



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

ELANE MIQUELE DA SILVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CENTRAL DO
MUNICÍPIO DE SANTANA (AP): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS PARA A POTABILIDADE**

MACAPÁ
2024

ELANE MIQUELE DA SILVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CENTRAL DO
MUNICÍPIO DE SANTANA (AP): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS PARA A POTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Ciências Ambientais,
como requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde

MACAPÁ
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

B238a Barbosa, Elane Miquele da Silva Barbosa.

Avaliação da qualidade da água de poços no bairro Central do município de Santana (AP): Parâmetros físico-químicos e microbiológicos para a potabilidade / Elane Miquele da Silva Barbosa. - Macapá, 2024.

1 recurso eletrônico. 52 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá. Coordenação do Curso de Ciências Ambientais. Macapá, 2024.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde.

Coorientador: .

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Água subterrânea. 2. Qualidade hídrica. 3. Saneamento básico. I. Valverde, Karina Cardoso, orientadora. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 553.7

ELANE MIQUELE DA SILVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CENTRAL DO
MUNICÍPIO DE SANTANA (AP): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS PARA A POTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Ciências Ambientais,
como requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Data de aprovação: 20/03/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP
Avaliadora

Prof. Dr. Marcelo José de Oliveira
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar agradecimento a mim mesma, por ter demonstrado força e resiliência ao longo da jornada acadêmica. Me tornar Cientista Ambiental me faz acreditar que é possível sonhar e realizar.

Gratidão à minha orientadora, Karina Cardoso Valverde, cuja paciência e encorajamento foram essenciais ao longo de todo o processo de pesquisa. Professora Karina, me sinto muito grata por ter tido a oportunidade de contar com uma orientadora tão dedicada e competente como você.

Gratidão ao meu namorado e amor da minha vida, Breno Inocente. Você trouxe luz à minha vida, preenche todos os dias com amor, apoio e compreensão. É muito reconfortante saber que posso contar com você em todas as circunstâncias. Te amo, B.

Expresso aqui minha mais profunda gratidão, amor e admiração aos meus amigos, em especial, Samara Guedes, Juliana Campos, Cauê Benício, Alinne Costa, Ariane Azevedo, Camilo Campos e a todos aos outros amigos que não mencionei aqui, mas tenho comigo um enorme carinho. Agradeço pela amizade sincera, pelos momentos de risos e pelo suporte mútuo em todos momentos difíceis. Cada um de vocês contribuiu para tornar a minha vida melhor, proporcionando apoio emocional, incentivo e companheirismo.

Agradeço aos meus irmãos, Emanuel Barbosa, Poliane Cardoso e Maria Clara por serem parte importante nesse ciclo de vida. Amo muito vocês.

Minha profunda gratidão à minha tia, Madalena Barbosa, por ter me acolhido com amor e carinho em sua casa no momento que mais precisei. Obrigada Beatriz Barbosa e Otávio Barbosa por serem compreensivos e amorosos comigo durante esse tempo com vocês.

Agradeço, à minha madrinha, Lúcia Silva, por me apoiar durante toda a minha vida. Por acreditar em mim como pesquisadora e ser minha base.

Agradeço, às minhas tias e tio, Fátima Barbosa, Francisca Barbosa e Francisco Barbosa, por estarem disponíveis para ajudar sempre que possível.

Agradeço, à professora Helenilza Cunha e ao professor Marcelo Oliveira, pelas contribuições e orientações durante a qualificação deste projeto.

Agradeço, aos técnicos do Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental do Curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do

Amapá, em especial ao Paulo Gibson. Você foi fundamental na realização das análises e para melhor desenvolver esta pesquisa.

Gratidão aos moradores que gentilmente abriram suas residências e permitiram a realização desta pesquisa. Valorizo muito a contribuição de cada um, pois sem eles, este estudo não teria sido possível.

