



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JOSÉ CLEIDSON FERREIRA DE ABRANTES FILHO

**VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SOLUÇÕES ALTERNATIVAS
COLETIVAS: A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA CIDADE DE
ARARUNA – PB**

ARARUNA

2019

JOSÉ CLEIDSON FERREIRA DE ABRANTES FILHO

**VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SOLUÇÕES ALTERNATIVAS
COLETIVAS: A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA CIDADE DE
ARARUNA – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento.

Orientador: Prof. Me. Igor Souza Ogata.

ARARUNA

2019

É expressamente proibido 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 do trabalho.

A158v Abrantes Filho, Jose Cleidson Ferreira de.
Vigilância da qualidade da água em soluções alternativas coletivas [manuscrito] : a utilização de indicadores sentinelas na cidade de Araruna – PB / Jose Cleidson Ferreira de Abrantes Filho. - 2019.
45 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2019.
"Orientação : Prof. Me. Igor Souza Ogata , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Soluções Alternativas. 2. Turbidez. 3. Cloro Residual Livre. 4. Padrão de Potabilidade. I. Título
21. ed. CDD 627

JOSÉ CLEIDSON FERREIRA DE ABRANTES FILHO

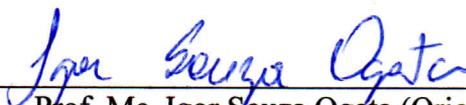
VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SOLUÇÕES ALTERNATIVAS
COLETIVAS: A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS NA CIDADE DE
ARARUNA – PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Programa de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

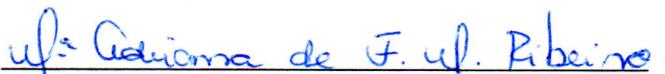
Área de concentração: Saneamento

Aprovado em: 26/06/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Igor Souza Ogata (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro (Examinadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Luísa Eduarda Lucena de Medeiros (Examinadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Aos meus pais, por todo o esforço, amor e
dedicação para a realização dos meus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer provar que sou capaz de alcançar meus objetivos e por todos os desafios que superei durante esta etapa da minha vida.

A minha família, por todo apoio e conforto, através de palavras e aconchegos nos dias de folga.

A minha tia Mércia por todo suporte e conselhos.

Aos meus amigos, no qual tive o prazer de dividir o mesmo teto: Luiz, Michel e João Victor (Maranhão).

Ao meu amigo Suelligton, por ter sido meu irmão de coração, através de conversas e momentos espontâneos, que preencheu em boa parte a ausência da minha família.

Aos meus amigos Jonathan (Pé de Coco) e João Vitor (Baiano) pelas diversões e companheirismo.

Aos meus amigos Daniel (Gordo), Lucas e Diego pela construção de uma amizade verdadeira.

A Pilares Consultoria Júnior de Engenharia Civil e seus membros, pelos momentos descontraídos e pela oportunidade de crescimento tanto pessoal quanto profissional que tive.

Ao meu orientador Igor Sousa Ogata por ser um exemplo de profissional, servindo de inspiração para a realização deste trabalho.

*“Decida o que quer. Acredite que pode tê-lo.
Acredite que o merece e acredite que é
possível.” Byrne, R. (2006)*

RESUMO

A água é um componente bioquímico essencial aos seres vivos, e que devido a sua importância é necessário utilizá-la sem ocasionar riscos à saúde. Além disso, analisar a qualidade deste recurso é fundamental para que possa garantir o fornecimento de água potável para a população. O objetivo deste trabalho é de contribuir para as atividades de vigilância da qualidade da água para consumo humano na cidade de Araruna - PB, visto que é um típico município de pequeno porte do semiárido nordestino brasileiro, que em épocas de estiagem sofre com o abastecimento de água, passando por situações de intermitência ou suspensão do abastecimento. Devido a isto, para se ter acesso a água para consumo humano, o uso de soluções alternativas se faz necessário. Diante desta situação, há a exigência de realizar vigilância da qualidade da água das soluções alternativas, tendo sido selecionadas oito Soluções Alternativas Coletivas (SAC), caracterizadas como escolas públicas da cidade, as quais passaram por processo de monitoramento de indicadores sentinela – Cloro Residual Livre (CRL) e Turbidez. A análise do CRL foi através do método DPD-colorimétrico, enquanto que o da Turbidez foi pelo método nefelométrico. Todos os pontos apresentaram conformidade com o padrão de potabilidade para o indicador Turbidez e não conformidade para o CRL. Este resultando é preocupante, pois apesar do risco de transmissão de doença por microrganismos como protozoários e helmintos ser baixo, devido à baixa turbidez, a água está totalmente desprotegida, pois não há residual desinfetante na água. Este resultado apesar de não ser conclusivo quanto à possibilidade de transmissão de agravos a saúde, é um indicador preditivo de falhas no abastecimento que devem ser investigadas a fim de diminuir os riscos à saúde humana quanto à qualidade utilizada para consumo.

Palavras-Chave: Soluções Alternativas. Turbidez. Cloro Residual Livre. Padrão de Potabilidade.

ABSTRACT

Water is a biochemical component essential to living beings, and because of its importance it is necessary to use it without causing health risks. In addition, analyzing the quality of this resource is critical so that it can guarantee the supply of drinking water to the population. The objective of this work is to contribute to the surveillance activities of the water quality for human consumption in the city of Araruna - PB, since it is a typical small municipality of the Brazilian northeastern semiarid region, which in drought periods suffers from the supply of water, through intermittent or suspended supply situations. Due to this, in order to have access to water for human consumption, the use of alternative solutions becomes necessary. In view of this situation, there is a requirement to monitor the water quality of the alternative solutions, selecting eight Collective Alternative Solutions (SAC), characterized as public schools in the city, which have been monitored for sentinel indicators - Free Residual Chlorine (CRL) and Turbidity. The CRL analysis was by the DPD-colorimetric method, while the Turbidity method was by the nephelometric method. All points were in compliance with the potability standard for the Turbidity and nonconformity indicator for the CRL. This result is worrying, because although the risk of disease transmission by microorganisms such as protozoa and helminths is low, due to the low turbidity, the water is totally unprotected as there is no residual disinfectant in the water. This result, while not conclusive as to the possibility of transmission of health problems, is a predictive indicator of supply failures that must be investigated in order to reduce the risks to human health as to the quality used for consumption.

Keywords: Alternative Solutions. Turbidity. Free Residual Chlorine. Standard of Potability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Aspectos de atuação do VIGIAGUA.....	21
Figura 2 -	Ações executivas, de gerenciamento de risco e de informação, que possibilitam as ações básicas da vigilância da qualidade da água para consumo humano.....	23
Figura 3 -	Estrutura da metodologia.....	28
Figura 4 -	Localização do município de Araruna.....	29
Figura 5 -	Distribuição geográfica dos pontos de coleta de amostras.....	30
Figura 6 -	Procedimento de coleta de água.....	32
Figura 7 -	Recipientes para coleta das amostras de água.....	33
Figura 8 -	Colorímetro modelo Aqua-Color.....	34
Figura 9 -	Análise de CRL e CRC.....	34
Figura 10 -	Turbidímetro modelo TB-1000.....	35
Figura 11 -	Escola Municipal José Targino Maranhão.....	36
Figura 12 -	Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Severino Cavalcante.....	37
Figura 13 -	Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benjamin Maranhão.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Diferenciação entre as técnicas de abastecimento de água.....	18
Quadro 2 -	Conjunto de ações estratégicas e básicas para as atividades de vigilância.....	22
Quadro 3 -	Preparação dos reagentes.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Microrganismos patogênicos e suas características para a saúde humana e tratamento da água.....	24
Tabela 2 -	Padrão microbiológico de potabilidade.....	26
Tabela 3 -	Pontos de coleta de amostras.....	30
Tabela 4 -	Resultados das amostras de água analisadas quanto aos valores de CRL, CRT e Turbidez.....	38
Tabela 5 -	Classificação do risco total.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CRL	Cloro Residual Livre
CRC	Cloro Residual Combinado
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Alternativa Coletiva
SAI	Solução Alternativa Individual
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SUS	Sistema Único de Saúde
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VMP	Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 Técnicas de abastecimento de água para consumo humano	16
3.2 Qualidade da água e os órgãos responsáveis pelo monitoramento	18
3.3 Vigilância da qualidade da Água	20
<i>3.3.1 Indicadores de qualidade da água</i>	<i>23</i>
<i>3.3.2 Indicadores sentinelas</i>	<i>26</i>
4 METODOLOGIA	28
4.1 Caracterização da área de estudo	28
4.2 Seleção dos pontos de coleta	29
4.3 Preparação dos reagentes	31
4.4 Preparação analítica	31
4.5 Procedimento analítico	31
<i>4.5.1 Cloro Residual Livre</i>	<i>33</i>
<i>4.5.2 Cloro Residual Combinado</i>	<i>34</i>
<i>4.5.3 Turbidez</i>	<i>35</i>
5 RESULTADOS	36
5.1 Infraestrutura das soluções alternativas coletivas	36
5.2 Avaliação da conformidade com o padrão de potabilidade	38
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÃO	42
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

