

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE-IEAA**  
**CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**FRANCIKELLE RODRIGUES DO NASCIMENTO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO DE DUAS FONTES SUBTERRÂNEAS DE  
ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE LÁBREA/AM**

**HUMAITÁ**  
**2024**

**FRANCIKELLE RODRIGUES DO NACIMENTO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO DE DUAS FONTES SUBTERRÂNEAS DE  
ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE LÁBREA/AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares

**HUMAITÁ**

**2024**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Nascimento, Francikelle Rodrigues do

N244a Avaliação da qualidade da água para consumo humano de duas fontes subterrâneas de abastecimento no município de Lábrea/AM / Francikelle Rodrigues do Nascimento. 2024

40 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Marcelo Dayron Rodrigues Soares

TCC de Graduação (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Amazonas.

1. águas poluídas. 2. legislação vigente. 3. meio ambiente. 4. saúde pública. I. Soares, Marcelo Dayron Rodrigues. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**FRANCIKELLE RODRIGUES DO NACIMENTO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO DE DUAS FONTES SUBTERRÂNEAS DE  
ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE LÁBREA/AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em : 23/07/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Marcelo Dayron Rodrigues Soares - UFAM  
Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Aline Lessa De Souza -  
UFAM Avaliador

---

Prof. Ms. Harumy Sales Noguchi –  
UFAM Avaliador

## AGRADECIMENTOS

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso não teria sido possível sem o apoio e incentivo de várias pessoas às quais gostaria de expressar minha profunda gratidão. Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria ao longo desta jornada.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, Antonia e Francivaldo, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por sempre acreditarem em mim. Sem vocês, esta jornada não teria sido possível. Obrigado por me guiarem e me ensinarem o valor da educação e do esforço.

Ao meu namorado, que esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo incentivo, carinho e suporte quando mais precisei. Sua presença foi fundamental para que eu conseguisse superar os desafios deste percurso. Agradeço por todas as palavras de encorajamento e pelo apoio inabalável.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Marcelo Dayron Rodrigues Soares, por sua orientação, paciência e por compartilhar seu vasto conhecimento. Suas contribuições foram essenciais para a realização deste trabalho e seu apoio foi imprescindível durante todo o processo.

Aos meus amigos que fiz na universidade, meu muito obrigado. Cada um de vocês contribuiu de alguma forma para que eu chegasse até aqui. Agradeço pela amizade, pelas risadas compartilhadas, pelos estudos em grupo e pelo apoio mútuo nos momentos difíceis.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em especial ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), por proporcionar um ambiente acadêmico enriquecedor, que contribuiu significativamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A todos, meu sincero muito  
obrigado!

*Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.*  
*Aldo Novak*

## RESUMO

Um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade civil é encontrar formas de preservar as fontes de água, livres de contaminações e adequadas ao consumo humano. Essa dificuldade está relacionada à contaminação dos lençóis freáticos em virtude da expansão urbana, sem o devido planejamento, tendo como consequência o uso e ocupação do solo desordenado. O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de dois poços localizados no município de Lábrea, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Foram selecionados dois poços: o poço 1 (um) que está em atividade e localiza-se dentro do Instituto; b) o poço 2 (dois) (2) que está desativado e localiza-se na área externa ao Instituto. Para a verificação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Turbidez, Cor, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totais, Condutividade Elétrica, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais Dissolvidos, comparando os resultados com os padrões preestabelecidos pela legislação vigente. O poço 2 (dois), desativado, localizado na área externa, apresentou valores de alguns parâmetros acima dos estabelecidos pela legislação. A desativação desse poço é considerada uma medida apropriada, pois os resultados indicam que a qualidade da água não está em conformidade com os padrões estabelecidos.

Palavras-Chave: águas poluídas; legislação vigente; meio ambiente; saúde pública.

## **ABSTRACT**

One of the greatest challenges faced by civil society is finding ways to preserve water sources free from contamination and suitable for human consumption. This difficulty is related to the contamination of groundwater due to urban expansion without proper planning, resulting in disordered land use and occupation. The present study aimed to evaluate the water quality of two wells located in the municipality of Lábrea, situated at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas (IFAM). Two wells were selected: a) well 1, which is active and located within the Institute; b) well 2, which is inactive and located outside the Institute. To verify the physicochemical and microbiological parameters, the following parameters were analyzed: pH, Turbidity, Color, Thermotolerant Coliforms, Total Coliforms, Electrical Conductivity, Total Nitrogen, Total Phosphorus, Biochemical Oxygen Demand (BOD5), Dissolved Oxygen, and Total Dissolved Solids, comparing the results with the standards established by current legislation. Well 2, which is inactive and located outside, showed values of some parameters above the standards established by legislation. The deactivation of this well is considered an appropriate measure, as the results indicate that the water quality does not conform to established standards.

**Keywords:** polluted waters; current legislation; environment; public health



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização do IFAM.....	23
Figura 2 - Pontos de Amostragem.....	25
Figura 3 - Descrição dos gráficos dos parâmetros da avaliação da qualidade da água.....	29
Figura 4 - Gráfico da variação entre os parâmetros da água no ponto P1 e P2.....	32
Figura 5 - Gráfico da Variação entre P1 e P2 para diferentes parâmetros.....	33

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dados das coordenadas geográficas.....	23
Tabela 2 - Dados descritivos dos parâmetros avaliados nas amostras de água do poço 1 ativo, assim como os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021.....	26
Tabela 3 - Dados descritivos dos parâmetros avaliados nas amostras de água do poço 2 desativado, assim como os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021.....	27
Tabela 4 - Valores de coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais nos pontos de amostragem.....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda biológica de oxigênio
FUNASA	A Fundação Nacional de Saúde
HANNA	Hanna Instruments
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEAA	Instituto de educação agricultura e ambiente
IFAM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
IQA	Índice de qualidade da água
LAPEF	Laboratório Análise de Água, Efluentes, Solo e Derivados de Petróleo
MS	Ministério da Saúde
NMP	Número mais provável
NTU	Unidades de turbidez nefelométrica
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PH	Potencial Hidrogeniônico
SAGA	Sistema Aquífero Grande Amazônia
TSD	Totais sólidos dissolvidos
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UH	Unidades Hazen
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez - UNT
VMP	Valores máximos permitidos

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1.	Objetivo Geral	15
2.2.	Objetivos específicos	15
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1.	A importância da água para a humanidade.	16
3.2.	Caracterização das águas subterrâneas	17
3.3.	Doenças de veiculação hídrica	18
3.4.	Parâmetros de qualidade da água para consumo	19
3.5.	Parâmetros Físico-químicos	20
3.6.	Parâmetros microbiológicos	21
4.	METODOLOGIA	22
4.1.	Localização da área experimental.	22
4.2.	Definição dos pontos de amostragem e coleta das amostras de água.	23
4.3.	Análise e interpretação dos dados	25
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1.	Coliformes termotolerantes e coliformes totais.	27
5.2.	Temperatura e pH	29
5.3.	Turbidez e sólidos totais dissolvidos	30
5.4.	Condutividade elétrica e cor	31
5.5.	Nitrogênio total e fósforo total	31
5.6.	Oxigênio dissolvido	32
5.7.	Variação entre os parâmetros da qualidade da água.	32
6.	CONCLUSÃO	34
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

## 1. INTRODUÇÃO

A água é elemento vital para todos os seres vivos e para ser considerada própria para o consumo humano não pode apresentar riscos à saúde, devendo obedecer a parâmetros de potabilidade. Isso significa que deve ser isenta de contaminação, tanto do tipo química quanto biológica. Segundo Val et al. (2019) relatam que o Brasil é um dos países que apresenta o maior volume de água doce disponível para consumo, no entanto, o crescimento populacional, as estiagens prolongadas, a falta de conscientização ambiental e as infraestruturas de tratamento inadequadas vêm contribuindo de maneira significativa para a diminuição da qualidade desse recurso natural. Cerca de 16% da população brasileira ainda não tem acesso ao sistema de abastecimento de água. Assim, mais de 35 milhões de pessoas no país precisam receber água de uma fonte alternativa (Ferreira et al., 2021).

Desde 2021, a portaria GM/MS nº 888 norteia o padrão de potabilidade no Brasil, sendo esses parâmetros constantemente revisados e atualizados para fortalecimento das ações de vigilância em saúde. As legislações a nível nacional visam garantir à população que a água fornecida atenda aos requisitos de qualidade para os usos a que se destina.

Sob o ponto de vista de Vargas et al., (2022), é possível perceber que as águas subterrâneas vêm recebendo maior atenção no cenário social e político do Brasil em razão de sua importância no abastecimento público. As águas subterrâneas da Amazônia são uma importante fonte para o abastecimento, principalmente em regiões onde há carência de reservas superficiais ou em áreas as quais não são abastecidas pela rede de distribuição (Vargas et al., 2023; Leite et al., 2022.; Bertolo et al., 2019).