Por fim, não menos importante, agradeço a todos os professores do Colegiado do Curso de Ciências Ambientais que estiveram presentes nessa jornada acadêmica. É um grande privilégio aprender e ter contato com pessoas/profissionais/pesquisadores tão incríveis e dedicados. Em especial, agradeço ao professor José Leonardo Magalhães, que por vezes foi paciente e disposto a ajudar sempre que possível. Te considero um incentivador de sonhos, muito obrigada por me fazer acreditar.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CENTRAL DO MUNICÍPIO DE SANTANA (AP): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS PARA A POTABILIDADE

Autor: Elane Miquele da Silva Barbosa

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Karina Cardoso Valverde

Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais

Macapá, 20 de março de 2024

RESUMO

A água é considerada um elemento fundamental à vida humana e o acesso à água potável é um direito universal. No entanto, a região Norte do Brasil tem o menor acesso à água em comparação com outras regiões, especialmente em áreas remotas e periféricas das cidades. Em Santana (AP), apenas 41,84% da população têm acesso à água potável, levando a população a optar por outras alternativas, como a instalação de poços em suas residências. Diante disto, a análise da potabilidade da água de poço é crucial para garantir água segura e promover a saúde pública. Assim, este trabalho avaliou a qualidade da água destinada ao consumo humano proveniente de poços localizados em residências no bairro Central em Santana. A metodologia dividiu-se em: coleta de 30 amostras de poços em 15 residências, divididas em 2 fases (dezembro de 2023 e fevereiro de 2024); análises físico-químicas e microbiológicas da água, realizados no Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental (LABQSAMB) da UNIFAP; e realização de entrevistas de percepção ambiental com os moradores a fim de levantar informações a respeito dos poços e do uso da água. Para os parâmetros físicos, 4 residências apresentam níveis elevados de cor e turbidez. Os parâmetros químicos: cloreto, dureza total e ferro, apresentaram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS n°. 888/2021; enquanto o manganês apresentou pontos com valores acima do limite de potabilidade. O pH foi considerado ácido. O resultado das análises microbiológicas revelou a presença de coliformes totais em 93,1% dos pontos de coleta, com exceção de 2 residências. A detecção de *Escherichia coli* (*E. coli*) foi observada em 4 residências. Observou-se ainda, que as variações sazonais influenciaram nos resultados das análises de cor, turbidez, ferro e manganês. Embora a maioria dos moradores apresente uma percepção positiva em relação à qualidade da água consumida, constatou-se que os recursos hídricos subterrâneos utilizados não atendem aos padrões de potabilidade. Portanto, no monitoramento da qualidade de águas subterrâneas, é importante considerar as variações sazonais e implementar medidas regulatórias e preventivas urgentes para garantir a segurança das pessoas que dependem desses recursos hídricos para consumo.

Palavras-chave: Água subterrânea. Qualidade hídrica. Saneamento básico.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AP: Amapá

