podendo sofrer uma nova contaminação, colocando em risco a saúde da população. O monitoramento do cloro residual livre deve ser contínuo, pois é um dos principais instrumentos de controle da qualidade da água.

O padrão, segundo a Portaria Nº 2.914/2011, para esse indicador, após a desinfecção é de no mínimo 0,5 mg/L, deve ser garantida a manutenção na saída do tratamento de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição e no máximo de 2,0 mg/L. Quando a concentração decai abaixo do recomendado pela portaria é necessário que haja a recloração nos reservatórios ou em outros pontos estratégicos.

#### **2.4.2 Turbidez**

A turbidez corresponde ao outro indicador sentinela estabelecido pela legislação brasileira e, exprime à quantidade de partículas suspensas na água, expressa por meio de unidades de turbidez é geralmente composta por minerais provenientes do processo erosivo do solo, algas, microrganismos e água residuária.

Este indicador quando elevado na água tratada indica que alguma parte do sistema de abastecimento não está sendo eficiente, causando uma aparência nebulosa na água, mas além da estética assume a função de indicador sanitário, com isso o processo de desinfecção da água pode ser prejudicado, pois os microrganismos patogênicos podem ficar protegidos por essas partículas causadoras de turbidez (BRASIL, 2011).

A Portaria Nº 2914/2011, estabelece que o valor máximo permitido de aceitação para consumo humano não deve ultrapassar 5,0 UT, em qualquer ponto de extensão da rede de distribuição.

### 3.0 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Área de estudo

Em Juazeirinho a rede educacional total atende 4767 alunos regularmente matriculados no ano de 2013, segundo Ministério da Educação, em unidades escolares municipais, estaduais que atuam junto ao ensino infantil, fundamental, médio e educação para jovens e adultos. A maioria dos estabelecimentos educacionais são de ensino fundamental em escola pública municipal totalizando vinte e cinco unidades do total de vinte e sete unidades de ensino, contando também com vinte e quatro pré-escolas, totalizando cinquenta e duas escolas. Os dados são ilustrados na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** – Quantitativo de escolas do município de Juazeirinho

<b>Tipo de estabelecimento de ensino</b>	<b>Quantitativo de Escolas</b>
Escolas - Ensino fundamental - 2012	27
Escolas - Ensino fundamental - escola pública estadual - 2012	2
Escolas - Ensino fundamental - escola pública municipal - 2012	25
Escolas - Ensino médio - 2012	1
Escolas - Ensino médio - escola pública estadual - 2012	1
Escolas - Ensino pré-escolar - 2012	24
Escolas - Ensino pré-escolar - escola pública municipal - 2012	24

Fonte: INEP (2013).

Esta pesquisa contempla o estudo do sistema de abastecimento de água do município de Juazeirinho, situado no estado da Paraíba. A área em estudo é a Escola Estadual de Ensino Fundamental Frei Damião que foi instalada no atual prédio em 2010. Atualmente, atendendo 66 alunos pela manhã e 104 à tarde, compreendendo turmas de Ensino Fundamental I. A faixa etária dos alunos é de 4 a 13 anos.

#### 3.2 Pontos de coleta

As coletas das amostras de água para as análises foram realizadas na Escola Estadual de Ensino Fundamental Frei Damião localizada 7° 4'16.96"Sul 36°34'53.24"Oeste 549m acima do nível médio do mar que foi instalada no atual

prédio em 2010. Atualmente, atendendo 66 alunos pela manhã e 104 à tarde, compreendendo turmas de Ensino Fundamental I. A faixa etária dos alunos é de 4 a 13 anos. Foram selecionados dois pontos na mesma escola a cisterna e cozinha.

### 3.3 Coleta e preservação das amostras

As amostras foram coletadas uma vez a cada duas semanas no período da manhã feitas manualmente (Figura 3.1). Após uma descarga por um tempo de 2 a 3 minutos para deixar escoar estagnada nas canalizações, e o líquido mantido em frascos de polietileno de 1 litro. Em seguida eram realizadas as análises em triplicata, in loco, para determinação dos indicadores sentinelas cloro residual livre e turbidez.

