



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CAMPUS SÃO BENTO**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**SARAH DE JESUS ROCHA RIBEIRO**

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O  
MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO,  
MARANHÃO.**

**SÃO BENTO - MA**

**2024**



SARAH DE JESUS ROCHA RIBEIRO

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O  
MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO,  
MARANHÃO.**

Artigo apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA como requisito parcial, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Oliveira Feitosa

SÃO BENTO - MA

2024



**Uema**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO MARANHÃO

### FICHA CATALOGRÁFICA

Ribeiro, Sarah de Jesus Rocha.

Análise dos serviços de saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de São Bento, Maranhão. / Sarah de Jesus Rocha Ribeiro. – São Bento (MA), 2024.

41p.

Artigo Científico (Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Campus São Bento, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Oliveira Feitosa.

1.Parâmetros da água. 2. Baixada maranhense. 3. Cloro livre. 4. Saúde Pública.I.Título.

CDU: 628(812.1)

**SARAH DE JESUS ROCHA RIBEIRO**

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM  
O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO,  
MARANHÃO.**

Artigo apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA como requisito parcial, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Oliveira Feitosa

Aprovado em : 6 / 3 / 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **YURI OLIVEIRA FEITOSA**  
Data: 22/03/2024 15:20:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Yuri Oliveira Feitosa**

Orientador - Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente  
 **KAYNI CASSEA MOREIRA SOARES LIMA**  
Data: 25/03/2024 08:26:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Kayni Cassea Moreira Soares Lima**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente  
 **CASI SANTOS DOS SANTOS**  
Data: 22/03/2024 17:51:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Msc. Casi Santos dos Santos**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela sabedoria, força, luz e paciência que recebi, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho e por estar sempre ao meu lado.

A minha mãe Maria Luiza Santos e toda minha família e amigos, que estiveram sempre comigo, e não economizaram esforços para me auxiliar.

Ao meu pai Alcides João Fonseca Ribeiro (in memoriam), que não está mais entre nós, mas sempre esteve ao meu lado e cuidou de mim até o último instante da sua vida. Suas memórias me inspiram e me fazem persistir.

Ao meu orientador, Professor Yuri Oliveira Feitosa, por sua valiosa orientação e dedicação em transmitir conhecimento. Sua sabedoria, paciência, auxílio e atenção foram essenciais para a concretização deste trabalho.

A Professora Daciléia Ferreira, pela sua extrema paciência, pelo conhecimento compartilhado e pelas valiosas contribuições fornecidas durante o processo de realização deste trabalho.

Aos meus colegas de turma e demais colegas que a instituição me proporcionou, agradeço por dividirem comigo tantos momentos de descobertas, descontração, aprendizados e por todo o companheirismo ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma maneira na conclusão desse estudo.



## SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MARANHÃO.....	2
RESUMO.....	2
ABSTRACT .....	3
1 INTRODUÇÃO.....	4
1.1 Saneamento básico.....	6
1.2 Ausência dos serviços de saneamento e os efeitos para o meio ambiente .....	7
1.3 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água.....	8
2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	11
2.1 Área de estudo .....	11
2.2 Parâmetros da água .....	12
2.3 Coleta e análise de dados .....	13
3 RESULTADOS .....	14
4 DISCUSSÕES .....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	27
AGRADECIMENTOS .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A garantia da saúde pública é uma questão intrínseca ao saneamento básico, essencial para o progresso de uma comunidade. O saneamento básico consiste em uma série de estratégias e atividades destinadas a assegurar um padrão de vida adequado para a população, prevenindo enfermidades por meio da manutenção de um ambiente higiênico apropriado. Nesta perspectiva, a conexão entre saneamento básico e saúde pública é direta e essencial (Oliveira, 2023). Não só previne doenças transmitidas pela água, mas também resguarda a natureza ao evitar a contaminação dos recursos hídricos. Ademais, é essencial para a sustentabilidade e o bem-estar. “Além de ser essencial para a saúde das pessoas, o saneamento é vital para a sustentabilidade dos nossos rios, que atualmente sofrem com o despejo diário de toneladas de dejetos em suas águas” (Oliveira, 2023, p.17).

Logo, o saneamento básico transcende as fronteiras da saúde pública e ambiental, sendo uma pauta de direitos humanos. Portanto, o saneamento básico não é apenas uma questão ambiental ou econômica, mas também social. Ele é um instrumento crucial para promover a dignidade e, conseqüentemente, os direitos humanos, pois estabelece condições mínimas e essenciais para a sobrevivência (Ferreira e Garcia, 2017).

Embora tenham ocorrido avanços, é inegável que muitas regiões, inclusive no Brasil, ainda carecem desses serviços fundamentais. Ao avaliar a situação presente do saneamento básico no Brasil, fica claro que estamos longe de atingir o padrão de serviço esperado, seja por falta de fundos financeiros ou pela inação das autoridades responsáveis (Costa e Pinheiro, 2018).

A busca pela universalização do saneamento no país requer iniciativas contínuas e abrangentes. Para garantir o acesso universal aos serviços de saneamento básico, é crucial superar a persistente concentração espacial e a carência em regiões menos urbanizadas e de menor renda, além de aumentar os investimentos, aprimorar a gestão dos serviços e fortalecer as instituições e a participação social (Rodrigues, Venson e Camara, 2019; Costa, 2023).

O intuito deste estudo é analisar a qualidade da água destinada ao consumo humano em São Bento, a partir das informações sobre os parâmetros da água registradas no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). O

objetivo é detectar eventuais problemas e sugerir medidas para assegurar que todos os moradores do município tenham acesso à água potável para consumo. A relevância desta pesquisa está na urgência de garantir a segurança da água, que é um recurso essencial para a vida e o bem-estar da população

Através da análise dos dados do SISAGUA, será possível verificar a presença de contaminantes e o cumprimento dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. Este estudo contribuirá para a compreensão da situação atual da qualidade da água em São Bento e fornecerá recomendações para melhorias futuras. Além de que pode servir de referência para outros municípios com desafios semelhantes. Através desta pesquisa, esperamos contribuir para a realização do direito humano à água potável e ao saneamento básico.

## **ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MARANHÃO**

Sarah De Jesus Rocha Ribeiro<sup>1</sup>  
Yuri Oliveira Feitosa<sup>2</sup>

### **RESUMO**

A ausência de saneamento básico pode acarretar uma série de problemas de saúde, como a disseminação de doenças transmitidas pela água e a proliferação de vetores, como o mosquito da dengue, além de prejudicar o meio ambiente. A água desempenha um papel vital na manutenção da vida, sendo de extrema importância garantir sua distribuição e qualidade. No Brasil, embora tenham ocorrido avanços nas últimas décadas, muitas regiões ainda enfrentam os desafios decorrentes da carência de saneamento básico. O objetivo deste estudo consistiu em contribuir para a identificação dos principais problemas relacionados ao saneamento básico na cidade de São Bento, no estado do Maranhão, com foco na qualidade da água. Para isso, foram analisados os dados disponíveis no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), referentes aos períodos de 2014 a 2019. Em seguida, foram investigadas as seguintes variáveis: presença de cloro residual livre, coliformes totais, presença de *Escherichia coli*, cor, pH e turbidez da água. Com base nas variáveis analisadas, foi constatada a presença de coliformes totais e *E.coli* em 25% das amostras coletadas entre os anos de 2014 a 2019 para o município, o que está em desacordo com os padrões de potabilidade da água para consumo. Um dado alarmante é o parâmetro físico-químico do cloro residual livre, que apresentou um resultado preocupante em comparação com os demais parâmetros, pois 50% das amostras tinham valores abaixo do recomendado. A qualidade e o monitoramento da água em São Bento não estão em conformidade com a legislação em vigor, exigindo a implementação de medidas corretivas. É crucial intensificar o monitoramento e a fiscalização da distribuição de água para garantir a segurança do abastecimento, pois a saúde e o bem-estar dos residentes da cidade dependem disso.

**Palavras-chave:** Parâmetros da água, Baixada maranhense, Cloro livre e Saúde Pública.

---

<sup>1</sup>Tecnóloga em Gestão Ambiental, Universidade Estadual do Maranhão, São Bento, [sarahribeyro470@gmail.com](mailto:sarahribeyro470@gmail.com).

<sup>2</sup>Doutor em Ciências Biológicas (Botânica), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, São Luís, [yfeitosa@gmail.com](mailto:yfeitosa@gmail.com).

## ABSTRACT

The lack of basic sanitation can lead to a series of health problems, such as the spread of waterborne diseases and the proliferation of vectors, such as the dengue mosquito, in addition to harming the environment. Water plays a vital role in maintaining life, and it is of utmost importance to ensure its distribution and quality. In Brazil, although there have been advances in recent decades, many regions still face challenges due to the lack of basic sanitation. The objective of this study was to contribute to the identification of the main problems related to basic sanitation in the city of São Bento, in the state of Maranhão. To achieve this, data available in the Water Quality Surveillance Information System for Human Consumption (Sisagua) for the periods from 2014 to 2019 were analyzed. Subsequently, the following variables were investigated: presence of free residual chlorine, total coliforms, presence of *Escherichia coli*, color, pH, and water turbidity. Based on the analyzed variables, the presence of total coliforms and *E. coli* was found in 25% of the samples collected between 2014 and 2019 for the municipality, which is not by water potability standards. An alarming fact is the physicochemical parameter of free residual chlorine, which showed a concerning result compared to the other parameters, as 50% of the samples had values below the recommended levels. The quality and monitoring of water in São Bento do not comply with current legislation, requiring the implementation of corrective measures. It is crucial to intensify the monitoring and inspection of water distribution to ensure the safety of the supply, as the health and well-being of the city's residents depend on it.