Quanto à fonte hídrica, os mananciais podem ser classificados em superficiais (rios, represas, açudes) ou subterrâneos (minas, poços, bateria de poços), 43% das sedes são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 40% são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos e 17% possuem abastecimento misto (ANA, 2022).

Neste sentido, Barros et al. (2021) afirmam que é necessário entender que a perfuração de poços que não passam por critérios técnicos e estudo de localidade pode pôr em risco a qualidade das águas subterrâneas, já que pode gerar uma conexão de águas mais rasas (mais suscetíveis à contaminação) com águas mais profundas, e pode ocasionar riscos à saúde da própria população que consome essa água. Por outro lado, Fortes et al. (2019) enfatizam que o acesso à água potável, já consolidado como direito fundamental da pessoa humana, deve ser garantido sob o aspecto de disponibilidade quantitativa e qualitativa.

Na região Norte do Brasil, a qualidade da água proveniente de poços e utilizado para

abastecimento humano nas cidades enfrenta um grande desafio devido à falta de estudos e investigações aprofundadas. Dado o papel que a água potável desempenha na promoção da saúde e bem-estar das comunidades da região, esta questão é de grande preocupação e é, portanto de extrema importância que haja um controle rigoroso da qualidade da água fornecido à população em geral (Rebouças et al. 2024).

Há diversas pesquisas no estado do Amazonas com o propósito de avaliar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais. Por exemplo, em uma análise relacionada ao Índice de Qualidade da Água (IQA), os resultados indicaram que água do Rio Caititu no município de Lábrea-AM apresentou uma classificação considerada como "Boa". Possíveis influências para esse resultado podem estar ligadas à utilização e exploração do rio, bem como à baixa quantidade de chuvas durante o período de investigação e coleta de dados (estação seca) (Batista, 2023).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água para o consumo humano em dois poços artesianos localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, situado na cidade de Lábrea/AM.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade da água para o consumo humano em dois poços artesianos localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, situado na cidade de Lábrea/AM

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar o levantamento dos poços de abastecimento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, situado na cidade de Lábrea/AM.
- Avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em dois poços artesianos no período seco;
- Verificar resultados mais relevantes e realizar a Correlação entre as principais variáveis em estudo.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. A importância da água para a humanidade.**

É evidente que a água tem uma importância vital para os seres humanos, pois, sem ela, o mundo como conhecemos não existiria. Ao longo de toda a história da humanidade, a água sempre foi um recurso indispensável e, por muito tempo, a preservação de nossas fontes hídricas foi negligenciada. A principal preocupação era estabelecer cidades próximas a rios, garantindo assim o abastecimento de água para a população local.

Júnior e Castro (2022) destacam que "com o tempo, o ser humano percebeu que o uso e a conservação da água careciam de regulamentação legal, surgindo normas para regulamentar seu uso. Sem água, não há vida, portanto, para manter a qualidade de vida para as futuras gerações, se fizeram necessárias leis que limitem o uso excessivo e evitem a poluição".

A Terra possui aproximadamente 1.386 milhões de km<sup>3</sup> de água em sua superfície (Pires e Farjalla, 2020), mas esta água é mal distribuída. Cerca de 97% dela é salgada e encontra-se nos mares e oceanos; dos 3% restantes, 2,2% estão na forma de gelo; 0,6% estão abaixo da camada superficial do solo; 0,1% encontra-se na atmosfera; e apenas 0,1% está nos rios e lagos do planeta (EMBRAPA, 2023).

A intensa urbanização e o aumento das atividades antrópicas, sobretudo após os anos 1960, têm intensificado a contaminação dos mananciais (Hirata et al., 2019). Nesse aspecto, tem destaque o descarte inadequado de resíduos e contaminantes no solo que, muitas vezes, infiltram e atingem lençóis freáticos e aquíferos.

O acesso à água potável é debatido mundialmente por autoridades como a ONU e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Segundo dados de 2019 da UNICEF e da OMS, uma em cada três pessoas no mundo não tem acesso à água potável (Sales, 2023).

No Brasil, são retirados aproximadamente 93 trilhões de litros de água anualmente de fontes superficiais e subterrâneas para atender às demandas de diferentes setores. Desse total, 27,9 trilhões de litros por ano sofrem processo físico de evaporação líquida, 65 trilhões de litros são para usos setoriais, sendo 49,8% usados na irrigação, 24,3% para uso humano urbano e 9,7% utilizados pela indústria (ANA, 2022).

Além de sua importância para o consumo humano, a água é crucial para o meio ambiente. Viana (2023) destaca que a água, como solvente universal, participa de reações de síntese e decomposição no corpo humano e no solo, ajudando na produção de alimentos e na agropecuária. A água é essencial para a vida, sendo utilizada na preparação de alimentos, higiene pessoal e limpeza doméstica (Pasini e Damke, 2020).



### 3.2. Caracterização das águas subterrâneas

Segundo informações da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas as águas subterrâneas se referem àquelas encontradas abaixo da superfície terrestre, ocupando os poros e espaços vazios entre as partículas das rochas sedimentares, ou ainda as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas. (ABAS, 2022). Essas águas estão sujeitas às forças de adesão e gravidade, desempenhando um papel crucial na manutenção da umidade do solo e no fluxo dos rios, lagos e pântanos.

De toda a água doce líquida presente na Terra, 99% provém de água subterrânea, onde metade do seu volume captado é utilizada em atividades domésticas pela população mundial, 25% de toda a água captada é utilizada para irrigação, abastecendo 38% das terras irrigadas no mundo (UNESCO, 2022).

Para Almeida, (2016) a composição química e bioquímica das águas subterrâneas, vai depender do tipo de solo do qual são extraídas, dos fatores naturais relacionadas ao clima, do ambiente de circulação, aporte de gases, troca iônica, mistura de águas de diferentes origens e da influência antrópica. Os constituintes inorgânicos presentes nas águas subterrâneas têm origem nas águas de infiltração, no intemperismo químico, em fenômenos magmáticos e nas atividades vulcânicas.

Dependendo da localização, a profundidade da água subterrânea varia. Em muitos locais a extração das águas subterrâneas é complexa, devido à profundidade do lençol freático ou pela presença de rochas muito duras (Karamouz et al., 2020).

A extração das águas subterrâneas no Brasil é feita por meio de poços tubulares (popularmente conhecidos como artesianos), escavados e de nascentes. Infelizmente, o número real de poços no país é desconhecido. Apesar da obrigatoriedade por lei do registro e/ou de autorização de extração (outorga) de água, o número de captações regulares é pouco mais de 1%, no caso dos poços tubulares (Hirata et al., 2019).

As águas subterrâneas são as fontes mais utilizadas e possuem qualidade natural, sendo necessário menos tratamento comparado às fontes de água superficiais. Essas últimas devem passar por estações de tratamento para que possam culminar em fontes de água adequadas para o consumo humano (Brasil, 2018). E apesar de as águas subterrâneas serem mais protegidas que as águas superficiais, elas podem ser poluídas e contaminadas quando os poluentes conseguem atravessar a porção não saturada do solo, chegando até o aquífero (CETESB, 2022).

De acordo com Hirata e Suhogusoff (2019), em geral as águas subterrâneas no Brasil apresentam excelente qualidade. Contudo, a composição mineralógica que cada região

influenciará na composição química da água subterrânea. As águas subterrâneas da região norte do Brasil, por exemplo, são mais ácidas, devido ocorrência de chuvas abundantes. Já nos aquíferos costeiros, encontram-se águas subterrâneas com predomínio de íons cloreto e sódio.

Segundo a Agência Nacional da Água ANA (2022), apesar da alta disponibilidade hídrica superficial, a maioria dos municípios do Amazonas utiliza poços rasos para abastecimento urbano. O Sistema Aquífero Grande Amazônia (SAGA) é o mais explorado, com bons índices de produtividade. Dos 62 municípios do Estado, 44 são abastecidos por águas subterrâneas, 10 por mananciais superficiais e 8 de forma mista, incluindo Manaus. Isso se deve à facilidade de exploração, baixo custo operacional e manutenção, e à predominância de municípios pequenos (ANA, 2022).

### **3.3. Doenças de veiculação hídrica**

A ingestão de água contaminada pode causar desde infecções gastrointestinais até doenças graves como cólera, hepatite A e febre tifoide, devido à presença de agentes patogênicos como bactérias, vírus e parasitas. Substâncias químicas tóxicas na água, como metais pesados e produtos industriais, também podem afetar a saúde humana, impactando sistemas como nervoso, renal e hepático.