**Figura 3.1** - Ponto de coleta na cozinha e cisterna.



### 3.4 Métodos analíticos utilizados

Os métodos utilizados para realização das análises foram os recomendados pelo Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 2012), em conformidade com a diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2007).

#### a) Cloro residual livre (CRL)

Para a determinação do cloro residual foi utilizado o método titulométrico DPD – SFA (APHA, AWWA, WPCF, 2012). Neste método as espécies de cloro residual são determinadas por titulação com sulfato ferroso amoniacal (SFA) usando oxalato ou sulfato de N, N – dietil – p - fenilenediamina (DPD) como indicado, fundamentado na intensidade de cor gerada pela reação das frações de cloro presentes na água com o indicador DPD.

Para realização da análise é necessário adicionar num frasco erlenmeyer de 200ml, 5ml de solução tampão e 5ml de solução indicadora de DPD, em seguida adicionar 100ml de amostra bruta e misturar. Titular rapidamente com a solução de sulfato ferroso amoniacal ate que a coloração vermelha desapareça.

## **b) Turbidez**

A medição da turbidez foi determinada pelo método nefelométrico com a utilização de turbidímetro portátil 2100 P TURBIDIMETER HACH (APHA, AWWA, WPCF, 2012), que se baseia na medida da difração de luz produzida pela presença de partículas na água, sendo a distância atravessada pela luz incidente não maior que 10 cm.

## **3.5 Análise estatística dos dados**

Inicialmente, foi elaborado planilhas no Excel, para cada conjunto de três leituras da variável determinada serão estimados os parâmetros descritivos média, desvio padrão, maior e menor valor para todos os indicadores.

Em seguida, foi verificado frequência de conformidade e não conformidade com o padrão de potabilidade com a Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para os dois pontos na escola.

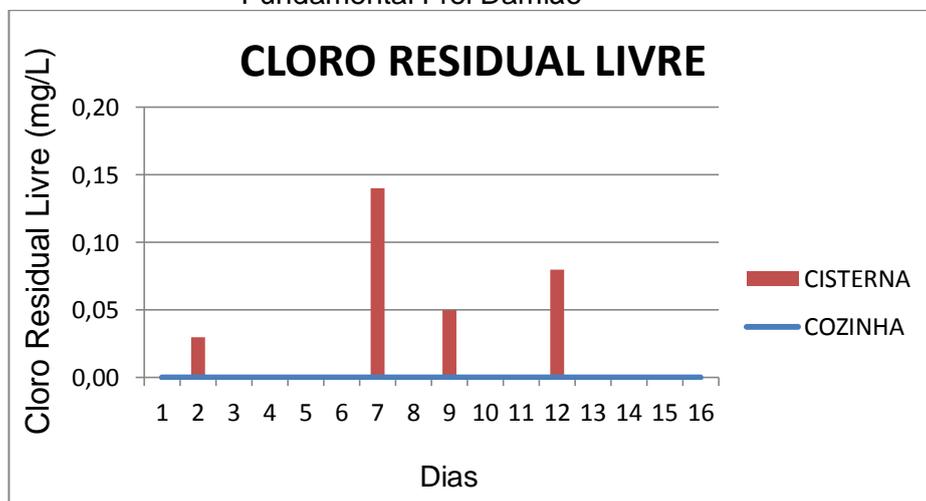
#### 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a serem apresentados foram coletados no período compreendido entre Abril e Setembro de 2016, totalizando 14 coletas. As coletas foram realizadas pela manhã entre 9 e 11 horas. Dificuldades operacionais como falta de transporte, dificultaram a possibilidade de ocorrência de mais coletas. Foi realizada a estatística dos dados e verificada a ocorrência de conformidade e não conformidade com a Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para todos os pontos coletados.

A água fornecida pela rede abastece a cisterna da escola, em seguida essa água é bombeada para uma caixa d'água elevada e finalmente distribuída para as torneiras. Em todas as coletas é importante salientar que a escola encontra-se em péssimas condições de infraestrutura na pia da cozinha, com vulnerabilidade a contaminação microbiológica decorrente da falta de higiene sanitária.