APHA: *Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater*

ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Ca²⁺: cálcio

CaCl₂: cloreto de cálcio

CaCO₃: carbonato de cálcio

Cl⁻: Cloreto

cm: centímetros

E. coli: *Escherichia coli*

Fe: ferro

GM/MS: Gabinete do Ministro, Ministério da Saúde

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITB: Instituto Trata Brasil

km: quilômetros

km²: quilômetros quadrado

LABQSAMB: Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental

m: metros

mg/L: miligramas por litro

mg/L Pt-Co: escala de platina/cobalto por litro

Mg²⁺: magnésio

min: minuto

mL: mililitros

Mn: manganês

MS: Ministério da Saúde

OMS: Organização Mundial da Saúde

PE: Pernambuco

pH: potencial hidrogeniônico

RMM: Região Metropolitana de Macapá

SAI: solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano

SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

uH: unidade Hazen

UNIFAP: Universidade Federal do Amapá

uT: unidade de turbidez

UV: ultravioleta

VMP: valores máximos permitidos

$\mu\text{S/cm}$: microSiemens por centímetro

%: porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo	20
Figura 2 - Espectrofotômetro.....	23
Figura 3 - pHmetro	23
Figura 4 - Turbidímetro	23
Figura 5 - Análises microbiológicas	24
Figura 6 - Cor aparente	26
Figura 7 - Cloreto	27
Figura 8 - Dureza total	28
Figura 9 - Ferro.....	29
Figura 10 - Manganês	29
Figura 11 - pH	30
Figura 12 - Turbidez	31
Figura 13 - Frequência de consumo de água para beber	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros de qualidade, métodos de análise, equipamentos, VMP e unidades de medida	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros microbiológicos	32
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 SANEAMENTO NO ESTADO DO AMAPÁ	12
1.1.1 Saneamento no Município de Santana	13
1.2 LEGISLAÇÃO APLICADA	15
1.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	15
1.3.1 Análises Físico-Químicas da Água	16
1.3.2 Análises Microbiológicas da Água	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 MATERIAIS DE MÉTODOS	20
3.1 ÁREA DE ESTUDO	20
3.2 COLETA DAS AMOSTRAS	20
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇO	21
3.3.1 Procedimento das análises físico-químicas e microbiológicas da água	22
3.4 ENTREVISTAS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA	26
4.2 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS MORADORES	33
5 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE I: ENTREVISTA	46
APÊNDICE II: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	50

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental na sustentação da vida e assume um papel essencial na sobrevivência e bem-estar da humanidade, sendo importante tanto para o consumo humano quanto para a realização de diversas atividades. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), "todas as pessoas, independentemente de seu estágio de desenvolvimento e condições socioeconômicas, possuem o direito de ter acesso a um fornecimento adequado à água potável - algo que é um direito humano, não um luxo" (ONU, 2011).

No Brasil, a Lei n°. 14.026/2020 estabelece regras para os serviços públicos de saneamento básico, como fornecimento de água e tratamento de esgoto, determinando que os contratos desses serviços devem incluir metas claras. Prevê ainda que até o final de 2033, 99% das pessoas tenham acesso a água potável e 90% tenham seus esgotos coletados e tratados (Brasil, 2020), com o objetivo de melhorar a saúde e a qualidade de vida das pessoas, garantindo um acesso mais amplo a serviços essenciais de saneamento.

Atualmente a região Norte, que embora seja detentora de vastos recursos hídricos, apresenta o menor índice de população com acesso à água potável em comparação com outras regiões, com apenas 62,4% (ITB, 2022a), enquanto outras regiões têm índices maiores da população com acesso à água potável, tais como: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, com 75,6% (ITB, 2022b); 89,0% ITB, 2022 c); 90,7% (ITB, 2022d); 91,5% (ITB, 2022e), respectivamente. Essa discrepância se torna particularmente evidente nas áreas urbanas remotas e nos bairros periféricos das capitais.

1.1 Saneamento do Estado do Amapá

No estado do Amapá (AP), localizado ao extremo Norte do Brasil e banhado em sua extensão pelo Rio Amazonas, conta com uma população de 733.508 habitantes (IBGE, 2022a). Nas últimas atualizações publicadas pelo Instituto Trata Brasil (ITB), apenas 46,9% da população amapaense têm acesso a água potável e apenas 5,4% têm acesso a coleta de esgoto, ou seja, 53,1% não tem acesso a água e 94,6% da população não tem coleta de esgoto (ITB, 2022f).

É possível afirmar que a falta de disponibilidade adequada de serviços essenciais, como a coleta de esgoto e abastecimento de água coloca a população em uma situação em que optar por construir fossas sépticas para o armazenamento de seus resíduos de esgoto sanitário (Bastos, 2010; Viegas *et al.*, 2021) e poços para ter acesso a água para consumo e atividades domésticas.

