

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VICTÓRIA LORRANA SALES CARVALHO

QUALIDADE DA ÁGUA: uma análise físico-química da água
destinada ao consumo humano em Águas Lindas

Águas Lindas de Goiás - GO

2024

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Victória Lorrana Sales Carvalho

Matrícula: 20191140050247

Título do Trabalho: QUALIDADE DA ÁGUA: uma análise físico-química da água destinada ao consumo humano em Águas Lindas

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

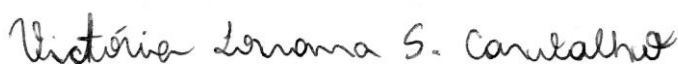
- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Águas Lindas de Goiás, 24/03/2024.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

VICTÓRIA LORRANA SALES CARVALHO

**QUALIDADE DA ÁGUA: uma análise físico-química da água
destinada ao consumo humano em Águas Lindas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Águas Lindas de Goiás, desenvolvido na linha de pesquisa: Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Carvalho, Victória Lorrana Sales.

C331q Qualidade da água: uma análise físico-química da água destinada ao consumo humano em Águas Lindas. [manuscrito] / Victória Lorrana Sales Carvalho. – 2024.
35 f.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Águas Lindas de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira.

1. Qualidade da água. 2. Análise físico-química. 3. Saneamento. I. Silveira, Leonardo Ramos da. II. Título.

CDD: 363.72

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Myriam Martins Lima – CRB-1: 3582, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Águas Lindas de Goiás.

TERMO DE APROVAÇÃO

VICTÓRIA LORRANA SALES CARVALHO

QUALIDADE DA ÁGUA: uma análise físico-química da água destinada ao
consumo humano em Águas Lindas

BANCA EXAMINADORA:

(assinado eletronicamente)
Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

Orientador(a)

(assinado eletronicamente)
Prof. Dr. Renato Welmer Veloso

Docente do Departamento

(assinado eletronicamente)
Prof. Dr. Maycol Moreira Coutinho

Avaliador convidado

Data de aprovação: 17/09/2024

Documento assinado eletronicamente por:

- Maycol Moreira Coutinho, Maycol Moreira Coutinho - 2344 - PROFESSORES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE DO ENSINO SUPERIOR - Unb (00038174000143) , em 18/09/2024 11:05:54.
- Renato Welmer Veloso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 17/09/2024 16:11:50.
- Leonardo Ramos da Silveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 17/09/2024 15:46:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/09/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 565112

Código de Autenticação: b66885a678



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 21, Área Especial 4, None, Jardim Querência, ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS / GO, CEP 72910-733
(61) 3799-7633 (ramal: 7633)

QUALIDADE DA ÁGUA: uma análise físico-química da água destinada ao consumo humano em Águas Lindas

VICTÓRIA LORRANA SALES CARVALHO

victorialorrana.sc@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

leonardo.silveira@ifg.edu.br

Resumo

Este trabalho aborda a importância de garantir água potável de qualidade, destacando os riscos à saúde decorrentes de contaminações que podem ocorrer devido a fatores físicos e químicos. A pesquisa foi conduzida no município de Águas Lindas de Goiás, com o objetivo de analisar a qualidade da água consumida pela população, através de parâmetros físico-químicos, como pH, condutividade, sólidos totais, turbidez, cor aparente, cloro livre e cloro total. As amostras foram coletadas nos bebedouros do Instituto Federal de Goiás (IFG) e em diferentes bairros da cidade, fornecidas por voluntários. Os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria de Potabilidade nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Embora a maioria dos parâmetros analisados estejam em conformidade com a legislação vigente, algumas amostras apresentaram valores de pH e cloro abaixo dos limites recomendados, indicando a necessidade de atenção na distribuição e armazenamento da água, além de destacar a importância da manutenção regular dos bebedouros para assegurar a continuidade do cumprimento das normas de potabilidade.

Palavras-chave: Qualidade da água; monitoramento; análise físico-química; saneamento; potabilidade.

Abstract

This work addresses the importance of ensuring quality drinking water, highlighting the health risks resulting from contamination that can occur due to physical and chemical factors. The research was conducted in the municipality of Águas Lindas de Goiás, with the objective of analyzing the quality of water consumed by the population, through physical-chemical parameters, such as pH, conductivity, total solids, turbidity, apparent color, free chlorine and total chlorine. The samples were collected at drinking fountains at the Federal Institute of Goiás (IFG) and in different neighborhoods of the city, provided by volunteers. The results were compared with the standards established by Potability Ordinance No. 888/2021 of the Ministry of Health. Although most of the parameters analyzed are in compliance with current legislation, some samples presented pH and chlorine values below the recommended limits, indicating the need for attention in the distribution and storage of water, in addition to highlighting the importance of regular maintenance of drinking fountains to ensure continued compliance with potability standards.

Keywords: Water quality; monitoring; physical-chemical analysis; sanitation; potability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1. Etapas de captação à distribuição da água em rede.....	21
Figura 2. Análises de pH.....	22
Figura 3 - Análises de cor aparente com color tester (esquerda) e análises de cloro com cloro tester (direita).....	23
Figura 4 - Bancada para realização de análises.....	23
Figura 5 - Análise de turbidez.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das análises de cloro livre.....	24
Tabela 2 - Resultado das análises de cloro total.....	25
Tabela 3 - Resultado das análises de pH.....	26
Tabela 4 - Resultado das análises de Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	27
Tabela 5 - Resultado das análises de condutividade.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivo geral	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Histórico do saneamento no Mundo	11
2.2 Histórico do saneamento no Brasil	14
2.3 Normativas para qualidade de água para consumo humano	16
2.4 Qualidade de água para consumo humano	17
2.5 Distribuição de água no município	19
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são essenciais para a manutenção da vida humana, dos ecossistemas e para o desenvolvimento das populações (Oliveira, 2017). Isso se deve ao fato de serem amplamente utilizados para consumo, produção de alimentos, geração de energia, entre outras funções, sendo fundamentais para a saúde, qualidade de vida e o progresso das nações (Assis, 2017). No entanto, a água pode ser contaminada por microrganismos ou substâncias tóxicas que muitas vezes não são percebidas pelo gosto, aparência ou cheiro, o que representa um risco à saúde das pessoas. Por essa razão, foram estabelecidos padrões de potabilidade da água que definem limites para características como turbidez, pH e cloro, entre outros (Soares; Oliveira, 2017)

Inicialmente, a pureza da água e as substâncias indesejadas que estão presentes deveriam ser influenciadas por fatores naturais do ambiente. No entanto, as ações humanas, impulsionadas pelo aumento da população e atividades econômicas na indústria e agricultura, têm sido o principal responsável pela alteração da qualidade da água superficial e subterrânea (Dodds *et al.*, 2013). Os problemas resultantes da poluição surgiram e se intensificaram ao longo de um extenso período de tempo.