Os grupos de maior risco à contaminação por patógenos e doenças veiculadas por meios hídricos costumam ser crianças e idosos; diante disso, o controle sanitário da qualidade desse bem destinado à ingestão pelo ser humano é tão importante (Del’Arcos et al., 2020). A qualidade da água é avaliada, em laboratório ou mesmo in loco, por uma variedade de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, e quando essas propriedades não estão dentro dos critérios exigidos, a água pode se tornar fonte de propagação de doenças (Araújo; Andrade, 2020).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2023), muitas dessas doenças causam diarreia aguda causando desidratação, ocupando a 9 posição de causas de morte no mundo e 2ª maior causa de morte em crianças menores de 5 anos, resultando em 361 mil de óbitos de crianças menores de 5 anos por ano. Oitenta por cento das diarreias agudas é consequência da ingestão de água imprópria para o consumo (OPAS, 2018).

As doenças diarreicas ocorrem em uma frequência basal durante todo o ano, muitas vezes, seguem uma sazonalidade distinta nos países de média e baixa renda (Hasan et al., 2021). São a segunda causa mais importante de morbimortalidade entre crianças menores de cinco anos (Hasan et al., 2021; Mebrahtomet al., 2022; Mosisa et al., 2021).

São inúmeras as Doenças de veiculação hídrica e através da ocorrência de casos notificados nos sistemas de informação é realizada a vigilância epidemiológica para monitoramento, ações de controle, prevenção e educação em saúde, visando impedir ou dificultar a propagação e controlar os surtos de doenças (Brasil, 2019), auxiliando o planejamento, definição de prioridades de intervenção e avaliação do impacto desta (Brasil, 2021).

Segundo a pesquisa realizada por Mendonça et al. (2017) a potabilidade é uma qualidade necessária à água, o que exige atenção por parte dos consumidores e das autoridades públicas, visto que ela pode se tornar um veículo capaz de transmitir uma série de agentes patogênicos e substâncias nocivas, influenciando diretamente na saúde e bem-estar da população.

Para Brasil, (2021) o conhecimento sobre a situação de saúde da população é imprescindível para o aprimoramento das práticas da vigilância em saúde, de forma integrada aos serviços. Para isso, faz-se necessário detectar precocemente a ocorrência das doenças, para aplicação oportuna das medidas de controle e prevenção.

### **3.4. Parâmetros de qualidade da água para consumo**

É fundamental garantir que a água fornecida atenda aos requisitos de qualidade para os usos a que se destina já que esta está diretamente relacionada à qualidade de vida contribuindo diretamente com o envolvimento dos indivíduos nas atividades econômicas e sociais (Fortes e Kligerman, 2019).

De acordo com a Portaria GM/MS N<sup>o</sup> 888, de 4 de maio de 2021 publicada pelo Ministério da Saúde, para a água ser considerada própria para o consumo humano, deve ser potável, seja com a ingestão, na preparação e produção de alimentos e a higiene pessoal, independentemente da sua origem. Portanto, não deve oferecer riscos à saúde do consumidor (Brasil, 2021).

Dessa forma, é de grande valia se utilizar de parâmetros indicadores, podendo ser parâmetros físicos, químicos ou biológicos para obter informações sobre a qualidade da água de um recurso hídrico (Souza, 2015). Para que a água esteja em condições adequadas, é fundamental que os parâmetros se enquadrem dentro dos critérios da legislação (Collares, 2021). O estabelecimento de parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos que indiquem a qualidade das águas são ferramentas importantes para nortear ações de planejamento e gestão (Almeida, 2013 e Brasil, 2021). Assim, na Portaria GM/MS N<sup>o</sup> 888, de 4 de maio de 2021 o Ministério da Saúde são

estabelecidos Valores Máximos Permitidos (VPM) para estes parâmetros para o consumo humano.

### 3.5. Parâmetros Físico-químicos

As características da água podem ser alteradas pelos diferentes componentes presentes, capazes de influenciar os parâmetros físicos, químicos e biológicos, e determinar a qualidade. Para estar adequada ao consumo humano é imprescindível que a água seja potável para isso, uma constante vigilância deve ser realizada, a fim atender aos padrões de potabilidade estabelecidos (Brasil, 2021).

De acordo com Silva et al. (2017) as análises dos parâmetros físico-químicos da água são realizadas com o propósito de obter informações a respeito da qualidade da água, e, também, de identificar e monitorar possíveis efeitos negativos da mesma para a saúde humana ou aos outros organismos que utilizam este recurso.

A coloração da água reflete a atenuação da luz ao atravessar a amostra, influenciada por íons metálicos, materiais orgânicos, plâncton, vegetação e resíduos industriais. A principal preocupação é estética, pois pode causar repulsa. A cor, medida em unidades Hazen (uH) (Becker, 2017), deve ser inferior a 15 uH, conforme a portaria MS N° 888/21 sobre a qualidade da água para consumo humano.

A turbidez é medida em unidades de turbidez nefelométrica (NTU) e se caracteriza pela presença de partículas suspensas na água, que interferem na passagem de um feixe de luz. Essas partículas provocam a dissipação e a absorção da luz, dando a água uma aparência turva, aparentemente indesejável (Monteiro et al., 2015). O valor máximo permissível de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU (Brasil, 2021).

O pH é uma variável que mensura a quantidade de  $H^+$  em uma solução, indicando se o meio é ácido, básico ou neutro (Sousa et al., 2016). Dessa forma, quando o pH é muito alcalino ocorre incrustação em tubulações, bem como, ocorre corrosão quando pH é muito ácido. Já para a saúde humana, apenas quando o pH é extremamente ácido ou básico, pode ocorrer irritações nos olhos ou pele (Von , 2014).

Em uma pesquisa realizada por Rebouças et al. (2023) na região norte, no município de Lábrea, foram medidos os valores de pH em diversos poços. Nos poços P1, P2 e C1, os valores de pH foram 5,7, 5,96 e 5,31, respectivamente. Esses valores estão abaixo do limite mínimo estabelecido (6,0 - 9,0), indicando que a água é ácida. A faixa recomendada de pH na água é de 6,0 a 9,0 (Brasil, 2021).

A condutividade representa numericamente a capacidade da água de conduzir corrente elétrica. Ela vai depender das concentrações iônicas e da temperatura, e vai indicar a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2017). Para esse parâmetro não se tem um valor orientador estabelecido pelas legislações vigentes, mas conforme estudos da CETESB (2017), níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

De acordo com Leitão et al. (2023) Os Totais Sólidos Dissolvidos (TSD) são uma medida da concentração total de sólidos em uma amostra de água. São parâmetros que incluem sais, minerais, metais, matéria orgânica e outras substâncias dissolvidas na água. A concentração de TSD pode afetar a qualidade da água e influenciar a vida aquática e o uso da água.

### **3.6. Parâmetros microbiológicos**

A qualidade microbiológica da água é crucial para a saúde pública, pois microrganismos podem representar sérios riscos à saúde humana ao serem veiculados pela água contaminada.

Aspectos microbiológicos garantem água livre de microrganismos nocivos à saúde. Isso ocorre por meio de barreiras múltiplas nos recursos hídricos, operações adequadas no tratamento e distribuição residencial. Os riscos estão ligados ao consumo de água contaminada por fezes humanas ou animais, fonte de bactérias, vírus e parasitas (OMS, 2018)

Os organismos mais comuns usados como indicadores microbiológicos são Bactérias *Escherichia coli* e coliformes, uma vez que sua presença é sinônima de contaminação fecal. No entanto, também pode ser usado como um indicador para *Streptococos* fecais e *Clostridium* (Argotti, 2021)

Para Silva et al., (2019) a qualidade microbiológica é uma das características mais importantes da água de consumo, principalmente por que a mesma está diretamente ligada com doenças de origem hídrica. As doenças de veiculação hídrica são aquelas em que a água atua como veículo, transportando o agente infeccioso até a fonte de consumo.

Nas pesquisas elaboradas por Miranda (2020) nas comunidades Araparí e Nossa Senhora do Livramento, em Coari, Amazonas, dos seis poços de água coletados, três apresentaram *E. coli* e seis apresentaram coliformes totais.

