

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

FERNANDA FREITAS GALOTE DE SOUZA

**QUALIDADE DA ÁGUA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NOS MUNICÍPIOS DE AFONSO CLÁUDIO, BREJETUBA E IBATIBA,
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Ibatiba
2023

FERNANDA FREITAS GALOTE DE SOUZA

**QUALIDADE DA ÁGUA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NOS MUNICÍPIOS DE AFONSO CLÁUDIO, BREJETUBA E IBATIBA,
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Doutor Wallisson da Silva Freitas

Ibatiba

2023

FERNANDA FREITAS GALOTE DE SOUZA

**QUALIDADE DA ÁGUA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NOS MUNICÍPIOS DE AFONSO CLÁUDIO, BREJETUBA E IBATIBA,
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Doutor Wallisson da Silva Freitas

Aprovado em: 13 de novembro de 2023


COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 WALLISSON DA SILVA FREITAS
Data: 18/12/2023 12:08:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Wallisson da Silva Freitas

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba

Orientador

Documento assinado digitalmente
 BENVINDO SIRTOLI GARDIMAN JUNIOR
Data: 19/12/2023 14:01:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Benvindo Sirtoli Gardiman Junior

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba


Membro Interno

Documento assinado digitalmente
 JUSCELINO ALVES HENRIQUES
Data: 18/12/2023 17:34:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Juscelino Alves Henriques

Instituto Federal de Pernambuco - Campus Afogados da Ingazeira

Membro Externo

Documento assinado digitalmente
 MARISLEIDE GARCIA DE SOUZA
Data: 19/12/2023 18:18:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Marisleide Garcia de Souza

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba

Membro Interno

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Ifes - Campus Ibatiba)

S729q Souza, Fernanda Freitas Galote de, 1989-
Qualidade da água dos sistemas de abastecimento de água
nos municípios de Afonso Cláudio, Brejetuba e Ibatiba, Espírito
Santo, Brasil / Fernanda Freitas Galote de Souza. – 2023.
53 f.

Orientador: Wallisson da Silva Freitas.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto
Federal do Espírito Santo, 2023.

1. Engenharia ambiental - Monografias. 2. Abastecimento de
água. 3. Água - Qualidade. I. Freitas, Wallisson da Silva. II.
Instituto Federal do Espírito Santo. Campus Ibatiba. III. Título.

CDD 631.47

Para meu cônjuge Leandro Dias Martins de Souza que me incentivou e nunca me deixou desistir mesmo nos momentos mais difíceis.

Para meu filho Gael Galote de Sousa Dias, que deu sentido a minha vida e me concedeu força para correr atrás dos meus objetivos e sonhos.

Para todos os meus amigos, discentes e professores que fizeram parte da minha jornada.

Para todos os meus colegas de trabalho e familiares, que me apoiaram a não desistir, e para todos aqueles que um dia me disseram que não conseguiria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pela oportunidade e por todo o suporte nessa grande jornada, me ajudando e guiando a vencer todos os desafios.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, tornaram a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) possível.

Ao meu orientador, o Doutor Wallisson da Silva Freitas e a professora Marisleide Garcia de Souza pela sua disponibilidade, acompanhamento no estudo com muita dedicação e paciência. Aos meus amigos, por todo o apoio e pelo encorajamento e também aqueles que disseram que este curso não era para qualquer um, está aí eu não sou qualquer uma.

A minha família, pelo enorme apoio e entendimento dos feriados e finais semanas estudados, e principalmente ao meu cônjuge por ter me proporcionado estabilidade em meio ao desespero, e graças a Deus nunca me deixou desistir do meu sonho.

Não é sobre chegar no topo do mundo e
saber que venceu;
É sobre escalar e sentir que o caminho te
fortaleceu;
É sobre ser abrigo e também ter morada em
outros corações;
E assim ter amigos contigo em todas as
situações.

Ana Vilela

RESUMO

O controle da qualidade da água a ser consumida pela população é uma atividade de extrema importância, o processo de tratamento de água apresenta-se como condição necessária à adequação da qualidade estabelecida por norma, portanto, o controle de doenças. O objetivo do estudo é avaliar e comparar a qualidade da água da rede de distribuição dos Sistemas de Abastecimento Água (SAAs), do Programa de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano (VIGIÁGUA) com os dados da Companhia Espírito Santense de Saneamento Básico (CESAN) nos municípios de Afonso Cláudio, Brejetuba e Ibatiba. O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa que envolve uma análise de dados secundários de qualidade da água potável, obtidos nos sites <https://www.gov.br> e <https://www.cesan.com.br> no período de 2017 a 2022. Para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*, observa-se que os números de amostras fora do padrão do VIGIÁGUA são maiores que os da prestadora (CESAN) para o parâmetro cloro residual livre, já para turbidez em um contexto de comparação, constata-se que anualmente a amostragem do VIGIÁGUA apresentou resultados fora do padrão no ano 2022 e o da prestadora CESAN estão dentro dos padrões estabelecidos em todos os anos estudados. Quando se analisa os dados do parâmetro Coliformes totais praticamente todos os anos apresentaram presença de coliformes totais nas amostras realizadas, porém para o parâmetro *E. coli* é possível constatar que apenas em 2022 nos dados disponibilizados pela prestadora CESAN houve a presença nos municípios de Brejetuba e Ibatiba. A partir da análise dos dados, constata-se que há algumas não conformidades nos parâmetros de qualidade e potabilidade da água distribuída nos municípios com a legislação. A análise igualmente favoreceu o conhecimento acerca da importância do controle e da vigilância da água destinada ao consumo humano, porém, chamou atenção a lacuna de investigações que abordem essas ações.

PALAVRAS-CHAVE: VIGIÁGUA. CESAN. Qualidade da água. Abastecimento público. Sistemas de Abastecimento de Água.

ABSTRACT

Controlling the quality of water to be consumed by the population is an extremely important activity, the water treatment process presents itself as a necessary condition for adapting the quality established by standard, therefore, disease control. The objective of the study is to evaluate and compare the quality of water in the distribution network of the Water Supply Systems (SAAs), of the Water Quality Surveillance Program for Human Consumption (VIGIÁGUA) with data from the provider Companhia Espírito Santense de Saneamento Básico (CESAN) in the municipalities of Afonso Cláudio, Brejetuba and Ibatiba. The study is a descriptive research, with a quantitative approach that involves an analysis of secondary data on drinking water quality, obtained from the websites <https://www.gov.br> and <https://www.cesan.com.br> in the period from 2017 to 2022. For the parameters free residual chlorine, turbidity, total coliforms and Escherichia coli, it is observed that the numbers of samples outside the VIGIÁGUA standard are greater than those of the provider (CESAN) for the parameter free residual chlorine, as for turbidity in a comparison context, it appears that annually the sampling from VIGIÁGUA presented non-standard results in the year 2022 and that from the provider CESAN are within the standards established in all years studied. When analyzing the data for the Total Coliforms parameter, practically every year showed the presence of total coliforms in the samples taken, however for the E. coli parameter it is possible to verify that only in 2022 in the data made available by the provider CESAN there was a presence in the municipalities of Brejetuba and Ibatiba. From the analysis of the selected data, it appears that there are some non-conformities in the quality and potability parameters of the water distributed in the municipalities with the legislation. The analysis also promoted knowledge about the importance of controlling and monitoring water intended for human consumption, however, it drew attention to the lack of investigations that address these actions.

KEYWORDS: WATCHMAN. Water quality. Public supply. Water Supply Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo das versões do SISÁGUA, em relação ao surgimento das portarias.....	25
Figura 2 – Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (2A) e (5B) Brejetuba (2C) e (2D) e Ibatiba (2E) e (2F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro Cloro Residual Livre do programa VIGIÁGUA e da Prestadora CESAN.....	37
Figura 3 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (3A) e (3B) Brejetuba (3C) e (3D) e Ibatiba (3E) e (3F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro turbidez do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.....	40
Figura 4 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (4A) e (4B) Brejetuba (4C) e (4E) Ibatiba (4C) E 4F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro turbidez do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.....	44
Figura 5 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (5A) e (5B) Brejetuba (5C) e (5D) e Ibatiba (5E) e (5F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro turbidez do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros analisados pelas vigilâncias em saúde pelas prestadoras dos municípios estudados de acordo com anexo XX da Portaria N° 05/2017 (BRASIL, 2017) e Portaria N° 888/2021 (2021).
.....26

Tabela 2 - Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/*Escherichia coli*, segundo faixa populacional do município (1)
.....29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução das legislações sobre potabilidade da água no Brasil.....	18
---	----

LISTA DE SIGLAS

ANVISA	Agência de Vigilância Sanitária
CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento Básico
CRL	Cloro Residual Livre
DNPVQA	Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
<i>E. Coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
SAA	Sistemas de Abastecimento de Água
SUS	Sistema Único de Saúde
VIGIAGUA	Programa de Vigilância da Qualidade da Água
SISÁGUA	Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água
SIS	Sistema de Informação em Saúde
SINVAS	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
SAI	Sistemas Individuais de Abastecimento de Água
SAC	Sistemas Coletivos de abastecimento de água
SINVAS	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
UF	Unidades Federativas
VMP	Valores máximos permitidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 GERAL	18
ESPECÍFICOS	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 REQUISITOS REGULATÓRIOS APLICÁVEIS À ÁGUA POTÁVEL	18
3.2 ÓRGÃOS REGULADORES DA QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL	25
3.2.1 Programa Nacional de Qualidade de Água	25
3.2.2 Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água	26
3.3 PARÂMETROS SENTINELAS DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL ..	28
3.3.1 Cloro Residual Livre (CRL)	29
3.3.2 Turbidez	30
3.3.3 Coliformes totais e <i>Escherichia Coli</i> (<i>E. Coli</i>)	30
3.4 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM MUNICIPAIS.....	31
3.5 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAAs) DOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS.....	32
3.5.1 Sistema de Abastecimento de Afonso Cláudio	32
3.5.2 Sistema de Abastecimento de Brejetuba	33
3.5.3 Sistema de Abastecimento de Ibatiba	34
3.6 PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	35
4 METODOLOGIA	37
4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO	37
4.2 ANÁLISE DE DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	37
5 RESULTADO E DISCURSÃO	38
5.1 Cloro residual livre (CRL)	38
5.2 Turbidez	41

5.3 Coliformes totais / <i>Escherichia coli</i>	44
6 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Os microrganismos transmitidos pela água têm como principal rota de contaminação a fecal-oral, sendo disseminados na água a partir da contaminação desta com esgoto não tratado ou tratado inadequadamente assim, o controle da qualidade da água a ser consumida pela população é uma atividade de extrema importância (TORTORA, 2017). O processo de tratamento de água apresenta-se como condição necessária à adequação da qualidade estabelecida por norma, portanto, o controle de doenças (BRASIL, 2006).