Dentre os recursos disponíveis na Terra, a água é o único que abrange todos os aspectos das atividades humanas, seja para a sobrevivência em relação à dessedentação ou para desenvolvimento agrícola e industrial, inclusive até mesmo está associada a valores culturais e religiosos radicados na sociedade. Seu uso, controle e proteção são de fundamental importância, pois é um componente bioquímico essencial aos seres vivos, utilizado como meio para a existência de vida. Dentre os seres vivos que se desenvolvem na água, é importante destacar que existem seres patogênicos, ou seja, que causam agravos à saúde dos seres humanos, sendo geralmente caracterizados por bactérias, vírus, fungos e protozoários.

Devido a diversidade de seres patogênicos que se desenvolvem na água e consequente custo para identificar todos esses seres, é necessário que sejam utilizados indicadores, que representem a presença destes microrganismos na água, determinando seu nível de qualidade e risco à saúde humana. Sendo assim, são utilizados indicadores biológicos, geralmente caracterizados por microrganismos com características semelhantes aos patógenos, mas que não são patogênicos, e que segundo Souto et al. (2015), para monitorar a qualidade da água, microrganismos comumente encontrados no trato gastrointestinal dos animais de sangue quente são os melhores indicadores, mas nem todos os indicadores biológicos são desta origem.

Além dos indicadores biológicos, existem ainda indicadores físicos e indicadores químicos para representar a qualidade da água. Os primeiros referem-se à temperatura, sabor e odor, cor, turbidez, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e condutividade elétrica. Já os últimos, referem-se ao pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, entre outros.

Devido à multiplicidade de indicadores físicos, químicos e biológicos, foi desenvolvido o conceito de indicadores sentinelas, que segundo a Fundação Nacional de Saúde (2014) são aqueles que alertam antecipadamente sobre situações de riscos à saúde humana devido a qualidade da água abastecida, sendo caracterizados pelos indicadores turbidez e cloro residual livre. Desta maneira, é possível averiguar previamente um problema de qualidade da água, com rapidez e baixo custo. Portanto, Brasil (2006) indica que todos os municípios devem implantar indicadores sentinelas em seus planos de amostragem, independentemente de seu porte.

O desenvolvimento de um plano de amostragem está diretamente associado a um processo de monitoramento da qualidade da água, que segundo o Ministério da Saúde (2017)

desenvolve-se na forma de controle e vigilância da qualidade da água. O controle da qualidade da água é toda atividade exercida pelo responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, de forma regular, com o objetivo de verificar se a água utilizada pela população é potável, para que esta condição possa ser assegurada. A vigilância da qualidade da água é toda ação adotada pela autoridade de saúde pública, regularmente, a fim de verificar se a água consumida pela população oferece riscos à saúde humana, devendo atender ao padrão de potabilidade da Portaria de consolidação 5/2017.

Sendo assim, além do propósito de verificar se a água fornecida a população está livre de riscos à saúde, através de órgão não associado a prestação de serviço, a vigilância da qualidade da água ainda possui a possibilidade de auxiliar na tomada de decisão através de seus relatórios (FREITAS; FREITAS. 2005). Portanto, é um instrumento essencial na operação de formas de abastecimento de água, inclusive de soluções alternativas, que de maneira genérica possuem sérios problemas na qualidade da água abastecida (BRASIL, 2006).

Para Brasil (2007) solução alternativa de abastecimento de água é qualquer tipo de abastecimento coletivo hídrico que seja diferente do sistema de abastecimento de água (SAA), como poço comunitário, cisternas, distribuição por veículo transportador. A solução individual de abastecimento de água (SAI) é toda solução alternativa que atende a uma residência unifamiliar. Já a solução coletiva de abastecimento de água (SAC) é toda solução alternativa que abastece pessoas sem vínculos familiares. Estas modalidades de abastecimento são prováveis de oferecer água de baixa qualidade, seja pela contaminação crônica do lençol freático, no caso dos poços – por esta fonte estar exposta todo tempo a esta contaminação -; seja pelo contato das telhas com a água antes de chegar às cisternas. Deve-se ainda levar em conta o manejo hídrico antes da utilização da água.

Dessa forma, de acordo com a temática apresentada, é possível verificar a necessidade de estudos na execução de vigilância da qualidade da água em soluções alternativas utilizando indicadores sentinelas, a fim de antever possíveis agravos à saúde da população abastecida. Portanto, para isso foi selecionada a cidade de Araruna na Paraíba, por possuir um abastecimento de água com presença significativa de soluções alternativas, devido a insegurança hídrica da região e conseqüente desabastecimento por rede de distribuição fornecida pela companhia estadual de abastecimento de água e esgotos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água de soluções alternativas coletivas de abastecimento, instaladas nas instituições públicas de ensino da cidade de Araruna – PB, através do uso de indicadores sentinelas, com a finalidade de verificar a conformidade com o padrão de potabilidade vigente.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a infraestrutura e operação das soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, das instituições públicas de ensino da zona urbana de Araruna – PB.
- Verificar a conformidade dos valores dos indicadores sentinela com o padrão de potabilidade da Portaria de Consolidação N° 5/2017.
- Propor mudanças de manutenção e operação que possam melhorar a condição de qualidade da água fornecida a comunidade estudantil.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Técnicas de abastecimento de água para consumo humano

As soluções técnicas de abastecimento de água para consumo humano, são infraestruturas que estão agrupadas no conjunto de obras de saneamento, e que possuem o objetivo de fornecer água potável em quantidade e pressão adequadas (BRASIL, 2013). Dentre as diversas técnicas de abastecimento de água para consumo humano, para fins de vigilância da qualidade da água, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) determina que podem ser classificadas como Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Solução Alternativa Coletiva (SAC) e Solução Alternativa Individual (SAI) (BRASIL, 2006).

De acordo com Heller e Pádua (2010), na concepção de uma técnica de abastecimento de água para o consumo humano deve ser levado em consideração fatores como o tamanho e as características socioculturais da população atendida, a densidade demográfica, o tipo e os aspectos físicos, químicos e biológicos dos mananciais, as características topográficas do local a ser implantado a técnica, geológicas e geotécnicas, as instalações existentes, as condições econômico-financeiras para implantação, operação e manutenção da técnica e a disponibilidade de recursos humanos e energia elétrica. Porém, para que uma técnica de abastecimento de água para consumo humano seja considerada apropriada, deve considerar os atributos apresentados pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) (1978), em que o abastecimento deve ser:

- Higienicamente seguro: que não colabore com a propagação de doenças e incentive a adoção de práticas saudáveis e hábitos sanitários, sem oferecer perigos ao trabalhador.
- Técnica e cientificamente satisfatório: opere e seja mantido na forma mais simples possível, com técnicas eficazes e eficientes e seja adaptável de acordo com as condições variáveis.
- Social e culturalmente aceitável: que atenda aos problemas básicos da população, requeira mão de obra local, melhorando sem substituir, possivelmente, atitudes e atividades convencionais e que possua aparência agradável.

- Inócuo ao ambiente: que impeça a contaminação ambiental, sem alterar o equilíbrio ecológico, contribuindo para a manutenção dos recursos naturais, economizando na utilização de recursos não renováveis. Além disso, deve recircular subprodutos e resíduos, não oferecendo prejuízos ao ambiente e sim privilégios.
- Economicamente viável: que seja viável financeiramente e, de preferência, de baixo custo, utilizando recursos regionais, colaborando para a economia local e consumindo pouca energia.