**Keywords:** Water Parameters, Baixada Maranhense, Free Chlorine e Public Health.

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece que o saneamento é responsável por controlar todos os elementos do meio físico que podem afetar de modo negativo a saúde física, mental e social (Albuquerque, 2017).

Neste conceito, fica clara a articulação do saneamento com o enfoque ambiental, ao situá-lo no campo do controle dos fatores do meio físico, e com a abordagem preventiva de saúde, assumindo que a própria OMS considera o bem-estar físico, mental e social como definição de saúde (Heller, 1998, p.75).

De outra maneira, é possível afirmar que o saneamento é composto por uma série de medidas sociais e econômicas com o objetivo de alcançar a salubridade ambiental. Este abrange um conjunto de ações e medidas que objetivam a conservação do meio ambiente, tanto quanto, a melhoria da qualidade de vida da população, sobretudo na prevenção de transmissão de doenças, através do abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, manejo de resíduos sólidos e sistema de drenagem urbana (Mendes; Godoy; Mello, 2019).

A falta de serviços de saneamento tem ocasionado condições de saúde precárias para uma parcela considerável da população do Brasil, que enfrenta a ocorrência de doenças, principalmente aquelas transmitidas por meio da água. A água, essencial para a saúde e o bem-estar humanos, tem um papel crucial, ingestão, na preparação alimentícia, limpeza doméstica, higiene pessoal, além da hidratação corporal. Entretanto, na água podem ser encontrados diversos compostos como sais dissolvidos, partículas em suspensão e microrganismos que, dependendo da sua concentração, podem impactar a saúde humana. Um fornecimento adequado de água resulta em melhoria na qualidade de vida e em outros benefícios como controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica (Pasini e Damke, 2020)

O Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) é parte integrante do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), que utiliza um registro para as formas de abastecimento de água e monitoramento da qualidade da água, conforme a norma de potabilidade, permitindo que as secretarias municipais e estaduais de saúde do Brasil possam verificar a qualidade da água por meio de vigilância. Além disso, o gerenciamento de riscos à saúde associados à

qualidade da água destinada ao consumo humano pode ser auxiliado como parte integrante das ações de prevenção de agravos e de promoção da saúde previstas no Sistema Único de Saúde (SUS). A vigilância da qualidade da água no Brasil encontra-se fundamentada nos princípios e diretrizes do SUS, entre os quais evidencia-se os doutrinários, que são os da integralidade, igualdade e equidade; os organizacionais, que versam sobre descentralização, regionalização, hierarquização; e os executivos, que determinam o uso da epidemiologia, integração de ações de saúde, meio ambiente e saneamento, organização dos serviços de modo a evitar duplicidade de meios para fins idênticos, divulgação de informações e participação da comunidade (Fortes; Barrocas; Kligerman, 2019).

Para garantir a saúde e o bem-estar da população, é de suma importância implementar um rigoroso controle de qualidade da água. Isso se deve ao fato de que, em áreas onde esse controle é insuficiente, as doenças transmitidas pela água tendem a ser muito comuns. “As informações geradas pelo Sisagua 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” (Júnior *et al.*, 2019, p.2).

O objetivo deste estudo foi contribuir para a identificação dos principais desafios relacionados ao saneamento básico no que diz respeito à saúde pública e ao meio ambiente na cidade de São Bento, com especial foco no abastecimento de água. Os dados foram analisados com base nas informações disponíveis no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) referentes ao saneamento básico na região, especialmente na avaliação da qualidade da água consumida pela população, buscando promover uma reflexão e análise sobre a interação entre o saneamento e as condições de vida dos moradores, destacando a relevância desses serviços para a saúde pública, identificar áreas de melhoria e recomendar estratégias eficazes para assegurar que todos os habitantes de São Bento tenham acesso a água potável e serviços de saneamento condizentes, além de servir de base para a formulação de políticas públicas voltadas à promoção da saúde na região.

### **1.1 Saneamento básico:** consequências da sua ausência para a promoção da saúde pública.

A sociedade pode ser afetada por diversos organismos presentes na natureza que causam doenças. Doenças endêmicas, como diarreia, cólera e desnutrição, prejudicam o

desenvolvimento físico e intelectual de crianças e adolescentes, os quais são os mais afetados.

Muitas dessas doenças estão relacionadas à precariedade ou falta de serviços de saneamento básico, a falta dessas condições adequadas de saneamento básico, as quais incluem abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, no que se refere à água e ao esgotamento sanitário é uma das principais causas da mortalidade na infância (Leivas *et al.*, 2015; Mendonça e Motta 2005; Valdevino *et al.*, 2010).

O processo de desenvolvimento urbano tem levado a um aumento nas interações entre agentes infecciosos e a população, colocando em risco a saúde e bem-estar das pessoas. “Estas doenças podem estar associadas ao abastecimento de água deficiente, esgotamento sanitário inadequado, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de moradia” (Lobato e Jardim, 2014, p. 29).

Além disso, a questão de destinação do lixo, com armazenamento inapropriado em terrenos baldios ou em espaços públicos, atrai agentes infecciosos, que poluem o ar, solo e as águas superficiais e subterrâneas. O descarte impróprio de resíduos sólidos em áreas urbanas, como lixo doméstico, detritos de construção, produtos químicos e outros materiais não desejados, é uma questão significativa que as cidades ao redor do mundo estão enfrentando, quando descartados de maneira inadequada em locais urbanos, como ruas, calçadas, praças, rios e terrenos baldios, pode levar à contaminação dos solos e das águas subterrâneas (Lima, 2023).

O saneamento básico é uma prática de prevenção e inibição à proliferação de doenças. A população que não possui acesso às necessidades básicas, evidencia um conjunto de desigualdades sociais, econômicas e ambientais. Dentro desse contexto, temos:

A inexistência ou ineficácia de serviços de saneamento favorece ao agravamento da saúde e da qualidade de vida da população. Assim, a insuficiência de investimento neste setor interfere de forma negativa no sistema econômico, com gastos elevados para combater as enfermidades propagadas devido às condições sanitárias inadequadas (Santos *et al.*, 2018, p. 242).

A população mais carente é especialmente afetada pelas doenças decorrentes da falta de saneamento básico. “Essas doenças prevalecem sob condições de pobreza, como também contribuem para a manutenção do quadro de desigualdade, já que representam forte entrave ao desenvolvimento dos países” (Saucha *et al.*, 2015, p. 498). Com isso, propicia o surgimento das

desigualdades sociais, além de desafiar os direitos fundamentais sociais e a dignidade da pessoa humana.

O saneamento básico atua como um campo de atuação adequado ao combate da pobreza e da degradação do ambiente, de modo que a efetividade dos serviços de abastecimento de água e de esgoto sanitário integra o rol dos direitos fundamentais sociais, como o direito à saúde, o direito ao ambiente, incluindo o direito à água, essencial a dignidade humana (Sarlet e Fensterseifer, 2011, p. 117).

É fundamental reconhecer a importância do saneamento no combate à pobreza e à degradação ambiental, sendo um direito fundamental que inclui serviços de tratamento e fornecimento de água e esgoto. “Os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as consequências da pobreza e proteger o meio ambiente” (Teixeira e Guilhermino, 2006, p. 277)

## **1.2 Ausência dos serviços de saneamento e os efeitos para o meio ambiente.**

A degradação do meio ambiente é um dos efeitos mais evidentes da ausência de saneamento básico. A poluição nas áreas urbanas continua crescendo rapidamente e a falta de um local adequado para os resíduos ainda traz muitos danos tanto para as cidades quanto para o meio ambiente. A carência de uma rede adequada de saneamento, então, se configura como um dos maiores e mais persistentes problemas socioambientais do Brasil, com consequências em várias esferas, como saúde pública e meio ambiente (Leite; Neto; Bezerra, 2022).

Um sistema eficaz de saneamento básico consiste em uma variedade de serviços e estruturas que asseguram o fornecimento, tratamento e distribuição de água limpa, a coleta e tratamento de esgotos, a coleta e disposição adequada de resíduos sólidos, bem como a limpeza e drenagem de ruas. Este sistema é crucial para melhorar a qualidade de vida das pessoas e desempenha um papel vital na proteção do meio ambiente, prevenindo a poluição e o desperdício de recursos naturais como água, solo e ar. Buscando preservar o meio ambiente de impactos gerados pelos efluentes de esgoto ou de água contaminada, verifica-se também melhores na qualidade de vida da população, passando a desfrutar de uma água de melhor qualidade, originada de fontes límpidas e ar atmosférico menos poluído, resultando assim em melhorias na saúde pública e na longevidade da população (Ferreira e Garcia, 2017).

O despejo de esgotos não tratados pode causar danos significativos à fauna e à flora, podendo levar a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e reservas de água, resultando em danos ambientais significativos, como perda da biodiversidade devido a contaminação dos ecossistemas naturais, o que afeta de forma negativa tanto a fauna quanto a flora, além da morte de animais que afeta diretamente a fauna local e a poluição do solo e da água que pode reduzir a produtividade das plantas. Esses fatores ambientais inadequados, acabam diminuindo as características da saúde pública e a qualidade de vida da população, na mesma medida em que aumentam os riscos de impactos ambientais (Pereira *et al.*, 2020).