As ações de vigilância e controle da qualidade estabelecida por legislação vigente, e, portanto, fundamental ao controle de doenças da água para consumo humano estão implantadas no setor de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2005).

O Programa de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano (VIGIAGUA), desde sua fundação no Brasil pelo Ministério da Saúde, vem construindo diversas metas e objetivos baseados em ações estratégicas, visando garantir o desenvolvimento das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, pelos estados e municípios (BRASIL, 2006).

A vigilância ambiental em saúde relacionada à qualidade da água para consumo humano deve assegurar benefícios à saúde, garantindo à população acesso à água em quantidade e qualidade. Diante do exposto, é importante os estudos sobre a cobertura do Programa de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano (VIGIÁGUA), nos municípios, para garantir de forma efetiva a qualidade da água fornecida a população.

De acordo com Fontes et al. (2019), a inclusão dos dados de qualidade da água no Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água (SISÁGUA) é uma condição fundamental para o alcance dos objetivos do VIGIÁGUA como, por exemplo, acompanhar sistematicamente o monitoramento, informar a população acerca da qualidade da água, os riscos à saúde e seu gerenciamento, promover a educação em saúde, mobilização social e definir estratégias de ação.

Por outro lado, também há o monitoramento das prestadoras. A principal empresa responsável pelo abastecimento de água no Espírito Santo é a Companhia Espírito Santense de Saneamento básico (CESAN), uma empresa de Sociedade de economia mista, de capital fechado e tem o Estado do Espírito Santo como acionista majoritário. Dos 78 municípios capixabas, a CESAN possui contrato com 53 para a prestação dos serviços de captação, tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário (CESAN, 2023).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar os dados de monitoramento e controle da qualidade da água dos municípios de Afonso Claudio, Brejetuba e Ibatiba (entre 2017 e 2022), realizados pelo VIGIAGUA e CESAN, respectivamente.

ESPECÍFICOS

Avaliar os parâmetros cloro residual livre (CRL), turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*, dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), rede de distribuição, do Programa Nacional de Qualidade da Água (VIGIÁGUA);

Avaliar os parâmetros, cloro residual livre (CRL), turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*, monitorados pela Companhia Espírito Santense de Saneamento Básico (CESAN) nos sistemas de distribuições de água;

Comparar os percentuais de conformidade e não conformidade de qualidade da água de abastecimento entre os municípios de Afonso Cláudio, Brejetuba e Ibatiba.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REQUISITOS REGULATÓRIOS APLICÁVEIS À ÁGUA POTÁVEL

A qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente por meio das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que ela se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem cheiro desagradável. Foi necessário, então, que se estabelecessem normas que definissem os parâmetros de potabilidade que a água para consumo humano deve obedecer (BASTOS, 2000).

A constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2015), estabelece entre as competências do Sistema Único de Saúde (SUS), o desenvolvimento de ações de saneamento ambiental, no artigo 200, inciso VI, o qual determina a

obrigatoriedade de realizar a fiscalização e inspeção da qualidade da água para consumo humano, a lei Orgânica 8.080 de 1990 regulamenta esta determinação.

Em consonância com a Constituição Federal de 1988 e com o Decreto nº 79.367/1977 (BRASIL, 1977), o arcabouço normativo do Sistema Único de Saúde (SUS) - Lei nº 8.080/1990 (BRASIL, 1990) e Decreto nº 7.508/2011 (BRASIL 2011):

Estabelece a competência para o setor saúde no que se refere à normatização e à fiscalização da água para consumo humano, bem como a descentralização político-administrativa do SUS, de forma regionalizada e hierarquizada, com ênfase na descentralização dos serviços e ações de saúde de abrangência estadual e municipal, para as Unidades Federativas (UF) e para os Municípios.

Segundo Alves et al., (2001) o Decreto nº 79.367/1977 (BRASIL, 1977), definia competências ao Ministério da Saúde, para fiscalizar o cumprimento de suas normas. Além disto, pelo texto legal competia ao Ministério da Saúde (MS), em articulação com outros órgãos e entidades, a elaboração de normas sanitárias sobre proteção de mananciais; serviços de abastecimento de água; instalações prediais de água e controle de qualidade de água de sistemas de abastecimento público.

Ainda segundo Alves et al., (2001), o Decreto nº 79.367/1977 (BRASIL, 1977) também determinava que “os órgãos e entidades dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios, responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento público, deviam adotar obrigatoriamente as normas e o padrão de potabilidade estabelecidos pelo MS”.

Foi com base neste decreto que o MS elaborou e aprovou as primeiras legislações referentes à água para consumo humano, a primeira legislação federal brasileira aprovada sobre a potabilidade de água para consumo humano, a Portaria N° 56/1977 (BRASIL, 1977). Em consonância, foram editadas normas sobre proteção sanitária dos mananciais, dos serviços de abastecimento público e seu controle de qualidade, aprovadas pela Portaria N° 443/1978 (BRASIL, 1978), ainda em vigor.

Segundo Bastos et al., (2000) o MS, em parceria com a representação com a

representação da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e a organização mundial de saúde (OMS) no Brasil, coordenou o processo de revisão e atualização da legislação brasileira sobre potabilidade da água, resultando na publicação da Portaria N°1.469/2000, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2001).

Por mudanças no Governo Federal em 2003, no ano 2004 foi publicada a Portaria MS N° 518, de 25 de março de 2004, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências (BRASIL, 2004).

No ano de 2011 a Portaria MS N° 518 (BRASIL, 2004), passou por atualização, e foi publicada a Portaria N° 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que ficou em vigor até o ano de 2017, onde passou por um processo de consolidação, surgindo assim a Portaria de Consolidação N° 5 de setembro de 2017 (BRASIL, 2017). Atualmente a Portaria N° 2.914/2011 (BRASIL, 2011), passou por revisão recente, dando origem a Portaria N° 888/2021 (BRASIL, 2021). No Tabela 1, pode-se observar a evolução da legislação brasileira.

Quadro 1 – Evolução das legislações sobre potabilidade da água no Brasil.

PORTARIAS	MUDANÇAS E ADEQUAÇÕES
Portaria 36 /1990	<p>Esta Portaria ficou em vigor de 19 de janeiro de 1990 a 29 de dezembro de 2004.</p> <p>Surgiram as terminologias de Vigilância e Controle da qualidade da água para consumo humano. Foram definidos os termos Serviço e Sistema de abastecimento de água; Surgiu a figura do laboratório certificado pelo Ministério da Saúde ou pela autoridade sanitária dos Estados e Distrito Federal; Os Serviços de abastecimento de água deveriam enviar relatórios mensais às Secretarias Estaduais de Saúde para comprovar o cumprimento da legislação; Parâmetros de qualidade de água: Os parâmetros físico-químicos e elementos/substâncias químicas passam a ter apenas os VMP (valores máximos permitidos); Definiu-se VMP do parâmetro turbidez na entrada do sistema e na rede de distribuição; Além do padrão para bactérias do grupo Coliforme, acrescentou a exigência de ausência para coliformes fecais ou Coliformes termotolerantes; Definiu-se o número máximo permitido para bactérias heterotróficas. Foi previsto padrão bacteriológico para águas distribuídas sem canalização e sem tratamento; Atualização de todos os parâmetros com conhecimentos técnicos e científicos referente ao risco dos elementos e substâncias químicas na saúde humana; Ampliação dos elementos e substâncias químicas a serem analisados 11(onze) elementos e substâncias químicas inorgânicas, 20 (vinte) componentes orgânicos que afetam a saúde e 10 (dez) componentes que afetam a qualidade organoléptica da água. Adoção de limite para o pH da água a ser consumida; Definição do teor mínimo de CRL (cloro residual livre) a ser mantido na rede de distribuição; Proibição de ocorrência de substâncias que confirmam odor característico à água, mesmo que não represente risco à saúde humana; Recomendou-se que fosse feita uma avaliação em cada Estado e DF para verificar os níveis de radioatividade nos mananciais de abastecimento de água;</p>

	<p>A legislação proibiu a operação no sistema de abastecimento de água que permita a existência de pressão negativa na rede de distribuição;</p> <p>Foi prevista a possibilidade de fornecimento de água fora do padrão estabelecido, desde que não coloque em risco a saúde da população.</p> <p>Plano de amostragem:</p> <p>Quanto a amostragem estabeleceu-se o número de amostras e sua frequência de coleta na entrada e rede de distribuição, para avaliação dos parâmetros físico-químicos, em função da população abastecida;</p> <p>A amostragem para verificação do padrão bacteriológico foi definida em função da população abastecida.</p>
Portaria 1.469/2000	<p>Esta Portaria ficou em vigor de 29 de dezembro de 2000 a 25 de março de 2000.</p> <p>Além de definir “sistema de abastecimento de água para consumo humano”, a Portaria define “solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano”;</p> <p>Pela primeira vez a legislação define os deveres e responsabilidades do setor saúde nos 3 níveis de governo, no que se refere à vigilância da qualidade da água para consumo humano e dos responsáveis pela operação dos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água;</p> <p>A portaria estabeleceu penalidades no caso de descumprimento da legislação;</p> <p>Parâmetros de qualidade de água:</p> <p>O padrão bacteriológico para Coliformes Totais passou a depender do número de amostras a serem coletadas no sistema;</p> <p>Definiu-se padrão para cianobactérias;</p> <p>Atualização de todos os parâmetros com conhecimentos técnicos e científicos;</p> <p>Ampliação dos elementos e substâncias químicas a serem analisados 13 elementos e substâncias químicas inorgânicas, 34 componentes orgânicos que afetam a saúde e 16 componentes que afetam a qualidade organoléptica da água;</p> <p>Estabeleceu-se VMP para desinfetantes e produtos secundários da desinfecção;</p> <p>Plano de amostragem:</p> <p>A amostragem mínima a ser exigida para o controle de qualidade, objetivando verificar o atendimento ao padrão físico-químico, foi definido em função do tipo de manancial abastecedor (Superficial ou subterrâneo).</p> <p>O mesmo não ocorreu para o plano de amostragem para verificação do padrão microbiológico;</p> <p>Foi definido um plano de amostragem diferenciado para o controle de qualidade das soluções alternativas de abastecimento de água, visando avaliação do atendimento ao padrão físico-químico e bacteriológico.</p>