Desde as civilizações antigas, existe uma preocupação em garantir a distribuição segura e eficiente da água para evitar a propagação de doenças relacionadas à veiculação hídrica (Machado *et al.*, 2021). Com base nesse princípio, surgiu a necessidade de estabelecer regulamentos para garantir que os sistemas de abastecimento de água fossem operados de forma adequada, visando a segurança sanitária e, consequentemente, prevenindo a disseminação de doenças transmitidas pela água (Castro *et al.*, 2019). A qualidade da água destinada ao consumo humano deve atender a determinados critérios, os quais variam de acordo com as diferentes realidades. É natural que a água contenha impurezas de natureza física, química ou biológica, e os níveis dessas substâncias devem ser limitados para não representarem riscos à saúde humana em função de seu consumo, sendo esses níveis estabelecidos pelos órgãos de saúde pública, como os padrões de potabilidade (Oliveira *et al.*, 2012).

O acesso à água de qualidade e em quantidade adequada é um direito das gerações presentes e futuras, garantida pela Lei nº 9.433/97, que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dada a importância da água para a vida e a necessidade de sua qualidade para a saúde humana, é essencial

monitorar seus parâmetros. As análises verificam se a água distribuída à população está livre de patógenos, microrganismos e substâncias prejudiciais à saúde, conforme as normas e padrões de potabilidade (Correia, 2022).

O saneamento ambiental, responsável por englobar o esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, controle de vetores de importância sanitária, tem como essencial o abastecimento de água. No Brasil, segundo o Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), as doenças relacionadas a deficiências no saneamento ambiental causaram cerca de 3,4 milhões de internações no país, no período de 1995 a 1999. Sendo que segundo esses mesmos dados os serviços de saneamento ambiental poderiam ter evitado 80% dos casos de febre tifóide e paratifóide, 60% a 70% dos casos de tracoma e esquistossomose e de 40% a 50% das doenças diarreicas e outras parasitoses (Camargo-Cruz, 2017).

De acordo com Funasa (2015), o conceito de Sistema de Abastecimento de Água implica no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a fornecer água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação das diretrizes que determinam os padrões de potabilidade da água é o Ministério da Saúde. Através da Portaria nº 888 de 3 de maio de 2021, a potabilidade é caracterizada como o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. Essa portaria estabelece os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que determinam a qualidade da água consumida pela população. Em conformidade com esta portaria, é dever da empresa responsável pelo fornecimento de água para consumo humano (supridos por manancial superficial e subterrâneo), coletar no ponto de captação amostras semestrais da água bruta para análise dos parâmetros exigidos nas legislações específicas (Brasil, 2021).

Torna-se necessário desenvolvimento de estudos que monitorem a qualidade da água para consumo humano após o tratamento, de forma que os parâmetros de qualidade atendam as normativas existentes no país. Sendo assim, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que verifiquem a qualidade da água para consumo após o tratamento. O presente trabalho objetivou-se analisar a qualidade da água para consumo humano no município de Águas Lindas de Goiás, além de verificar a qualidade da água dos bebedouros do campus do IFG por meio de análises físico-químicas e verificar sua conformidade com a Portaria de Potabilidade nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde.

1.1 Objetivo Geral

- Avaliar a qualidade da água para consumo humano no município de Águas Lindas de Goiás por meio de parâmetros físico-químicos.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os parâmetros: turbidez, cor aparente, pH, condutividade, cloro total e cloro livre em amostras coletadas pelos voluntários em diferentes bairros do município;
- Examinar a água dos bebedouros do IFG câmpus Águas Lindas, de acordo com os parâmetros citados acima;
- Verificar a conformidade dos parâmetros analisados com a Portaria de Potabilidade nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde;

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste item da revisão de literatura, serão abordados de forma simplificada sobre o histórico de saneamento no mundo e no Brasil. Discorre também sobre a qualidade da água para consumo humano e suas normativas.

2.1 Histórico do saneamento no mundo

Registros de saneamento nas civilizações antigas são datados de antes de Cristo. Na civilização do Vale do Indo (3200 a.C.) foi implementado o primeiro sistema de água e drenagem. Em Nippur, na Antiga Babilônia, há registros de galerias de esgoto. Egípcios e chineses já faziam uso de técnicas de perfuração do solo para captação de água em 2.500 a.C. No Antigo Egito em 2.000 a.C. a civilização utilizava sulfato de alumínio para clarificação da água (Barros, 2014a).

Foram encontradas salas de banho e sistema para água residuária em Cnossos, Ilha de Creta, datados de 1.700 a. C. (Silva, 2016)

Segundo Barros (2014a):

Na Índia, haviam escritos em Sânscrito sobre os cuidados que deveriam ser tomados com a água a ser consumida, armazenamento em vasos de cobre, filtração através de carvão, purificação por fervura no fogo, por aquecimento ao sol ou pela introdução de uma barra de ferro aquecida na massa líquida, seguida por filtração em areia e cascalho grosso.

Os gregos dedicaram-se ao estudo da saúde e sua ligação com o saneamento, deixando importantes registros sobre o tema. Hipócrates, conhecido como o Pai da Medicina, é um exemplo importante desse avanço científico na Grécia, ele observou que fatores como clima, raça, alimentação e meio ambiente estavam relacionados com várias epidemias (Silva, 1998).

Neste sentido Rezende e Heller (2002, p. 38), dizem que:

Se os gregos foram os precursores da medicina racional e preventiva, os romanos foram os grandes engenheiros, que uniram seu talento para as construções ao legado científico dos gregos. Executaram grandes sistemas de esgotamento sanitário e banhos, além de outras instalações sanitárias, revelando nas suas obras a grande preocupação do Estado com as demandas coletivas, o que determinou uma elevada abrangência dos serviços de saneamento.

Na Idade Média (entre 500-1.500 d.C.) a água começa a ser entendida como um elemento essencial para o desenvolvimento econômico, rodas d'água foram projetadas para moagem, tecelagem, tinturaria e curtimento, promovendo práticas industriais de renovação para época (Silva, 1998).

Com a queda do Império Romano, o feudalismo se consolidou e práticas que os romanos tinham com a água e esgoto se perderam, causando estagnação em avanços. Ao contrário dos romanos que já tinham a prática de captar água de longas distâncias, na Idade Média a obtenção de água era tida diretamente dos rios, o que significou um retrocesso com relação ao saneamento (Barros, 2014b).

O estilo de vida da população medieval induziu e facilitou o desenvolvimento de problemas de saúde relacionados a doenças de veiculação hídrica. Grandes massas viviam amontoadas em cortiços e mantinham hábitos de convivência com animais, pouco cuidado com a higiene e com dejetos e resíduos produzidos. As ruas viviam sempre sujas e fétidas, animais andavam soltos, os lixos eram jogados nas portas e urinóis eram despejados pelas janelas (Rezende; Heller, 2002). Esses costumes tornaram a população suscetível a doenças.

Com a expansão urbana e do comércio, houve melhoras no fornecimento adequado da água com a construção de cisternas, poços profundos e fontes naturais. A construção do primeiro poço artesiano ocorreu na França, em 1126, avanços nos sistemas de abastecimento

e distribuição de água foram desenvolvidos, após isto (Rezende; Heller, 2002).

Para manter suas necessidades pessoais, domésticas e artesanais, grande parte da população perfurava o solo para fazer poços em suas casas. Todavia, quase todas essas fontes de água subterrânea estavam contaminadas pela presença de fossas rudimentares e adubos nas proximidades, o que acarretava no favorecimento da progressão de doenças (Silva, 1998).