Observa-se que as condições de saneamento básico inadequadas, a negligência das autoridades e a falta de conhecimento da população são fatores que contribuem para a continuidade e agravamento dessa situação. Ademais, a falta de estrutura de saneamento básico pode acentuar a disseminação de algumas doenças e provocar desconfortos. A ausência de planejamento, gestão eficiente e interesse político em relação a essa situação pode resultar em inúmeros problemas para a população e, sobretudo, para o meio ambiente.

### **1.3 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água.**

A importância da qualidade da água é um assunto de extrema relevância em escala mundial, considerando seu impacto direto na saúde das pessoas e na preservação dos ecossistemas. A avaliação da qualidade da água envolve a análise de diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, que fornecem informações valiosas sobre as condições e características da água, como por exemplo:

Cloro residual livre é um parâmetro que mede a quantidade de cloro disponível na água após o processo de cloração. É importante para garantir a qualidade da água potável, pois ajuda a prevenir a proliferação de bactérias e outros microrganismos prejudiciais à saúde humana. A fim de diminuir os perigos microbiológicos presentes na água que é distribuída, a etapa primordial é o processo de desinfecção, o qual é responsável por inativar microrganismos patogênicos através da adição de um agente desinfetante, usualmente o cloro. A cloração marca o fim do tratamento da água, tornando-a adequada para consumo, sendo necessário manter uma concentração mínima de cloro na rede de distribuição, algo que pode ser monitorado através da concentração de cloro residual livre (CRL) na água (Libânio, 2010; Azevedo, 2019).

Com o objetivo de garantir a segurança microbiológica da água até o seu consumo, o padrão de potabilidade determina que é necessário a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre, além disto, o uso excessivo de cloro também pode causar danos à saúde, sendo definido o limite máximo permitido de 5,0 mg/L (Brasil, 2021).

Os coliformes totais são um grupo de microrganismos que sobrevivem por longos períodos no ambiente, indicando a presença de contaminação, mas não diretamente relacionada à possível presença de patógenos derivados de fezes. Os coliformes totais não são apropriados como indicadores de contaminação fecal, porém a presença deles na água pode ser utilizada para evidenciar a eficácia do tratamento, bem como constatar a higiene e a integridade dos sistemas de distribuição (Silva *et al.*, 2019).

Sua aplicação limita-se à avaliação da qualidade da água tratada, podendo então indicar falha no tratamento, uma possível contaminação depois do tratamento e até a existência elevada de nutrientes em redes de distribuição de água ou reservatórios. A presença desse conjunto microbiano nas águas fornece argumentos para debater possíveis problemas no sistema de tratamento ou distribuição de água, já que tais microrganismos podem ser encontrados em variados meios naturais, contudo não na água potável (Oliveira *et al.*, 2012).

O grupo dos coliformes é frequentemente utilizado como indicador de falta ou precariedade de saneamento, eles não causam doenças; sua presença na água indica apenas que o consumo do líquido pode causar patologias de outros grupos de microrganismos (Vieira e Oliveira, 2001; Silva *et al.*, 2014). Entre as bactérias do grupo dos coliformes, *E. coli* é considerada uma indicadora de contaminação fecal recente, pertence à família Enterobacteriaceae, e é um habitante normal do trato intestinal humano e de outros animais homeotérmicos (Silva, N. *et al.*, 2017; APHA, 2012). Seguindo a portaria vigente, a água apropriada para o consumo humano deve estar livre de *E. Coli* e de bactérias do grupo dos coliformes totais em 100 ml de amostragem (Brasil, 2021).

A cor aparente geralmente está relacionada à presença de matéria orgânica e outros compostos dissolvidos na água, embora seja apenas um indicador auxiliar, um desvio nesse parâmetro pode indicar um problema, além de afetar a aparência estética da água. A água adquire sua coloração principalmente devido à presença de matéria orgânica, como substâncias húmicas e taninos, além de metais como ferro e manganês, e de resíduos industriais altamente coloridos. Nos sistemas de fornecimento de água públicos, a cor da água é considerada

indesejável do ponto de vista estético, sendo assim, de extrema importância medir e controlar a cor da água, uma vez que uma alta coloração pode levar os consumidores a rejeitá-la e buscar fontes alternativas de abastecimento, que muitas vezes podem ser inseguras (Von Sperling, 2014; Brasil, 2013).

A cor da água pode sofrer alterações quando há a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, as quais podem variar de cor e quantidade dependendo da sua natureza (Silva, A. *et al.*, 2017). Ainda que seja considerado um critério estético, é importante ter cuidado especialmente com a cloração, pois na presença de substâncias húmicas, há risco de gerar subprodutos clorados. “Tais substâncias podem inviabilizar sua utilização para o consumo humano” (Gomes *et al.*, 2012, p. 42). A água destinada ao consumo humano necessita estar de acordo com os padrões organolépticos, a quantidade máxima permitida para a cor aparente na água disponibilizada para consumo é de 15 uH (Unidade Hazen) para cor (Brasil, 2021).

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021), os parâmetros definidos para o pH são de 6 como mínimo e 9,0 como máximo. É importante ressaltar que quando apresentam pH extremamente baixo ou elevado, as águas distribuídas à população podem ocasionar irritação cutânea ou ocular nesses indivíduos que tiveram contato, a alta acidez não apenas implica em um potencial corrosivo, mas também é prejudicial para as tubulações e equipamentos que compõem o sistema de fornecimento público de água.

Valores baixos e elevados de pH podem causar problemas, como irritação nos olhos, na pele e nas membranas/mucosas, além de afetar negativamente o processo de desinfecção da água, um pH baixo pode ser corrosivo e prejudicial para as tubulações e componentes do sistema de abastecimento de água, enquanto um pH alto pode resultar em incrustações nessas estruturas. Além de que, concentrações elevadas podem conferir um sabor amargo à água (Coelho *et al.*, 2017; Nunes *et al.*, 2010). Quando o pH estiver abaixo ou acima dos valores permitidos, isso favorece o aumento da alcalinidade, o que pode levar à formação de incrustações nas redes de abastecimento de água, sendo capaz também de indicar um potencial corrosivo e agressivo, comprometendo a qualidade e a segurança da água para consumo (Crispim *et al.*, 2017; Von Sperling, 2014).

A turbidez nas amostras de água é o acúmulo de partículas suspensas, que interferem na passagem da luz e estão também relacionadas à cor, quanto maior a turvação, maior a coloração, indicando que a presença de partículas coloidais em suspensão causa turbidez, resultando no

aumento da cor. A água pode adquirir uma aparência turva e esteticamente indesejável devido à presença de diversas partículas em suspensão, tais como argila, silte, substâncias orgânicas finamente dispersas e organismos microscópicos, alterando a forma como a luz penetra na água, causando dispersão e absorção, a distinção entre a verdadeira cor e a cor aparente, que surge devido à turbidez, depende do tamanho das partículas. Em geral, podemos dizer que partículas com um diâmetro maior causam turbidez, enquanto as partículas menores são classificadas como coloides e substâncias dissolvidas, e causam a cor (Kowata; Ribeiro; Telles, 2000; Rios *et al.*, 2022).

Esse fenômeno está associado à contaminação por esgoto doméstico e outros tipos de resíduos. (Fernandes, 2012; Molina, 2006). No Brasil, a quantidade máxima de turbidez permitida é de 5,0uT (Brasil, 2021).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

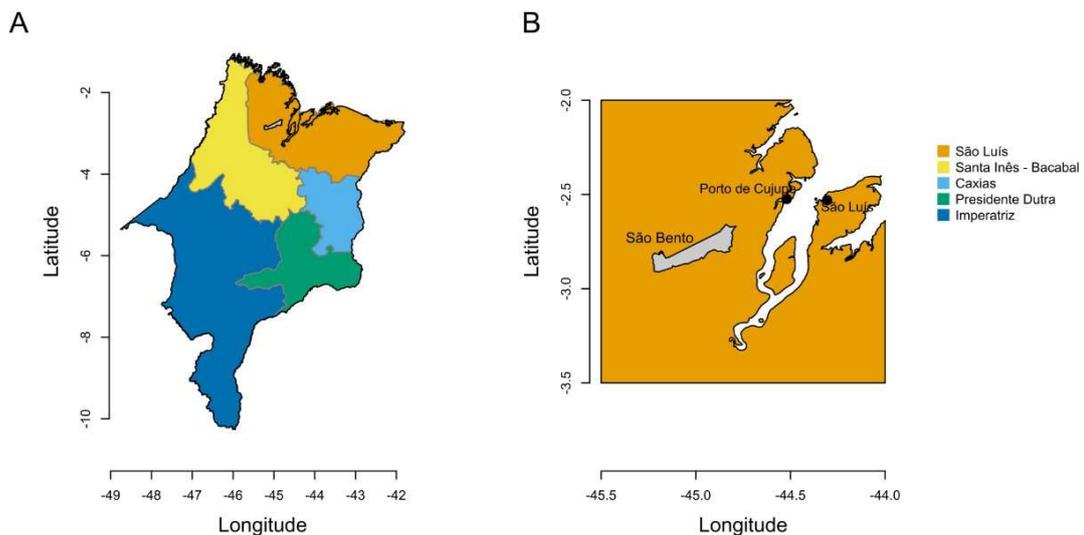
### **2.1 Área de Estudo**

O presente trabalho foi desenvolvido no município de São Bento (Figura 1), que possui as seguintes coordenadas geográficas: -02°41'24" de Latitude Sul e -44°49'12" de Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2023). Abrangendo uma área de 456 km<sup>2</sup>, sendo a área urbanizada com 7,17 km<sup>2</sup>, com uma população de aproximadamente 46.395 habitantes e densidade demográfica de 101,52 habitantes por km<sup>2</sup>, desse total, 41% da população reside na área rural e 58% na área urbana, possui um esgotamento sanitário adequado de 11,3% (IBGE, 2023). O rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário-mínimo é observado em 57,9% da população. O percurso de São Bento até a capital estado, São Luís, abrange uma distância total de 298 km.