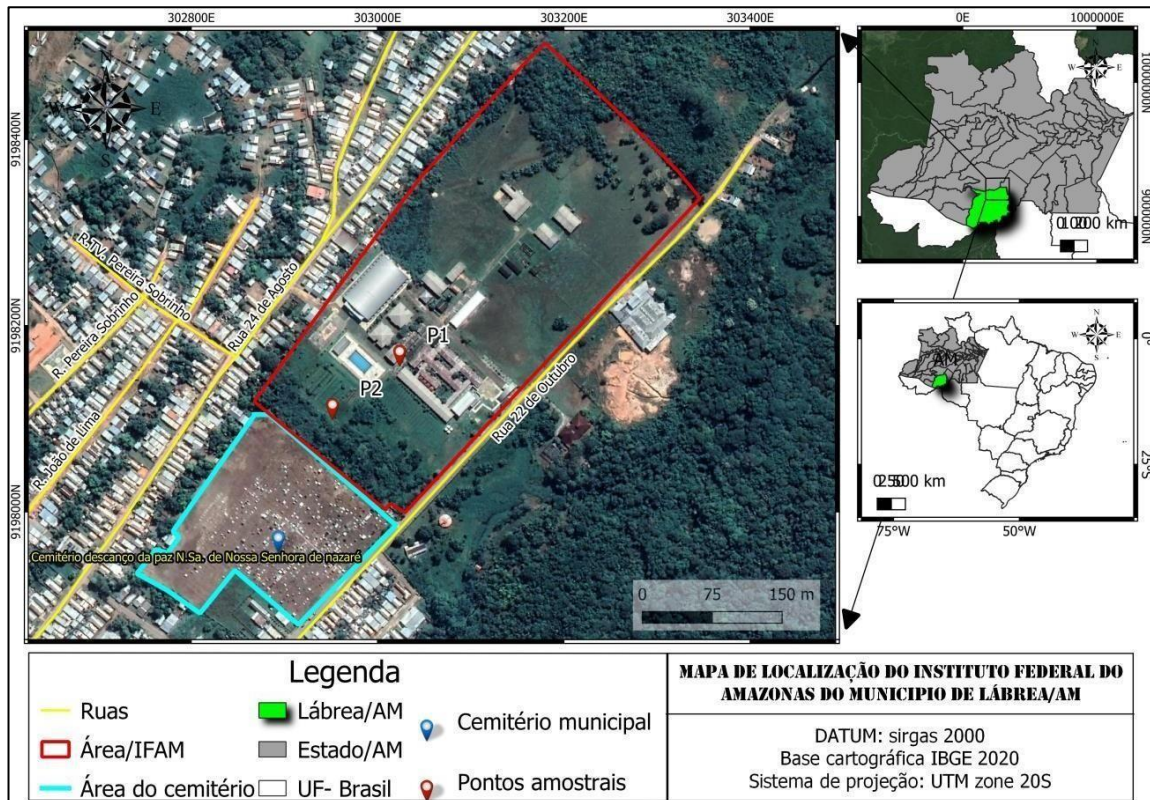
As doenças gastrointestinais são uma das principais causas do consumo de água não potável, causada pela ingestão de microrganismos infecciosos de origem bacteriana, parasitária e viral. Entre os patógenos diretamente responsáveis encontramos ao grupo Coliforme, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, parasitas intestinais, entre outros (Tarazona, 2023).

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Localização da área experimental.**

A área de estudo localiza-se na unidade do Instituto Federal do Amazonas-IFAM (Figura 1), o qual, está situado na rua 22 de outubro, Vila Falcão, no município de Lábrea e compõe a mesorregião sul Amazonense com uma área de 68.262,680 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 45.448 habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Segundo a classificação climática de Koppen, o clima na região é do tipo (tropical úmido), quente e úmido com estação seca pouco pronunciada. A temperatura média anual varia entre 25°C a 27°C, e, a umidade relativa do ar em torno de 85%. A precipitação pluviométrica média anual situa-se na faixa de 2.400 mm. O período chuvoso vai de outubro a abril, enquanto a época seca ocorre de maio a agosto, considerando o restante dos meses como período de transição (Junior et al., 2018).

Figura 1 - Mapa de localização do IFAM.



Fonte: A autora (2024).

#### 4.2. Definição dos pontos de amostragem e coleta das amostras de água.

Para a coleta das amostras foram selecionados dois pontos específicos em poços distribuídos pelo Instituto Federal do Amazonas (IFAM) conforme destacados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das coordenadas geográficas.

Pontos	Coordenadas Geográficas
P1	(07° 15,057' S; 064° 47,034 W)
P2	(07° 15,083 S; 064° 47,050W)

Fonte: A autora (2024).

Os pontos selecionados possuem as seguintes características:

- P1 Localizado dentro do (IFAM), poço ativo.
- P2 Localizado dentro do (IFAM), poço desativado e próximo do cemitério.

A coleta foi realizada no mês de junho de 2023, abrangendo o período seco da região. A amostragem foi executada conforme o manual prático de análise de água (FUNASA, 2009).

Para a caracterização das condições do sistema de abastecimento, realizou-se uma visita *in loco* a fim de realizar o diagnóstico da área de estudo (Figura 2). Em seguida, consultas públicas foram efetuadas seguindo o Manual Prático de Análise de Água (2014). O procedimento de amostragem foi realizado no dia 16 de junho de 2023. A coleta foi realizada no período da manhã entre os horários das 9h26 às 9h42.

A amostragem no poço ativo (P1), foi coletada em uma torneira, deixando a água fluir por aproximadamente 5 min, com o intuito de não coletar resíduos da tubulação. No poço desativado (P2), a coletada foi realizada com auxílio de um tubo visto que, o poço que se encontra na área externa ao prédio.

Em campo foram medidos o oxigênio dissolvido e temperatura utilizando um oxímetro portátil da marca HANNA (modelo HI 98193), assim como as medidas de pH e condutividade utilizando um equipamento multiparâmetro da marca AKSO. Já em laboratório foram realizadas as análises dos demais parâmetros: coliformes termotolerantes, coliformes totais, sólidos totais dissolvidos, turbidez, fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>). As amostras foram armazenadas em frascos de vidro devidamente esterilizados e identificados por nome, data e horário da coleta, acondicionadas em uma caixa de isopor com refrigeração entre 4°C e 8°C, sendo encaminhados para o laboratório da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Campus Humaitá e também para o laboratório referência em análise de água, petróleo e efluentes (LAPEF), localizado na cidade de Porto Velho/RO.



Figura 2 - Pontos de Amostragem.



Fonte: A autora (2024).

#### 4.3. Análise e interpretação dos dados

Para a sistematização dos resultados utilizou-se métodos de estatística descritiva, para assim correlacionar os pontos amostrais, sendo os mesmos desenvolvidos na forma de gráficos no software Python com a linguagem de programação Python para todos os parâmetros examinados no estudo em questão. Foram elaborados gráficos e tabelas para facilitar a visualização e interpretação dos resultados obtidos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os resultados das características físico-químicas e microbiológicas das amostras de água dos dois poços estudados.

Tabela 2 - Dados descritivos dos parâmetros avaliados nas amostras de água do poço 1 ativo, assim como os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021.

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>VMP/Portaria nº 888/2021 do MS</b>
Coliformes Termotolerantes (Fecal) (NMP/100)	Ausente	Ausente/Presente
Coliformes Totais (NMP/100)	Ausente	Ausente/Presente
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	19,9	N. A**
Cor (uH)	0	15
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	92,00	Até 500,00
Turbidez (UNT)	1,03	Até 5,00
Fósforo Total(mg/L)	<0,01	N. A**
Nitrogênio Total (mg/L)	0,73	N. A**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,38	N. A**
pH a 25°C	5,15	N. A**
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	<2,0	N. A**
Temperatura (°C)	25	N. A**

DBO<sub>5</sub>: demanda bioquímica de oxigênio, VMP (\*): valores máximos permitidos conforme Portaria nº

888/21 N.A(\*\*): Não Aplicável

Fonte: A autora (2024).

Tabela 3 - Dados descritivos dos parâmetros avaliados nas amostras de água do poço 2 desativado, assim como os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021.

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>VMP/Portaria nº 888/2021 do MS</b>
Coliformes Termotolerantes (Fecal) (NMP/100)	Ausente	Ausente/Presente
Coliformes Totais (NMP100)	Presente	Ausente/Presente
Condutividade Elétrica (µS/cm)	29	N. A**
Cor (uH)	5	15
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	22,00	Até 500,00
Turbidez (UNT)	5,11	Até 5,00
Fósforo Total (mg/L)	<0,01	N. A**
Nitrogênio Total (mg/L)	4,47	N. A**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,85	N. A**
pH a 25°C	5,38	N. A**
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	<2,0	N. A**
Temperatura (°C)	27,2	N. A**
DBO <sub>5</sub> : demanda bioquímica de oxigênio, VMP (*): valores máximos permitidos conforme Portaria nº 888/21, N.A(**): Não Aplicável		

Fonte: A autora (2024).

### 5.1. Coliformes termotolerantes e coliformes totais.

Tabela 4 – Valores de coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais nos pontos de amostragem.

	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	Ausente	Ausente
<b>Coliformes Totais</b>	Ausente	Presente

Fonte: A autora (2024).

Observa-se que poço 1 indicou ausência de coliformes termotolerantes e totais, ao contrário do poço 2, que revelou a presença de coliformes totais. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos CETESB (2018). Resultados similares foram encontrados por Soares (2023), que estudou a avaliação de

parâmetros químicos e microbiológicos das águas subterrâneas do município de Parintins-AM como indicadores de poluição das águas. Dos 26 poços analisados na área urbana, 13 apresentaram coliformes totais.