Chegando ao fim da Idade Média já havia um conhecimento, embora empírico e intuitivo, que a falta de cuidado com água e os esgotos estavam intimamente ligados com o crescimento das epidemias. Existiam algumas normas para o disciplinamento do uso hídrico, mas não surtiram muito efeito (Silva, 1998).

Sobre as doenças da época, Silva (1998) diz que “Este período foi marcado por grandes epidemias além da peste, dentre elas, a da varíola, a do cólera, a da lepra e a do tifo”. E complementa: “A peste negra no século XIV, conjugada com a guerra e a insurreição popular, demonstrava um período de crise e um terço da população, acometida pela doença, teria sido dizimada na Europa”. Foram épocas de perdas numerosas.

No Renascimento a relação entre saúde e saneamento tornaram-se mais fortes. Valores greco-romanos que ficaram inertes durante a idade média servem de inspiração para a arte hidráulica. Engenheiros e artistas da Renascença construíam fontes e chafarizes com influência da arte grega e romana, que além da questão estética ajudava a resolver problemas práticos no abastecimento de água (Silva, 1998).

As fontes de água não supriam as altas demandas das grandes cidades, além do controle do esgotamento sanitário não ter sido suficiente. Ampliando o processo de abastecimento de água da época, foram criadas companhias de abastecimento particulares que utilizavam técnicas de bombeamento e adução de água para a distribuição. A primeira dessas companhias foi fundada em Londres, no século XVII, chamada New River. Como não havia tratamento da água, a qualidade era afetada levando, muitas vezes, a transmissão de doenças de veiculação hídrica (Rezende; Heller, 2002).

O período moderno foi marcado por grandes transformações técnicas, revoluções nas tecnologias hidráulicas ao longo dos anos possibilitou avanços na qualidade e distribuição da água. Azevedo Netto (1984) citado por Silva (1998) destaca algumas tecnologias relevantes para esses avanços:

Introdução da tubulação em ferro fundido para as canalizações (Inglaterra, 1746); uso do sulfato de alumínio para limpeza das águas (Inglaterra, 1767); descoberta do cloro (Suécia, 1774); construção do primeiro filtro lento (Escócia, 1804);

primeira grande estação de tratamento (Paris, 1800); aplicação do cloro para oxidação da matéria orgânica (1830).

A revolução termodinâmica, propiciada pelas máquinas à vapor em 1764, ocasionou a aceleração dos processos produtivos, acarretando um grande impacto ambiental e socioeconômico. Com o crescimento urbano e o aumento da demanda de distribuição de água, necessitavam de inovações nas tecnologias hidráulicas da época, para tal fim foi fundamental fomentar pesquisas por novas soluções buscando viabilizar a implantação das redes de abastecimento público de água e do esgotamento sanitário. A partir disso, em meados do século XIX, devido ao contexto de grandes mudanças, se iniciou a instalação do saneamento assim como sua administração e legislação em conjunto com outros serviços públicos (Silva, 1998).

As crises epidêmicas que afetaram diversos países europeus ao longo de séculos incentivaram a busca por soluções técnicas de saúde viabilizadas pela revolução tecnológica. A abordagem higienista da saúde pública foi predominante no século XIX e início do século XX, porém novas correntes de pensamento da medicina e da administração pública começaram a surgir, questionando o modelo de sistemas de saúde vigente. Nesse cenário, a saúde pública, o meio ambiente e a política se tornaram interligados, dependentes uns dos outros, resultando em alterações nas estruturas e no planejamento urbano (Silva, 1998).

2.2 Histórico do saneamento no Brasil

No que se refere ao processo histórico brasileiro, a política de saneamento foi caracterizada por fases distintas, determinadas por aspectos políticos, sociais, econômicos e culturais de acordo com cada época, desde o período colonial até os dias atuais. (Heller, 2007).

De acordo com Rezende e Heller (2008), a história do saneamento básico no Brasil inicia, de forma estruturada, a partir da chegada dos colonizadores europeus. Até o século XV, os indígenas não se atentavam para as questões de abastecimento de água e escoamento de dejetos. Não haviam por que se preocupar devido às próprias condições ambientais existentes, sendo que possuíam acesso à fartura dos recursos hídricos e territoriais.

O primeiro sinal de saneamento básico no Brasil se deu por volta de 1561, no Rio de Janeiro, quando Estácio de Sá determinou que escavassem o primeiro poço para fornecer água à cidade (Barros, 2014c).

Segundo Costa (1994 apud Silva, 1998), a partir do século XVIII, o abastecimento

público de água era realizado por meio de fontes próprias e chafarizes, a distribuição e captação era de responsabilidade de cada vila, conforme a administração portuguesa designava. A extração de dejetos e lixos eram de responsabilidade individual.

O primeiro aqueduto do Brasil foi construído no Rio de Janeiro, em 1723, ele transportava as águas do Rio Carioca até o chafariz do atual Largo da Carioca. Este aqueduto é o que chamamos hoje de Arcos da Lapa (Hermann, 2012).

Mesmo com a construção de chafarizes, a oferta de água não era satisfatória a toda população, uma vez que abrangiam apenas grandes centros urbanos, fazendo com que a população mais carente percorresse longos caminhos para a obtenção de água. Companhias particulares se aproveitavam dessa parcela da população e comercializavam serviços básicos (Silva, 1998).

No século XIX, o rápido crescimento das cidades, impulsionado por migrações e surtos de epidemias, levou à implementação de serviços públicos de água e esgoto, especialmente no final do século XIX e início do XX. A falta de saneamento expôs grande parte da população a doenças, forçando o Estado a intervir para melhorar as condições nos principais centros urbanos do Brasil. A partir de 1850, porém, a maior parte desses serviços foi transferida para empresas privadas, principalmente de capital britânico, que priorizaram regiões centrais economicamente importantes, ampliando as desigualdades no acesso ao saneamento (Rezende; Heller, 2008).

A efetivação do saneamento básico como componente eficaz da infraestrutura brasileira foi, portanto, lenta e gradual e pode ser dividida em três fases. A primeira fase, que compreende o século XVI e meados do século XIX, é entendida como um Estado que não tinha participação em questões de saneamento básico. Na segunda fase, da metade do século XIX até 1959, o Estado começa a se preocupar com a saúde pública, promovendo melhorias nas condições sanitárias, o que impactou positivamente a saúde e a produtividade. A partir de 1960, na terceira fase, a saúde e o saneamento passaram a ser tratados por aspectos diferentes pelo Estado: a saúde com foco assistencial e o saneamento como questão de infraestrutura (Rezende; Heller, 2008).