O município está geograficamente inserido na Mesorregião Norte Maranhense, dentro da Microrregião Baixada Maranhense, com vegetação típica do bioma Amazônia. A altitude da sede do município é de 22 metros acima do nível do mar, com a temperatura média de 27.8°C, o mês de março possui a menor temperatura com 26.7°C e os meses de setembro, outubro e novembro possuem a maior temperatura, com 28.9°C (Alvares *et al.*, 2013). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical úmido (Am'), sendo o mês de março o mais

chuvoso, com precipitação média mensal a 354 mm e o mês menos chuvoso outubro com precipitação média mensal 16 mm (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação pluviométrica média anual do município é de 2095 mm (Alvares *et al.*, 2013).

**Figura 1:** A) Mapa do Maranhão com as mesorregiões; B) Localização da cidade de São Bento.



Fonte: Feitosa, 2023.

## 2.2 Parâmetros da água.

Os parâmetros qualidade da água para consumo humano são definidos na portaria do Ministério da Saúde nº 888, de 4 de maio de 2021. Em nosso estudo foram investigados os parâmetros cloro residual livre, coliformes totais, presença de *Escherichia coli*, cor, pH e turbidez da água. Esses parâmetros foram escolhidos porque estavam disponíveis no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) para a cidade de São Bento.

Na tabela 1 é possível ver a síntese dos parâmetros utilizados no presente estudo e os valores máximos e mínimos dos parâmetros qualidade da água para consumo humano definidos pelo Ministério da Saúde.

**Tabela 1:** Parâmetros qualidade da água para consumo humano avaliados com suas unidades de medidas e valores de referência.

Parâmetro	Unidade	Valores permitidos
Cloro residual livre	mg/L	Entre 0,2 a 5,0
Coliformes totais	-	Ausência em 100mL
Cor aparente	uH	≤ 15,0
<i>Escherichia coli</i>	-	Ausência em 100mL
pH	-	Entre 6,0 a 9,0
Turbidez	uT	≤ 5,0

Fonte: Brasil, 2021.

### 2.3 Coleta e Análise de Dados

Inicialmente, foram coletados dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) através do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Esses dados incluíam séries históricas de indicadores dos volumes de água e esgoto produzidos e tratados, receitas e investimentos em saneamento básico e a tarifa média praticada. Os dados coletados foram aos respectivos nos de 2014 a 2019. Com base nos dados coletados, foi realizada uma análise do abastecimento de água no município de São Bento, com um foco especial na avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano. Isso envolveu a verificação de alguns parâmetros para garantir que a água fornecida à população atendessem aos padrões de saúde pública.

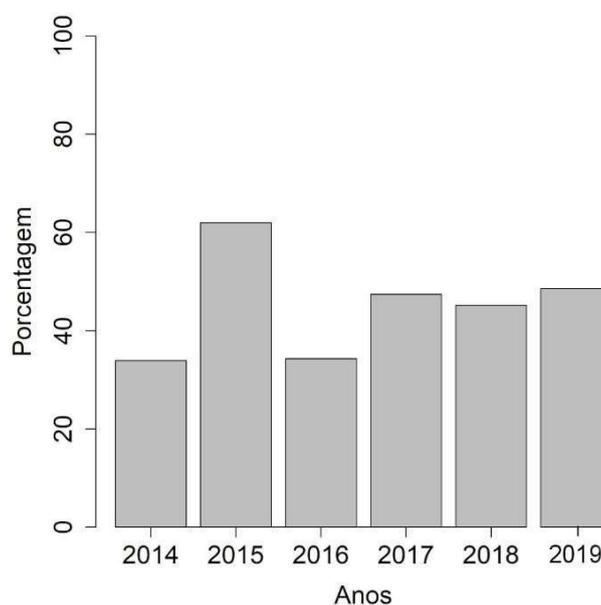
Então, os parâmetros de qualidade da água para consumo humano foram analisados. A análise incluiu uma avaliação da qualidade da água fornecida à população, levando em consideração aspectos como pureza, presença de contaminantes e cumprimento das normas de saúde pública. Em seguida, foi realizada uma análise detalhada para compreender a importância do saneamento básico para um meio ambiente saudável e uma melhor qualidade de vida e saúde para a população, além de identificar os principais problemas. Isso envolveu a análise dos dados coletados.

Com base nos problemas identificados e na compreensão da importância do saneamento básico, foram propostas estratégias para melhorar o acesso à água limpa e aos serviços de saneamento em São Bento. Essas estratégias foram desenvolvidas considerando os dados do SISAGUA e as necessidades identificadas.

### 3 RESULTADOS

O primeiro parâmetro analisado foi o cloro residual livre, o qual foram avaliadas 851 amostras, referentes aos anos de 2014 a 2019. Dessas amostras, 390 apresentaram valores abaixo de 0,2 mg/L, o que representa 45,82% abaixo do limite de referência.

**Figura 2:** Porcentagem de cloro residual livre em amostras do município de São Bento no período de 2014 a 2019.



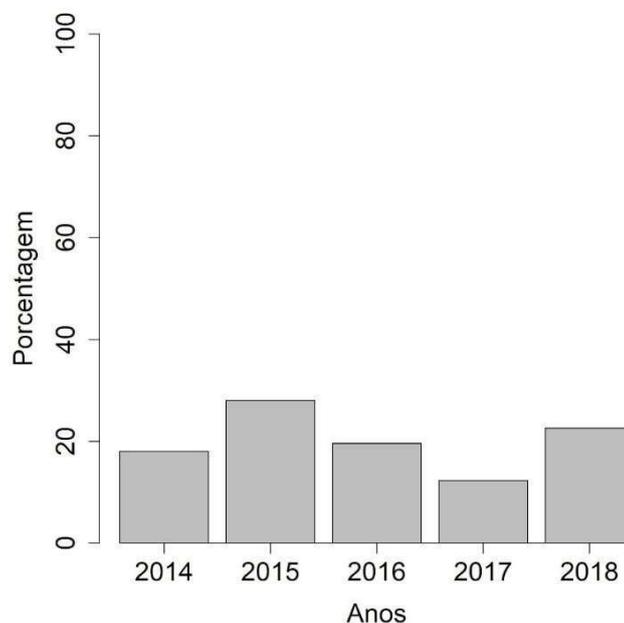
Fonte: Feitosa, 2024.

Também foram verificados esses dados por ano (Figura 2), no ano de 2014 com 109 amostras avaliadas, 33,94% dessas apontaram valores inferiores ao permitido. Em 2015, 61,98% das amostras das 171 amostras analisadas apresentaram valores abaixo dos valores de referência. No ano de 2016, das 169 amostras analisadas, 34,32% apresentaram valores inferiores ao permitido. No ano de 2017, em 47,40% das 173 amostras, os valores de cloro livre foram inferiores. Em 2018, foram analisadas 124 amostras, das quais 45,16% tiveram valores inferiores ao padrão. No ano de 2019, o percentual foi de 48,57% amostras com valores abaixo do limite de referência das 105 amostras analisadas no total.

Para o parâmetro de coliformes totais, durante o período de 2014 a 2018, foram analisadas 454 amostras no total, 92 dessas amostras apresentaram positividade para coliformes totais, o que corresponde a 20,26%.

Essas amostras verificadas anualmente podem ser vistos na Figura 3. Para o período de 2014, de um total de 112 amostras avaliadas, 19,64% mostraram presença de coliformes totais. No ano seguinte, em 2015, das 116 amostras verificadas no total, 28% indicaram presença de coliformes totais. Em relação ao ano de 2016, houve positividade para coliformes totais em 21,42% das 98 amostras analisadas. Durante o período de 2017, em 66 amostras analisadas, foram identificadas com presença de coliformes totais 13,63%. No ano de 2018, das 62 amostras analisadas no total, 11,29% foram identificadas como impróprias e fora dos valores de referência. É importante notar que, no ano de 2019, não foram encontrados resultados para coliformes totais.