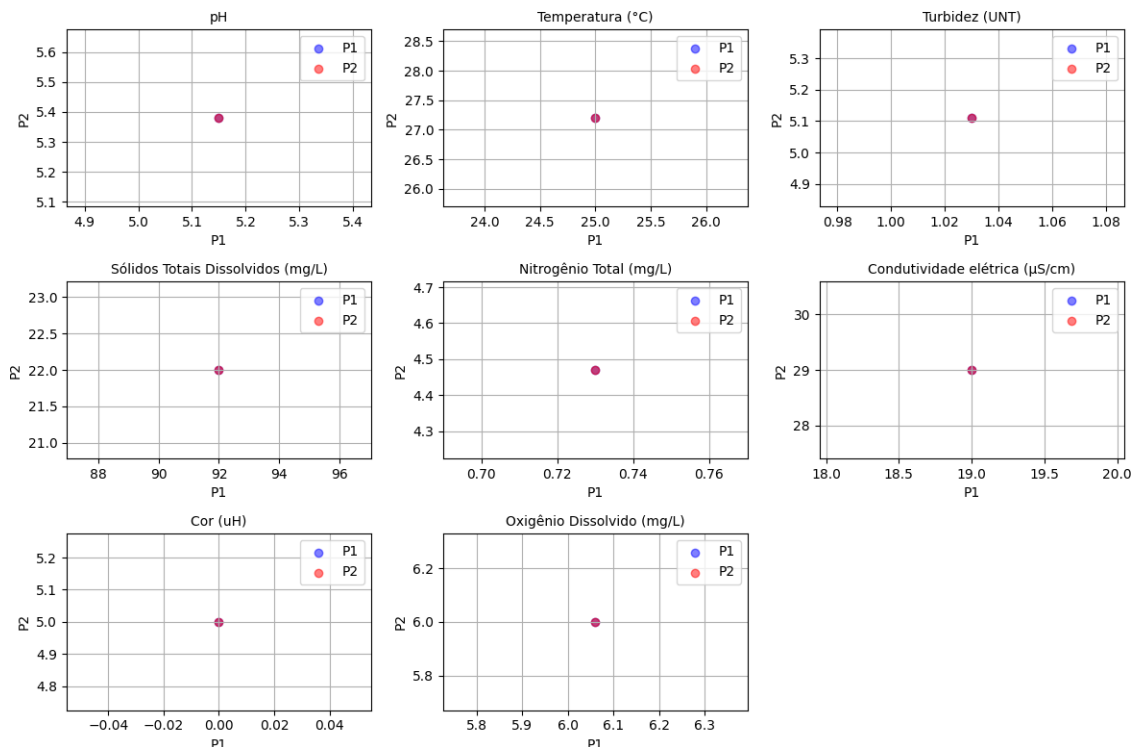
De maneira semelhante, Rebouças et al. (2024) em estudos realizados no período de seca em poços semiartesianos no município de Lábrea/AM, dos seis poços analisados, um apresentou presença de coliformes (totais e termotolerantes), revelando que a água estava imprópria para consumo humano.

A indicação de presença de coliformes totais no poço 2 (desativado), possivelmente esteja ligado as ações antrópicas ao meio, tendo vista a proximidade do cemitério da cidade, que está em operação e necessita de estudo prévio e planejamento do local ideal, conforme determina a legislação ambiental.

Na concepção de Bartá et al. (2021) são listadas as diversas atividades que podem atuar como fontes de poluição de águas subterrâneas: falta de saneamento básico, o qual contempla sistema de esgotamento sanitário, tratamento dos efluentes, coleta de resíduos sólidos, necessidade de adequação das fossas negras para fossas sépticas; carência de proteção natural das áreas de mananciais; cemitérios construídos sem prever os condicionantes ambientais.

Na Figura 3 são apresentados os gráficos que destacam os parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água dos poços P1 e P2.

Figura 3: Descrição dos gráficos dos parâmetros da avaliação da qualidade da água.



Fonte: A autora (2024).

## 5.2. Temperatura e pH

Na figura 3, gráfico “b” temos o gráfico matriz de dispersão. No eixo horizontal (eixo x), estão os valores de P1, enquanto no eixo vertical (eixo y), estão os valores de P2. Nota-se que o poço 1 registra uma temperatura de 25°C, o poço 2 de 27,2°C, essa diferença térmica entre os dois poços pode ser influenciada por diversos fatores, como a profundidade dos poços, a geologia local e as condições climáticas.

É válido ressaltar que o poço 2 está desativado e resulta em uma menor circulação de água, o que pode levar a uma estagnação e, conseqüentemente, a variações térmicas mais acentuadas. É possível que a água no poço 2 esteja menos influenciada pelas trocas térmicas com o ambiente circundante devido à falta de fluxo contínuo, resultando em temperaturas mais elevadas.

De acordo com os padrões de potabilidade da água da portaria do Ministério da Saúde N° 888 (Brasil, 2021) é recomendado que o pH da água no sistema de distribuição esteja entre 6,0 e 9,0. No gráfico de matriz de dispersão (Figura 3) letra “a”, observa-se que os valores dos dois pontos distintos de pH variam de 5,15 a 5,38,

respectivamente, nos poços 1 e 2.

O valor de pH do poço 1 é ligeiramente mais baixo em comparação com o poço 2. Destaca-se que os valores de pH do poço 1 não se enquadram nos limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 para consumo humano.

Além disso, é importante notar que o poço 1 está em uso, enquanto o poço 2, está desativado, o que sugere que a utilização contínua de um poço pode influenciar nas propriedades químicas da água ao longo do tempo. Dessa forma, é essencial avaliar mais profundamente os fatores que contribuem para as variações no pH e considerar medidas de correção necessárias para garantir a qualidade da água para consumo humano (referenciando a norma mencionada).

### **5.3. Turbidez e sólidos totais dissolvidos**

Para Silva (2022) e Barbosa (2022), a turbidez é uma condição da água que exprime a excessiva quantidade de partículas em suspensão. Sua medição se caracteriza pela resistência da água quando por ela passa um feixe de luz. É uma propriedade importante, pois está diretamente relacionada à sua qualidade como água doce e potável, e serve como um importante parâmetro das condições adequadas para consumo da água.

O gráfico “c” figura 3 apresenta os valores referentes à Turbidez. O ponto P2 obteve o valor mais elevado, correspondendo a 5,11 UNT. Já no P1 o valor ficou em 1,03 UNT. Sendo assim, o valor do ponto P2 diferente do ponto P1, não está em conformidade aos estabelecidos pela Portaria nº 888/2021, definido com o valor máximo a 5 UNT e valor mínimo de 1 UNT.

O gráfico “d” apresenta os valores para Sólidos Totais Dissolvidos no ponto P1 com 92 mg/L e o ponto P2 com valor de 22 mg/L. Embora os resultados se enquadrem aos valores recomendados pela Portaria nº 888/2021, isto é, o VMP até 500 mg/L, o valor mais elevado foi o ponto P1 em relação ao P2.

Neste contexto, provavelmente este comportamento é atribuído ao fato que o poço 2 está desativado, dessa maneira, há uma menor movimentação de água que pode levar à deposição de minerais dissolvidos, resultando em valores mais baixos de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) em comparação com o ponto P1, que está em atividade. Os processos naturais de diluição na água subterrânea também podem contribuir para as concentrações menores de STD no poço desativado.

#### 5.4. Condutividade elétrica e cor

Conforme apresentado no gráfico “f”, houve diferença nos resultados de condutividade elétrica entre os dois poços estudados. No poço 1, ativo, o valor observado foi de 19  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto no poço 2, desativado, apresentou valor de 29  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Essa disparidade pode ser influenciada pela atividade dos poços e pelas características da água subterrânea. A condutividade elétrica está relacionada com a presença de íons dissolvidos, dessa maneira, a inatividade do poço 2 pode ter impactado nas propriedades da água e na diferença de condutividade.

A cor da água é ocasionada pela reflexão em partículas minúsculas, geralmente de origem orgânica ou mineral (Levorlino, 2021). Segundo a portaria do Ministério da Saúde N° 888 (Brasil, 2021) a cor aparente de água para consumo humano para o padrão organoléptico, quando há estímulo sensorial, porém, não causa danos à saúde, não deve ultrapassar 15 uH (unidade Hazen).

Os dados amostrais de cor no gráfico “g” indicam uma diferença entre dois pontos de água subterrânea. O ponto 1, ativo, apresenta uma leitura de cor de 0, enquanto o ponto 2 desativado possui uma leitura de cor de 5, isto mostra que está em conformidade ao valor estabelecido pela Portaria n° 888/2021, um valor máximo de 15 uH. Essa discrepância pode estar relacionada à atividade dos poços e às características da água subterrânea. A cor da água subterrânea frequentemente reflete a presença de substâncias dissolvidas. A desativação do ponto 2 pode ter influenciado nas condições da água e na diferença na cor.