Portaria 518/2004	<p>Esta Portaria ficou em vigor de 25 de março de 2004 a 12 de dezembro de 2011.</p> <p>A Portaria foi publicada devido ao fato da atribuição para legislar e fazer cumprir a legislação sobre potabilidade da água para consumo humano ter sido transferida da FUNASA para a SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde. Todo o conteúdo técnico da Portaria 1.469/2000 foi conservado.</p>
Portaria 2.914/2011	<p>Esta Portaria ficou em vigor de 12 de dezembro de 2011 a 28 de dezembro de 2017.</p> <p>Introduziu novos conceitos e redefiniu outros. Destaca-se a figura da “solução individual de abastecimento e a mudança do conceito de “água potável”;</p> <p>Deixou claro as competências da Secretaria Especial de Saúde Indígena, da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA e da Agência de Vigilância Sanitária - ANVISA.</p> <p>A portaria prevê ações a serem desencadeadas nos 3 níveis de governo em caso de ocorrência de surto ou epidemia de doenças de veiculação hídrica.</p> <p>Definiu critérios para que os municípios autorizem o fornecimento de água por meio de solução alternativa de abastecimento.</p> <p>Definiu que as soluções alternativas coletivas de abastecimento devem ter um responsável técnico devidamente habilitado;</p> <p>Parâmetros de qualidade de água:</p> <p>Recomendou o monitoramento de vírus entérico no ponto de captação;</p> <p>Passou a exigir análise mensal de Escherichia coli nos pontos de captação de água subterrânea;</p> <p>Introduziu parâmetros operacionais para o processo de desinfecção (relação de tempo de contato, temperatura, pH e concentração do desinfetante);</p> <p>Adotou teor mínimo de CRL (cloro residual livre), CRC (cloro residual combinado) e dióxido de cloro a ser mantido na rede de distribuição;</p> <p>Alterou a faixa de pH a ser mantido no sistema;</p> <p>Definiu teores mais rígidos para turbidez após filtração;</p> <p>Introduziu VMP para cilindrospermopsina;</p> <p>Houve atualização dos VMP, ampliando para 15 elementos inorgânicos, 14 substâncias orgânicas e 27 agrotóxicos.</p>

	<p>Plano de amostragem: Detalhou o plano de amostragem para sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água; Estabeleceu a frequência de amostragem de cianobactérias no manancial.</p>
Portaria consolidação 05/2017	<p>Esta Portaria ficou em vigor de 28 de dezembro de 2017 a 4 de maio de 2021.</p> <p>Houve um processo de consolidação de todas as portarias do ministério da saúde, através do Suplemente DOU nº 190, foi publicado a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que através do Art. 864, inciso CXXXIII, REVOGOU a Portaria nº 2914/2011.</p> <p>Todo o texto da Portaria 2.914/2011 passou a fazer parte do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017.</p>
Portaria 888/2021	<p>Esta Portaria está em vigor até o presente momento.</p> <p>Características da portaria em relação as demais, sendo:</p> <p>Aumento significativo de definições consideradas necessárias para o perfeito entendimento da legislação;</p> <p>Parâmetros de qualidade de água:</p> <p>Introduziu padrão para microcistina e saxitoxinas; Atualizou e ampliou o número de elementos e substâncias químicas a serem analisadas para 14 elementos inorgânicos, 16 substâncias orgânicas, 40 agrotóxicos e metabólitos e 10 subprodutos do processo de desinfecção por cloro; Passou a prever padrão organoléptico de potabilidade para 14 parâmetros; Introduziu padrão de turbidez para filtração por membrana; Alterou o plano de amostragem para avaliação bacteriológica, com diferentes faixas populacionais em relação à portaria 2.914/2011;</p> <p>Plano de amostragem:</p> <p>Prevê plano de amostragem diferenciados para povos indígenas e comunidades tradicionais; Introduziu a possibilidade da autoridade de saúde pública exigir dos responsáveis pelos sistemas e soluções coletivas de abastecimento de água, a elaboração e implementação do Plano de Segurança da Água.</p>

Fonte: A autora, 2023

3.2 ÓRGÃOS REGULADORES DA QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL

3.2.1 Programa Nacional de Qualidade de Água

Segundo Tartler (2014), no ano de 2003 foi criado Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde (SINVAS), que tem por objetivo identificar quaisquer mudanças nos fatores ambientais que possam interferir na saúde humana, além disso, tem como finalidade identificar medidas de prevenção e controlar fatores de risco relacionados ao meio ambiente.

Neste contexto surgiu o Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA), o programa que tem finalidade de garantir acesso à água potável, em quantidade e qualidade de acordo com a legislação vigente, o mesmo também visa identificar fatores de risco a saúde.

Para que o VIGIÁGUA atinja seus objetivos, faz-se necessário desenvolver ações para implantação do programa, como estruturação das vigilâncias em saúde, das redes de laboratórios de qualidade da água, capacitação de profissionais, normatização e procedimentos (BRASIL, 2004), para viabilizar são necessárias ações executivas, de gerenciamento de risco e de informação.

Oliveira *et al.*, (2019), afirmam que as atividades desenvolvidas pelo VIGIÁGUA, possuem objetivo de desenvolver ações de vigilância em saúde relacionada à qualidade da água para consumo humano que garantam à população o acesso à água em quantidade e qualidade adequada respeitando os padrões de potabilidade da legislação vigente

Segundo Oliveira *et al.* (2019. p. 3)

A fiscalização e o controle do cumprimento das normas e do padrão de potabilidade são feitos pelas Secretarias de Saúde dos Municípios, Estados e Distrito Federal, em articulação com o Ministério da Saúde por meio da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Esta vigilância é definida pela Portaria de Potabilidade como um conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento da norma, considerados os

aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta riscos à saúde humana.

De acordo com Tartler (2014), a vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano deve atuar sobre todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais na área urbana e rural, de gestão pública ou privada, incluindo as instalações hidrosanitárias e também nos mananciais, a fim de preservar a qualidade da água para consumo humano.

As ações do VIGIÁGUA observam a qualidade da água desde o manancial até o ponto de consumo e devem estar articuladas com as políticas e programas no contexto de vigilância ambiental (COSTA, 2016). É necessário para isso, interações que possibilitem o trabalho em conjunto entre as vigilâncias ambiental, sanitária e epidemiológica. Também deve haver articulações com órgãos ambientais, de saneamento básico e gestores de recursos hídricos (COSTA, 2016).

Dentre as ações básicas necessárias para operacionalização do VIGIÁGUA, consta a alimentação do SISÁGUA, que se refere ao registro da qualidade da água de abastecimento, para possibilitar a análise e avaliação dos dados, produzir informações e auxiliar no gerenciamento do risco relacionado ao abastecimento de água (OLIVERIA *et al.*, 2019).

3.2.2 Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água

Dentro do âmbito do programa de VIGIÁGUA foi criado o Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água (SISÁGUA), que gera vários relatórios. Nestes documentos gerenciamos e podemos obter dados de cobertura de abastecimento de água e qualidade da água, de acordo com o anexo XX da Portaria Nº 05/2017 (QUEIROZ, 2012, BRASIL, 2017) com atualizações da Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

O SISÁGUA é um instrumento do VIGIÁGUA, que visa promover a saúde e prevenir doenças e agravos de transmissão hídrica, por meio das ações previstas SUS.

O SISÁGUA:

É um Sistema de Informação em Saúde (SIS) disponibilizado na *internet* pelo Ministério da Saúde (MS) do Brasil, que tem o objetivo de auxiliar no gerenciamento de riscos à saúde associados ao abastecimento de água para consumo humano no país. As informações geradas pelo SISÁGUA são utilizadas na análise de situação de saúde relacionada ao abastecimento de água para consumo humano, com vistas a minimizar os riscos associados ao consumo de água que não atenda ao padrão de potabilidade (JUNIOR *et al.*, 2019).

Como ferramenta importante para tomada de decisões no processo de promoção e prevenção de doenças de veiculação hídrica, o SISÁGUA é gerenciado pela vigilância em saúde da secretaria de vigilância em saúde do ministério da saúde e aplicado pelas secretarias estaduais e municipais de saúde e executado pelas secretarias de vigilância ambiental em saúde (BELLE, 2009).

Segundo JUNIOR *et al.* (2019), o SISÁGUA possuía, até o ano de 2019, 4 versões, sendo que a primeira teve como referência a Portaria 36/1990, e em 2000 foi disponibilizado para acesso por alguns estados testes sendo eles: Bahia, Pernambuco, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, e no ano de 2001 foi implantado em todas as unidades da federação, logo depois a versão passou por atualização para se adequar à Portaria MS Nº1.469/2000 (BRASIL, 2000).