A Portaria de Consolidação nº 5/2017, que consolida várias normas do sistema único de saúde, inclusive a que estabelece as regras de controle e vigilância da qualidade da água e o padrão de potabilidade e além de definir as três técnicas de abastecimento:

SAA: 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.

SAC: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição.

SAI: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

Entre as principais diferenças das técnicas de abastecimento, está associada a responsabilidade, em que para as SAA a responsabilidade é obrigatoriamente do poder público e as soluções alternativas não necessariamente. As principais diferenças entre as técnicas de abastecimento são apresentadas no Quadro 1.

Segundo Souto (2016) as regiões onde a precipitação média anual é baixa, como no caso do nordeste brasileiro, a água é um fator limitante e o uso das águas subterrâneas e da chuva são fundamentais para solucionar o problema, sendo o uso de poços rasos, cisternas com coleta da água escoada em telhados e veículos transportadores técnicas de abastecimento comumente utilizadas, portanto o uso de soluções alternativas é muito comum nessas regiões.

Quadro 1 – Diferenciação entre as técnicas de abastecimento de água

Instalação	Característica		
	Coletivo/Individual	Distribuição Canalizada	Responsabilidade do Poder Público
Sistema de Abastecimento de Água	Coletivo	Obrigatoriamente	Obrigatoriamente
Solução Alternativa	Coletivo ou Individual	Não Obrigatoriamente	Não Obrigatoriamente

Fonte: Adaptado de Brasil(2006).

Por Natal e Nascimento (2004) as soluções alternativas têm como principal vantagem o baixo custo em relação às obras de captação em SAA, podendo ser alternativas para abastecimento de médias e pequenas populações urbanas ou rurais. Contudo, apesar das vantagens econômicas, as soluções alternativas geralmente possuem problemas de qualidade da água, sendo mais indicados em regiões não atendidas por rede de distribuição ou de forma complementar a uma rede.

Devido a essas características, as soluções alternativas são mais utilizadas na zona rural, assim como verificado no trabalho de Oliveira. (2017) em que na cidade de Viçosa – MG, das 92,4% SAI cadastradas e inspecionadas, 80,3% estavam localizadas em zona rural. Ainda, de acordo com Raid (2017), no processo de concepção de técnicas de abastecimento de água devem ser consideradas as peculiaridades das áreas rurais, tais como dificuldade de acesso, isolamento e dispersão populacional e ocupação em áreas sensíveis, como por exemplo margens de rios, o que explica a frequência do uso de soluções alternativas nas zonas rurais.

Além disso, ainda segundo o estudo de Oliveira. (2017), os principais motivos de escolha do uso de SAI na zona urbana foram os custos, enquanto na zona rural a principal reclamação é o “cheiro/gosto ruim”. Dessa forma, é possível inferir que de acordo com as informações obtidas, as soluções alternativas em zonas rurais, muitas vezes não atendem ao padrão de potabilidade exigido na Portaria de Consolidação nº 5/2017. Além disso, a escolha de uso de soluções alternativas em zona urbana devido ao baixo custo corrobora o anteriormente apresentado por Natal e Nascimento (2004).

3.2 Qualidade da água e os órgãos responsáveis pelo monitoramento

Para Sp Labor (2019), a qualidade da água deve ser atribuída de acordo com a finalidade a que está proposto o uso, sendo o uso mais exigente em qualidade o consumo

humano. Dessa forma, a qualidade da água é uma condição definida pelas suas características, de acordo com aspectos físicos, químicos e microbiológicos.

Por sua vez, Brasil (2006a) define poluição hídrica como a perda da qualidade da água, que sofre modificações de suas características naturais de modo a comprometer um ou mais usos. A contaminação hídrica seria o fenômeno da poluição que oferece riscos à saúde humana. Portanto, água potável deve ser aquela que pode ser consumida sem oferecer riscos à saúde e nem causar rejeição ao consumo, de modo que esteja em conformidade com o padrão de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 5/2017.

Segundo Raid (2017), as soluções de abastecimento de água não podem garantir, por si só, o acesso a um recurso com qualidade. Por sua vez, Brasil (2006a) defende que as boas práticas exercidas pelo(s) responsável(is) por SAA ou solução alternativa devem ser verificadas e avaliadas pela autoridade de saúde pública, sobretudo visando avaliar os riscos à saúde humana transmitidos por essas infraestruturas.

De acordo com Heller e Pádua (2010), dois fatores determinantes para a sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água são as escolhas do modelo e práticas de gestão e acompanhamento regular das técnicas de abastecimento. Para este acompanhamento, a Portaria de Consolidação nº5/2017 afirma que as Secretarias de Saúde dos Estados devem promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com os Municípios e com os responsáveis pelo seu controle, além de programar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional. Por sua vez, a Secretaria de Vigilância em Saúde deve estabelecer prioridades, objetivos, metas e indicadores desta vigilância para consumo humano a serem pactuados na Comissão Intergestores Tripartite, que é a instância de articulação e pactuação na esfera federal que atua na direção nacional do SUS.

Diante das atividades implementadas pelos órgãos responsáveis pela qualidade da água, pode-se destacar o trabalho realizado pelo programa VIGIAGUA, que desenvolve ações para garantir a qualidade da água em técnicas de abastecimento, seja com ou sem rede de distribuição, coletivo ou individual, na zona urbana ou rural e com gestão pública ou privada, gerando informação para o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água pra Consumo Humano (SISAGUA), que atualiza um banco de dados com informações sobre as diferentes formas de abastecimento de água.

Segundo Queiroz (2011), o VIGIAGUA demanda avaliação, objetivando aprimoramento, e tornando necessário, agregar às análises quantitativas e qualitativas sobre a sua implantação. Essa necessidade é justificada, pois apesar de ser um programa feito para

melhorar a situação da qualidade de água em diferentes sistemas de abastecimento, ainda precisa ser desenvolvido para que os seus objetivos possam ser realmente atingidos.

Brasil (2006b) afirma que os órgãos de vigilância devem alimentar o sistema de informações da vigilância da qualidade da água para consumo humano, que é um conjunto de informações que dá acesso ao conhecimento sobre o SAA, SAC e SAI, suas vulnerabilidades, seus riscos e a evolução histórica da qualidade da água distribuída. Cabe ainda aos órgãos de vigilância estabelecer um plano de ação e a tomada de medidas cabíveis em caso de alterações em relação ao padrão da água para consumo humano. Quanto ao controle da qualidade da água para consumo humano, cabe às prestadoras de serviço oferecer programas de monitoramento para o conhecimento da qualidade hídrica através de análises físico-químicas e microbiológicas, de modo a identificar causas de variação da qualidade da água, para que as medidas preventivas e corretivas possam ser tomadas.