**Figura 3:** Porcentagem de coliformes totais em amostras do município de São Bento no período de 2014 a 2018.

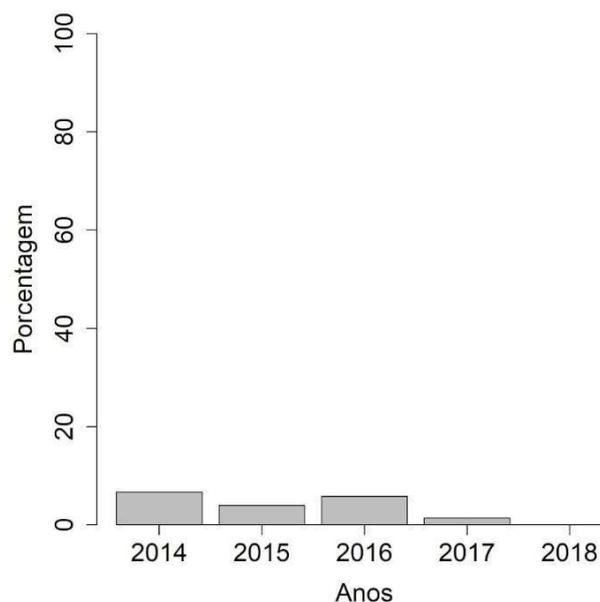


Fonte: Feitosa, 2024.

Nos resultados para *Escherichia coli* encontrados nas amostras analisadas durante os períodos de 2014 a 2018, apontaram que 4,54% das amostras apresentaram essa bactéria, foram analisadas no total 440 amostras. Após estas análises, foram analisadas essas amostras por ano

(Figura 4), os resultados anuais se mostraram da seguinte forma, em 2014, foram 104 amostras analisadas no total, onde 6,72 % apresentaram *E. coli*. No período de 2015, 3,96% do total, evidenciaram a presença desta bactéria, foram 95 amostras analisadas. Em 2016 mostraram positividade para *E. coli* 5,82%, das 97 amostras que foram avaliadas no total. Em 2017, 1,36% apresentaram esta bactéria das 73 amostras que foram analisadas. Em 2018, foram 71 amostras no total, e não foi encontrado nenhum resultado positivo para *E. coli*. É importante notar que, no ano de 2019, não foram encontrados resultados para *E. coli*.

**Figura 4:** Porcentagem de *Escherichia coli* em amostras do município de São Bento no período de 2014 a 2018.



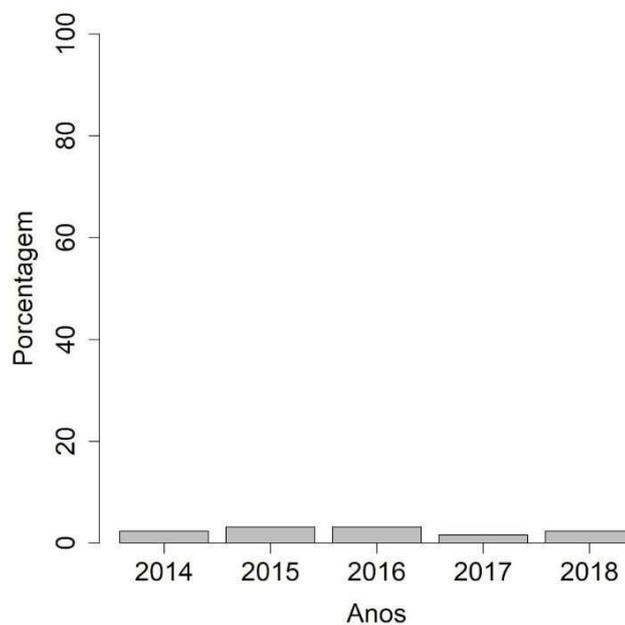
Fonte: Feitosa, 2024.

As análises acerca do indicador aparente de coloração, referentes aos anos compreendidos entre 2014 a 2018, revelaram os seguintes achados: ao todo, foram avaliadas 670 amostras, 2,54% manifestaram-se acima do limite recomendado de 15 uH. De acordo com as análises realizadas anualmente, em 2014, das 168 amostras analisadas, correspondentes a esse período, 2,38% das amostras ultrapassaram o limite de referência.

No período de 2015, foram 157 amostras analisadas, onde 3,17% mostraram-se acima do limite estabelecido pela portaria (Figura 5). Já em 2016, houve uma porcentagem de 3,17%

de amostras que apresentaram coloração inadequada, foram 157 amostras analisadas para esse período. Em 2017, foram 104 amostras analisadas, onde 1,58% dessas amostras apresentaram coloração incorreta. No período de 2018, foram analisadas 84 amostras no total e somente 2,38% das amostras não estavam de acordo com o valor de referência. No ano de 2019, não foram encontrados resultados para cor aparente.

**Figura 5:** Porcentagem do parâmetro Cor aparente em amostras do município de São Bento no período de 2014 a 2018.



Fonte: Feitosa, 2024.

Os resultados para o parâmetro pH foram os seguintes, no total, 916 amostras de pH dos períodos de 2014 a 2019 foram analisadas, e após isso, foi constatado que todos os resultados atenderam aos valores de referência, e estão de acordo com os padrões de portabilidade da água para consumo humano.

Os resultados encontrados para o parâmetro de turbidez dos períodos de 2014 a 2019 foram os seguintes, no total, 1,41% das amostras apresentaram-se com valores inferiores aos valores de referência estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888, de um total de 916 amostras analisadas.

As análises anuais apresentaram-se da seguinte maneira: em 2014, o percentual foi de 2,08%, de um total de 144 analisadas. Para o período de 2015, foram analisadas 148 amostras, sendo 0,67% delas apresentaram valores abaixo do limite de referência.

Em 2016, 1,28% das amostras apresentaram valores abaixo limite de referência, em relação às 156 amostras analisadas. No período de 2017, as 156 amostras avaliadas se mostraram está de acordo com os valores referências, estabelecidos pela portaria.

Já nos períodos de 2018 e 2019, também foram avaliadas 156 amostras para ambos os períodos, em 2018, o percentual foi de 3,20%, das amostras indicando presença de turbidez, e no ano de 2019, foram 1,28% das amostras com turbidez.

#### **4 DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos em relação ao parâmetro físico-químico do cloro residual livre, apontaram que quase 50% das amostras analisadas apresentaram valores inferiores ao valor mínimo permitido (VMP) estabelecido pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde, datada de 4 de maio de 2021. Conforme mencionado pelo Ministério da Saúde (2021), a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, fixa a necessidade de uma concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/L, sendo fundamental que essa concentração esteja presente na água ao longo de todo o sistema de distribuição, incluindo o reservatório e a rede, com o intuito de evitar qualquer possível contaminação ou proliferação de microrganismos.

A quantidade de amostras com valores abaixo do limite mínimo permitido denota uma condição favorável à subsistência e disseminação de microrganismos na água consumida pela população de São Bento, esses níveis podem ser insuficientes para erradicar microrganismos patogênicos presentes na água, resultando em uma redução da eficácia do tratamento e, conseqüentemente, possibilitando a multiplicação bacteriana. O cloro com níveis muito baixos propicia o crescimento de certas bactérias que são mais resistentes a esse produto na água, fazendo a seleção desses microrganismos, resultando em uma possível contaminação microbiológica nos sistemas de água utilizados para o consumo humano (Microambiental, 2020).

O nível de cloro inferior ao necessário, pode estar relacionado também com volatilização, que pode ocorrer mesmo quando o cloro é adicionado à água sob a forma de

hipoclorito de sódio. Isso pode levar a uma redução nos níveis de cloro livre residual na água, especialmente em locais distantes da fonte de abastecimento. Temperaturas elevadas e agitação da água podem acelerar esse processo. Apesar do cloro ser eficaz como desinfetante, sua propensão à volatilização pode resultar na diminuição de sua presença na água ao longo do tempo. De acordo com Costa (2014), é relevante destacar em sua pesquisa que o cloro, quando adicionado à água durante o tratamento, pode volatilizar-se ao longo do processo de distribuição. Isso pode justificar a presença de baixos níveis de cloro residual livre na água consumida em diversas regiões, sobretudo quando existem reservatórios ou fissuras na rede de distribuição.

Além disso, alterações na qualidade da água, danos em tubulações e equipamentos, e problemas nos sistemas municipais de abastecimento, podem influenciar nas concentrações de cloro que chegam para as pessoas, ou seja, causam oscilações nos níveis de cloro residual livre na água utilizada para o consumo humano, podendo indicar a presença de contaminação microbiológica nos sistemas de água daquela localidade, aumentando o risco de doenças transmitidas por meio da água, sendo capaz de causar sabores e odores desagradáveis na água. Altas e baixas concentrações de cloro residual livre, podem transformar a água em uma fonte de agentes patogênicos que podem afetar a saúde humana e causar um gosto e odor desagradável na água, além de uma possível formação de produtos cancerígenas (Carvalho *et al.*, 2017; Santos, N. *et al.*, 2019).

Dessa forma, é imprescindível a manutenção dos níveis apropriados de cloro disponível na água, a fim de assegurar sua potabilidade. Assim, a preservação da quantidade ideal de cloro é primordial para manter a qualidade da água e prevenir o aparecimento de enfermidades.

Os resultados do parâmetro biológico coliformes totais revelaram que mais de 20% das amostras indicaram a presença de coliformes, enquanto quase 5% demonstraram a presença de *Escherichia coli* nas amostras analisadas para o município de São Bento. Segundo Bastos (2016), o município de São Bento possui a captação de água subterrânea, além de que, foi observado ainda em sua pesquisa que as águas subterrâneas apresentaram os maiores índices de não conformidade com os padrões de potabilidade.