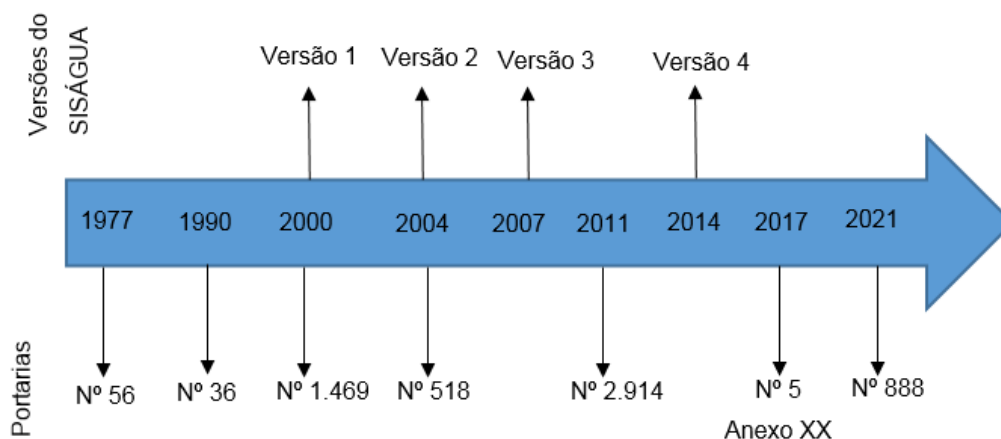
A segunda versão do sistema foi criada no ano 2004, pelo departamento de informática do SUS, em parceria com Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) que foi instituída no MS pelo o Decreto Nº 4.726 em 2003, devido à necessidade de melhorias no sistema de informação. A terceira versão surgiu em maio de 2007, pois a SVS, levantou a necessidade de melhorias no sistema para se adequar a Portaria Nº 518/2004 (BRASIL, 2004). Em dezembro de 2011 o ministério da saúde publicou a Portaria Nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), devido à nova legislação, surgiu a necessidade de atualização da terceira versão, observou-se a necessidade de melhorias no sistema, neste contexto surgiu então a quarta versão do sistema, que foi disponibilizada para uso em janeiro de 2011 (OLIVERIA *et al.* 2019).

Em setembro de 2017 a Portaria Nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), passou a ser anexo da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, anexo XX (BRASIL, 2017), porém, como não houve alterações na mesma, não houve necessidade de atualização do SISÁGUA (OLIVERIA *et al.* 2019).

Em 2021, a Portaria Nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), passou por atualização surgindo assim a Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021), em janeiro de 2022, passando por ajustes.

Na Figura 1 é possível observar a linha do tempo das versões do SISÁGUA, que possuem relação direta com as Portarias do MS que estabelecem os padrões de potabilidade.

Figura 1 – Linha do tempo das versões do SISÁGUA, em relação ao surgimento das Portarias.



Fonte: A autora.

3.3 PARÂMETROS SENTINELAS DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL

De acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DNPAVQACH), os parâmetros básicos foram definidos tendo em vista o conhecimento já consolidado na literatura especializada sobre os indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano (BASTOS et al., 2000; ASHBOLT; GRABOW; SNOZZI, 2001; NIEMINSKI et al., 2006; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). Tais parâmetros são: turbidez, cloro residual livre (ou outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro), coliformes totais/*Escherichia coli*. Os parâmetros foram definidos devido à sua importância

como indicadores básicos da qualidade microbiológica da água para consumo humano (BRASIL, 2016) os parâmetros e seus padrão de potabilidade podem observados no Tabela 2.

Tabela 1 – Parâmetros analisados pelas vigilâncias em saúde pelas prestadoras dos municípios estudados de acordo com anexo XX da Portaria Nº 05/2017 (BRASIL, 2017) e Portaria Nº 888/2021 (2021).

Parâmetro	Padrão de potabilidade da água na rede de distribuição dos SAAs
Cloro residual Livre	0,2 mg/l a 2mg/l
Turbidez	5,0 Ut
Coliformes Totais	Ausência/Presença
<i>Escherichia coli</i>	Ausência/Presença

Fonte: Portaria Consolidada 05/2017 (BRASIL,2017) e Portaria 888/2021 BRASIL,2021).

3.3.1 Cloro Residual Livre (CRL)

O cloro é o produto mais utilizado em desinfecção em sistemas de tratamento de água para abastecimento, seja em forma líquida ou gasosa, como pré-desinfecção ou pós-cloração (COSTA, 2015).

De acordo com Costa et al., (2015), entende-se por cloro residual livre a quantidade de íons hipoclorito e ácido hipocloroso, reagida ou não com os elementos presentes na água. Vieira et al., (2014) informam que, quanto maior a quantidade de substâncias orgânicas ou inorgânicas, maior o uso de cloro residual livre na rede de distribuição, oferecendo assim maior degradação do CRL.

De acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DNPAVQA) publicada no ano de 2016, o cloro residual livre apresenta grande importância e interpretação distinta em função do local em que é realizada a coleta da amostra, bem como das características do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano (BRASIL, 2016).

3.3.2 Turbidez

O parâmetro turbidez apresenta importância e interpretação distinta em função do local em que é realizada a coleta da amostra, bem como das características do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano (BRASIL, 2016).

De acordo com Scuracchio (2010) a turbidez é uma característica da água que indica a presença de partículas suspensas de variados tamanhos, dependendo do grau de turbulência. A presença de partículas suspensas na água provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, que pode ser causada por uma variedade de materiais como partículas inorgânicas e descarga de esgoto doméstico ou industrial (SCURACCHIO, 2010).

Segundo a Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021), deve ser mantido em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo um padrão de potabilidade de 5,0 uT para turbidez.

3.3.3 Coliformes totais e *Escherichia Coli* (*E. Coli*)

Em conformidade com a DNPAVQA, o grupo dos coliformes totais contempla bactérias de vida livre. Estas bactérias podem viver naturalmente no solo, na água e em plantas, e não possuem nenhuma relação com poluição da água por material fecal. Esse grupo de bactérias, em teoria, é mais resistente do que as bactérias patogênicas. Dessa forma, o emprego exclusivo desses indicadores coliformes totais, na avaliação da qualidade da água, especialmente as águas de fontes individuais, pode levar à superestimativa dos riscos à saúde, associados ao consumo de água (BRASIL, 2016).

De acordo com Macêdo (2001) o grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes. Segundo Scuracchio (2010) os coliformes totais e termotolerantes são indicadores de contaminação mais utilizados para monitorar a qualidade da água. Entretanto, de acordo com Bettega et al., (2006), as análises microbiológicas apontarão a presença ou não de coliformes totais, que podem ser patogênicos ou não.

Conforme a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DNPAVQA)

A detecção de bactérias do grupo coliformes totais, no qual se inclui a *Escherichia coli*, não indica necessariamente contaminação da água com matéria fecal, no entanto, guarda grande importância como indicadores da qualidade da água tratada. O estágio atual do conhecimento em Microbiologia Sanitária permite caracterizar o microrganismo *Escherichia coli* como o mais preciso indicador da contaminação da água por material fecal, sendo a sua presença um indício da ocorrência de microrganismos patogênicos. Por isso, a Portaria de Potabilidade estabelece que a água para consumo humano deve ser isenta de *Escherichia coli* em qualquer situação (BRASIL, 2016).

3.4 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM MUNICIPAIS

Conforme a DNPAVQACH, o número mínimo mensal de análises previsto para o plano de amostragem básico é definido em função das faixas populacionais e constitui um quantitativo único a ser distribuído para o monitoramento da qualidade da água referente às formas de abastecimento de água (BRASIL, 2016).

Os planos de amostragens municipais são elaborados em função da população, para os parâmetros cloro residual livre, turbidez e coliformes totais/*Escherichia coli*. Como apresentado no Tabela 3.

Tabela 2 - Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/*Escherichia coli*, segundo faixa populacional do município ⁽¹⁾.

Parâmetros	População (hab)					
	0 a 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 200.000	200.001 a 500.000	Superior a 500.001
Cloro residual livre ⁽²⁾	6	9	8 + (1 para cada 7,5 mil habitantes)	10 + (1 para cada 10 mil habitantes)	20 + (1 para cada 20 mil habitantes)	35 + (1 para cada 50 mil habitantes)
Turbidez						
Coliformes totais						
<i>Escherichia coli</i>						

Fonte: BRASIL, 2016.

(1) para o DF, as Regiões Administrativas foram consideradas na lógica de município.

(2) Análise do composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

O monitoramento da qualidade da água é um instrumento de verificação da qualidade da água e avaliação dos riscos que os sistemas e as soluções de abastecimento de água para consumo humano possam representar para o consumo humano, nos planos de amostragem municipais devem abranger as seguintes atividades: definição dos pontos de coleta, número, frequência de amostras e parâmetros a serem analisados (VASCONCELOS, 2016).

3.5 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAAs) DOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS

3.5.1 Sistema de Abastecimento de Afonso Cláudio

Afonso Cláudio é um dos municípios da região sul do estado do Espírito Santo, sua densidade demográfica é de 32,60 hab./km² e possui população de 30.684 habitantes, a taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 2,53 para 1.000 nascidos vivos (IBGE, 2022).

O manancial que abastece Afonso Cláudio é o Rio do Peixe, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Doce. Os principais fatores de degradação na bacia são as

queimadas e a ocupação desordenada de margens de rios, atividades de extração mineral, erosão nos solos das sub-bacias contribuintes, lançamento de esgotos e resíduos de atividades agropecuárias e lançamento de resíduos (CESAN, 2023).

O sistema do município do município de Afonso Cláudio é composto por duas Estação de Tratamento de água, a vazão de abastecimento da ETAs e de 0,047 m³/s na ETA do rio peixe ou 0,003 m³/s na ETA do rio guandu (CESAN, 2023). A estação de tratamento de água que abastece Afonso Cláudio é do tipo convencional. As etapas de tratamento são: captação, coagulação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservação e distribuição (CESAN, 2023).

3.5.2 Sistema de Abastecimento de Brejetuba

O município de Brejetuba é um dos municípios da região sul do estado do Espírito Santo, sua densidade demográfica e de 36,64 hab./km² e possui população de 12.985 habitantes, a taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 4.81 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a doenças diarreicas são de 0.2 para cada 1.000 habitantes. No município 6,26% da população total de Brejetuba tem acesso aos serviços de abastecimento de água (SNIS, 2019).

O manancial que abastece Brejetuba é o Córrego São Domingos, que pertence à bacia hidrográfica do Rio Doce. Os fatores de degradação presentes na bacia hidrográfica são cargas elevadas de esgotos domésticos e industriais, resíduos, efluentes e agrotóxicos oriundos de atividades agropecuárias, processos erosivos, aterros, ocupação inadequada das margens do manancial, extração de areia e falta de mata ciliar nas margens do rio (CESAN, 2023).

O sistema do município do município de Brejetuba é composto por 2 Estação de Tratamento de água a vazão de abastecimento das ETAs e de 0,001 m³/s na ETA Brejaubinha e de 0,02 m³/s na ETA de Ribeirão Brejaubinha (CESAN, 2023).

A estação de tratamento que abastece Brejetuba é do tipo convencional. As fases de tratamento são captação, coagulação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservação e distribuição (CESAN, 2023).