3.3 Vigilância da qualidade da Água

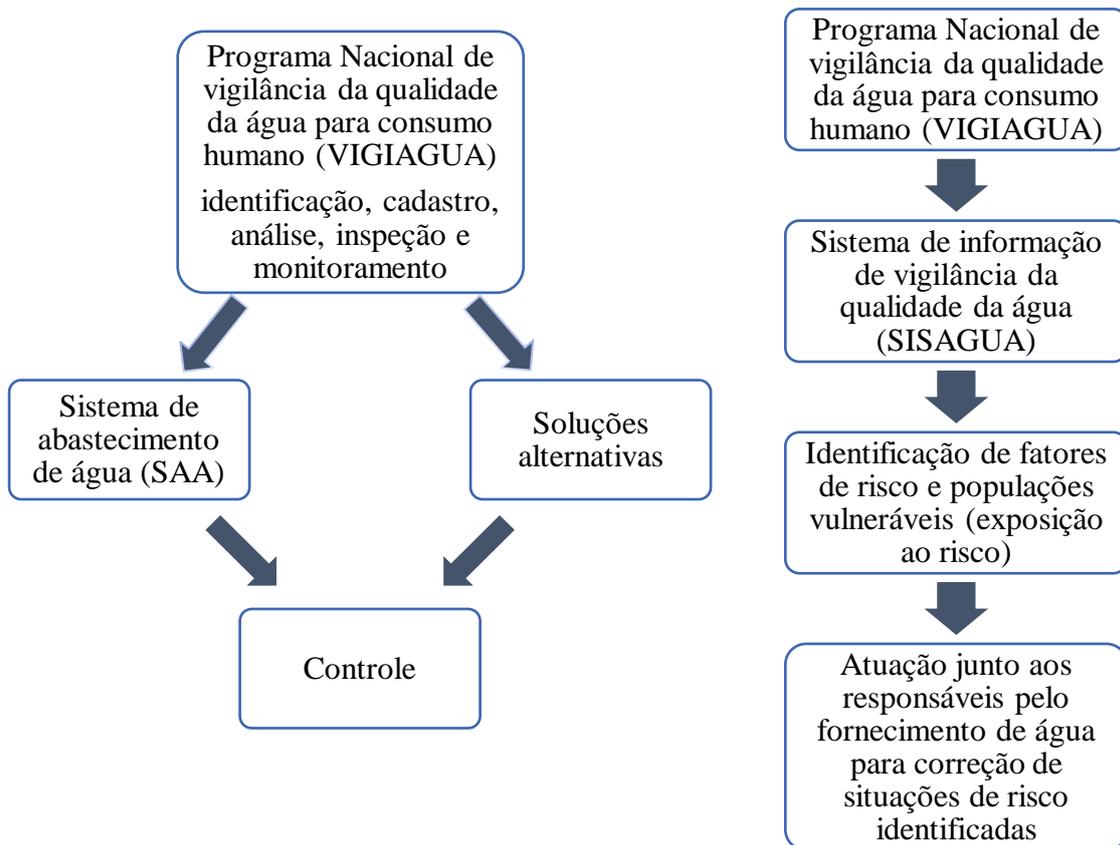
Diante do supracitado, o principal problema associado às soluções alternativas de abastecimento é a qualidade da água. Por isso, a utilização destas técnicas exige um monitoramento criterioso, uma vez que essas tecnologias não possuem homogeneidade na qualidade de suas águas, devido a distância e singularidade que tem entre elas.

Esse monitoramento pode ser realizado por meio de controle ou de vigilância da qualidade da água para consumo humano, diferenciados pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 como sendo o controle da qualidade da água para consumo humano o conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição, enquanto que a vigilância é o conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento devido, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

Em complemento Brasil (2006b) difere controle e vigilância da qualidade da água quanto à responsabilidade institucional, forma de atuação, áreas geográficas de intervenção, frequência e número de amostras e pela aplicação dos resultados, apesar de possuir aspectos em comum como o planejamento, a implementação e o padrão a ser perseguido.

É importante ressaltar que o presente trabalho possui como meio de ação a vigilância da qualidade da água, portanto, um esquema de atuação dessa atividade é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Aspectos de atuação do VIGIAGUA



Fonte: Adaptado de Queiroz (2011).

Para melhor representar as ações que devem ser desenvolvidas pela vigilância da qualidade da água para consumo humano, Brasil (2005) apresenta em nível federal, as ações básicas e estratégicas (Quadro 2), que são atividades triviais relacionadas à vigilância e atividades que necessitam de um planejamento maior, respectivamente.

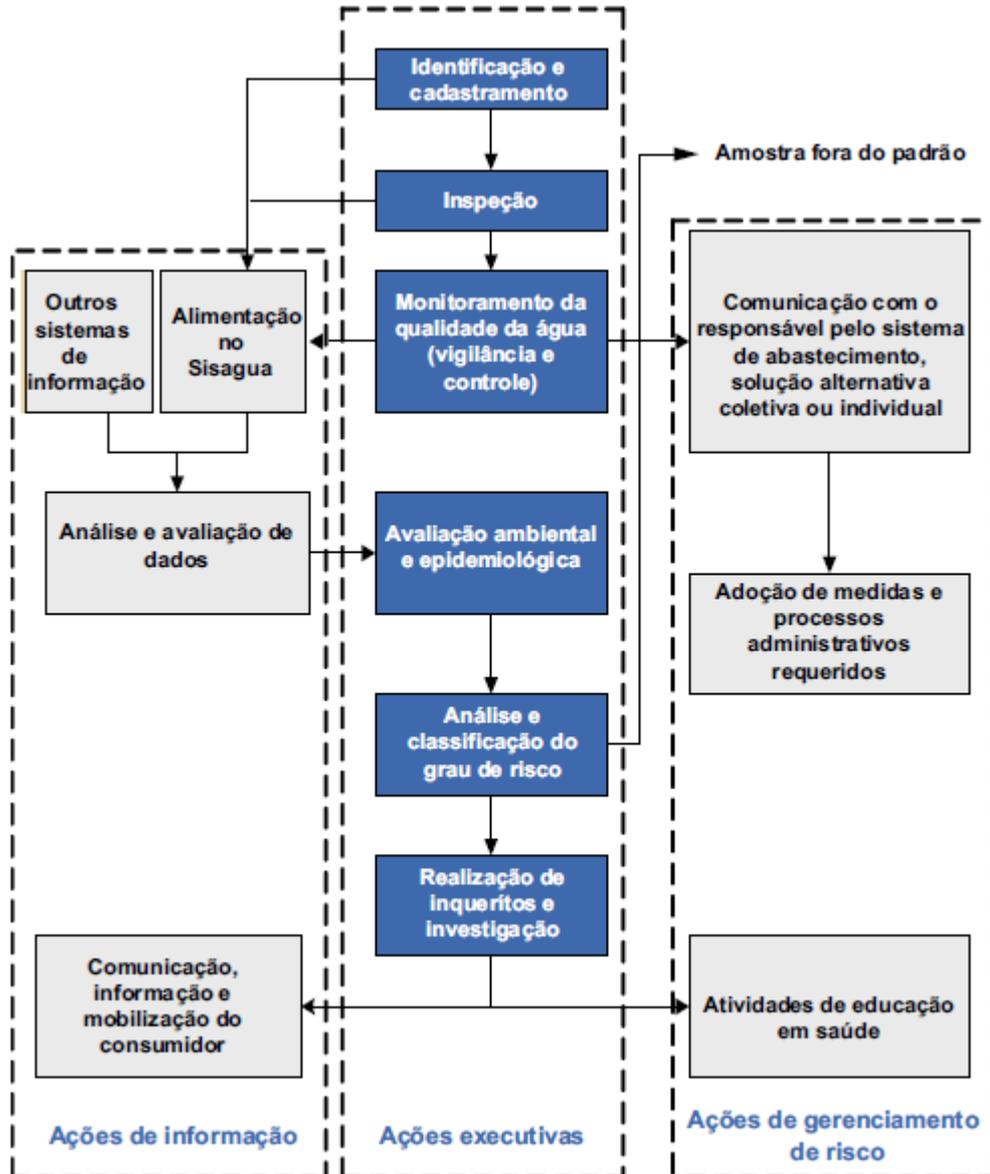
Quadro 2 – Conjunto de ações estratégicas e básicas para as atividades de vigilância

Ações estratégicas
Coordenar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, a nível estadual e municipal;
Promover estrutura laboratorial adequada para a vigilância da qualidade da água para consumo humano;
Normalizar os procedimentos da vigilância da qualidade da água;
Desenvolver os recursos humanos;
Atuar em fóruns intra e intersetoriais no que se diz respeito à qualidade e quantidade da água;
Desenvolver pesquisas e estudos.
Ações básicas
Identificar, cadastrar e inspecionar permanentemente as diversas formas de abastecimento de água;
Monitorar a qualidade da água para consumo humano;
Avaliar e analisar os sistemas de informação;
Avaliar o ambiente e a epidemiologia, de acordo com os indicadores de saúde e ambiente;
Analisar e classificar o grau de risco à saúde das diversas formas de abastecimento;
Corrigir situações de risco, juntamente com o(s) responsável(is) identificados, de acordo com a utilização de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água;
Sempre que requeridos, realizar inquéritos e investigações epidemiológicas;
Disponibilizar informações;
Educar, comunicar e mobilizar a sociedade.

Fonte: adaptado de Brasil(2005).