Com o entendimento do Estado sobre a importância do saneamento básico, ele passa a investir em melhorias sanitárias. Medidas públicas de saneamento vão sendo tomadas como vemos a seguir:

Na década de 1960, o setor de saneamento passa por uma reformulação e uma nova engenharia tanto institucional quanto financeira, começando a ser esquematizada a partir das atividades do Departamento Nacional de Obras de

Saneamento (DNOS). No ano de 1968, foi criado o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), gerenciado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). Em seguida, o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), foi instalado pelo BNH em 1968 de modo experimental e, em 1971, formalmente, constituindo assim uma política federal de saneamento básico no Brasil (Brasil, 2009 apud Silva dos Santos *et al.*, 2023)

O PLANASA foi considerado a primeira iniciativa com intuito de estabelecer um sistema de prestação de serviços de saneamento por todo o país. Antes disso, os serviços de saneamento eram principalmente administrados por municípios com estruturas administrativas e financeiras instáveis e não havia instituições nacionais (Heller *et al.*, 2018). Visto como uma estratégia de universalização do saneamento básico em todo território nacional, transferindo a responsabilidade, até então centralizada nos municípios, para o Estado por intermédio das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs).

2.3 Normativas para qualidade de água para consumo humano

Segundo Libânio (2010), no Brasil, somente em 1977 com o surgimento da Portaria 56 foi estabelecido o primeiro padrão de potabilidade definindo os limites máximos para as diversas características físicas, químicas e biológicas específicas às águas de consumo humano. Posteriormente, o Ministério da Saúde publicou, em janeiro de 1990, a portaria 36, aumentando o número de parâmetros e tornando alguns limites mais restritivos. Anos depois, com implementação efetivada em janeiro de 2003, foi publicada a Portaria 1469. Em março de 2004, ela foi revogada, passando a vigorar a Portaria 518 mantendo-se inalterados o número e os valores máximos permissíveis de cada parâmetro. Além do padrão de potabilidade, a Portaria 518 estabeleceu os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água. Em 2011 houve novamente uma atualização e passou a vigorar a 2914/2011.

Segundo Ribeiro (2012), esta versão da Portaria é resultado de um amplo processo de discussão para revisão da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, realizado no período de 2009 a 2011, sob a coordenação do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde. Entre os anos de 2017 a 2021 a Portaria de consolidação nº5 ficou vigente para a qualidade da água para consumo humano e após amplas discussões a versão atual para potabilidade no país é a nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde.

Atualmente no país a lei que versa sobre o Saneamento é a Lei (11445/2007), essa ferramenta legal define o saneamento básico como conjunto de serviços públicos,

infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Esta referida lei sofreu alterações, redação dada pela lei 14.026/2020 que trouxe o conceito de universalização.

O acesso à água de qualidade e em quantidade suficiente é um direito das gerações presentes e futuras, reafirmado pela Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Tendo em vista a importância da água para a manutenção da vida e ressaltando a necessidade de sua qualidade para a saúde humana, é indispensável o monitoramento da sua potabilidade.

No país ainda cabe destacar as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que lidam com a qualidade da água, seja ela superficial ou subterrânea, antes do processo de tratamento. Sendo elas:

CONAMA 357 de 2005 (Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências).

CONAMA 396 de 2008 (Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências).

Essas resoluções são de suma importância pois classificam os corpos d'água em classes de qualidade segundo os seus usos. Essa classificação irá determinar em qual classe se encontra e conseqüentemente qual o tipo de tratamento será realizado, para que a água atinja os critérios estabelecidos na Portaria nº 888 de 2021.

2.4 Qualidade de água para consumo humano

Com base nos dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), relativos ao ano de 2022, mais de 15% da população do país não possui acesso ao sistema de abastecimento de água, em números totais trata-se de mais de 32 milhões de pessoas sem acesso à água potável, enquanto a parcela de mais de 44% dos cidadãos não conta com serviço de coleta de esgoto. Em relação ao total de água consumida, o índice de tratamento do esgotamento sanitário é de pouco mais de 52%.

Na região Centro-oeste a parcela da população sem acesso a água é de 11% e o índice de esgoto tratado referente à água consumida é de aproximadamente 59%. A região em que se tem o maior índice de pessoas sem acesso a água e sem coleta de esgoto é a região Norte (37,6% sem água e 85,7% sem coleta), seguida da região Nordeste com 24,4% da população

sem acesso a água e 69,1% sem esgotamento (SNIS, 2022).

O município de Águas Lindas de Goiás tem atualmente 225.693 habitantes, segundo censo IBGE (2022). Dados do SNIS (2022) mostram que 16.801 pessoas não recebem água tratada, equivalente a 7,4% da população, somente 37,6% do esgoto em relação a água consumida é tratado.

Os indicadores de doença do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), apresentam dados de doenças de veiculação hídrica acometidas pela falta de saneamento básico no Brasil. No ano de 2022 foram registrados 191.418 casos de internações causadas por doenças de veiculação hídrica, sendo 2.306 o número de óbitos decorrente das mesmas. No município de Águas Lindas de Goiás o número de internações foi de 257 e o de óbitos registrados foram 4 (DataSUS, 2022). A relação do saneamento básico com a saúde é observada durante toda a história da humanidade, a falta de água, a contaminação, o tratamento inadequado e lançamentos de esgotos a céu aberto tendem a impactar negativamente a vida das pessoas, por isso o manejo e tratamento adequado da água desde a sua captação até a disposição final é vital.

Segundo Campos *et al.*, (2019), ao realizar estudo sobre a qualidade da água para consumo humano em Iguatama/MG, foi possível observar que os resultados obtidos nas análises da água estudada estão de acordo com parâmetros impostos pela legislação vigente. Assim, têm-se que o uso de água explorada de mananciais subterrâneos é vantajoso, pois apresenta uma elevada qualidade biológica e físico-química, restando ao tratamento de água de Iguatama - MG, apenas a etapa cloração, mas não descartando outras fases, se necessário.

O trabalho de Andrade e Melo (2020), ao verificar os aspectos físico-químicos e microbiológicos da água de consumo disponível para a comunidade rural de Patrimônio dos Poncioanos/MG, pode perceber que em termos de potabilidade, parte dos parâmetros analisados atenderam aos valores máximos permitidos estabelecidos pela normativa, entretanto, os parâmetros de Nitrato, Turbidez e Coliformes Termotolerantes não atenderam aos critérios de potabilidade. No mês de fevereiro, o parâmetro Turbidez, também não atendeu aos critérios exigidos pela normativa. Em relação ao parâmetro Coliformes totais, independente do ponto de coleta da amostra e dos meses coletados, observou que todas as fontes estavam consideradas impróprias para o consumo humano, sugerindo-se assim necessidade de tratamento da água para distribuição à população. Por meio desta pesquisa percebe-se que as políticas de saúde pública da comunidade não têm alcançado satisfatoriamente os objetivos de melhoria dos indicadores sanitários e para isto é necessário, no mínimo, a cloração da água e a realização de análises físico-químicas e microbiológicas.

O trabalho de Galvão (2022), ao verificar a qualidade da água para consumo humano de barragens subterrâneas em áreas rurais do semiárido Potiguar, observou que, as águas das três barragens não apresentam aptidão ao consumo humano primário sem prévia adequação, apenas secundário. Temos que a água das barragens de Serrinha dos Pintos e Jucurutu e Paraú necessitam de adequação dos fatores físicos, químicos e biológicos, as quais podem ser realizadas através do tratamento de aeração, filtração lenta e desinfecção com cloro. A barragem de Paraú, devido a contaminação por chumbo, deve ser realizado um monitoramento mensal o qual proporcionará um maior detalhamento do índice de contaminação. Uma vez que seja constatada a permanência do metal na água contida na barragem, o consumo deve se restringir apenas para consumo humano secundário, como limpeza em geral, uma vez que não são encontrados estudos conclusivos de tratamentos de baixo custo. As águas presentes nas três barragens apresentam concentrações próximas, provavelmente pelo fato de estarem na mesma região, com clima e estrutura geológica similar. As pequenas diferenças na qualidade da água podem ser ocasionadas pelo manejo e as atividades exercidas no entorno da barragem.