3.5.3 Sistema de Abastecimento de Ibatiba

Ibatiba é um município do sul do estado Espírito Santo, possui uma população de 25.380 habitantes, a densidade demográfica é de 105,63 hab./km² (IBGE, 2022). A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 2,56 para 1.000 nascidos vivos, as internações devido a doenças diarreicas são de 5,1 para cada 1.000 habitantes (IBGE, 2022). Apenas 45,96% da população total do município tem acesso aos serviços de abastecimento de água, sendo a média estadual de 81,32% e, do país, 83,71% (SNIS, 2019).

O sistema de abastecimento de água de Ibatiba-ES, realiza a captação de água bruta no Córrego dos Rodrigues, o qual pertencente à bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, têm como principais fatores de degradação, as cargas elevadas de esgotos domésticos e industriais, lançamento de lixo e resíduos, efluentes e resíduos de atividades agropecuárias, processos erosivos, aterros e drenagem de alagadiços e lagoas marginais (região estuarina), ocupação de margens de rios e lagoas, retirada de matas marginais e extração de areia (CESAN, 2023).

A Estação de Tratamento de Água (ETA) que abastece Ibatiba utiliza o sistema de flotação. As fases de tratamento são captação, coagulação, flotação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservação e distribuição (CESAN, 2023).

A vazão de abastecimento da ETA de Ibatiba é de 0,027 m³/s, ou seja, o volume para o abastecimento diário de Ibatiba é de 2.332,8 m³ (CESAN, 2023).

O sistema do município de Ibatiba é composto por 4 reservatórios cuja capacidade nominal total é de 900 m³, a rede de distribuição apresenta-se com 48.190 km e atende 13.986 habitantes da população urbana municipal (CESAN, 2023).

3.6 PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A prestadora de abastecimento de água nos municípios pesquisados e a CESAN, empresa de Sociedade de economia mista, de capital fechado, foi criada pela Lei 2.282/67 (alterada pela Lei 2.295/67 e regulamentada pelo Decreto 2.575/67). Sediada em Vitória, capital do Espírito Santo, tem o Estado do Espírito Santo como acionista majoritário, com 99,8% das ações (CESAN, 2023).

Dos 78 municípios capixabas, a CESAN possui contrato com 53 para prestação dos serviços de captação, tratamento e distribuição de água, e coleta e tratamento de esgoto sanitário (CESAN, 2023).

De acordo com a Portaria MS Nº 888/2021, em seu anexo XX (BRASIL, 2021), a prestadora deve manter à disposição da autoridade de saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios as informações sobre os produtos químicos utilizados no tratamento de água e sobre os materiais que tenham contato com a água para consumo humano durante sua produção, armazenamento e distribuição.

Ainda em consonância com a Portaria MS Nº 888/2021 (BRASIL, 2021) deve encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios os dados de cadastro das formas de abastecimento e os relatórios de controle da qualidade da água, conforme o modelo estabelecido pela referida autoridade.

Na referida portaria, diz que as águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração e de acordo com Art. 25. A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão, regularidade de fornecimento evitando situações de paralisação e intermitências e práticas de desinfecção das tubulações em eventos de trocas de suas seções e no Art. 26 ressalta que as instalações hidráulicas prediais ligada ao sistema de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes de abastecimento.

De acordo com o decreto Nº 5.440/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2005).

A prestadora deve prover informações aos consumidores sobre cor, cloro residual livre, turbidez, pH e coliformes totais e *Escherichia coli* na conta mensal e no relatório anual, deverão trazer também esclarecimentos quanto ao significado dos parâmetros neles mencionados, em linguagem acessível ao consumidor, devendo a informação ser verdadeira e comprovável, ser precisa, clara, correta, ostensiva e de fácil compreensão, especialmente quanto aos aspectos que impliquem situações de perda da potabilidade, de risco à saúde ou aproveitamento condicional da água e ter caráter educativo, promover o consumo sustentável da água e proporcionar o entendimento da relação entre a sua qualidade e a saúde da população (BRASIL, 2005).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa que envolve uma análise de dados secundários de qualidade da água potável, obtidos nos <https://dados.gov.br/dados/busca?termo=sisagua> e <https://informacoes.cesan.com.br/servicos/minha-agua/qualidade-da-agua/> no período de 2017 a 2022. Os dados utilizados podem ser observados no Anexo do presente estudo.

O estudo foi realizado em três municípios do Sul do Espírito Santo, por possuírem características de cidades de pequeno porte, ser a mesma prestadora responsável pelo abastecimento água, possuírem características demográficas parecidas, sendo eles Afonso Cláudio, Brejetuba e Ibatiba.

4.2 ANÁLISE DE DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Para análise dos dados, foram utilizadas planilhas eletrônicas, que foram trabalhadas, para extrair os dados de interesse. Os mesmos foram baixados por ano estudado, sendo eles de 2017 a 2022. E dentro das planilhas de cada ano foram selecionados os municípios alvos do estudo. Os dados da prestadora CESAN foram baixados e editados em planilhas eletrônicas para obtenção dos resultados.

É importante ressaltar que o SISÁGUA também recebe dados dos sistemas Coletivos de Abastecimento (SAC) e que as vigilâncias ambientais ou sanitárias realizam monitoramento dos mesmos assim como nos Sistema de abastecimento de água. Já os Sistemas Individuais de Abastecimento De Água (SAI) são monitorados pelas vigilâncias através de coletas realizadas pelo programa VIGIÁGUA. O presente estudo não avaliará dados quantitativos dos SAC e SAI.

5 RESULTADO E DISCURSÃO

5.1 Cloro residual livre (CRL)

Observa-se nas Figuras 2A, 2C e 2E, que, em todos os anos amostrados, que os três municípios, apresentaram amostras fora do padrão exigido pela Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021), com taxas de não conformidades variando 2,09% a 2,67% para Afonso Cláudio, 0,95 a 58,97% para Brejetuba e 1,98 a 67,70% para Ibatiba respectivamente.

Segundo a Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021), no sistema de distribuição, a concentração mínima de cloro residual livre (CRL) estabelecida para o padrão de potabilidade é de 0,20 mg/L e o residual mínimo presente na água em toda rede de distribuição não pode ser superior a 2,00 mg/L.

Esta portaria preconiza ainda que pontos localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição como pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento e reservatórios, podem apresentar problemas com CRL baixo (BRASIL, 2021).

Quando se observa os resultados das análises dos anos de 2021 nos municípios de Brejetuba e Ibatiba, nota-se nas Figuras 2C e 2E, uma elevada porcentagem de amostras em desconformidades. É importante ressaltar que valores acima podem causar rejeição da população devido à manifestação de sabor e odor na água e, conseqüentemente, a busca por fontes alternativas não seguras (BRASIL, 2016), já valores abaixo, podem indicar falhas no processo de desinfecção e necessidade de pontos secundários de cloração devido à extensão da rede de distribuição.

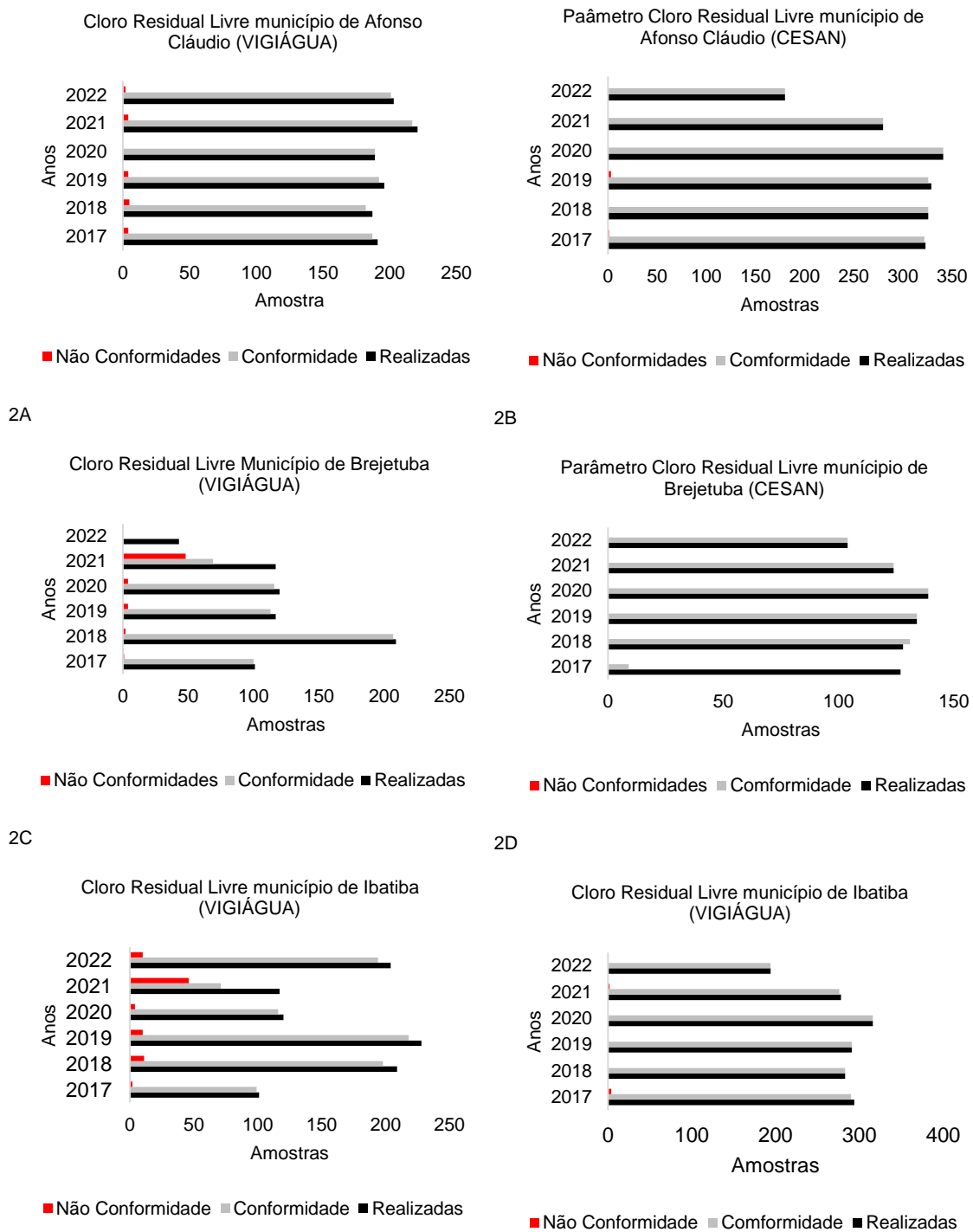
Segundo Costa et al., (2015), estudos apontam motivos que permitem entrada de substâncias no sistema, como reparos e conexões em tubulações, tubulações antigas em ferro fundido, limpeza e manutenção do sistema e a qualidade da água bruta. Além do CRL pela reação com substâncias, outros fatores também o reduzem como o tempo de detenção em reservatórios, quantidade de pontos de ramificação de redes e a velocidade de escoamento.