Primeiramente devem-se fornecer os dados necessários de identificação e cadastramento da técnica de abastecimento; sua inspeção e monitoramento da qualidade da água, seja pela vigilância ou pelo controle, através da comunicação com o responsável pelo sistema de abastecimento, solução coletiva ou solução individual. A avaliação ambiental e epidemiológica deve ser feita com base na análise e avaliação dos dados do Sisagua. Em seguida deve-se classificar o grau de risco da técnica de abastecimento, casos em que se encontram amostras fora do padrão, para que então seja possível a realização de inquéritos e investigação, de forma simultânea à comunicação, informação e mobilização do consumidor e a realização de atividades relacionadas à educação em saúde. Na Figura 2 é apresentado um esquema com as ações executivas, de gerenciamento de risco e de informação, que possibilitam as ações básicas da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Figura 2 - Ações executivas, de gerenciamento de risco e de informação, que possibilitam as ações básicas da vigilância da qualidade da água para consumo humano



Fonte: Brasil (2005).

3.3.1 Indicadores de qualidade da água

Diante do contexto de que muitos são os perigos associados à qualidade da água para consumo humano, que culminam em agravos à saúde, a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (2009) afirmou que os agravos à saúde que mais oferecem riscos à população e que são relacionadas ao consumo da água, são provenientes de contato com bactérias, vírus e protozoários, ou helmintos. A Tabela 1 apresenta alguns organismos patogênicos com transmissão associada ao abastecimento de água e informações quanto à importância para a saúde humana e ao tratamento da água.

Tabela 1 – Microrganismos patogênicos e suas características para a saúde humana e tratamento da água

Agente patogênico	Importância para a saúde	Persistência na água	Resistência ao cloro	Dose infectante relativa	Reservatório Animal Importante
Bactérias					
<i>Campylobacter jejuni</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Moderada	Sim
<i>Escherichia coli</i> patogênica	Considerável	Moderada	Baixa	Alta	Sim
<i>Salmonella typhi</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Alta	Não
Outras salmonelas	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta	Sim
<i>Shigella</i> spp	Considerável	Breve	Baixa	Moderada	Não
<i>Vibrio cholerae</i>	Considerável	Breve	Baixa	Alta	Não
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta	Sim
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Moderada	Podem multiplicar-se	Moderada	Alta	Não
<i>Aeromonas</i> spp	Moderada	Podem multiplicar-se	Baixa	Alta	Não
Vírus					
Adenovírus	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Enterovírus	Considerável	Prolongada	Moderada	Baixa	Não
Hepatite A	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Hepatite transmitida por via entérica, hepatite E	Considerável	?	?	Baixa	Não
Vírus de Norwalk	Considerável	?	?	Baixa	Não
Rotavírus	Considerável	?	?	Moderada	Não
Protozoários					
<i>Entamoeba histolytica</i>	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Não
<i>Giardia</i> sp	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Sim
<i>Cryptosporidium parvum</i> spp	Considerável	Prolongada	Alta	Baixa	Sim

Fonte: adaptada de Brasil (2006a).

De acordo com a Tabela 1, é possível verificar a variedade de organismos patogênicos, portanto é necessário definir parâmetros de qualidade da água como medida quantitativa para monitorar a qualidade da água por indicadores. Brasil (2006a) defende que estes indicadores têm a finalidade de gerar informações suficientes para tornar possível a tomada de decisões, desencadeando o processo de informação-decisão-ação, que é um dos requisitos básicos das ações de vigilância, e assim, serem importantes para tomar como base e quantificar o nível da qualidade da água de uma solução de abastecimento individual. Além disso, segundo Brasil (2006a) é a utilização de organismos indicadores por razões financeiras, limitações técnico-analíticas e necessidade de respostas rápidas, uma vez que não é viável identificar a presença ou ausência da extensa variedade de patógenos possíveis de estarem presentes na água.

Diante da necessidade de uso de indicadores para representar diversidade de organismos patogênicos, aqueles que mais se destacam são as bactérias do grupo coliformes. Neste sentido, segundo Brasil (2006a) a conformidade com o padrão de potabilidade demanda a ausência sistemática de *E. coli* ou de coliformes termotolerantes, enquanto que, a ausência de coliformes totais serve como parâmetro para verificar a integridade do sistema de distribuição. A mesma fonte afirma que o indicador mais seguro da contaminação da água é o *E. coli*, pois é um microrganismo que apenas ocorre no trato intestinal de animais de sangue quente, e que os coliformes termotolerantes podem ser utilizados como alternativa para a sua determinação. Porém, ainda assim, a determinação de coliformes totais é suficiente, pois sua presença é um alerta de possíveis falhas no tratamento ou não-integridade da solução alternativa individual de abastecimento. A tabela 2 refere-se ao padrão microbiológico de potabilidade da água discutidos anteriormente.

Outros indicadores de qualidade da água podem ser analisados. A Portaria de consolidação 5/2017 menciona alguns destes. A análise de cianotoxinas é recomendada quando for detectada a presença de gêneros que podem produzir cilindrospermopsinas, com um limite máximo aceitável de 1,0 µg/L. Ainda com relação à portaria, citam-se várias substâncias químicas que representam risco à saúde e que devem atender aos limites estabelecidos, de modo que a água possa ser considerada potável. Quanto à radioatividade, presente no rádio-226 e rádio-228, a água para consumo humano possui valores máximos permitidos para cada um desses elementos. O VMP para o primeiro é de 1 Bq/L, enquanto que para o segundo é de 0,1 Bq/L. Com relação ao padrão organoléptico, que são vários elementos responsáveis por provocar estímulos sensoriais, o valor máximo permitido também deve ser respeitado para que não haja rejeição ao consumo hídrico.

Tabela 2 – Padrão microbiológico de potabilidade

Parâmetro	Valor máximo permitido
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 sistema de distribuição (reservatório e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	
Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês:	Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês;
Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês:	Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml

Fonte: adaptada de Portaria de Consolidação nº5/2017.

3.3.2 Indicadores sentinelas

Em uma vigilância da qualidade da água para consumo humano, devem-se adotar medidas eficientes, a fim de garantir o funcionamento adequado do abastecimento de água, de modo a oferecer o menor risco à saúde da população. Portanto, utilizar poucos indicadores diminui os custos e o tempo de resposta a eventuais problemas no abastecimento.

Neste sentido, o uso de indicadores sentinelas permite com um número reduzido de indicadores representar com propriedade e confiabilidade a qualidade de uma água. Assim Araújo (2010) defende o uso destes indicadores, pois estes têm a capacidade de identificar antecipadamente ocorrências de risco relacionado à água que é consumida pela população, ou seja, quando estes indicadores possuem um comportamento anormal, de que outros indicadores também possam estar alterados. Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) (1998) afirma que quando são bem selecionados, os indicadores sentinelas, asseguram representatividade e qualidade para as informações colhidas, mesmo que não se conheça o universo amplo de ocorrências.

De acordo com Brasil (2006c), para conferir as condições de identificação precoce de situações de risco, o monitoramento da qualidade da água pode ser iniciado com a utilização de indicadores sentinelas: turbidez e cloro residual livre. Brasil (2006c) ainda destaca que a turbidez não é apenas um componente estético, ela assume uma função de indicador sanitário.

Dessa forma, Brasil (2006a) conceitua Turbidez como uma característica da água decorrente da existência de partículas no estado coloidal, em suspensão, de matéria orgânica e

inorgânica finamente dividida, de plâncton e de outros organismos microscópicos. Essa característica é expressa pela interferência à passagem de luz através das camadas hídricas, definindo a sua transparência. Além do aspecto estético, a turbidez, devido à proteção física dos microorganismos, pode diminuir os efeitos da cloração, caracterizando uma diminuição da qualidade da água.