O trabalho de Correia (2022), ao verificar a qualidade da água para consumo humano nos bebedouros da Universidade Federal de Uberlândia, campus Santa Mônica, pode perceber que em relação às análises físico-químicas, os parâmetros turbidez, condutividade e sólidos dissolvidos apresentaram valores em conformidade com o padrão de potabilidade. No entanto, em ambos os blocos, os valores de pH estavam um pouco abaixo dos valores estabelecidos e no bloco 1B, o parâmetro cor apresentou alguns valores ligeiramente acima do permitido. Para os metais traço, foi apontada uma alteração pontual devido a valores elevados de Cr, Fe e Ni em uma amostra, não sendo observada nas demais, sugerindo um erro instrumental ou experimental. Portanto, após as análises das amostras de água dos bebedouros dos blocos 1B e 5RA da Universidade Federal de Uberlândia, foi possível concluir que a maioria dos parâmetros analisados estavam de acordo com os padrões recomendados pelo Ministério da Saúde. No entanto, os parâmetros que apresentaram alteração não oferecem risco potencial à saúde humana, indicando resultados satisfatórios para a qualidade da água investigada.

2.5 Distribuição de água no município

Águas Lindas de Goiás, antes denominada Parque da Barragem, era pertencente ao

distrito de Santo Antônio do Descoberto, o qual também pertencia ao município de Luziânia no estado de Goiás. Somente no ano de 1995 ela foi emancipada tornando-se oficialmente um município. Devido sua proximidade com o Distrito Federal apresentou um crescimento desenfreado chegando até a fazer parte das cidades que mais crescem na América Latina, segundo censo IBGE 2010. De acordo com o Censo 2022 (IBGE), Águas Lindas é a 5ª cidade mais populosa do estado de Goiás com população de 225.693 pessoas.

Em virtude ao rápido e expressivo crescimento populacional, o atendimento do sistema de abastecimento de água da cidade teve uma alta demanda sem que a produção conseguisse atender adequadamente (Saneago, 2023).

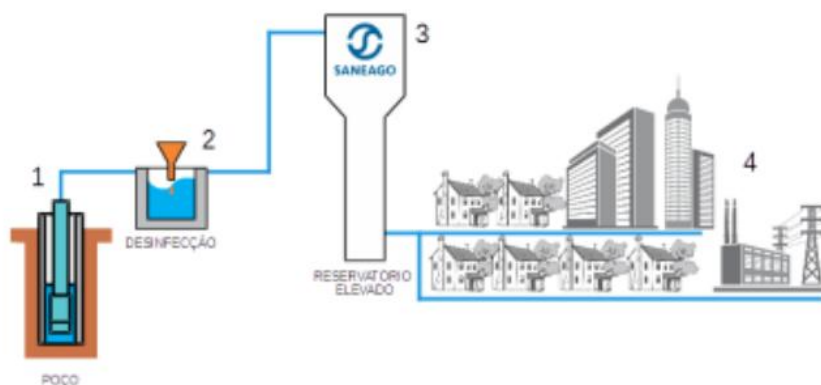
O sistema de abastecimento de água e o esgotamento sanitário do município é gerido pelo Consórcio Público de Abastecimento constituído pelas empresas Saneamento de Goiás S/A (Saneago) e Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), sendo elas responsáveis pela operação e manutenção do sistema de abastecimento de água desde o ano de 2003 (Saneago, 2023).

O sistema de abastecimento público tem uma capacidade média de produção de 1.400 m³/h e atende cerca de 87.390 economias de água. A captação de água se dá por meio de mananciais subterrâneos, contando com 111 poços ativos em operação, espalhados por 83 bairros diferentes. No entanto, apenas 6 desses subsistemas possuem reservatórios. Os demais poços operam ao máximo, injetando água diretamente nas redes de distribuição (Saneago, 2023).

Segundo dados da Saneago (2021), o sistema de distribuição de Águas Lindas de Goiás é abastecido por manancial subterrâneo, a captação ocorre através de um conjunto de diversos poços tubulares profundos (111 poços) instalados na zona urbana. A água bruta captada passa por um tratamento de desinfecção pela adição de cloro antes de ser armazenada em reservatório ou ser mandada diretamente para a rede de distribuição. A utilização de cloro na água é necessário para a desinfecção, este é um processo de tratamento simples sendo o único usado pela empresa.

A Figura 1, a seguir, exemplifica as etapas de captação à distribuição da água em rede. Sendo a etapa 1, um conjunto elevatório formado por máquinas e equipamentos (bomba submersa, tubo adutor, cavalete de saída da água, quadro de comando elétrico e cabo elétrico submerso) que capta e conduz a água bruta ao reservatório elevado. A etapa de tratamento (2), é onde ocorre a adição do cloro para desinfecção. O reservatório elevado (3) armazena a água antes de ser mandada para a rede de distribuição (4), que é um conjunto de tubulações que conduz a água para as residências.

Figura 1 - Etapas do processo de abastecimento de água do município



Fonte: Saneago, 2021.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Goiás, campus Águas Lindas de Goiás. Inicialmente foi procurado estudantes dos 4 períodos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas explicando o objetivo da pesquisa e convidando-os a participarem da realização da mesma, pois se fez necessário a ajuda de voluntários. Ao todo obtivemos 7 voluntários de bairros diferentes na cidade, foi passado a eles a maneira correta de fazer as coletas da água em casa e a entrega de um frasco coletor universal para o armazenamento da amostra.

Além das análises das amostras dos voluntários coletadas em domicílio, também foram feitas coletas nos bebedouros do próprio campus, dos quais, pode-se destacar: bebedouro da entrada que compreende o bloco administrativo, bebedouro do pátio localizado no térreo do bloco acadêmico e bebedouro do piso superior do bloco acadêmico.

Foram realizadas 3 análises no ano de 2023 e as análises previstas para acontecerem quinzenalmente no primeiro semestre de 2024 tiveram que ser interrompidas devido à greve no campus que perdurou por mais de 2 meses, mas foram feitas mais 3 análises antes do início da greve totalizando 6 análises, suficientes para a elaboração da pesquisa.

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos, os quais são: pH, condutividade, turbidez, sólidos dissolvidos, cor aparente, cloro livre e total. Todos analisados de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2023). Essas análises serão feitas no laboratório interdisciplinar do câmpus IFG Águas

Lindas. O pH foi medido em um pHmetro portátil AK90. A condutividade e os sólidos dissolvidos foram medidos no condutivímetro digital modelo COM-80. A turbidez medida em um turbidímetro digital - TU430. O cloro livre e total foram medidos no Cloro tester da AKSO, e a cor aparente medida no Cor tester da marca AKSO. Os equipamentos foram calibrados conforme especificações do fabricante.