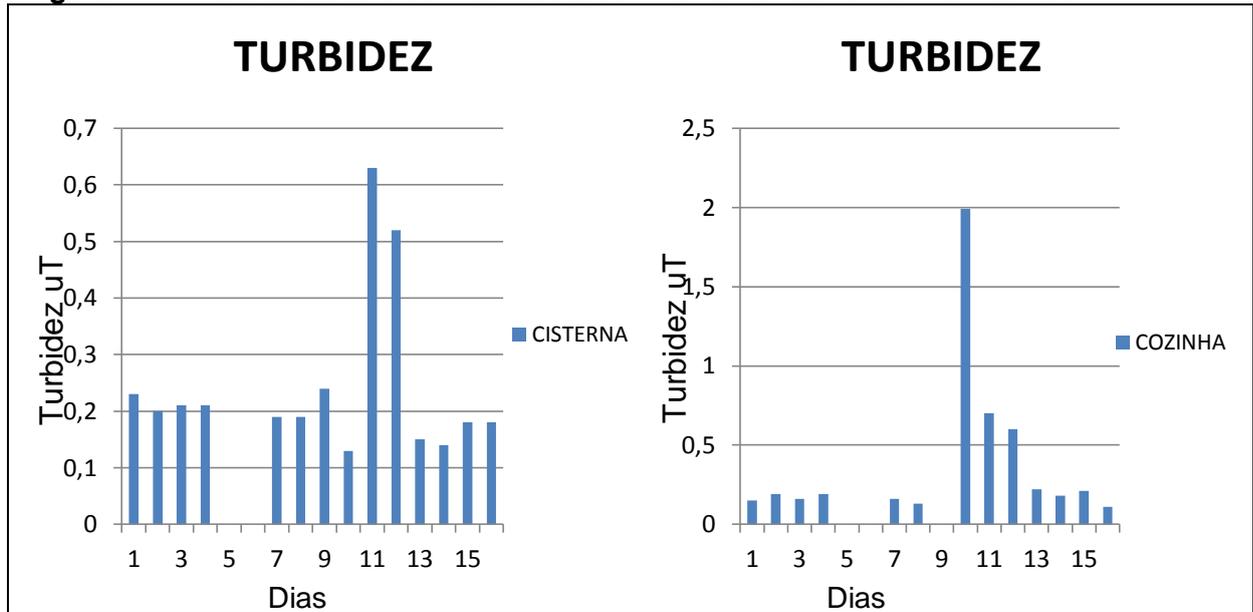
Em relação às concentrações de cloro residual livre a Portaria Nº2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que a concentração mínima seja de 0,2 mgCl<sub>2</sub>/L em qualquer ponto da rede de distribuição. De acordo com a figura 4.1, foi verificada a ocorrência de não conformidade em todas as análises, pois nos dois pontos os valores para cloro residual livre foi zero ou abaixo do recomendado, caracterizando, desta forma, uma situação de potencial risco à saúde da população, principalmente, por se tratar, na maioria dos casos de crianças, com imunidade debilitada.

**Figura 4.1** – Concentrações de cloro residual livre na Escola de Ensino Fundamental Frei Damião



A Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, admite que os valores de turbidez não ultrapassem 5 uT. Embora que a água não esteja protegida de agentes patogênicos, mas devido à manutenção periódica dos reservatórios não foi detectado violações quanto aos valores permitidos pela Portaria. O figura 4.2 estão apresentados os valores para o parâmetro turbidez.

**Figura 4.2 -** Valores de turbidez na Escola de Ensino Fundamental Frei Damião



Em seguida foi realizada a estatística descritiva dos dados e verificada os valores máximos e mínimos para os parâmetros de cloro residual livre e turbidez descrita respectivamente nas Tabelas 4.1 e 4.2. O valor mínimo da concentração de cloro residual livre foi de 0,0 mgCl<sub>2</sub>/L e o valor máximo foi de 0,10 mgCl<sub>2</sub>/L, que encontram-se em desacordo com a portaria.