A presença dessas bactérias possivelmente está relacionada à ausência de coleta de esgoto na cidade, que é um problema muito sério, podendo acarretar uma série de questões de saúde pública, como a contaminação do solo, da água subterrânea e dos corpos d'água superficiais da região, como rios e lagos. Além disso, há também o risco de proliferação de

bactérias patogênicas no esgoto, como a *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* e *Campylobacter*, entre outras, que podem causar diversas doenças, como gastroenterite, febre tifoide, cólera e hepatite. É importante destacar também que baixos níveis de cloro podem favorecer o crescimento dessas bactérias. Caso os níveis de cloro fiquem abaixo do recomendado, os microrganismos podem se multiplicar, resultando em uma série de problemas de saúde, a depender do tipo de bactéria presente.

De acordo com um estudo conduzido por Calvet Filho e Gonçalves (2021), que abordou o fornecimento, monitoramento e qualidade da água potável no município de Rosário-MA, foram observadas concentrações baixas de cloro residual durante os anos de 2011 a 2017, nos quais foram efetuadas as coletas, essas concentrações não atendiam aos padrões de potabilidade da água estabelecidos, além disso, foram detectados resultados positivos para coliformes totais e *E.coli*, indicando uma porcentagem elevada de ocorrência nas amostras analisadas.

Evidências constatadas na pesquisa realizada por Alves *et al.* (2017), a respeito da avaliação da qualidade água do abastecimento público em Juazeiro do Norte, Ceará, indicaram que as amostras analisadas de cloro residual livre e turbidez da água de abastecimento público não estavam em conformidade com os padrões aceitáveis durante a maior parte dos meses avaliados entre 2014 e 2015, principalmente os resultados das análises microbiológicas que revelaram uma situação alarmante, de acordo com o estudo. Na região do Ceará, mais precisamente no distrito de Jamacaru em Missão Velha, um estudo realizado por Carvalho *et al.* (2017) apresentou resultados alarmantes em relação aos níveis de coliformes totais e *E.coli* nos três pontos de coleta analisados. De acordo com essa pesquisa, esses resultados elevados podem ter sido ocasionados devido à ausência de cloro na água, visto que esse componente é responsável pela desinfecção e estava ausente nos pontos examinados. Todos esses estudos mencionados revelaram-se em desacordo com os padrões de potabilidade de água exigidos pela legislação.

De acordo com a Portaria nº888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, torna-se estabelecido como referência microbiológica da água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de amostra. Segundo mencionado a portaria citada, 25% das amostras analisadas no período de 2014 a 2018 apresentavam-se inadequadas para consumo no município São Bento, visto que continham a presença de bactérias do grupo coliforme.

A presença de *E. coli* na água utilizada para consumo representa um sério risco de contaminação microbiana à saúde humana, pois não está em conformidade com os padrões sanitários exigidos por lei. A água segura para ser consumida deverá estar desprovida de microorganismos que causam doenças e não deve conter bactérias que são indicativas de contaminação fecal, sendo a principal bactéria desse grupo a *Escherichia coli* (Fernandes, 2015; Araújo *et al.*, 2009). A ingestão de água contaminada pode resultar em problemas gastrointestinais, incluindo diarreia, náusea, vômito, dor abdominal e outros sintomas.

Portanto, a presença de coliformes totais e *E. coli* na água a torna imprópria para consumo e uso na cozinha, tornando-se necessário adotar medidas para eliminar a contaminação. A existência de coliformes totais e *Escherichia coli* nas águas potáveis enfatiza a relevância deste conjunto de bactérias como um indicativo de condições higiênicas e sanitárias precárias (Bastos, 2016).

Analisando os resultados para parâmetro cor aparente, é possível observar que a maioria das amostras analisadas estava dentro dos limites permitidos. No entanto, houve períodos em que a porcentagem de amostras que ultrapassaram o limite permitido foi significativa, indicando uma possível contaminação da água. Por outro lado, houve períodos em que todas as amostras analisadas estavam dentro dos valores permitidos, sugerindo uma melhoria na qualidade da água. Além disso, houve uma tendência geral de diminuição na porcentagem de amostras que apresentaram coloração inadequada ao longo do tempo. No entanto, é importante notar que mesmo uma pequena porcentagem de amostras que ultrapassam o limite permitido pode representar um risco para a saúde humana.

Vários fatores podem influenciar a cor da água, incluindo a presença de substâncias dissolvidas como matéria orgânica, minerais e metais. A água pode adquirir uma tonalidade amarela ou marrom devido à presença de matéria orgânica, como folhas, algas e detritos vegetais ou uma cor laranja ou marrom devido a minerais dissolvidos, como ferro e manganês. Além disso, a cor da água pode ser alterada pela presença de certos microrganismos, como bactérias e algas. A presença de coliformes totais e *E.coli*, por exemplo, pode indicar contaminação fecal, que pode tornar a água turva.

Os resultados para o parâmetro pH mostraram que todas as amostras atenderam aos valores de referência e estão de acordo com os padrões de portabilidade da água para consumo humano. Isso é um indicativo positivo, pois sugere que a água analisada durante esse período

era segura para o consumo em termos de seu pH. No entanto, é importante notar que o pH é apenas um dos muitos parâmetros que devem ser considerados ao avaliar a qualidade da água. Além disso, embora os resultados do pH tenham sido satisfatórios durante o período estudado, é crucial continuar monitorando esse parâmetro. Mudanças ambientais, como a poluição da água e as mudanças climáticas, podem alterar o pH da água. Portanto, um monitoramento contínuo ajudará a detectar quaisquer mudanças no pH da água a tempo de tomar as medidas corretivas necessárias.

Os resultados apresentados para o parâmetro turbidez, indicam uma tendência geral de conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS N° 888, com a maioria das amostras de água analisadas entre 2014 e 2019 apresentando valores de turbidez dentro dos limites permitidos. No entanto, há presença de amostras com valores de turbidez abaixo do permitido em cada ano, embora represente uma pequena porcentagem do total, é motivo de preocupação.

A variação anual na porcentagem de amostras com turbidez abaixo do permitido sugere que fatores externos podem estar influenciando a qualidade da água. Por exemplo, o aumento significativo para 3,20% em 2018 pode indicar um evento específico ou mudança nas condições que afetaram a qualidade da água naquele ano. É importante notar que, mesmo uma pequena porcentagem de amostras com valores de turbidez abaixo do permitido pode representar um risco para a saúde pública, podendo indicar a presença de partículas suspensas na água, que podem incluir microrganismos nocivos.

Portanto, é crucial continuar monitorando a turbidez da água e tomar medidas para reduzir a presença de partículas suspensas. Isso pode incluir a melhoria dos processos de tratamento de água. Além disso, seria útil realizar mais pesquisas para entender melhor as causas das variações anuais nos valores de turbidez e identificar quaisquer tendências ou padrões. Isso poderia ajudar a informar estratégias de gestão da qualidade da água e garantir a segurança da água para consumo no futuro.

Existem outros parâmetros que são relevantes para determinar os padrões de qualidade da água, mas geralmente não são monitorados com tanta frequência e dos quais não temos informações para o município. Um exemplo é o íon flúor (fluoreto), que desempenha um papel importante na avaliação da qualidade da água, pois seus níveis de concentração podem

representar proteção ou risco para a saúde bucal. O teor de fluoreto é um parâmetro relevante para avaliação de qualidade nas águas de consumo, isso se deve à capacidade de prevenir a cárie dentária, quando presente em proporções apropriadas, bem como à possibilidade de causar a fluorose dentária, caso seus níveis sejam elevados (Rodrigues *et al.*, 2015).

Em outras palavras, a presença de flúor na água pode prevenir cáries, mas também pode causar fluorose dentária, que afeta a aparência dos dentes. A fluorose é uma anormalidade relacionada à aparência do esmalte dentário devido à ingestão prolongada de altas concentrações de flúor. Suas manifestações variam desde linhas finas e brancas que atravessam os dentes, como traços, até diferentes formas de erosão (Ribeiro, 2011). A Portaria estabelece os valores recomendados para concentração de íon fluoreto de 1,5 mg/L VMP.

Outro indicador importante é a detecção de sabor e odor na água destinada ao consumo humano, que serve como um parâmetro para controlar a qualidade da água distribuída, com o objetivo de evitar a rejeição por parte dos consumidores. Embora a água possa parecer transparente, ela pode apresentar diferentes sabores e odores devido a vários fatores, tais como a presença de minerais como ferro, manganês e zinco que podem causar um sabor metálico na água. Além disso, compostos orgânicos e produtos químicos são outros fatores que podem influenciar nesse aspecto, assim como contaminação biológica proveniente de algas, bactérias e outros microrganismos, que pode gerar um sabor ou odor desagradável.

Santos, M. *et al.*, (2019) destaca que a escolha pela água de melhor aparência não assegura a qualidade adequada para consumo. Isso se deve ao fato de que substâncias dissolvidas, que não necessariamente alteram a cor, podem estar afetando outros parâmetros da água, como alcalinidade que em teores elevados, podem proporcionar sabor desagradável à água.

Durante o trajeto da água, é possível que o sabor e o odor sejam alterados devido ao contato direto com as tubulações, que ao longo do tempo sofrem corrosão e podem se tornar propícias ao crescimento de microrganismos. Portanto, presume-se que o gosto e odores incomuns podem indicar a presença de água contaminada ou poluída (Xavier; Quadros; Silva; 2022; Durand Filho, 2019).

Mais um indicador importante é o parâmetro do ferro, que faz parte dos critérios de avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano. Verificar a concentração de ferro na água é essencial para assegurar a qualidade da água que utilizamos cotidianamente. De

acordo com o padrão organoléptico de potabilidade estabelecido pelo ministério da saúde, a concentração de ferro na água deve ser de 0,3 mg/L (Brasil, 2021).