#### 5.5. Nitrogênio total e fósforo total

Os dados se referem aos níveis de fósforo total e nitrogênio total nos dois poços de abastecimento de água, P1 (ativo) e P2 (desativado). O fósforo total, um indicador da quantidade total de fósforo na água, revela valores baixos em ambos os poços (Tabela 1 e 2). Por outro lado, a diferença nos níveis de nitrogênio total entre os dois poços é notável, o P1 um valor de 0,71 e o P2 com um valor consideravelmente mais alto de 4,47 ilustrado no gráfico “e”. Essa disparidade sugere que o poço P2 possa estar sendo contaminado por uma fonte externa, e requer uma investigação mais aprofundada para identificar a fonte da contaminação e implementar medidas corretivas, se necessário, assim como afirmado nas pesquisas de Hungaro (2021). A análise destes dados indica que embora o fósforo não seja uma preocupação, a variação nos níveis de nitrogênio total

entre os poços pode ser indicativa de problemas de qualidade da água que precisam ser abordados.

## 5.6. Oxigênio dissolvido

Os dados de Oxigênio Dissolvido (OD) está ilustrado na figura 10 abaixo:

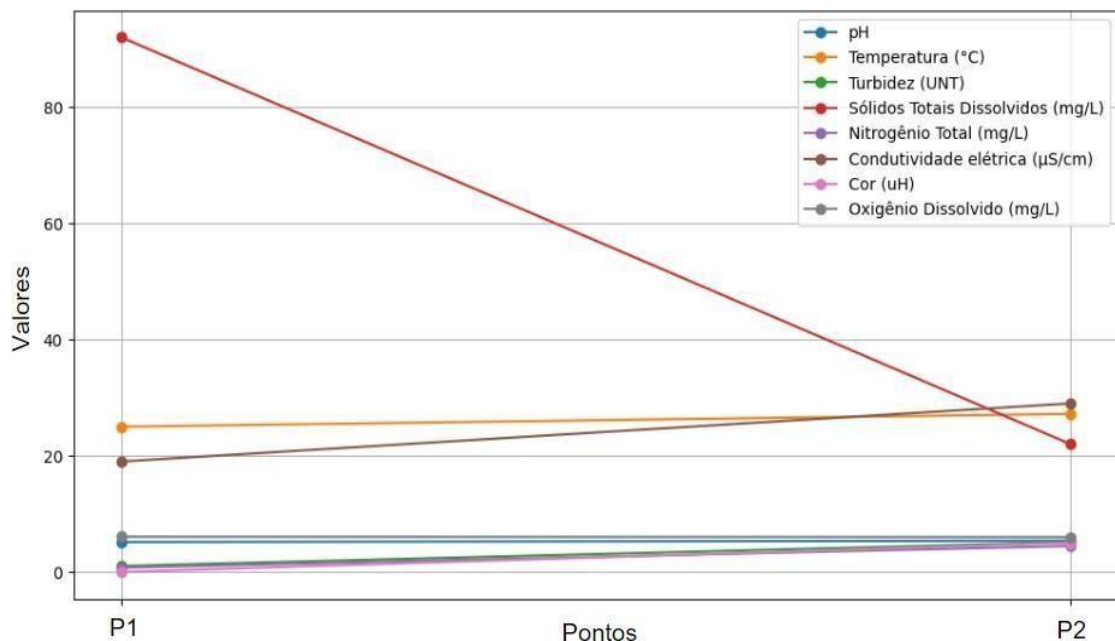
Poço P1: O valor de OD no poço P1 foi medido em 6.38.

Poço P2: No poço P2, o valor de OD foi registrado 6.85.

Na análise feita por meio do gráfico “h” foi notório que o poço P2 apresenta uma concentração ligeiramente mais alta de oxigênio dissolvido em comparação ao poço P1. A Portaria do Ministério da Saúde N° 888 (Brasil, 2021) não estabelece limites para de valores de oxigênio dissolvidos.

## 5.7. Variação entre os parâmetros da qualidade da água.

Figura 4: Gráfico da variação entre os parâmetros da água no ponto P1 e P2.



Fonte: A autora (2024).

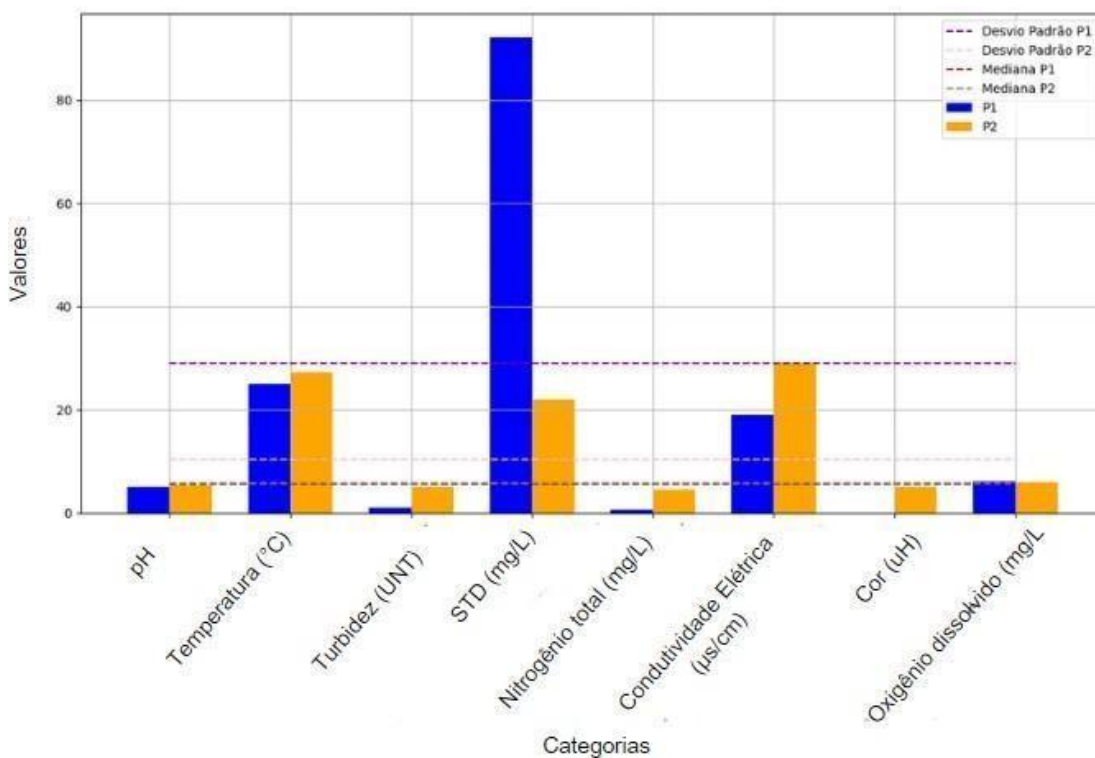
O gráfico 4 apresenta as medições de diversos parâmetros nos pontos 1 e 2, visualizados por linhas conectadas. Nota-se que os valores de pH e oxigênio dissolvido permanecem consistentes entre os pontos, sugerindo uma forte diferença. Por outro lado, há variações mais pronunciadas em parâmetros como temperatura, turbidez e



nitrogênio total, indicando diferenças substanciais entre os pontos de coleta.

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos exibem discrepâncias notáveis, sugerindo variações na composição química da água entre os locais. A maior disparidade é observada na medição de cor, destacando uma diferença entre os pontos. Assim, o gráfico evidencia tanto as semelhanças quanto às diferenças nos parâmetros avaliados, oferecendo uma compreensão abrangente da comparação entre eles e das particularidades distintas dos pontos de amostragem.

Figura 5: Gráfico da Variação entre P1 e P2 para diferentes parâmetros.



Fonte: A autora (2024).

O gráfico 5 de barras apresenta o conjunto de dados dos pontos de P1 e P2, sendo demonstrado a variação dos dados em estudo em oito categorias distintas relacionadas à qualidade da água. Cada categoria representa uma medida específica, como pH, temperatura, turbidez, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio total, condutividade elétrica, cor e oxigênio dissolvido. Ao analisar o gráfico, pode-se observar, por exemplo, na categoria de pH, as barras de P1 e P2 estão próximas em altura, indicando valores médios semelhantes. No entanto, em outras categorias, como turbidez e sólidos totais dissolvidos, há discrepâncias substanciais entre os conjuntos de dados, sugerindo variações significativas nessas áreas específicas.

Além das barras representando P1 e P2, o gráfico inclui linhas tracejadas que representam diferentes estatísticas calculadas para cada categoria. Em algumas categorias, as médias estão próximas, enquanto em outras há uma diferença mais pronunciada entre elas. As linhas roxas e rosa representam os desvios padrão de P1 e P2, respectivamente. O desvio padrão é uma medida de dispersão que indica a variabilidade dos dados em relação à média.