**Tabela 4.1 –** Valores de cloro residual livre na Escola de Ensino Fundamental Frei Damião

CLORO RESIDUAL LIVRE (mg/L)					
	Nº de Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
FD – cozinha	13	0,00	0,00	0,00	0,00
FD – cisterna	14	0,00	0,10	0,02	0,04

NOTA: FD-- E.M.E.F. Frei Damião

Os valores máximos e mínimos para o parâmetro turbidez que foram medidos estão dentro do limite máximo estabelecido pela Portaria Nº2914/2011 de 5,0 uT. Em todos os pontos, o valor máximo foi de 1,99 uT e o valor mínimo foi de 0,11 uT. No entanto, essas condições não implicam que a água esteja livre de contaminação. Devido à constante manutenção na cisterna é possível observar que os valores são inferiores aos da cozinha que se encontra em péssimas condições.

**Tabela 4.2** - Valores de turbidez na Escola de Ensino Fundamental Frei Damião

<b>TURBIDEZ (UT)</b>					
	<b>Nº de Amostras</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
FD – cozinha	13	0,11	1,99	0,38	0,51
FD – cisterna	14	0,13	0,63	0,24	0,14

NOTA: FD= E.M.E.F. Frei Damião

## 5.0 CONCLUSÕES

Nas amostras analisadas, verifica-se uma alta frequência de concentrações nulas de cloro residual livre, principalmente na cozinha, que ocorreu em 100% das amostras. Todos os pontos analisados situaram-se abaixo da concentração mínima estabelecida pela Portaria Nº 2914/2011. O que resulta numa situação de risco para a Saúde, principalmente das crianças, devido a sua vulnerabilidade, no entanto, é uma situação de risco para toda a população, devido ao CRL ser o principal agente desinfetante com o poder de inativação de possíveis agentes patogênicos na água.

Em relação ao parâmetro turbidez, em todas as análises feitas, foi constatada que os valores medidos para esse indicador estão em conformidade, segundo o padrão de 5,0 uT estabelecido pela Portaria Nº 2914/2011, ficando bem abaixo do limite máximo permitido.

A qualidade da água já se encontra comprometida em relação ao cloro residual livre na cisterna, mas como não foi feita a análise da água antes que a mesma chegue ao reservatório não podemos concluir que a água fornecida pela rede esteja em desconformidade com a portaria, porém é notável que na Escola Estadual de Ensino Fundamental Frei Damião o decaimento da concentração de CRL ocorre no percurso através da cisterna a torneira da cozinha.

Por fim, para solucionar o problema da qualidade da água na escola, de forma imediata, deve-se realizar a operação de recloração periódica na cisterna para garantir as concentrações mínimas impostas pela legislação. Também se faz necessária à manutenção através de limpezas regulares na cisterna e cozinha, substituição de canalizações, de torneiras mantendo o ambiente sempre higienizado, principalmente na cozinha, pois se encontra mais vulnerável a transmissão de riscos a saúde devido ao maior contato com alimentos.

## REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22<sup>th</sup> ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2012. 1600p.

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.

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). **Cad. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2.914, 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 32 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água Para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006c.

CLARK, R. M.; HAUGHT, R. C. Charactering Pipe Wall Demand: Implications for Water Quality Modeling. **Journal Of Water Resources Planning And Management**. Cincinnati, p. 208-217. 1 de maio 2005.

COUTINHO, K. C. O. **Efeito da Reservação Predial na Deterioração da Qualidade de Água de Abastecimento Humano**. Campina Grande – PB: UFCG, 2011. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2011.

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. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro. 16 (3): 791-798, Jul-Set, 2000.

FREITAS, M. B. & FREITAS, C. M. **A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Desafios e Perspectivas para o Sistema Único de Saúde**. Rio de Janeiro: Revista Ciência & Saúde Coletiva, 2005. 12 p.

GUIMARÃES, R. M. **Ocorrência de cloro residual combinado no sistema de distribuição de água de campina grande (PB)**. Campina Grande – PB: UFCG. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250770>>. Acessado em: 25 de Outubro de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: 2012.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ed. Campinas: Átomo, 2008.

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

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. Disponível em: <http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf>>. Acessado em: 22 de Setembro de 2016.

SPERLING, M. V. Noções de qualidade das águas. In: \_\_\_\_\_. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005. v. 1. cap. 1, p. 11-50.