Esses poços podem ter profundidades variadas, entre 15 e 3000 metros (m). Dois tipos comuns de poços são: poço tubular profundo ou artesiano, que é construído por meio de uma Sonda Perfuratriz, com diâmetro de 4 a 36 centímetros (cm) e profundidade de até 2000 m, para captação de água; e poço raso, cisterna, cacimba ou amazonas, que têm grandes diâmetros (superior a 1 m) e são escavados manualmente, revestidos com tijolos ou anéis de concreto, geralmente com profundidades de até 20 m, para captar o lençol freático (Nanes; Nanes; Farias, 2012; Façanha, 2016).

No estado, os dados relativos ao fornecimento de água apresentam-se da seguinte maneira: 50,4% da população têm acesso à água por meio da rede de distribuição, enquanto 45,5% da população recorre a poços como fonte de abastecimento, com uma subdivisão de 32,0% utilizando poços tubulares e 13,5% poços amazonas. Além disso, 4,1% da população obtém água de outras fontes de abastecimento não especificadas (IBGE, 2022b).

A proximidade de fossas sépticas ou comuns próximas aos poços podem aumentar a contaminação da água subterrânea por microrganismos patogênicos, pelo menos no nível freático (Grott *et al.*, 2018).

1.1.1 Saneamento no Município de Santana

Santana, o segundo maior município do estado do AP, com uma área territorial que totaliza 1.541.224 quilômetros quadrados (km²), fica localizado a uma distância de 17 quilômetros (km) da capital Macapá e tem uma população de 107.373 habitantes (IBGE, 2022a).

O clima para o município é típico das estações amazônicas, caracterizado em termos sazonais, o período de estiagem (seco) que ocorre durante os meses de setembro a novembro, e o mais chuvoso que ocorre nos meses de março a maio. Já os meses de dezembro e agosto, são considerados períodos de transição entre essas duas fases distintas (Souza; Cunha, 2010; Vilhena; Silva; Freitas, 2018).

Uma das características predominantes de Santana é o seu *status* como pertencente a Região Metropolitana de Macapá (RMM), que a destaca como um importante centro urbano na região norte do Brasil. A cidade é reconhecida como a cidade-porto do AP, uma denominação que reflete sua influência econômica e geográfica significativa, uma vez que abriga o principal porto do estado do AP, o Porto de Santana (Amapá, 2015).

Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o abastecimento em Santana é feito por mananciais subterrâneos (ANA, 2021). De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), apenas 41,8% da população santanense, ou seja, 44.882 pessoas, têm acesso à água potável em suas residências. É importante ressaltar que esse acesso é ainda mais limitado na área rural, onde apenas 18,0% da população rural possui acesso à água segura. Isso demonstra claramente a precariedade dos serviços de saneamento na região, com 58,2% da população, o equivalente a 62.491 pessoas, enfrentando dificuldades para obter água de qualidade (SNIS, 2021).

Esses números destacam a necessidade urgente de melhorias no fornecimento de água em Santana, a fim de garantir um acesso adequado a esse recurso vital para a população.

Razzolini e Günther (2008) afirmam que a ausência de acesso à água tem sido identificada como uma barreira para o desenvolvimento e a ausência de infraestrutura de saneamento representam riscos significativos para a saúde da população, resultando em um aumento das doenças infecciosas agudas e crônicas, particularmente afetando crianças, idosos, desnutridos e indivíduos com sistemas imunológicos comprometidos.

De acordo com Chagas, Santos e Silva (2016), a carência de saneamento é evidente em diversas cidades da Amazônia, caracterizada pela ausência completa de infraestrutura de esgotamento sanitário, juntamente com índices reduzidos de acesso à água tratada e à gestão adequada de resíduos sólidos.

As doenças de veiculação hídrica têm representado um dos principais desafios em saúde pública nos últimos anos, e isso pode estar relacionado a diversos fatores, tais como a ausência de saneamento básico, a contaminação de águas e outros (Franco, 2007; Nogueira *et al.*, 2021). No Brasil, cerca de 128.912 pessoas, em 2021, foram internadas por doenças de veiculação hídrica (SNIS, 2021).