Com todas as amostras analisadas, os resultados foram avaliados para identificar se os dados obtidos estão em conformidade com os parâmetros da Portaria de Potabilidade nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde, no que diz respeito à qualidade da água.

As Figuras de 2 a 5 a seguir apresentam algumas análises e equipamentos utilizados.

Figura 2 - Análise de pH



Figura 3 - Análises de cor aparente com color tester (esquerda) e análises de cloro com cloro tester (direita)



Figura 4 - Bancada para realização de análises



Figura 5 - Análise de turbidez



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados abaixo (Tabela 1 a 5) são os resultados das análises das amostras dos voluntários e dos bebedouros do IFG campus Águas Lindas, nos quais são considerados os seguintes parâmetros: Cloro livre e total, Condutividade, Turbidez, Cor aparente, pH e Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

Tabela 1 - Resultados das análises de cloro livre

Amostras	Análises 26/04/2023	Análises 15/05/2023	Análises 05/06/2023	Análises 11/03/2024	Análises 01/04/2024	Análises 08/04/2024
Voluntário 1	0,05	0,18	0,56	0,66	0,77	0,6
Voluntário 2	0,31	X	0,29	0,29	0,57	0,87
Voluntário 3	0,33	0,74	X	0,27	0,54	1,08
Voluntário 4	0,06	X	0,47	0,27	0,43	0,86
Voluntário 5	0,45	0,61	0,08	0,39	0,61	1,19
Voluntário 6	0,13	0,86	0,56	0,37	0,63	0,5
Voluntário 7	0,36	0,25	0,31	0,39	0,64	0,8
Bebedouro entrada	0,04	0,23	0,02	0,33	0,75	1,03
Bebedouro superior	0,02	0,13	0,25	0,32	0,44	0,72
Bebedouro pátio	0,3	0,13	0,23	0,37	0,56	0,81

Células marcadas com x significam que o voluntário não levou a amostra.

Células com valores destacados em vermelho não atendem às normas da portaria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 1 apresenta os valores obtidos de cloro livre nas amostras analisadas, segundo a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, o valor mínimo permitido para cloro residual livre é 0,2 mg/L e o valor máximo permitido é de 5 mg/L, níveis de concentração acima desse valor podem representar risco à saúde e alterar características como o gosto.

Verificou-se que 10 amostras não se encontram em conformidade com a portaria, apresentando concentrações abaixo do mínimo permitido para consumo humano. Os menores valores obtidos têm apenas 0,02 mg/L e são observados em mais de uma amostra,

a baixa concentração de cloro livre na água pode afetar seu potencial desinfectante dando margem a presença de microrganismos, podendo assim aumentar os riscos de doenças de veiculação hídrica.

O trabalho de Souza *et al.*, (2018) tem resultados similares, ao comparar a concentração de cloro livre dos bebedouros de 6 escolas, duas apresentaram valores de 0 e 0,09 mg/L estando muito abaixo do valor mínimo permitido, chegando a zero.

Tabela 2 - Resultado das análises de cloro total

Amostras	Análises 26/04/2023	Análises 15/05/2023	Análises 05/06/2023	Análises 11/03/2024	Análises 01/04/2024	Análises 08/04/2024
Voluntário 1	0,2	0,1	1,57	0,72	0,76	0,57
Voluntário 2	0,1	X	0,31	0,49	0,65	0,61
Voluntário 3	1,5	3,14	X	0,27	0,5	1,02
Voluntário 4	0,25	X	0,02	0,63	0,42	0,72
Voluntário 5	0,36	0,57	0,13	0,4	0,56	1,03
Voluntário 6	0,2	2,38	0,2	0,39	0,6	0,47
Voluntário 7	0,35	0,53	0,35	0,47	0,73	0,72
Bebedouro entrada	1,63	0,23	0,02	0,33	0,74	0,93
Bebedouro superior	0,02	0,21	0,24	1,57	1,09	0,66
Bebedouro pátio	0,3	0,6	0,22	0,41	0,53	0,74

Células marcadas com x significam que o voluntário não levou a amostra.

Células com valores destacados em verde atendem às normas da portaria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cloro livre se refere às formas de cloro disponíveis, como o ácido hipocloroso e o hipoclorito, que são adicionadas a soluções com a finalidade de desinfecção. Quando ele reage com contaminantes, formam as cloraminas, também chamadas de cloro combinado. A medida do cloro total é a somatória do cloro combinado com o cloro livre. É importante analisar o cloro total para conseguir determinar o teor de Cloraminas presentes, pela diferença de valores entre livre e total (Digimed, 2021).

O artigo 32 da Portaria de Potabilidade Nº 888, de 2021, explicita que é obrigatória a manutenção de no mínimo 2 mg/L de cloro combinado no sistema de abastecimento e pontos de consumo. Se o valor mínimo permitido é de 2 mg/L para cloro combinado,

qualquer amostra com o valor de cloro total encontrado abaixo dessa referência não se enquadra no padrão de qualidade, já que seu valor é dado pela soma de cloro livre e combinado. Ao analisarmos a tabela 2 observamos que apenas duas amostras apresentam valores acima do mínimo permitido. Considerando que o valor de cloro combinado é a diferença entre cloro total e cloro livre, ao pegarmos os valores dessas duas amostras e subtraímos pelos valores encontrados em cloro livre, apenas uma amostra obteve valor acima de 2 mg/L. Todas as demais amostras não se encontram dentro do padrão de qualidade.

Tabela 3 - Resultado das análises de pH

Amostras	Análises 26/04/2023	Análises 15/05/2023	Análises 05/06/2023	Análises 11/03/2024	Análises 01/04/2024	Análises 08/04/2024
Voluntário 1	6,4	5,7	5,7	8	6,5	5,8
Voluntário 2	4,4	X	4,5	7,8	6,3	6,1
Voluntário 3	6,5	5,6	X	5,1	4,6	4,3
Voluntário 4	6	X	5,7	9	6,3	5,8
Voluntário 5	6,2	5,2	5	6,2	6,5	5,7
Voluntário 6	6,6	6,2	5,2	6,8	5,8	5,7
Voluntário 7	6,5	5,6	5,5	6,4	5,9	6,4
Bebedouro entrada	6,7	5,6	5,8	7,1	6,3	6,1
Bebedouro superior	6,8	5,6	6	6,8	6,2	5,9
Bebedouro pátio	6,8	5,8	5,7	6,9	6,2	6,1

Células marcadas com x significam que o voluntário não levou a amostra.

Células com valores destacados em vermelho não atendem às normas da portaria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 3 indica os resultados de valores de pH. De acordo com a Portaria de Potabilidade Nº 888, de 2021, os valores de pH para água de consumo humano devem variar entre 6,0 e 9,0. O pH representa a intensidade da condição ácida ou básica de um meio, em águas de abastecimento valores ácidos podem contribuir na corrosividade de tubulações e valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações (Funasa, 2014).