Ao observa pelo ponto de vista do monitoramento da prestadora CESAN, nas Figuras 2B e 2D é possível observar que todas as amostras não apresentaram irregularidades, já na Figura 2F, observa-se que no município de Ibatiba em 2017 1,36% e em 2021 0,71%, apresentaram inconformidades.

Nas Figuras 2A ,2C, 2E e nas Figuras 2B, 3D, 2F observa se que os números de amostras fora do padrão do programa VIGIÁGUA são maiores que os da prestadora CESAN. Deve-se ressaltar que o monitoramento realizado pelo programa VIGIÁGUA, os dias de coleta não são de conhecimento das prestadoras de água dos municípios, o que sugere que as prestadoras nos dias de monitoramento do plano de amostragem dos mesmos, podem manter um controle mais eficaz do CRL em sua rede de distribuição.

Quando se compara o monitoramento dos respectivos municípios estudados, observa-se que todos apresentam não conformidades para VIGIÁGUA, já no monitoramento realizado pela CESAN apenas no município de Ibatiba apresentou resultados fora do padrão exigido pela portaria N° 888/2021 (BRASIL, 2021).

Figura 2 – Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (2A e 5B) Brejetuba (2C e 2D) e Ibatiba (2E e 2F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro Cloro Residual Livre do programa VIGIÁGUA e da Prestadora CESAN.



Fonte: A Autora, 2023.

5.2 Turbidez

Na Figura 3A, observa-se que apenas em 2019, 4,04 %, das amostras apresentaram resultados fora do padrão estabelecido pela Portaria Nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

Na Figura 3C constata-se que a turbidez em 2018 apresentou 5,00% das amostras anuais e em 2022 de 8,92% das amostras analisadas pelo programa VIGIÁGUA apresentaram resultados insatisfatório, a alteração da turbidez, em função de níveis acima de 5 uT atuam como abrigo para organismos patogênicos, protegendo-os da ação do agente desinfetante (BRASIL, 2016), o que pode trazer outras inconformidades na rede de distribuição para outros parâmetros associados. Sendo assim, o padrão de turbidez é um componente do padrão microbiológico de potabilidade da água, pois valores altos de turbidez, ao mesmo tempo, indicam ineficiência da filtração na remoção de microrganismos e diminui a garantia de eficiência da desinfecção na rede de distribuição (SOUZA, 2010).

A turbidez, por si só, não caracteriza poluição na água (SOUZA, 2010), porém na água tratada, a turbidez assume a função de indicador sanitário e não meramente estético, sendo também um indicador de controle da eficiência da desinfecção, no entendimento de que partículas em suspensão podem proteger os microrganismos da ação (COSTA et al., 2015).

Na Figura 3E é possível perceber que os resultados variam entre 2,45% a 2,96% das amostras com resultados insatisfatórios. De acordo com a Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021), o limite estabelecido é de 5,0 uT em qualquer ponto da rede de distribuição, mas no máximo em 5% das amostras coletadas no ano podem apresentar irregularidades (BRASIL, 2016).

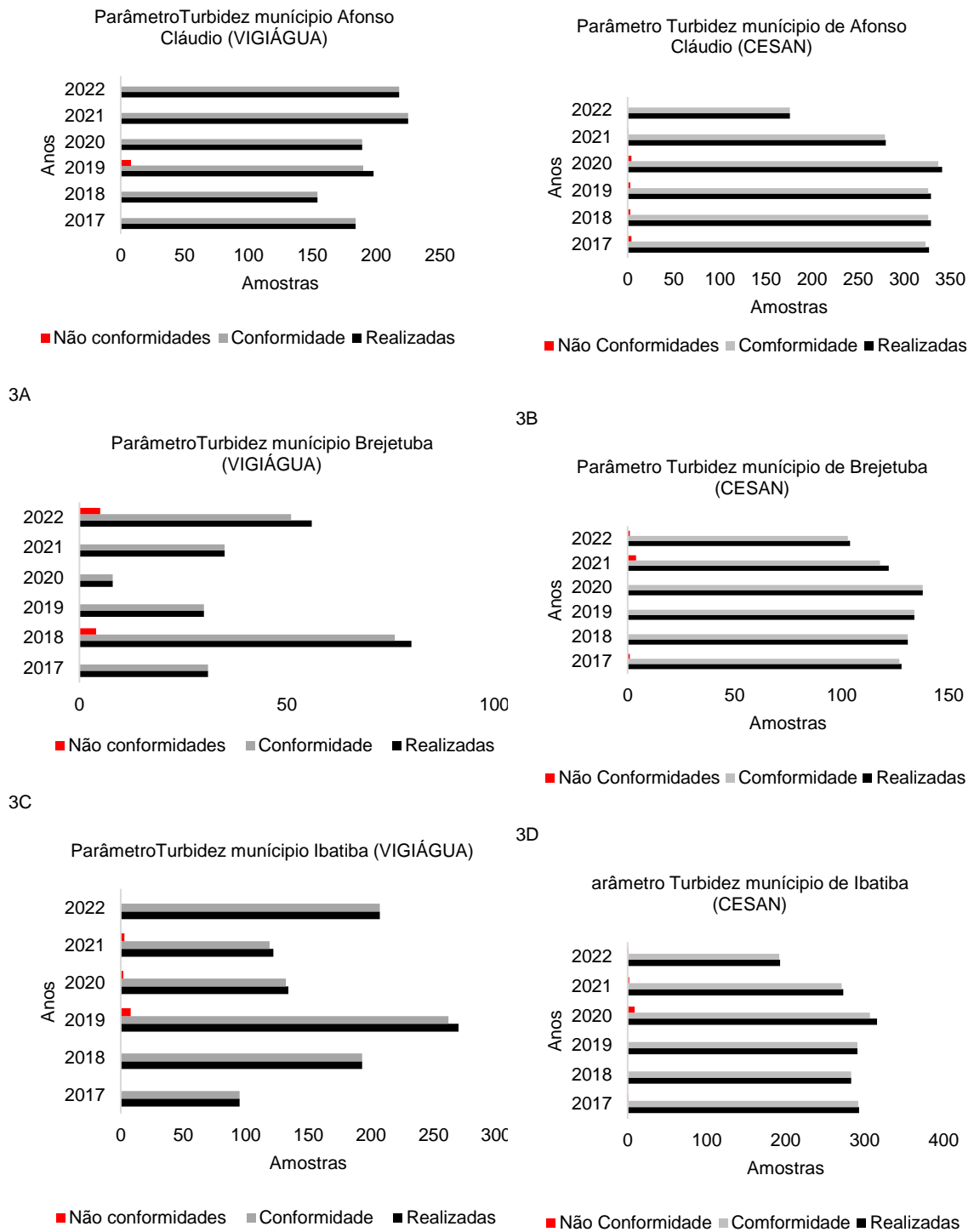
Quando se analisa o monitoramento realizado pela CESAN, observa-se na Figura 3B, que apenas houve uma variação de 0,96% a 2,28% das amostras apresentaram uma porcentagem fora do padrão de 5 uT, considerando que o limite estabelecido pela portaria é de 5% das amostras analisadas, as mesmas são aceitáveis. Assim como também pode se verificar na Figura 3C, que existe

uma variação de 2,46% a 2,96% e na Figura 5F as amostras apresentaram a mesmas características dos demais municípios, sendo uma variação de 0,34% a 3,29 %.

Ao analisar no contexto de comparação entre as coletas realizadas, pelo programa VIGIÁGUA, e pela prestadora CESAN, constata-se que anualmente os planos de amostragem do VIGIAGUA apresentou resultados fora do padrão no ano 2022 e o da prestadora CESAN está dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria N° 888/2021 (BRASIL, 2021).

Em relação aos municípios estudados entendeu-se que todos os municípios na série estudada apresentaram resultados fora do padrão em pelo menos um ano. Nesse sentido é importante ressaltar que a turbidez elevada pode dificultar o processo de desinfecção, pois as partículas relacionadas com esse indicador podem proteger os microrganismos da ação do desinfetante.

Figura 3 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (3A) e (3B) Brejetuba (3C) e (3D) e Ibatiba (3E) e (3F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro turbidez do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.



3E
3F
Fonte: A Autora, 2023.

5.3 Coliformes totais / *Escherichia coli*

Nas análises para coliformes totais para período de 2017 a 2022, é possível observar na Figura 4A que nos anos de 2017 a 2020, houve a presença de coliformes totais nas amostras coletadas, na Figura 4C, observa-se que não houve amostras com presença de coliformes e na Figura 4E, verifica-se que 2017 e 2020 houve presença de coliformes em toda a série estudada, observa-se que nos anos de 2021 e 2022 não havia dados na base de dados do gov.br em todos os municípios estudados.

Para Amostras realizadas pela CESAN, na Figura 4B, observa-se, que apenas nos anos de 2020 e 2022, apresentaram presença de coliformes totais nas amostras coletadas para os referidos anos. A presença de coliformes totais nas amostras analisadas deve ser avaliada pela vigilância ambiental no contexto amostral por se tratar de um parâmetro indicador de integridade do sistema de distribuição (BRASIL, 2021).

A presença de coliformes totais não é uma indicação favorável de contaminação fecal, pois este grupo inclui diversos gêneros e espécies de bactérias, em condições normais, os coliformes não são, por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes microrganismos podem causar doenças (BETTEGA et al., 2006).

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais (MACÊDO, 2002). Os coliformes totais (CT) e termotolerantes são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006).