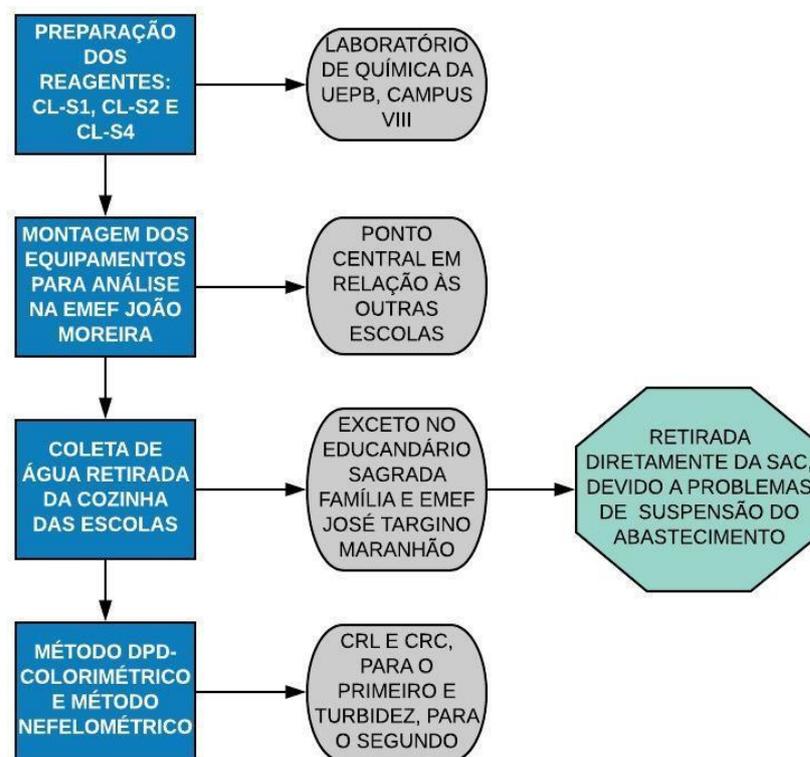
Por sua vez, o Cloro Residual Livre (CRL), segundo a mesma fonte, que é um desinfetante, tem como principal vantagem o fato de manter residuais minimamente estáveis após sua aplicação quando reagido na água, evitando o aumento populacional de microrganismos na água após a desinfecção. Brasil (2006a) reforça que a sua medida é um indicador da segurança da água distribuída, utilizado para indicar a potabilidade microbiológica da água. De acordo com OMS (1995), não há comprovação epidemiológica de efeitos adversos à saúde para teores de CRL de 5 mg/L. No entanto, o gosto e odor associado a essa substância são mais sentidos para concentrações acima de 1 mg/L, portanto em sistemas de distribuição sua concentração recomenda-se que não deve ultrapassar 2 mg/L e não pode ser menor que 0,2 mg/L.

Diante disso, segundo Brasil (2007) toda amostragem de vigilância da qualidade da água para consumo humano, deve implantar os indicadores sentinelas em seu monitoramento. Este plano não deve levar em conta o porte do município e os dados analisados devem ser relacionados de acordo com as informações constantes no monitoramento das doenças diarréicas agudas.

4 METODOLOGIA

Para que se possa definir a metodologia utilizada neste trabalho, é necessário estabelecer as ferramentas escolhidas na condução e análise dos resultados. Sendo assim, com a finalidade de determinar os resultados dos indicadores sentinelas, Cloro Residual Livre e Turbidez, nas escolas públicas da cidade de Araruna – PB, e compará-los com os padrões exigidos pela Portaria de consolidação nº 5/2017, vários procedimentos foram essenciais, demonstrados na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura da metodologia



Fonte: Elaborada pelo autor.

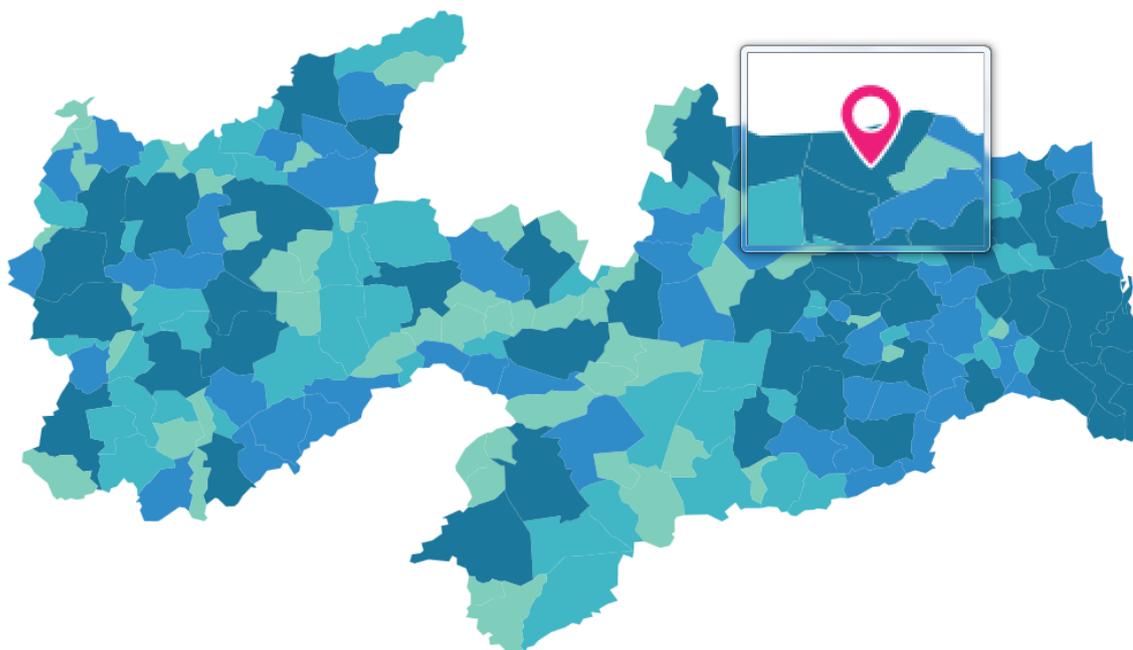
4.1 Caracterização da área de estudo

Localizada no estado da Paraíba, mais precisamente na microrregião do Curimataú, Araruna é um município que possui coordenadas geográficas de 6° Sul e 35° Oeste (Figura 4). Sua distância para a capital João Pessoa é de 165 quilômetros, com uma área de 241,302 km² e uma população estimada de 20.215 habitantes para o ano de 2018. De acordo com os dados

do Censo 2010 (IBGE, 2010), o município de Araruna possui um total de 5.221 domicílios particulares, destes, 3.096 são abastecidos por SAA e 1.890 por SA.

A cidade enfrenta um grande problema de desabastecimento de água, com longos períodos de falta, o que obriga à população a encontrar outros meios de acesso à água, um destes é o desenvolvimento de soluções alternativas de abastecimento. De acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2010), o percentual de Soluções Alternativas em Araruna é de 36 %. Tendo em vista essa situação, a cidade é um local em que se faz necessário um estudo sobre o tema abordado.

Figura 4 - Localização do município de Araruna



Fonte: IBGE (2010).

4.2 Seleção dos pontos de coleta

Brasil (2006c) recomenda que os pontos de coleta de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano devem ser selecionados através da identificação de situações de risco, inserindo sempre que possível pontos vulneráveis e que forneçam água a um grande número de consumidores ou a consumidores vulneráveis, como idosos e crianças. Diante disso, bons locais de amostragem são hospitais, creches, asilos, escolas e locais de fragilidade no abastecimento como pontos de fim de rede ramificada. Brasil (2006c) ainda destaca que as SAC que não possuem rede de distribuição são locais que apresentam situação de risco.

Diante da situação exposta, oito pontos de coleta de amostras foram selecionados, atendendo a todas as escolas públicas da cidade de Araruna – PB. Na Tabela 3 são apresentados os pontos e as escolas que estes representam, enquanto que na Figura 5 estão especializados esses pontos.

Tabela 3 – Pontos de coleta de amostras

Ponto	Escola
P1	EMEF ⁽¹⁾ João Alves Torres
P2	EMEF ⁽¹⁾ João Moreira
P3	EEEF ⁽²⁾ Targino Pereira
P4	Educandário Sagrada Família
P5	EMEF ⁽¹⁾ José Targino Maranhão
P6	EMEF ⁽¹⁾ Monsenhor Severino Cavalcante
P7	EEEFM ⁽³⁾ Benjamin Maranhão
P8	EMEF ⁽¹⁾ Marizete Araújo Bezerra

⁽¹⁾EMEF: Escola municipal de ensino fundamental

⁽²⁾EEEF: Escola estadual de ensino fundamental EEEFM

⁽³⁾Escola estadual de ensino fundamental e médio

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5 - Distribuição geográfica dos pontos de coleta



Fonte: Google Earth (2019).