O consumo de água com altos teores de ferro pode resultar em problemas de saúde, como distúrbios gastrointestinais, além de afetar a absorção de outros nutrientes pelo organismo. O monitoramento é crucial, pois o excesso de consumo de ferro pode causar danos não apenas à saúde, mas também é perceptível que níveis elevados de ferro na água resultam em problemas estéticos como as manchas em roupas e vasos sanitários, ambientais, o qual favorece o desenvolvimento de ferrobactérias, ocasionando cor e odor desagradável à água e também industriais, devido à dificuldade de remoção pelos sistemas de tratamento de água, bem como a oxidação das tubulações (Sousa, 2016).

Isso ocorre porque o ferro é uma substância que encontrada em quantidades significativas na água, afeta sua aparência, sabor e odor. Além disso, a presença de ferro na água fornecida publicamente também pode causar problemas operacionais, como obstrução das tubulações e crescimento de bactérias ferruginosas. Nas águas usadas para consumo, a presença em grande quantidade desse elemento pode levar à formação de depósitos e incrustações, propiciando o surgimento de bactérias ferruginosas que são prejudiciais nas redes de abastecimento (Moruzzi e Reali, 2012). Portanto, é necessário obter informações sobre este fator e monitorar os indicadores de ferro na água para consumo humano e abastecimento público para garantir água pura e segura para uso humano.

As substâncias dissolvidas na água, conhecidas como sólidos totais dissolvidos (TDS), são um fator importante para avaliar a qualidade da água. As substâncias sólidas dissolvidas presentes na água representam todo o material que permanece como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma determinada temperatura por um período fixo. Essas substâncias dissolvidas são compostas por partículas com diâmetro inferior a 10µm (micrômetro) e que permanecem em solução mesmo após a sua filtração (Santos, M. *et al.*, 2019; Durand Filho, 2019).

Os sólidos dissolvidos englobam várias substâncias, incluindo minerais, sais e outras composições, essas substâncias existem tanto na forma orgânica como inorgânica, podendo se apresentar como íons, moléculas ou partículas microscópicas, a presença de sólidos totais dissolvidos na água influencia seu sabor, aparência e segurança, sendo um indicativo da qualidade em fontes naturais de água, como rios e aquíferos. Na água, os sólidos dissolvidos

totais (TDS) correspondem à soma de todos os elementos químicos que estão dissolvidos, assim sendo, a determinação dos TDS tem o propósito de indicar a qualidade estética da água potável e também de detectar a presença de substâncias químicas contaminantes (Santos, M. *et al.*, 2019).

Conforme estabelecido na portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos não pode ultrapassar 500 mg/L. É importante frisar que a presença excessiva de sólidos na água pode provocar modificações no sabor, caso exceda os limites aceitáveis, enquanto águas com baixos níveis de TDS podem parecer insípidas, enquanto altos níveis podem ser desagradáveis ao paladar. A análise dos sólidos totais dissolvidos é necessária devido ao fato de que, em grandes ou pequenas quantidades, o consumo de água contendo esses níveis pode causar problemas e prejuízos para a saúde, como por exemplo, o excesso de magnésio no organismo pode resultar em fraqueza muscular, pressão baixa, vermelhidão no rosto, náuseas e dificuldades respiratórias (Xavier *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2019). A falta de dados sobre os TDS na água consumida pela população pode trazer diversos problemas, dificultando o diagnóstico de questões relacionadas à qualidade da água e a adoção de medidas preventivas para garantir sua segurança.

A falta de dados sobre parâmetros de qualidade da água em municípios é uma questão preocupante, não são todos os municípios da baixada que possuem dados, o que destaca a necessidade de ampliar o monitoramento. Futuros estudos podem contribuir para essa causa ao analisar mais municípios, isso permitirá uma compreensão mais abrangente da qualidade da água em diferentes regiões, possibilitando a implementação de medidas adequadas para garantir a segurança da água para consumo humano.

Esses dados podem fornecer informações valiosas que podem complementar ou até mesmo substituir os dados oficiais, especialmente em áreas onde tais dados são escassos ou inexistentes. Além disso, há uma necessidade de que a comunidade cobre por mais transparência e acesso a essas informações, a participação ativa da comunidade pode desempenhar um papel crucial na pressão por melhorias na coleta de dados e na gestão da qualidade da água do município. Portanto, a combinação de análise ampliada, coleta de dados de campo e envolvimento da comunidade pode ser uma abordagem eficaz para lidar com a falta de dados sobre a qualidade da água em municípios.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas variáveis analisadas neste trabalho, verificou-se que essas se mostraram fora dos padrões aceitáveis durante os períodos avaliados. No entanto, o parâmetro pH foi uma exceção, pois estava em conformidade com os padrões de potabilidade da água. Em relação aos parâmetros microbiológicos, constatou-se que 25% das amostras analisadas no período de 2014 a 2018 estavam impróprias para consumo no município de São Bento, uma vez que apresentavam presença de coliformes totais e *E. coli*, variando entre os anos. Além disso, foram identificadas inconformidades nos parâmetros físico-químicos, como cloro residual livre, turbidez e cor aparente. O parâmetro cloro residual livre apresentou 50% das amostras com resultados abaixo do esperado, infringindo as normas relativas à água potável no município. Tal fato pode estar relacionado a diversos elementos, incluindo a qualidade da água, as condições operacionais do tratamento, a demanda de cloro na água e a presença de matéria orgânica. Ademais, problemas nos sistemas municipais de abastecimento de água podem contribuir para essa situação.

Portanto, é possível concluir que a presença de bactérias do grupo coliformes, encontradas nos resultados para o município de São Bento, pode estar relacionada aos baixos níveis de cloro residual livre, uma vez que a ausência ou baixa concentração desse componente pode favorecer o desenvolvimento de bactérias. Ademais, a ausência de saneamento básico na cidade pode contaminar as fontes de água, tornando-a insegura para o consumo humano.

Isso evidencia o quanto é imprescindível reforçar a vigilância e fiscalização das condições de distribuição da água destinada ao consumo humano na cidade. Monitorar e regularmente controlar os níveis de cloro residual livre, bem como identificar coliformes totais e *E. coli*, é vital para assegurar a qualidade da água potável. As autoridades e administradores públicos devem estabelecer sistemas de monitoramento eficientes, além de adotar estratégias e medidas preventivas eficazes para reduzir ao máximo a contaminação da água por coliformes e *E. coli*. Isso engloba o aprimoramento das práticas de saneamento básico no município.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor e orientador e todos os outros professores e colaboradores da Uema Campus São Bento, expresse minha gratidão por todo apoio, orientação e dedicação prestados durante meu percurso acadêmico, os quais foram essenciais para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

A Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Bento, por proporcionar um ambiente de aprendizado enriquecedor e desafiador e por todas as oportunidades oferecidas durante minha jornada acadêmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Eduardo Quintanilha de. **Regulação nos serviços municipais de saneamento básico: o caso de Itabirito-MG**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, William Santana; DA SILVA, Toshik Iarley; MARRON, David Antônio da Silva; DOS SANTOS, Tainá Macêdo; DOS SANTOS, Hernandes Rufino. Avaliação da qualidade da água do abastecimento público do município de Juazeiro do Norte, CE. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 112–119, 2017.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 2012.

ARAÚJO, Tharles Mesquita; BARAÚNA, Alexandre Cardoso; MENEZES, Cátia Alexandra Ribeiro. Identificação de *Escherichia coli* em água de bebedouros e nos próprios aparelhos de quatro escolas públicas de Boa Vista Roraima Brasil. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**, 4., 2009, Belém. Anais [...] Belém: CONNEPI, 2009.

AZEVEDO, Augusto César Rezende et al. Avaliação da concentração de cloro residual livre na rede de distribuição de água em um bairro de Itabaiana/SE. In: **ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE**, 12., 2019, Aracajú. Anais [...] Aracajú: ENREHSE, 2019. p. 1-5.

BASTOS, Luciana da Silva. **Indicadores de qualidade da água para consumo humano em municípios da baixada maranhense**. 2016. 86 f. Dissertação (Programa de pós-graduação em saúde e ambiente-ccbs) - Universidade Federal do Maranhão, UFMA, São Luís, 2016.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação 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. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

CALVET FILHO, Tenório Enes; GONÇALVES, Mariane Furtado. Proposta de melhoria da qualidade da água de abastecimento, Rosário-Maranhão-Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e8810111496-e8810111496, 2021.

CARVALHO, Ana Paula Monteiro et al. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, v. 7, n. 1, p. 35-51, 2017.

COELHO, Silvio Carlos et al. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 156-167, 2017.

COSTA, Mayla Talitta Vieira et al. Qualidade da água servida na universidade federal de pelotas-campus porto. In: **SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**, 12., 2014, Natal. Anais [...] Natal: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2014. p. 01-07.

CRISPIM, Diêgo Lima et al. Análise físico-química das águas de três poços amazonas no centro da cidade de Pombal-PB. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 155-163, 2017.

DURAND FILHO, Cleto Rodrigues. **Caracterização da qualidade da água de pau dos ferros quanto a parâmetros físicos-químicos**. 2019. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Centro Multidisciplinar de Pau Dos Ferros, Universidade Federal Rural do Semiárido, Rio Grande do Norte, 2019.