No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

Diante do exposto os setores públicos responsáveis pela gestão do VIGIÁGUA, se identificarem em seu monitoramento amostras com presença de *E. Coli*, devem solicitar esclarecimentos da prestadora responsável pelos sistemas de distribuição o mais rápido possível, mediante a ofício, e realizar uma nova coleta no local, depois das providências tomadas, se for necessário até mesmo solicitar que seja interrompido o abastecimento de água até solucionar o problema (BRASIL, 2021).

Ao observar as Figuras 4A, 4C, 4E e 4B, 4D, 4F entendeu-se que no município de Brejetuba não houve a presença de coliformes totais nas amostras analisadas, entretanto é possível entender na Figura 4C que não há monitoramento no referido município, porém para os dados da prestadora CESAN, o monitoramento é cumprido e observa-se a presença de coliformes totais nas amostras.

Quando se analisa os dados do programa VIGIÁGUA em comparação com dados da prestadora CESAN, praticamente todos os anos apresentaram presença de coliformes totais nas amostras realizadas.

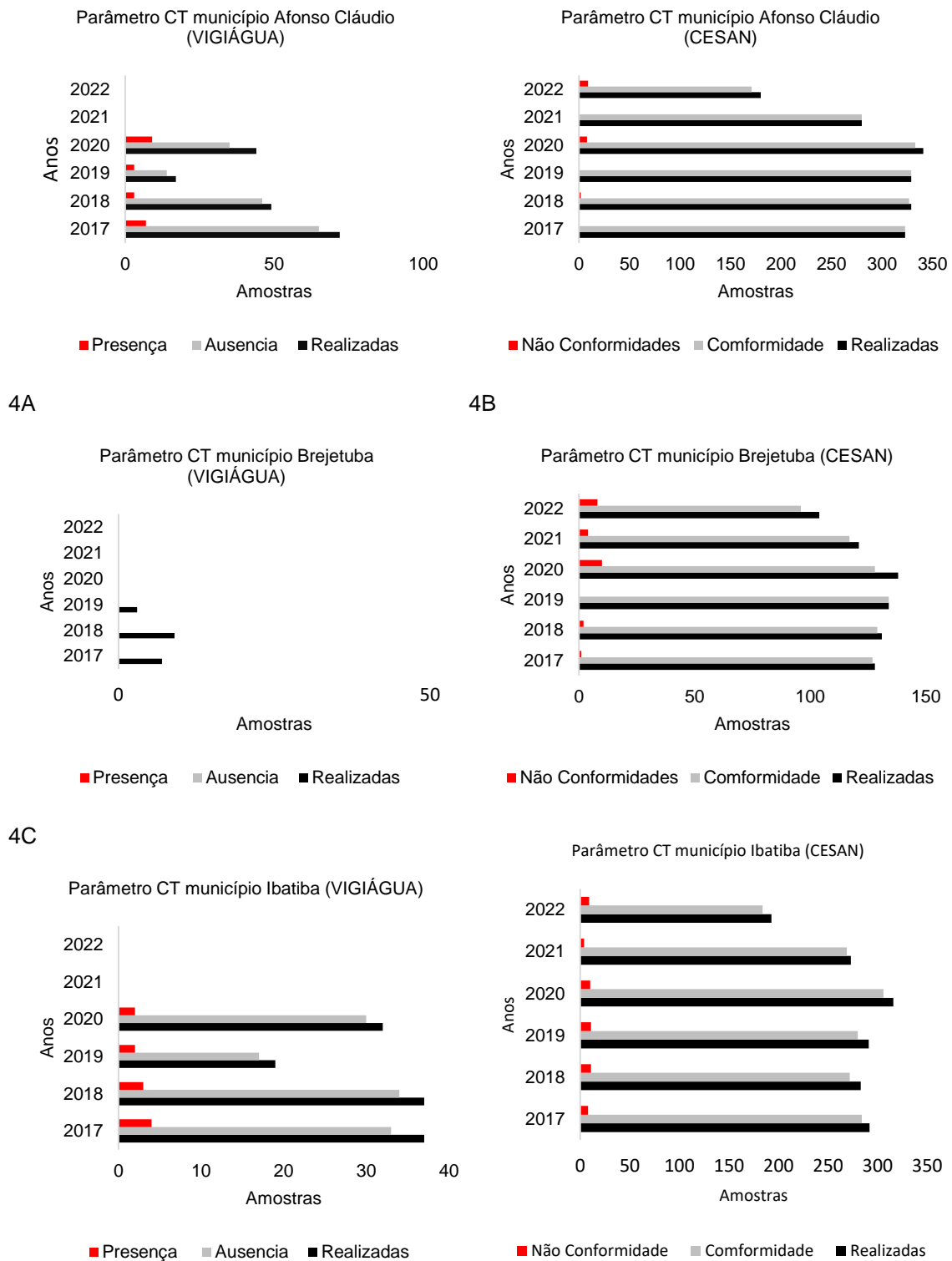
Já para *E. coli* é possível entender nas Figuras 5A, 5C, 5E e 5B, 5D, 5F, que apenas em 2022 nos dados disponibilizados pela prestadora CESAN há a presença da *E. coli*, nos municípios de Brejetuba e Ibatiba. O agente etiológico mais frequentemente isolado em casos de doenças de veiculação hídrica no homem e em diferentes espécies animal é a *E. Coli* (PIEPER e PLETSCH, 2014).

Segundo a prestadora CESAN (2023), quando algum resultado analítico encontra-se fora do padrão estabelecido pela Portaria Nº 888/2021 anexo XX (BRASIL, 2021), a prestadora toma as seguintes medidas, o laboratório de controle de qualidade comunica imediatamente o setor operacional da empresa, onde são efetuadas descargas de rede, isto é, por meio de registros existentes na rede de distribuição, deixa-se correr a água para efetuar a limpeza da canalização, verifica-se a ocorrência de alguma interferência próxima ao ponto onde foi coletada a amostra com resultado insatisfatório, novas amostras são

coletadas e analisadas para verificar se os procedimentos deram resultados, as medidas são tomadas até que a qualidade da água seja restaurada.

A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, sendo que a água para consumo humano deve ter ausência de *E. coli*, a água tratada na saída do tratamento deve ter ausência de Coliformes totais, no sistema de distribuição deve ter ausência de *E.coli* e em Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo, já para o caso de SAAs que abastecem a partir de 20.000 habitantes ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês (BRASIL, 2011).

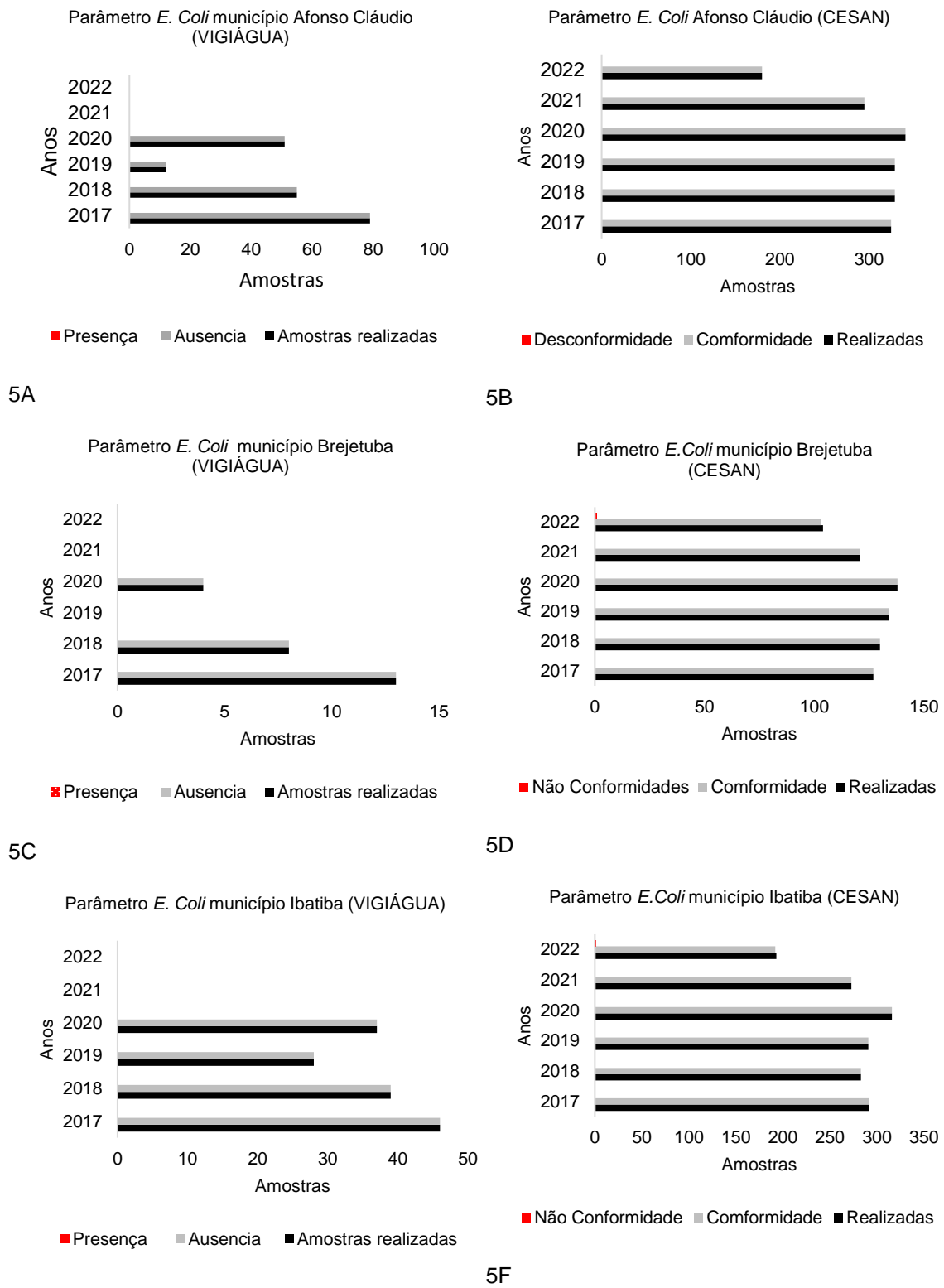
Figura 4 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (4A e 4B) Brejetuba (4C e 4E) Ibatiba (4C e 4F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro Coliformes Totais (CT) do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.