4.3 Preparação dos reagentes

Para realização da análise de Cloro Residual Livre (CRL) e Cloro Residual Combinado (CRC) são necessários três reagentes, que foram preparados no Laboratório de Química da Universidade Estadual da Paraíba, Campus VIII, no dia 04 de junho de 2019. O conteúdo dos reagentes e sua forma de preparação está apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Preparação dos reagentes

Código do reagente	Conteúdo	Forma de preparação
CL-S1	Solução tampão de fosfato	24 g de fosfato dibásico de sódio anidro (Na_2HPO_4) e 46 g de fosfato monobásico de potássio anidro (KH_2PO_4) foram dissolvidos em água destilada. Em seguida, combinou-se esta solução com 100 ml de água destilada e dissolveu-se 800 mg de etilenodiaminatetracetato de sódio (EDTA) dihidratado, diluindo a solução para 1000 ml em água destilada.
CL-S2	Solução indicadora de DPD	Dissolveu-se 1,1 g de sulfato de DPD anidro em água destilada contendo 8 ml de solução 1 + 3 de ácido sulfúrico e 200 mg de EDTA de sódio hidratado. Em seguida, completou-se o volume da solução para 1000 ml adicionando água destilada.
CL-S4	Solução de iodeto de potássio	Dissolveu-se 500 mg de iodeto de potássio (KI) em 100 ml de água destilada fervida e resfriada.

Fonte: adaptado de SILVA, OLIVEIRA (2001).

4.4 Preparação analítica

A Escola Municipal de Ensino Fundamental João Moreira foi escolhida como ponto para a realização dos ensaios, pois é um ponto central em relação às outras escolas. Lá foi feita a montagem de todos equipamentos e reagentes necessários. Isto foi preciso devido ao cloro ser uma substância muito ativa e precisar ser analisada *in loco*. Além disso, tornar-se-ia inviável em função do tempo utilizado, realizar os ensaios nos pontos de coleta, pois é necessário montar os equipamentos, calibrá-los, realizar a análise e guardá-los.

4.5 Procedimento analítico

O procedimento de coleta das amostras foi realizado no dia 05 de junho de 2019, sempre nas fontes de água que seriam utilizadas nas cozinhas dos colégios, por ser um ponto

que apresenta maior risco de ingestão da comunidade estudantil, uma vez que todos os bebedouros utilizam água envasada.

Dependendo do tipo de infraestrutura do colégio, a água era retirada do sistema predial através de torneira ou em baldes, quando não havia o sistema predial. Quando havia sistema predial hidráulico, foi deixado escoar água por um minuto, para que a água estagnada na rede pudesse ser extraída e a água proveniente da SAC fosse coletada (Figura 6).

Figura 6 - Procedimento de coleta de água



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em todas as formas de coleta utilizou-se garrafas PET identificadas, lavadas com água destilada e envolvidas com fita isolante (Figura 7), a fim de evitar o contato do cloro com a luz solar, o que provocaria reações que eliminariam o cloro da água.

Figura 7 - Recipientes para coleta das amostras de água



Fonte: Elaborada pelo autor.

Uma vez coletadas as amostras estas foram analisadas em triplicata, tanto para a determinação de CRL e CRC, quanto para a Turbidez, o procedimento analítico para determinação destes indicadores foram apresentados nas Seções 4.4.1 a 4.4.3. Vale a pena ressaltar que dos valores da triplicata foram calculadas médias, representando o valor do indicador para o ponto amostrado.

4.5.1 Cloro Residual Livre

Para análise do CRL e CRC foi utilizado o método DPD-colorimétrico, segundo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012), com equipamento colorímetro microprocessado de leitura direta modelo Aquacolor Cloro (Figura 8 e 9).

A análise iniciou-se com a inserção de 5 gotas do reagente CL-S1 em uma cubeta. Logo após, foram adicionadas 2 gotas do reagente CL-S2. Adicionou-se a amostra de água até a marca de aferição. Em seguida agitou-se a cubeta para a total homogeneização. Por fim, a cubeta foi colocada no colorímetro (Figura 8) e a concentração foi lida em mg/L.

Figura 8 - Colorímetro modelo Aqua-Color



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 - Análise de CRL e CRC



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5.2 Cloro Residual Combinado

A determinação do CRC é realizada de forma indireta, pois o equipamento analisa a quantidade de Cloro Total e através da subtração dessa concentração pelo valor obtido na análise de CRL se obtém o CRC.

Inicialmente adicionou-se 5 gotas do reagente CL-S1 em uma cubeta. Logo após, foram inseridas 2 gotas do reagente CL-S2. A amostra de água foi adicionada até a marca de aferição. Em seguida, agitou-se a cubeta para a total homogeneização. Adicionou-se 2 gotas de CL-S4, agitou-se a cubeta novamente para a total homogeneização da solução e aguardou-se o tempo de 1 minuto. Por fim, a cubeta foi inserida no colorímetro (Figura 8) e a concentração de cloro foi lida em mg/L (Figura 9).

4.5.3 Turbidez

A análise de turbidez foi através do método nefelométrico, assim como indicado pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012), com equipamento turbidímetro de bancada TECNOPON modelo TB-1000 (Figura 10).

Primeiramente o aparelho turbidímetro foi calibrado com padrões de 0,1; 0,8; 8; 80 e 1000 NTU. Em seguida, a amostra de água foi adicionada à cubeta até a marca de aferição, para então ser inserida no aparelho. Por fim, o valor da turbidez foi lido em NUT.

Figura 10 - Turbidímetro modelo TB-1000



Fonte: Elaborada pelo Autor.

5 RESULTADOS

5.1 Infraestrutura das soluções alternativas coletivas

Uma caracterização da infraestrutura dos pontos de coleta foi realizada, a fim de verificar as fontes de água das SAC. Um ponto que deve ser levado em conta é que na melhor das situações, fazia mais de 10 dias que não chegava água da rede pública de abastecimento nos colégios.

Na Escola Municipal de Ensino Fundamental José Targino Maranhão (Figura 11), apesar de o abastecimento ser misto (rede pública e cisterna), a coleta foi realizada através de balde, pois a caixa d'água estava vazia, devido à falta de água. No Educandário Sagrada Família, o abastecimento também é misto, porém devido à falta de água, a coleta feita foi da água da chuva.

Figura 11 – Escola Municipal José Targino Maranhão



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Escola Municipal de Ensino Fundamental João Moreira, o abastecimento é misto, sendo composto por cisterna alimentada diretamente pela rede pública de abastecimento e água da chuva. Caso ocorra longos período de escassez de água, a cisterna é abastecida por carros-pipa. Na Escola Municipal de Ensino Fundamental João Alves Torres, o abastecimento ocorre pela rede pública, que alimenta uma cisterna e é bombeada para duas caixas d'água. Na Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Severino Cavalcante (Figura 12), o consumo de água é realizado apenas pela rede pública de abastecimento, que alimenta duas caixas d'água inferior e uma superior.

Figura 12 – Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Severino Cavalcante



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Marizete Araújo Bezerra é abastecida pela rede de distribuição geral e pela água da chuva, que abastecem uma cisterna. A água ainda abastece uma caixa d'água elevada. A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benjamin Maranhão possui alimentação através da rede pública de abastecimento, que alimenta uma cisterna e uma caixa d'água inferior (Figura 13). O abastecimento do prédio ocorre através do bombeamento da água da cisterna para uma caixa d'água superior.

Figura 13 – Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benjamin Maranhão



Fonte: Elaborada pelo autor

5.2 Avaliação da conformidade com o padrão de potabilidade

Os resultados referentes às análises em triplicata realizadas estão apresentados na Tabela 4. É importante ressaltar que alguns valores foram eliminados por serem muito discrepantes dos demais, apresentando a importância de realizar análises em triplicata, de modo a excluir resultados que reflitam erros metodológicos, de procedimentos ou de medição do equipamento.

A fim de se obter os valores representativos de cada indicador, foi realizada uma média dos valores válidos na triplicata, assim como apresentado na Tabela 5, que além de apresentar o valor médio para o CRL, o Cloro total, o CRC e a Turbidez ainda apresenta a conformidade desses indicadores com o padrão de potabilidade apresentado na Portaria de Consolidação nº 5/2017.