1.2 Legislação Aplicada

O Ministério da Saúde (MS) detém a responsabilidade de estabelecimento de parâmetros e respectivos padrões de potabilidade a serem apresentados em norma específica. A vigilância da qualidade da água para consumo humano é a primeira área de atuação para assegurar a oferta de abastecimento público de qualidade no Brasil (Soares *et al.*, 2021).

De acordo com o artigo 27 da Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021), toda a água destinada ao consumo humano deve cumprir os parâmetros de potabilidade e está sujeita à vigilância contínua da qualidade da água. Esses limites são geralmente estabelecidos por meio de decretos, regulamentos ou especificações.

Assim, é obrigatório que atenda aos parâmetros de potabilidade, que estabelecem os níveis máximos aceitáveis para diversos elementos presentes na água de abastecimento.

Esses parâmetros de potabilidade se estendem por todas as modalidades de sistemas de abastecimento, incluindo a solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI): “modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares” (Brasil, 2021).

1.3 Parâmetros de Qualidade da Água

A análise da potabilidade da água de poço é essencial para assegurar que a população tenha acesso a água segura e livre de contaminação, cumprindo regulamentações legais (Lopes *et al.*, 2010; Silva, 2022). É uma medida fundamental para preservar a saúde e o bem-estar da comunidade local (Façanha, 2016; Grott *et al.*, 2018). Assim, através da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, busca-se prevenir doenças relacionadas à água e promover a saúde pública.

Os parâmetros físicos e químicos da água são influenciados por diversas características como tipos de solo, condições climáticas, uso da terra (cobertura vegetal), entre outros. Esses parâmetros são representados pelos sólidos, matéria

orgânica e inorgânica presentes na água (Carmona *et al.*, 2017; Bagatini; Bonzanini; Oliveira, 2017).

As características da região, juntamente com os elementos mencionados, têm um impacto direto nas propriedades físicas e químicas da água e é importante para entender e monitorar a qualidade da água em uma determinada área (Paiva; Paiva, 2003; Von Sperling, 2005; Nóbrega; Bonifácio, 2021).

A Portaria GM/MS n°. 888/2021 também estabelece parâmetros microbiológicos, como coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), para avaliação bacteriológica da água (Barcelos, 1998; Brasil, 2021), que estão diretamente ligados à saúde pública.

1.3.1 Análises Físico-Químicas da Água

A cor da água é amplamente influenciada pelo ambiente natural do curso d'água, bem como pelos efluentes químicos, orgânicos e até substâncias naturais que podem afetar sua colorimetria (Oliveira; Campos; Medeiros, 2010). Segundo a Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021), o valor máximo permitido para cor aparente é de 15 miligramas por litro (mg/L). A cor aparente inclui não apenas a cor proveniente das substâncias dissolvidas, mas também os elementos que contribuem para a turbidez, ou seja, os que estão em suspensão (Lucido, 2010). Além disso, a colorimetria também pode ser afetada pela presença de metais como ferro e manganês, bem como por resíduos industriais com coloração intensa (Funasa, 2013).

O cloreto (Cl⁻) está presente em águas na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (Herphs *et al.*, 2023). Em águas subterrâneas, sua origem ocorre através da dissolução de sais (Matias *et al.*, 2019; Teixeira *et al.*, 2022). A Portaria GM/MS n°. 888/2021 estabelece o valor máximo permitido de 250 mg/L para águas que serão destinadas a consumo (Brasil, 2021). O cloreto pode estar vinculado também, entre outros fatores, à liberação de efluentes domésticos e industriais e concentrações superiores ao limite estabelecido são perceptíveis pelo paladar (Brasil, 2014; Guedes; Valverde, 2023).