Nenhuma amostra excedeu o valor máximo permitido. Entretanto, das 57 amostras coletadas, 26 estão abaixo do parâmetro de qualidade, sendo 4,3 o menor valor obtido,

estando assim em inconformidade com a portaria. O trabalho de Sousa *et al.*, (2023) ao analisar a água de bebedouros de duas instituições de ensino da cidade de Salgueiro – PE, só encontrou valores entre 6,5 e 7,5, se mantendo dentro do padrão de qualidade. Enquanto o trabalho de Filho (2019), ao analisar a qualidade da água de 90 casas em bairros distintos da cidade de Pau dos Ferros/RN, verificou que 100% das amostras apresentaram valores menores que 6,0 em pH.

Tabela 4 - Resultado das análises de Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Amostras	Análises 26/04/2023	Análises 15/05/2023	Análises 05/06/2023	Análises 11/03/2024	Análises 01/04/2024	Análises 08/04/2024
Voluntário 1	19	18	24	40	37	41
Voluntário 2	96	X	59	23	20	22
Voluntário 3	29	35	X	127	105	131
Voluntário 4	23	X	24	9	9	9
Voluntário 5	54	54	57	20	20	23
Voluntário 6	35	57	5	18	17	17
Voluntário 7	41	46	48	54	52	53
Bebedouro entrada	20	22	20	24	21	25
Bebedouro superior	53	22	27	41	39	40
Bebedouro pátio	24	25	28	40	38	39

Células marcadas com x significam que o voluntário não levou a amostra.

Células com valores destacados em verde atendem às normas da portaria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os sólidos presentes na água podem ser classificados em sólidos em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) que são partículas passíveis a retenção por processo de filtração e sólidos dissolvidos (voláteis e fixos) que não são retidos com filtração. Quantidades elevadas de sólidos podem afetar o sabor, o cheiro e a cor da água (Funasa, 2014).

Segundo a Tabela de Padrão Organoléptico de Potabilidade da Portaria GM/ MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, o valor máximo permitido de STD na água potável é de 500 mg/L. A Tabela 4 demonstra os dados obtidos das análises em relação à STD, a amostra que apresenta a maior concentração de sólidos é 127 mg/L, estando dentro do valor permitido,

sendo assim o parâmetro STD está em concordância com a portaria. Como no trabalho de Zimmerman (2022), que ao analisar a potabilidade de amostras de água subterrânea, encontrou resultados abaixo do limite máximo indicado para esse parâmetro, estando também de acordo com a legislação.

Tabela 5 - Resultado das análises de condutividade

Amostras	Análises 26/04/2023	Análises 15/05/2023	Análises 05/06/2023	Análises 11/03/2024	Análises 01/04/2024	Análises 08/04/2024
Voluntário 1	22	37	53	91	77	89
Voluntário 2	50	X	200	52	45	46
Voluntário 3	103	74	X	264	220	271
Voluntário 4	42	X	48	23	18	19
Voluntário 5	53	115	118	42	44	48
Voluntário 6	205	14	14	41	37	37
Voluntário 7	25	100	102	123	108	110
Bebedouro entrada	42	48	38	52	45	52
Bebedouro superior	25	54	50	89	82	84
Bebedouro pátio	53	52	60	87	77	83

Células marcadas com x significam que o voluntário não levou a amostra.

Células com valores destacados em verde atendem às normas da portaria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 evidencia os resultados das análises de condutividade. A condutividade elétrica da água reflete sua capacidade de conduzir corrente elétrica devido à presença de substâncias dissolvidas que se dividem em ânions e cátions. Quanto maior a concentração desses íons, maior a condutividade elétrica da água (Funasa, 2014). Ela não é considerada um padrão de qualidade da água e não existe um referencial de valores mínimos ou máximos para este parâmetro na Portaria nº 888/2021 do MS.

Mas ela está associada diretamente com a quantidade de sólidos dissolvidos presentes na água, quanto maior a concentração, mais condutividade. Um exemplo disso é a amostra

que apresentou o valor mais alto de STD, com 127 mg/L (Tabela 4), também dispõe da maior concentração de condutividade elétrica, com 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A turbidez pode ser definida como o grau de resistência da água à passagem de luz e decorre da presença de partículas em suspensão (Funasa, 2014). A Portaria de Potabilidade Nº 888, de 2021 discorre que “em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo deverá atender ao VMP de 5,0 uT para turbidez”. Todas as análises provenientes das amostras residenciais e dos bebedouros, resultaram em 0 para turbidez, atendendo assim a portaria.

Segundo Funasa (2014), a cor da água resulta do reflexo da luz em pequenas partículas, para o parâmetro de cor aparente considera-se as partículas em suspensão. A intensidade da cor é medida usando a escala cobalto-platina, e o resultado é expresso em unidade Hazen (uH). O valor máximo permitido de cor aparente é de 15uH conforme o padrão organoléptico de potabilidade da Portaria GM/ MS Nº 888/2021. O valor obtido nas amostras analisadas foi de 0 para todas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo do monitoramento de qualidade de água em Águas Lindas de Goiás e nos bebedouros do campus do IFG pode-se verificar como estava a qualidade quando se comparava a portaria de potabilidade vigente a nº888/21.

Ao verificar os dados das amostras coletadas pelos voluntários em suas residências por diferentes bairros do município, observou-se que alguns parâmetros analisados para apurar a qualidade da água não estavam atendendo aos padrões dispostos na legislação. Sendo eles, cloro livre, cloro total e pH. As análises de cloro livre indicaram 5 amostras que não atingem o valor mínimo permitido. Para cloro total, baixos valores indicam que a quantidade de cloro combinado presente na água não alcança valores mínimos. O parâmetro de pH teve 20 amostras em inconformidade, com valores abaixo de 6 indicando uma possível acidez e obteve um valor que chegou ao valor máximo permitido de 9. Os resultados de turbidez e cor aparente apresentaram o valor de 0 em todas as amostras, estando dentro do padrão organoléptico de qualidade. Os sólidos totais dissolvidos estão todos abaixo do valor máximo permitido. A condutividade não tem valor referência para qualidade, mas ela geralmente está associada ao STD, quanto maior seu valor maior a quantidade de sólidos presentes e vice e versa.