FERNANDES, Ângela Maria Ferreira. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto, RS**. 2012. Monografia (Curso de Geografia) - Departamento de Humanidades e Educação da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul-UNIJUI, Ijuí, 2012.

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 49-64, 2015.

FORTES, Ana Carolina Chaves; BARROCAS, Paulo Rubens Guimarães; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do

acesso. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 20-34, 2019.

GOMES, Adely Suelma Pereira et al. Estudo qualitativo da água no município de Picuí-PB, enfocando os parâmetros cor, turbidez e pH. **Revista Principia**, v. 20, p. 38-46, 2012.

HELLER, Léo. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, p. 73-84, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@IBGE, 2023. O Cidades@ é o sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 30 mai. 2023.

JÚNIOR, Aristeu de Oliveira et al. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, p. 1-14, 2019.

KOWATA, Emília Akemi; RIBEIRO, José Tarcísio; TELLES, Dirceu D'Alkimin. Estudo da influência da turbidez e cor declinantes sobre a coagulação de água de abastecimento no mecanismo de adsorção-neutralização de cargas. *In: 2º Simpósio de Iniciação Científica e Tecnologia e IX Expo-Edif, São Paulo, 2000.*

LEITE, Carlos Henrique Pereira; NETO, José Machado Moita; BEZERRA, Ana Keuly Luz. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, p. 1041-1047, 2022.

LEIVAS, Pedro Henrique Soares et al. Sustentabilidade, saneamento e saúde infantil no Brasil: Uma análise a partir de macro e microdados. *In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL-ANPEC SUL, 18., 2015, Anais [...] Brasil., 2015.* p. 2-21.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

LIMA, Breno Luís Ferreira de et al. **Avaliação de parâmetros de potabilidade da água e de consumo do Instituto Federal Catarinense-Campus Araquari**. Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, 2019.

LIMA, Paulo Vitor José de. **Depósito inadequado de resíduos sólidos no município de Ituiutaba-MG**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba-MG, 2023.

LOBATO, Gerciene de Jesus Miranda; JARDIM, Mario Augusto Gonçalves. Caracterização de indicadores de desenvolvimento sustentável na relação saúde e ambiente por meio das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 33, p. 23-31, 2014.

MENDES, Thais Aparecida; GODOY, Cristiane Maria Tonetto; MELLO, Nilvania Aparecida de. O saneamento básico no meio rural: uma análise da percepção dos agricultores familiares do município de Saudade do Iguacu/PR. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**, v. 6, n. 2,

2019.

MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso de; MOTTA, Ronaldo Seroa da. Saúde e saneamento no Brasil. n. 30. Brasília: **Planejamento e Políticas Públicas**, 2005.

MICROAMBIENTAL. **Oscilações de Cloro Residual Livre nos sistemas de água**. 2020. Disponível em: < <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/como-evitar-as-oscilacoes-de-cloro-residual-livre-na-agua/>>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MOLINA, Pablo Moreno. **Diagnóstico da qualidade e disponibilidade de água na microbacia do Córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó-SP**. 2006. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - ênfase em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2006.

MORUZZI, Rodrigo Braga; REALI, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial: uma abordagem geral. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, p. 29-43, 2012

NUNES, Tâmmela Cristina Gomes et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos da água subterrânea utilizada nos distritos de campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, p. 1-20, 2010.

OLIVEIRA, Arali da Silva et al. Qualidade da Água para consumo humano distribuída pelo sistema de abastecimento público em Guarabira, PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 27, 2012.

PASINI, Fernando; DAMKE, Taiara. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 13, n. 1, p. 8-15, 2020.

PEREIRA, Cristina da Silva et al. Identificação de impactos ambientais provocados pelo lançamento de resíduos sólidos e líquidos no Rio Itapecuru. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 2, p. 58-66, 2020.

RIBEIRO, Marcos Vinicius. **Uso de carvão de osso bovino na defluoretação de água para uso em abastecimento público**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Escola - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011.

RIOS, Marina Rodrigues et al. Influência das atividades antrópicas na qualidade da água no município de Boa Esperança e o Potencial Impacto à Saúde. *In*: PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa; SANTOS, Reinaldo Pacheco. (Org.). **SOCIEDADE, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: AVANÇOS, RETROCESSOS E NOVAS PERSPECTIVAS**. 1 ed. Guarujá, São Paulo: Editora Científica Digital, 2022. p. 145-155.

RODRIGUES, Gisele Steil et al. Monitoramento da qualidade da água tratada por sistemas de desfluoretação de águas subterrâneas. **Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul**, v. 5, n. 3, p. 49-62, 2015.

SANTOS, Fernanda Flores Silva dos et al. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista brasileira de meio ambiente**, v. 4, n. 1, 2018

SANTOS, Moises Casado dos et al. Determinação De Propriedades Físico-Químicas De Águas Do Chafariz Do Município De Cuité-Pb. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 1, p. 19, 2019.

SANTOS, Naedja Adrielly Silva dos; SOUSA, Francisco das Chagas de; NASCIMENTO, Thiago Ramos. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de carros-pipas que abastecem a zona rural da cidade de salgueiro-pe. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE*, 7., 2019, João Pessoa. Anais [...] João Pessoa: Congestas, 2019. p. 266 – 273.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Direito constitucional ambiental: Estudos sobre a Constituição, os direitos fundamentais e a proteção do ambiente. **Editora Revista dos Tribunais**, p. 117, 2011.

SAUCHA, Camylla Veloso Valença; SILVA, José Alexandre Menezes da; AMORIM, Liliane Barbosa. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, p. 497-506, 2015.

SILVA, Aldeni Barbosa da et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remigio-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.

SILVA, Caroline Rodrigues et al. Avaliação da presença e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 40, n. 2, p. 129-140, 2019.

SILVA, Débora Delatore da et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, p. 43-52, 2014.

SILVA, Neusely da et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. **Editora Blucher**, v. 5, 2017.

SOUSA, Santana Da Silva et al. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú-MA. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1615-1625, 2016.

TEIXEIRA, Júlio César; GUILHERMINO, Renata Lopes. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003-IDB 2003. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, p. 277-282, 2006.

VALDEVINO, Adriano Araújo Firmino et al. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. **Informe Gepec**, v. 14, n. 2, p. 166-181, 2010.

VIEIRA, Regine Helena Silva dos Fernandes; OLIVEIRA, Rômulo Aldo de. Avaliação do grau de contaminação fecal da água e do camarão sossego (*Macrobrachium jelskii*), na Lagoa de Parangaba (Fortaleza, Ceará). **Hig. aliment**, p. 69-74, 2001.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: **Editora UFMG**, 4. ed, v1., p. 452, 2014.

XAVIER, Manoel das Virgens Souza; QUADROS, Helenita Costa; SILVA, Monique Santos Sarly da. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2022.

## CONCLUSÃO

A partir deste estudo, espera-se que haja um maior entendimento sobre a situação atual dos serviços de saneamento básico em São Bento, Maranhão. Com a identificação das falhas existentes e a proposição de soluções, este trabalho pode ser o catalisador para mudanças significativas na gestão do saneamento básico na região.

A análise dos parâmetros de qualidade da água para consumo humano permitiu identificar possíveis falhas no sistema atual, abrindo caminho para a proposição de soluções eficazes que garantam o acesso à água potável para todos os habitantes do município

Espera-se também que este estudo possa influenciar políticas públicas, incentivando investimentos e ações voltadas para a melhoria da qualidade da água e do saneamento básico. Isso pode levar a uma melhoria na saúde pública, reduzindo a incidência de doenças relacionadas à água e melhorando a qualidade de vida da população, além de contribuir para a proteção do meio ambiente, minimizando a poluição da água e preservando os recursos hídricos para as gerações futuras. A criação e aplicação de políticas públicas são importantes para garantir que todos os cidadãos do Brasil tenham acesso a esses serviços essenciais. Além disso, o saneamento básico é crucial para a proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais (Oliveira, 2023).

Este estudo pode servir de referência para outros municípios que enfrentam desafios semelhantes em relação ao saneamento básico. As lições aprendidas em São Bento podem ser aplicadas em outros contextos, permitindo que comunidades em todo o país se beneficiem de um saneamento melhorado.

Em conclusão, este trabalho reforça a necessidade de investimentos contínuos e políticas eficazes em saneamento básico. É uma chamada à ação para garantir que todos tenham acesso a serviços de saneamento de qualidade, um direito humano fundamental e um pilar essencial para a saúde pública e a proteção ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Nilson do Rosário. Política Pública de Saneamento Básico no Brasil: ideias, instituições e desafios no Século XXI. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, p. 2595-2600, 2023.

COSTA, Rafiza Najara Pereira; PINHEIRO, Eduardo Mendonça. O cenário do saneamento básico no Brasil. **Educação Ambiental em Ação**, v. 17, n. 66, 2018.

FERREIRA, Mateus de Paula; GARCIA, Mariana Silva Duarte. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, n. 3, p. 12, 2017.

OLIVEIRA, Ana Carolina Silva Cabral de. **A interseccionalidade no acesso a água e ao saneamento básico: a existência da desigualdade de gênero, cor e raça**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2023.

RODRIGUES, Karla Cristina Tyskowski Teodoro; VENSON, Auberth Henrik; CAMARA, Marcia Regina Gabardo da. Distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico nas microrregiões brasileiras de 2006 a 2013. **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional**, v. 15, n. 1, 2019.