## 6. CONCLUSÃO

O Ponto 1 revelou a ausência de coliformes totais, mantendo os valores de STD, turbidez, fósforo total e pH dentro dos limites aceitáveis da legislação vigente. Quanto ao Ponto 2, desativado, não registrou a presença de coliformes termotolerantes, mas apresentou a presença coliformes totais.

Já para os valores de turbidez, nitrogênio e sólidos totais dissolvidos ultrapassaram os limites permitidos. A desativação desse poço é considerada uma medida apropriada, pois os resultados indicam que a qualidade da água não está em conformidade com os padrões estabelecidos.

Este diagnóstico ressalta a importância de realizar o monitoramento contínuo da qualidade da água, especialmente em áreas vulneráveis a potenciais fontes de contaminação, como cemitérios. A implementação de ações corretivas e preventivas é crucial, conforme indicado pelos resultados, para assegurar que a água consumida pela comunidade do IFAM seja segura e esteja em conformidade com os requisitos regulamentares estabelecidos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Águas subterrâneas, o que são?**. Disponível em: < <http://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/#ind1>>. Acesso em: 12 abr. 2024.

ALMEIDA, J. C. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 14 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ALMEIDA, L. D; **Hidrogeologia Conceitos Básicos**. Brasília: ANA, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022). **Água no mundo**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao> Acesso em: 23 ago.2023.

APHA - American Public Health Association; **American Water Work Association - AWWA; Water Pollution Control Federation – WPCF**. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23<sup>a</sup> ed. Denver, 2017. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/25037791.pdf>. Acessado em 20 jan. 2024.

ARAÚJO, D. L.; ANDRADE, R. F. **Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água Utilizada em Bebedouros de Instituições de Ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura**. Brazilian Journal Hea. Rev., Curitiba, v. 3, n. 4, p. 7301-7324, jul./aug. 2020. ISSN 2595-6825. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-009>

ARGOTI, Z. C. F. **Prevención comunitaria de enfermedades diarreicas agudas a partir de la evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua**. 2022. Disponível em: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33172/1/argotti\\_zumbana\\_carlos\\_fabian.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33172/1/argotti_zumbana_carlos_fabian.pdf). Acessado em; 15 mai. 2024.

AZEVEDO, R. P. **Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central**. Acta Amazônica, v. 36, p. 313-320, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000300004>.

BARBOSA, P. A. **Análise da qualidade da água de poços artesianos na zona rural do município de Passira/PE**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022. Acesso em: 14 Dez.2023. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X17385>.

BÁRTA, R. L.; DA SILVA, J. A. G.; DARONCO, C. R.; PRETTO, C.; STUMM, E. M. F.; FÁTIMA C. C. **Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura**. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 9, n. 4, p. 74-85, 2021. DOI:[10.22239/2317-269x.01822](https://doi.org/10.22239/2317-269x.01822)

BATISTA, L. M.; MENDONÇA, R. B.; PASSOS, K. B. **Estudo da qualidade da água potável dos campi do ifam sediados em Manaus**. Igapó, [S. l.], v. 12, n. 1, 2022. ISSN 1982-5498 Disponível em: <https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/157>. Acesso em: 22 ago. 2023.

BARROS, A.; AYACH, L. R.; BENITES, R. R. M.; PEREIRA, R. H. G. (2021). **Qualidade da água subterrânea na área urbana da bacia do córrego João dias, Aquidauana-MS**. In: Lima, T. do N; Faria, R. R. Ecótono Ce. DOI: [10.51859/amplla.ecp672.1121](https://doi.org/10.51859/amplla.ecp672.1121).

BRASIL. CONAMA. (2005). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, 2011. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 15 Dez.2023.

BRASIL. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano** - Secretaria de Vigilância em Saúde, 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 284 p. Disponível em:<https://periodicos.homolog.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/34178/32921>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio De 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para**

dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021318461562>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. (5a ed.) Brasília - DF: Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. (3a ed.) Brasília - DF: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021. **Altera o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 07 de maio de 2021. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em 23 ago. 2023.

BATISTA, L. F. **Avaliação da qualidade da água do Rio Caititu no município de Lábrea-AM**. 2022. Disponível em: <http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/6438> Acesso em 23 ago. 2023.

BECKER, H. S. **Apostila de Controle Analítico de Águas**. 7ª versão, Fortaleza, 2017

BERTOLO, R. A.; HIRATA, R.; ALY JUNIOR, O. **Método de Valoração da Água Subterrânea Impactada por Atividades Contaminantes no Estado de São Paulo**. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n. 3, p. 303–313, 26 ago. 2019. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i3.29479>

CETESB, São Paulo. **Guia de orientação para coleta e preservação de amostras**. Draft. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acessado em: 02 jan. 2024

CETESB. **Poluição das águas subterrâneas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguassubterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas> Acesso em: 09 ago. 2024

CETESB, **Qualidade das Águas Doces no Estado de São Paulo | Apêndice E – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**. São Paulo, 2017.

COLLARES, M. F. A.; SILVA, L. F.; BARBOSA, R. B. G.; DOURADO, A. C. C., REZENDE, B. N.; NASCIMENTO, J. A. C. 2021. **Avaliação da qualidade da água do Rio Pardo (MG) com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (5), e 60010515532. Disponível: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15532>. Acesso: 27 jun. 2024

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008**. Diário Oficial da União, 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

CORDEIRO, J. S. L.; DE CASTRO, A. R.; DO ACESSO À ÁGUA POTÁVEL COMO DIREITO FUNDAMENTAL FRENTE AO DIREITO DE PROPRIEDADE: UMA ANÁLISE À LUZ DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988. **Anais do Congresso Brasileiro de**

**Processo Coletivo e Cidadania**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. 459–469, 2023. Disponível em: <https://revistas.unaerp.br/cbpcc/article/view/2808>. Acesso em: 17 jun. 2024.

DA SILVA, A. B.; DE BRITO, J. M.; DE ARAÚJO, S. R.; BRAZ, A. S.; DA SILVA, F. E. D.; SOUSA, S. S. 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. <https://doi.org/10.14295/ras.v31i2.28807>

DA SILVA, A. B.; SILVA, J. D. C.; DE MELO, B. F.; DO NASCIMENTO, R. F.; DUARTE, J. D. S.; FILHO, E. D. D. S. **Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB**. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, [S. l.], v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2261>. Acesso em: 23 abr. 2024.

DE ALMEIDA, J. C.; RODRIGUES, E. A.; QUADRO, M. S.; BARCELOS, A.; ANDREAZZA, R. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 14 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCC-JAQUELINE-ALMEIDA.pdf> Acesso em: 12 abr. 2024.

DE AZEVEDO, R. P.; **Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central**. *Acta Amazônica*, v. 36, n. 3, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300004>

DEL'ARCOS, T.; DO NASCIMENTO, S. M.; GONÇALVES, M. G. S.; VILLANOEVA, C. N. B. C.; DELL'ISOLA, A. T. P.; **Chuá, chuá, água boa pra tomar: Avaliação higiênico-sanitária da água, bebedouros e manipuladores de alimentos em escola municipal**. *Revista Universidade Federal de Goiás, Goiânia*, v. 20, 2020. ISSN: 2179-2925. <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.62608>

EMBRAPA. 2023. **Água: onde está a água do planeta Terra?** Disponível em: [https://www.embrapa.br/contandociencia/agua//asset\\_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vam-os-economizar-agua-/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contandociencia/agua//asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vam-os-economizar-agua-/1355746?inheritRedirect=false). Acesso em: 12 Abr. 2024.

FERREIRA, D. C.; GRAZIELE, I.; MARQUES, R. C.; GONÇALVES, J.; **Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case**. *Science of the Total Environment*, v. 779, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>.

FREIRE B, L.; SOARES, M. D. R.; SILVA S, A. E.; NOGUCHI, H. S.; SOUZA, Z. S. **Avaliação da qualidade da água do Rio Caititu no município de Lábrea, AM**. *Gaia Scientia*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 57–71, 2023. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2023v17n1.65262. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/65262>

FORTES, A. C. C.; BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. **A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso**. *Saúde em Debate*, v. 43, p. 20-34, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S302>.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/eng\\_analAgua.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf). Acesso em: 16 jan. 2024

HASAN, S. T.; DAS, S.; FARUQUE, A. S. G.; KHAN, A. I.; CLEMENS, J. D.; AHMED, T. (2021). **Taking care of a diarrhea epidemic in an urban hospital in Bangladesh: Appraisal of putative causes, presentation, management, and deaths averted**. PLoS Neglected Tropical Diseases, 15(11), 1-23 Disponível em: <https://journals.plos.org/plosntds/article/file?id=10.1371/journal.pntd.0009953&type=printable>. Acesso em: 22 jun. 2024.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S.; VILLAR, P.; MARCELLINI, L. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, 2019. <https://doi.org/10.11606/9788563124074>

HIRATA, R., SUHOGUSOFF, A. V. (2019). **How much do we know about the groundwater quality and its impact on Brazilian society today?** Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 31, e 109. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X4419>

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A. V.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019. [São Paulo]: Instituto Trata Brasil. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e7d9e125-7b22-4706-915ba397f8a91784/2928658>. pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

HUNGARO, F. M.; ALVES, M. R.; ANTUNES, P. A. **ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ZONA LESTE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP ENTRE OS ANOS 2018 E 2019**. InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, [S. l.], v. 7, n. 20, p. e202115, 2021. <https://doi.org/10.18764/2446-6549.e202115>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. 2022.