As análises dos bebedouros do IFG câmpus Águas Lindas, também apresentaram amostras com valores divergentes aos parâmetros de potabilidade da Portaria GM/ MS Nº 888/2021. Os resultados de pH apontam que das 18 amostras feitas nos bebedouros, 6 tem valores abaixo do permitido. Em relação ao cloro livre, das 10 amostras que não atingiram o valor mínimo de 0,2 mg/L, 5 eram referentes aos bebedouros do campus. Os resultados de cloro total são usados para encontrar os valores do cloro combinante, que estão abaixo do mínimo permitido. Os parâmetros de turbidez, cor, STD e condutividade elétrica estão em semelhança com as análises dos voluntários, percorridos no parágrafo acima. Embora a maioria dos resultados se encontrem em conformidade com a legislação, destaca-se a importância da manutenção periódica dos bebedouros para garantir a qualidade da água fornecida à população.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, Davisson Márcio Silva *et al.* Avaliação dos Parâmetros Físico Químicos da Água de Abastecimento em Diferentes Bairros do Município de Salvaterra (Arquipélago do Marajó, PA). **Revista virtual de Química**. 9. n. 5, 2017.
- BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Antiga**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/historia-saneamento-basico-na-idade-antiga/>. Acesso em: 28 de agosto de 2024.
- BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Média**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-na-idade-media/>. Acesso em: 28 de agosto de 2024.
- BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico no Brasil**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>. Acesso em: 28 de agosto de 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.
- BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888 de 2021**. 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, n. 190, p. 127, 04 mai. 2021.
- BRASIL. **Resolução Nº 357/2005**: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 357/2005. CONAMA. Brasília: Diário Oficial da União 2005.
- BRASIL. **Resolução Nº 396/2008**: Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 396/2008. CONAMA. Brasília: Diário Oficial da União 2008.
- BRASIL. **Resolução Nº 430/2011**: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357. 430/2011. CONAMA. Brasília: Diário Oficial da União 2011.
- CAMARGO-CRUZ, P. E. A. Distribuição espacial-temporal das interações por doenças infecciosas intestinais no estado de São Paulo, para a faixa etária de 5 a 14 anos, entre 2001 e 2010. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 5, p. 85-104, 2017.
- CAMPOS, L. M. V.; THEBALDI, M. S.; SILVA, Y. F.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, V. H. B. Qualidade da água destinada ao consumo humano em Iguatama, MG, Brasil, **Enciclopédia Biosfera**. v. 16, n. 29, p.2446-2456. 2019
- CASTRO, R.S.; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. M. Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil. **Saúde Debate**, v. 43, n. especial 3, p. 8-19. 2019.

CORREIA, G. O. S. F. **Qualidade da água para consumo humano**: Bebedouros do campus Santa Mônica – UFU. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade de Uberlândia, Uberlândia-MG, 31p. 2022.

DIAZ, Raphael Rodrigo Licheski; NUNES, Larissa dos Reis. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, Guanambi, v. 7, n. 02, e292, jul./dez. 2020. doi: <https://doi.org/10.29293/rdfg.v7i02.292>.

DIGIMED. “**Qual é a diferença entre Cloro livre, Cloro total e cloraminas?**”. Blog Digimed, 04 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.digimed.ind.br/br/suporte/blog/tipos-de-cloro>. Acesso em: 31 de agosto de 2024.

DIGITAL WATER. **Sólidos Dissolvidos e Purificação da Água**. 2022. Disponível em: <https://www.digitalwater.com.br/solidos-dissolvidos-filtracao-da-agua/#:~:text=Um%20n%C3%ADvel%20de%20s%C3%B3lidos%20dissolvidos,e%20o%20s>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

DODDS, W. K.; PERKIN, J. S.; GERKEN, J. E. Human Impact on Freshwater ecosystem Services: A Global Perspective. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 16, p. 9061-9068, 2013.

FILHO, D. **Caracterização da qualidade da água de Pau dos Ferros quanto a parâmetros físico-químicos**. Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/2256>.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 4 ed. Brasília: Assessoria de Comunicação e Saúde, Brasília, 2015. 642 p.

GALVÃO, B. L. **Qualidade da água para consumo humano de barragens subterrâneas em áreas rurais do semiárido Potiguar**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 19p. 2022.

HELLER, Léo *et al.* **Saneamento como política**: um olhar a partir dos desafios do SUS. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2018. Disponível em: https://cee.fiocruz.br/sites/default/files/2_Leo%20Heller%20et%20al_saneamento.pdf. Acesso em: 13 de agosto de 2024.

HELLER, Leo; CASTRO, J. E. Política pública de saneamento: apontamentos teórico conceituais. In: **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. V. 12, n. 3, jul/set 2007. p. 284- 295.

HERMANN, Carla. Buscar Vitruvius nos trópicos: percepções de viajantes ingleses da primeira metade do século XIX sobre o Aqüeduto da Carioca. **Concinnitas**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 21, 2012. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/concinnitas/article/viewFile/12374/9608>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010** - Resultados. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aguas-lindas-de-goias/panorama>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Editora Átomo, 2010. 496 p.

MELO, C. M. T; ANDRADE, W. C. Aspectos físico-químicos e microbiológicos da água de consumo disponível para a comunidade rural de Patrimônio dos Poncianos/MG. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. 3, p. 337-348, 2020.

OLIVEIRA, A.S.; SANTOS, D.C.; OLIVEIRA, E. N. A.; BRITO, J. G.; SILVA, J. W. L. 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. 199-205, abr-jun, 2012.

OLIVEIRA, M. L. V. M. Gestão de águas, territórios e desenvolvimento econômico. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.11, n.27, p.42-61, 2017.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL, Instituto Trata Brasil. **Dados DataSUS**, 2022. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=520025>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL, Instituto Trata Brasil. **Dados SNIS**, 2022. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=520025>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

PITERMAN, Ana; GRECO, Rosangela Maria. A ÁGUA SEUS CAMINHOS E DESCAMINHOS ENTRE OS POVOS. **Revista APS**, v.8, n.2, p. 151-164, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2024.

REZENDE, Sonaly C.; HELLER, Leo. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2. ed. rev. e ampl. Belo Horizonte (MG): Ed. da UFMG, 2008.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

SANEAGO. **Plano de Racionamento do Abastecimento Público de Água Potável**, Localidade: Águas Lindas de Goiás. Junho de 2023. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/#/racionamento>. Acesso em: 22 de agosto de 2024.

SANEAGO. **Relatório Anual da Qualidade da Água Distribuída**. Águas Lindas de Goiás, 2021. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/#/qualidade>. Acesso em: 29 de julho de 2024.

SILVA DOS SANTOS, Mirabel; FERREIRA DOS SANTOS, Diego; DE SÁ, Itamar Sateles. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA, POLÍTICA E SOCIOECONÔMICA. **GEOFRONTER**, [S.

L.J., v. 9, n. 1, 2023. DOI: 10.61389/geofronter.v9i1.7242. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/7242>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

SILVA, Antônio Pacheco. **História do Saneamento Básico**. Itu: Conselho de Regulação e Fiscalização, 2016. Disponível em: https://itu.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/ar_itu/conselho_regulacao_fiscalizacao/2016_11_09_6_reuniao_ord_consregfis_ar_itu.pdf. Acesso em: 24 julho 2024

SILVA, Elmo Rodrigues da. **Os cursos da água na história: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos**. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsarg/p/fulltext/brasil/brasil.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2024.

SOUSA, Francisco *et al.* (2023). Análises de parâmetros físico-químicos de bebedouros de duas instituições de ensino da cidade de Salgueiro-PE. **Revista Sítio Novo**. 7. 47. 10.47236/2594-7036.2023.v7.i1.47-55p.

SOUZA, L. QUALIDADE DA ÁGUA DAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ENSINO FUNDAMENTAL DE IBIRAMA (SC)/BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 563–588, 2018. DOI: 10.19177/rgsa.v7e42018563-588. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7292.. Acesso em: 31 de agosto de 2024.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW. **American Public Health Association – APHA**, 24th ed., Washington – USA, 2023.

ZIMMERMANN, Amanda. **Análises físico-químicas dos parâmetros de potabilidade de amostras de água subterrânea**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Química. 12 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243401>. Acesso em: 31 de agosto de 2024.