Tabela 4 – Resultados das amostras de água analisadas quanto aos valores de CRL, CRT e Turbidez

Ponto	CRL (mg/L)			CRT (mg/L)			Turbidez (UT)		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
P1	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,01*	0,13	0,13	0,14
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,13	0,12
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
P5	0,00	0,00	0,01*	0,00*	0,02	0,02	0,27	0,28	0,27
P6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,17	0,16
P7	0,00	0,00	0,01*	0,00	0,00	0,00	0,16	0,16	0,17
P8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,19	0,19

⁽¹⁾CRL: Cloro residual livre

⁽²⁾CRT: Cloro residual total

*Valores discrepantes

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 5 – Classificação do risco total

Ponto	CRL ⁽¹⁾ (mg/L)	CRT ⁽²⁾ (mg/L)	CRC ⁽³⁾ (mg/L)	Turbidez (UT)
P1	0,04	0,04	0,00	0,13
P2	0,00	0,00	0,00	0,10
P3	0,00	0,00	0,00	0,12
P4	0,00	0,00	0,00	0,10
P5	0,00	0,045	0,04	0,27
P6	0,00	0,00	0,00	0,16
P7	0,00	0,00	0,00	0,16
P8	0,00	0,00	0,00	0,19

Verde = conforme o padrão de potabilidade. Vermelho = não conforme o padrão de potabilidade

⁽¹⁾CRL: Cloro residual livre

⁽²⁾CRT: Cloro residual total

⁽³⁾Cloro residual combinado

Fonte: Elaborada pelo autor.

6 DISCUSSÃO

Diante dos resultados, foi possível verificar que o uso do procedimento de triplicata foi adequado, pois através deste pode-se eliminar medições que não representavam a realidade devido a erros associados ao procedimento, sejam eles erros metodológico, de procedimento ou de medição do equipamento. Além disso, esse procedimento ainda permite utilizar resultados sem necessitar refazer a análise e confirmar a confiabilidade dos dados.

Segundo a Portaria de consolidação nº 5/2017, para atender ao padrão de potabilidade, a concentração de CRL mínima em toda a extensão do sistema de distribuição deve ser de 0,2 mg/L e a concentração máxima de 5 mg/L, enquanto que para o CRC é 2 mg/L mínimo e 4 mg/L máximo. Diante dos resultados obtidos, a maior concentração de CRL foi de 0,04 mg/L e de CRC foi de 0,04 mg/L, no Ponto P1, enquanto que os menores foram nos pontos P2, P3, P4, P6 e P7, com 0,00 mg/L de concentração em ambos os indicadores. Logo, todos os pontos não estão em conformidade com o padrão de potabilidade.

Neste sentido, a falta de um desinfectante residual pode estar associado à intermitência que ocorre no sistema de abastecimento de água, que fornece água apenas duas vezes no mês, além disso, as fontes de água alternativa, como as chuvas, não são tratadas adequadamente, através de desinfectantes como o hipoclorito de sódio, o que pode ocasionar o carreamento de matéria orgânica que também contribui para esse decaimento na presença de CRL.

A falta de um residual desinfectante na água apresenta um risco muito sério, pois segundo Silva e Oliveira (2001) este quadro pode acarretar a presença de organismos patogênicos na água, que sem a presença de elementos de combate, pode ser a causa do aumento de proliferação de doenças.

De acordo com a Portaria de consolidação Nº 5/2017, o valor máximo permitido para a turbidez em uma amostra de água potável deve ser de 5 UT. O valor máximo obtido diante das amostras foi de 0,27 UT para o colégio EMEF José Targino, situação peculiar, pois neste lugar a coleta foi realizada em balde, devido a falta de sistema predial e este recipiente estava aberto, podendo ter recebido poluição do ar, quanto a presença de sólidos. Mesmo assim, todos os pontos estão em conformidade com o padrão de potabilidade, em relação ao indicador Turbidez.

Coutinho (2011) também identificou que a reservação diminui a turbidez das águas, pois promove a sedimentação de partículas, enquanto a água está parada nesta unidade.

Os indicadores sentinelas oferecem um papel muito importante na prevenção dos problemas de forma barata e rápida, mas não conclusiva, necessitando, portanto, de uma investigação profunda para verificar a possibilidade das SAC trazerem agravos a saúde humana, como por exemplo, analisar a presença de *E. Coli* e verificar a contaminação fecal dessas águas.

Para a melhoria da qualidade da água nos pontos analisados, como não se pode ter uma maior frequência de abastecimento de água da SAC pela rede pública, e além disso, algumas delas apenas utilizam a água da chuva, deve-se lavar frequentemente os reservatórios (seis em seis meses) e utilizar hipoclorito como agente desinfectante.

7 CONCLUSÃO

A falta de água no município obriga à maioria dos cidadãos a encontrarem outros meios para satisfazer suas necessidades hídricas. Um desses meios é a utilização de soluções alternativas coletivas, por exemplo, nos colégios da cidade. Todos aqueles em que se realizaram a coleta de amostras de água possuíam esta técnica de abastecimento, seja de maneira única e exclusiva, seja em conjunto com o sistema de abastecimento de água.

Com o aumento do uso de soluções alternativas, deve-se ter um maior cuidado por parte dos responsáveis, pois a água proveniente dessas técnicas de abastecimento tem uma maior probabilidade de não receber tratamento adequado, quando em comparação com o sistema de abastecimento. Para as SAC analisadas, existe descuido quanto à cloração e precariedade do sistema em si.

Tendo como referência o padrão de potabilidade da Portaria de consolidação nº 5/2017, as SAC não apresentaram conformidade quanto ao CRL e CRC, porém estão em conformidade quanto à turbidez, o que pode ser um indício de que outros indicadores também não estão atendendo a este padrão.

De acordo com o quadro apresentado, esse tipo de técnica de abastecimento de água precisa de uma melhoria. Para isso, poderia ser criado um plano de manutenção e operação dessas SAC, para que diminuam os riscos a comunidade estudantil e, assim, obedecerem aos padrões de potabilidade exigidos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. **Resolução nº 274**, de 22 de setembro de 2005. . Brasil

ANVISA. **Resolução nº 91**, de 30 de junho de 2016. . Brasília

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2012.**

ARAÚJO, M. C. S. P. **Indicadores de vigilância da qualidade da água de abastecimento da cidade de Areia (PB).**2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

BRASIL. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água Para Consumo Humano.** Brasília: Secretária de Vigilância em Saúde, 2006b.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006c.

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

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

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Guia Brasileiro de Vigilância Epidemiológica.** 5. ed. Brasília: Funasa, 1998.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3 ed. Revisada. Brasília: Funasa, 2006.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

Google. **Google Earth**. <http://earth.google.com/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Decreto nº 19.260**, de 31 de outubro de 1997. . Paraíba

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Lei nº 11.427**, de 17 de janeiro de 1997. . Pernambuco

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei nº 6134/88**, de 02 de junho de 1988. . São Paulo

HAGER, Francis Priscilla Vargas; D'ALMEIDA, Marcelo Lopes. **LEGISLAÇÃO APLICADA ÀS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., 2008, Brasília. Natal, 2008.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

IBGE. **Araruna – PB**. Censo 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/araruna/panorama>> Acesso em: 20 de Junho de 2019

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017**: Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

NATAL, L.; NASCIMENTO; R. **Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias**. Boletim Meio Ambiente. São Paulo, n. 6 , out/Nov 2004.

OLIVEIRA, J. S. C. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, p.217-224, ago. 2017.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Guías para la calidad del agua potable**. 2. ed. Ginebra: OMS, 1995.

QUEIROZ, A. C. L. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Saúde Soc.**, São Paulo, p.465-478, 2011.

RAID, M. A. M. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO. **DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA OU DE TRANSMISSÃO HÍDRICA: Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos**. São Paulo: Coordenadoria do Controle de Doenças, 2009.

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

SOUTO, E. K. S. C. Diagnóstico do uso de águas provenientes de poços artesianos de nova floresta pb. In: **I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**. Campina Grande, 2016.

SOUTO, J. P. Poluição fecal da água: microorganismos indicadores. In: **Vi Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre, 2015.

SP LABOR (Brasil). **Equipamentos para análise de água - como montar um laboratório?** Disponível em: <<http://www.splabor.com.br/blog/phmetro/qualidade-da-agua-o-que-garante-a-qualidade-do-que-consumimos/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.