PEDREIRA JÚNIOR, A. L.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. da S.; SANTOS, L. O. F. dos; MOURA, A. R. de M.; MACHADO, N. G.; BIURDES, M. S. **VARIABILIDADE HORÁRIA E INTENSIDADE SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 22, 2021. DOI:10.5380/abclima.v22i0.58089.

JUNIOR, S. L. C.; DE CASTRO, A. R. (2022). **Do acesso à água potável como direito fundamental frente ao direito de propriedade: uma análise à luz da constituição federal de 1988**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Processo Coletivo e Cidadania. 2022. p. 459-469. Disponível em: <https://revistas.unaerp.br/cbpc/article/view/2808/2035> Acesso em: 3 jul. 2024.

KARAMOUZ, M.; AHMADI, A.; AKHBARI, M. **Groundwater hydrology: Engineering, planning, and management**. CRC press, 2020. <https://doi.org/10.1201/9780429265693>



LEITÃO, M. D. V. L.; WACHHOLZ, F.; DESCOVI, F. L. L. V.; Qualidade da água superficial do Rio Tarumã-Açu/Amazonas, Brasil. **Revista Presença Geográfica**, v. 10, n. 1, p. 124-139, 2023. <https://doi.org/10.36026/rpgeo.v10i1.7317>

LEITE, C. M. C.; WENDLAND, E.; GASTMANS, D. **Caracterização hidrogeoquímica de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público na porção nordeste do Sistema Aquífero Guarani**. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 1, p. 29–43. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220190087>

LERVOLINO, L. Cor em águas naturais. Portal tratamento da água, 2021. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lis-18885>. Acesso em: 08/09/2022.

MAROUELLI, W. A.; MALDONADE I. R.; Braga, M. B.; SILVA, H. R. (2014). **Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação**. Brasília: Embrapa Hortaliças. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118378/1/CT-134.pdf>. Acesso em: 13 Dez. 2023.

MEBRAHTOM, S.; WORKU, A.; Gage, D. J. (2022). **The risk of water, sanitation and hygiene on diarrhea-related infant mortality in eastern Ethiopia: a population-based nested case-control**. *BMC Public Health*, 22(1), 1-14. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s12889-022-12735-7.pdf> Acesso em: 05 Mar. 2024.

MENDONÇA, M. H. M.; ROSENO, S. A. M.; CACHOEIRA, T. R. L.; SILVA, A. F. S.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME JÚNIOR, A. T. **Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa**. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, n. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1934> Acesso em: 01 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, 2011. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 22 ago. 2023.

MIRANDA, C. E. C.; **Análise microbiológica e físico-química de águas consumidas por comunidades ribeirinhas no interior do Amazonas**. 2020. Disponível em: <http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/5830>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MONTEIRO, I. H.; CAMPOS, S. C.; FERNANDES, F. C. F.; SOARES, A. C.; ALMEIDA, M. A. Z.; CHARMELO, L. C. L. **Avaliação físico-química e bacteriológica da água oferecida em bebedouros de instituições de ensino do município de Rio Casca – MG**. I Seminário Científico da FACIG, 2015. Disponível em: <https://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/245/219>. Acesso em: 02 jan. 2024

MOSISA, D.; ABOMA, M.; GIRMA, T.; SHIBRU, A. (2021). **Determinants of diarrheal diseases among under five children in Jimma Geneti District, Oromia region, Ethiopia, 2020: a case-control study**. *BMC Pediatrics*, 21(1), 1-13. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12887-021-03022-2> Acesso em: 01 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - (OPAS). **Situação da água e Saneamento nas Américas: Relatório de 2018**. Disponível em:

<https://www.opas.org/relatorios/situacao-agua-saneamento-2018>. Acesso em: 01 jul. 2024.

OLIVEIRA, M. D. S. **Avaliação de impacto ambiental no cemitério Parque da Saudade em Ouro Preto/MG: a problemática da contaminação por necrochorume frente à pandemia de COVID-19.** 2022. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/3936> Acesso em: 13, abr. de 2024.

OMS. **Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que 16incorpora la primera adenda.** Organ Mund la Salud [Internet]. 2018 [cited 2023 May 5];4:608. Available from: Disponível: <https://bitly.co/7FYT> Acesso em: 13, abr. de 2024.

PASINI, F.; DAMKE, T. **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. DOI: <https://doi.org/10.21727/teccen.v13i1.2200>. Acesso em: 12 abr.2024.

PIRES, A. P. F.; FARJALLA, V. F. **Relatório Temático Água: Biodiversidade, Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano no Brasil.** 2020. Disponível em: <https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2018/11/BPBES-2020> Acesso em: 13, abr. de 2024.

REBOUÇAS, R. S. O.; SOARES, M. D. R.; NOGUCHI, H. S.; SOUZA, M. S.; NASCIMENTO, F. R.; ALVES, K. de V., PANTOJA, L. P.; DE SOUZA, Z. M. (2024). **Water quality for human consumption in semi artesian wells in the city of Lábrea/AM.** *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 17(1), 5302–5321. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-316>.

SALES, T. D. O. **Determinação de íons nitrito na água de onze lagoas da região metropolitana de Natal/RN no ano de 2023.** 2023. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia), Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53032>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SANTOS, M. J.; RIOS, I. H. R.; SOUZA, R. J.; ALBUQUERQUE, E.; SOUZA, M. F.; **Avaliação de parâmetros químicos e microbiológicos das águas subterrâneas do município de Parintins-AM como indicadores de poluição das águas.** *Águas Subterrâneas*, v. 38, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v38i1.30257> Acesso em: 28 Julh. 2024.

SOUZA, M. F., 2015. **Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/Brasil – uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos.** Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) Universidade Federal de Pelotas. Disponível: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/ri/283>. Acesso em: 26 jun. 2024.

TARAZONA Y. **Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el Distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald,** 2021. Ciencinvest. 2022 Aug 19. 2023 May 5;4(1):78–9. Disponível em: <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5138>. Acesso em: 02 jun 2024.

UNESCO – WWAP. **Fatos e dados do relatório mundial das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 4: o manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco.** Programa mundial de avaliação da água das nações unidas. 2012. Disponível



em: < [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215492\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215492_por)>. Acesso em: 09 ago. 2023.

DE VARGAS, T., SGORLA, V., BELLADONA, R., VEDANA, L. A.; **Mapas de zonas potenciais de recarga da água subterrânea como uma nova ferramenta para a segurança hídrica do abastecimento público. Águas Subterrâneas**, v. 37, n. 1, p. 29–43. Acesso em: 15 Dez. 2023. <https://doi.org/10.14295/ras.v37i1.30152>

VARGAS, T.; BELLADONA, R.; SGORLA, V.; SBABO, L. C. (2022). **Vulnerabilidade intrínseca da água subterrânea como alicerce na gestão do uso do solo em bacias de captação. Revista Brasileira de Geografia Física**, 15(1), 710-720. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acessado em: 15 Jan. 2024

VAL, A. L., BICUDO, C. E. D. M.; BICUDO, D. D. C.; PUJONI, D. G. F.; ROSADO, F.; SPILKI, I. D. S. N.; HIRATA, R. **Water Quality In Brazil. In: Water quality in the Americas: Risks and opportunities**. Mexico: The Inter-American Network of Academies of Sciences IANAS, 2019. p. 385–405. ISBN: 978-607-8379-33-0. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/336854712\\_Water\\_Quality\\_in\\_the\\_Americas\\_Risks\\_and\\_Opportunities](https://www.researchgate.net/publication/336854712_Water_Quality_in_the_Americas_Risks_and_Opportunities). Acesso em: 15 de jan. 2024.

VIANA, D. N. **APLICAÇÃO DE SENSOR MULTIPARAMÉTRICO PARA ANÁLISE DE ÁGUA NO ENSINO DE QUÍMICA. 2023**. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/6945>. Acessado em: 18 de jun. 2024.

VON, S. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. UFMG/Belo Horizonte MG, 2014. 470 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=1pxhLVxVFHoC&oi=fnd&pg=PA=false> Acesso em: 15 fev. 2024