4E

4F

Figura 5 - Resultados das conformidades das amostras de água coletadas na rede de abastecimento público nos municípios de Afonso Cláudio (5A e 5B) Brejetuba (5C e 5D) e Ibatiba (5E e 5F), nos anos de 2017 a 2022, para o parâmetro *E. Coli* do programa VIGIÁGUA Prestadora CESAN.



Fonte: A Autora, 2023.

A partir da análise dos dados selecionados, constata-se que há algumas não conformidades nos parâmetros de qualidade e potabilidade da água distribuída nos municípios com a legislação vigente. A análise igualmente favoreceu o conhecimento acerca da importância do controle e da vigilância da água destinada ao consumo humano, porém, chamou atenção a lacuna de investigações que abordem essas ações. Ademais, constatou-se as dificuldades de execução e estruturação do VIGIÁGUA nos municípios, como referido por Guerra (2018) em estudo realizado no Rio de Janeiro e por Palmeira et. al (2019), que avaliaram os resultados do plano de amostragem do VIGIÁGUA de 38 cidades do Centro-Oeste de São Paulo.

Há no Brasil uma crescente preocupação com a qualidade da água de abastecimento, especialmente com o aspecto da vigilância, em vista dos riscos à população representados por contaminantes microbiológicos e químicos. Existe também uma preocupação com os aspectos estéticos relacionados ao consumo de águas especialmente aqueles relativos ao sabor dessas águas o que leva a um consumo crescente de águas envasadas, tanto as águas minerais como as águas dessalinizadas.

Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$ 1,00 (um real) investido no setor de saneamento básico, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na medicina curativa (BRASIL, 2006). Assim é importante que os poderes públicos e a sociedades em conjunto desenvolvam ações para que chegue a cada família, água de boa qualidade, controlando as doenças que afligem a humanidade.

6 CONCLUSÕES

Este estudo possibilitou aprofundar conhecimentos a respeito da qualidade da água fornecida coletivamente, na forma de abastecimento de água, mostrou que há dificuldades no controle dos parâmetros básicos, cloro residual livre, turbidez e Coliformes Totais e *E. coli*. Entretanto, ainda que os resultados indicam uma melhora da qualidade da água em alguns municípios, é importante ressaltar que valores elevados de turbidez devem ser sempre entendidos como ameaça, sobretudo quando referendados pela ocorrência de coliformes totais e *E. coli*.

A necessidade, explicitada na Portaria Nº 888/2021, de que os serviços de vigilância da qualidade da água para consumo realizem sistemática e permanente avaliação de risco de cada sistema de abastecimento de água é um importante desafio ao setor saúde.

Recomenda-se a continuidade de estudos nesse sentido, inclusive no aperfeiçoamento e validação da referida proposta, de forma a facilitar e desenvolver, em pleno potencial, as ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano no estado do Espírito Santo.

Ressalta-se ainda a importância das ações do VIGIÁGUA aliada às dificuldades operacionais e estruturais do desenvolvimento deste Programa pelos municípios. Avalia-se que ações Inter setoriais são necessárias e requerem união de esforços direcionados, desde a promoção do tratamento adequado das formas de abastecimento até a educação permanente em saúde, por meio de abordagens que visem a importância do consumo de água tratada para a manutenção da saúde e prevenção de danos muitas vezes irreparáveis.

Em síntese, encontraram-se poucos estudos sobre a vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, o que requer o desenvolvimento de mais pesquisas nessa área que abordem a atuação dos programas de vigilância nos diversos estados e municípios brasileiros. Quanto a monitoramento da prestadora CESAN, é possível concluir que existe poucos estudos relacionados aos dados gerados, e é de suma importância estudos que visem melhorias no monitoramento da água disponibilizada para consumo pelas prestadoras.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.G et al. **Padrão de potabilidade: Contexto histórico das portarias de potabilidade, dúvidas, indagações, considerações e preocupações da nova Portaria GM/MS nº 888/21.2021.** Disponível em:

“<<https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Artigo-2.pdf>>”. Acesso em 05 de abr. 2022.

ASHBOLT, N. J.; GRABOW, W. O. K.; SNOZZI, M. **Indicators of microbial water quality.** In: FEWTRELL, L.; BARTHAM, J. (Eds.). *Water quality - Guidelines, standards and health: assessment of risk and risk management for water-related infectious disease.* London: IWA Publishing, 2001. p. 289-316.

BASTOS, R.K.X. *et al.* Revisão da Portaria 36 GM/90. Premissas e princípios norteadores in: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 2001, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

BASTOS, R. K. X. *et al.* Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. Anais... Rio de Janeiro: ABES/AIDIS, 2000.

BELLE, B. L. L. *et al.* Análise da fluoretação da água de abastecimento público da zona urbana do município de Campo Grande (MS). **Ciência & Saúde Coletiva.** p. 1261, 2009.

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

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão n. 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais n. 1/92 a 85/2015 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. Brasília, DF: Senado Federal, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DECRETO Nº 79.367 DE 09 de março de 1977.** Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Diário Oficial da união. Brasília, DF. 1977.

BRASIL. Senado Federal. **LEI nº 8.080, de 20 de setembro de 1990.** Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, é dá outras providências. Diário Oficial da união. Brasília, DF. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990.** Dispõe sobre as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a serem observados em todo o território nacional. Diário Oficial da união: Seção 1, p. 1651, Brasília, DF, 23 jan. 1990. Disponível em: “<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036_19_01_1990.htm> “. Acesso em 10 de abr 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.469, de 29 dez. 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 39, 22 fev. 2001. Disponível em: “https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf”. Acesso em:14 mar. 2022. Acesso em: 11 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, p. 266-70, Brasília, DF, 16 mar. 2004a. Disponível em: “<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>”. Acesso em: 10 abr 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde; 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p.144, 14 dez. 2011. Disponível em: “https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html”. Acesso em: 11 mar. 2022.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005.** Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. 2005. Disponível em “ < [https:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/ ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm.pdf](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm.pdf)> ”. Acesso em: 12 DE set. 2023.

BRASIL. 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 190, p. 46, 3 out. 2017. Disponível em: "< <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-2-500-de-28-de-setembro-de-2017-19331907>>". Acesso em: 6 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 127, 07 mai. 2021. Disponível em: "<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>". Acesso em: 14 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 51 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Caderno de Diretrizes, Objetivos, Metas e Indicadores. 2016.

CESAN. **Relatório Anual De Qualidade Da Água Distribuída dos anos de 2017 a 2023**. Disponível em: "<<https://informacoes.cesan.com.br/servicos/minha-agua/qualidade-da-agua>>". Acesso em: 18 de ago. 2023

COSTA, A. B. et al. Desenvolvimento e aplicação de índices de qualidade da água. **Caderno de Pesquisa série Biologia**, v. 24, n. 1, 2012.

COSTA, B. S. J. M. *et al.* Monitoramento do desempenho da gestão da vigilância em saúde: instrumento e estratégias de uso. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 5, p. 1201, 2016.

COSTA, A.M.; SILVAS, Bruno P. C.; CASTRO, Ruan R. O. **Análise da concentração de cloro livre, cloro total, pH e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na**

cidade de Curitiba. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

FONTES, A. C. C. et al. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde Debate.** v. 43, n. especial 3, p. 20-34, 2019.

FREITAS M.B, Freitas C.M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciências e Saúde coletiva.** 2005; v 10 n. 4 p 993-1004.2005.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados do Censo 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 6 jun. 2022.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. **In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org).** Pesquisa Social. 23.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

GUERRA L.V, SILVA B.D.D. Vigilância da qualidade da água para consumo no estado do Rio de Janeiro. *Ambient Soc.* 2018;21:1-16.
<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0097r2vu18L3TD>.

OLIVEIRA JÚNIOR. A.O. *et al.* Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISÁGUA): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde,** v. 28, n. 1, 2019.

MACÊDO, J. A. B. de. Águas & águas. São Paulo: Varela, 2001. 263p

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável – Porto Alegre,* v. 3, nº4, out/dez2002.

NIEMINSKI, E. C et al. Using surrogates to improve plant performance. *Journal American Water Works Association,* [S.l.], v. 92, n. 3, p. 67-78, 2000.

PIEPER, M, PLESTSCH, M.U. **potabilidade da água para consumo humano: uma questão de saúde pública.** Salão do conhecimento, ciências, tecnologia e desenvolvimento social. XIX Jornada de Pesquisa. UNIJUI.2014.

PALMEIRA A.R.O.A, SILVA V.A.T.H, DIAS JÚNIOR F.L, Stancari RCA, Nascentes GAN, Anversa L. Physicochemical and microbiological quality of the public water supply in 38 cities from the midwest region of the State of São Paulo, Brazil. *Water Environm Res.* 20

QUEIROZ, A. C. L. *et al.* O uso da pesquisa-ação para a avaliação e o aprimoramento de práticas integradas para a vigilância da qualidade da água para consumo humano: potencialidades e desafios. **Engenharia Sanitária e Ambiental.** v. 17, n. 3, p. 277-286, 2012.

SCURACCHIO, P. A Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP. Dissertação de mestrado. Universidade federal paulista Júlio de Mesquita Filho. Araraquara, 2010.

SNIS. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. Disponível em: “<<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>>. Acesso em: 17 de jun. de 2022.

SOUZA, J. **Conformidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB) com o padrão de aceitação para consumo humano.** Campina Grande, UNCB, 2010. Dissertação de mestrado.

TARTLER, N. **Análise da vigilância da qualidade da água para consumo humano no município de Diamantina, Alto Jequitinhonha/MG: um estudo no distrito de Sopa.** UFVJM, 2014. 117p. Dissertação de mestrado.

TORTORA, G.J; FUNKE, B.R; CASE, C.L. Microbiologia. 12^a ed. São Paulo, 2017.

VASCONCELOS, C. H. *et al.* Surveillance of the drinking water quality in the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. Cadernos Saúde Coletiva. v. 24, n. 1, p. 14-20, 2016.

VIEIRA, P.; COELHO, S. T.; LOUREIRO, D. Accounting for the influence of initial chlorine concentration, TOC, iron and temperature when modeling chlorine decay in water supply. Journal of Water Supply, v. 53, n. 7, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking water quality. 4. ed. Geneva: WHO, 2011. 541 p.