A dureza total da água é a quantidade combinada de íons cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), expressa em termos de carbonato de cálcio (CaCO₃) (Guedes; Valverde, 2023). A Portaria GM/MS n°. 888/2021 estabelece como valor máximo

permitido de 300 mg/L para dureza total (Brasil, 2021). Concentrações elevadas de dureza podem conferir à água um sabor desagradável e ter efeitos laxativos (Santos; Mohr, 2013).

O ferro (Fe) é um dos metais contaminantes mais frequentes em águas, apresentando origens naturais e antropogênicas (Silveira Júnior *et al.*, 2013). Na Portaria GM/MS n°. 888/2021 o valor máximo permitido é de 0,3 mg/L (Brasil, 2021). Embora o ferro, em altas concentrações, não seja considerado potencialmente tóxico, pode ocasionar mudanças na coloração da água resultando em um tom amarelado e um sabor amargo (Parron; Muniz; Pereira, 2011), além de causar manchas em utensílios e roupas (Bárbara; Cunha; Siqueira, 2010).

O manganês (Mn) pode ocasionar problemas organolépticos, conferindo um sabor desagradável à água, causando manchas em roupas e aumentando o risco de desenvolvimento de bactérias. A Portaria GM/MS n°. 888/2021 estabelece 0,1 mg/L como o valor máximo permitido (Brasil, 2021).

O potencial hidrogeniônico (pH) indica a concentração de íons hidrogênio em uma solução e é um fator de extrema relevância na água. Sua escala varia de 0 a 14, sendo que valores abaixo de 7 indicam que a água é ácida, enquanto valores acima de 7 a tornam alcalina (Funasa, 2013). Quando o pH é igual a 7, a água é considerada neutra. Conforme a Portaria GM/MS n°. 888/2021, é recomendado manter o pH da água no sistema de distribuição dentro da faixa de 6,0 a 9,0 (Brasil, 2021).

A turbidez é um indicador crucial da qualidade da água e reflete as mudanças no uso da terra em uma bacia fluvial. Ela ocorre devido à dispersão da luz em meio aquoso, reduzindo a transparência da água, o que pode prejudicar ecossistemas dependentes da luz como fonte de energia (Brito, 2008; Raposo, 2010). A presença de materiais como sólidos em suspensão, algas, plânctons, materiais orgânicos e erosão, bem como atividades humanas, desempenham um papel significativo na medição da turbidez (Funasa, 2013). A Portaria GM/MS n°. 888/2021 estabelece o valor máximo permitido de 5,0 unidades de turbidez (uT) (Brasil, 2021).

1.3.2 Análises Microbiológicas da Água

Os parâmetros microbiológicos da água servem para verificar se ela é segura para consumo (Funasa, 2013). A Portaria GM/MS n°. 888/2021 não contempla

coliformes totais para o SAI e determina que haja ausência de *Escherichia coli* (*E. coli*) por 100 mililitros (mL) de amostra de água analisada (Brasil, 2021).

De acordo com Silveira *et al.* (2018), a presença de coliformes totais na água e nos alimentos não está diretamente relacionada à contaminação fecal ou à presença de microrganismos patogênicos. No entanto, a detecção de coliformes fecais pode indicar a presença de microrganismos patogênicos de origem entérica, como a *E. coli*.

Enfatiza-se a importância de monitorar a presença de coliformes como uma forma de detectar a contaminação da água por fezes humanas ou animais, o que pode ser um indicador um risco maior de transmissão de doenças pela água (WHO, 2004; Von Sperling, 2005; Nóbrega; Bonifácio, 2021).

A *E. coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CONAMA, 2000). Para Valverde (2014), a presença de *E. coli* é uma indicação definitiva de contaminação fecal recente.

Portanto, a análise de potabilidade das águas de poços artesianos no município de Santana é importante para verificar as condições físico-químicas e microbiológicas da água consumida pela população local que recorre à instalação de poços em suas residências.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos localizados em residências no bairro Central em Santana.

2.2 Objetivos Específicos

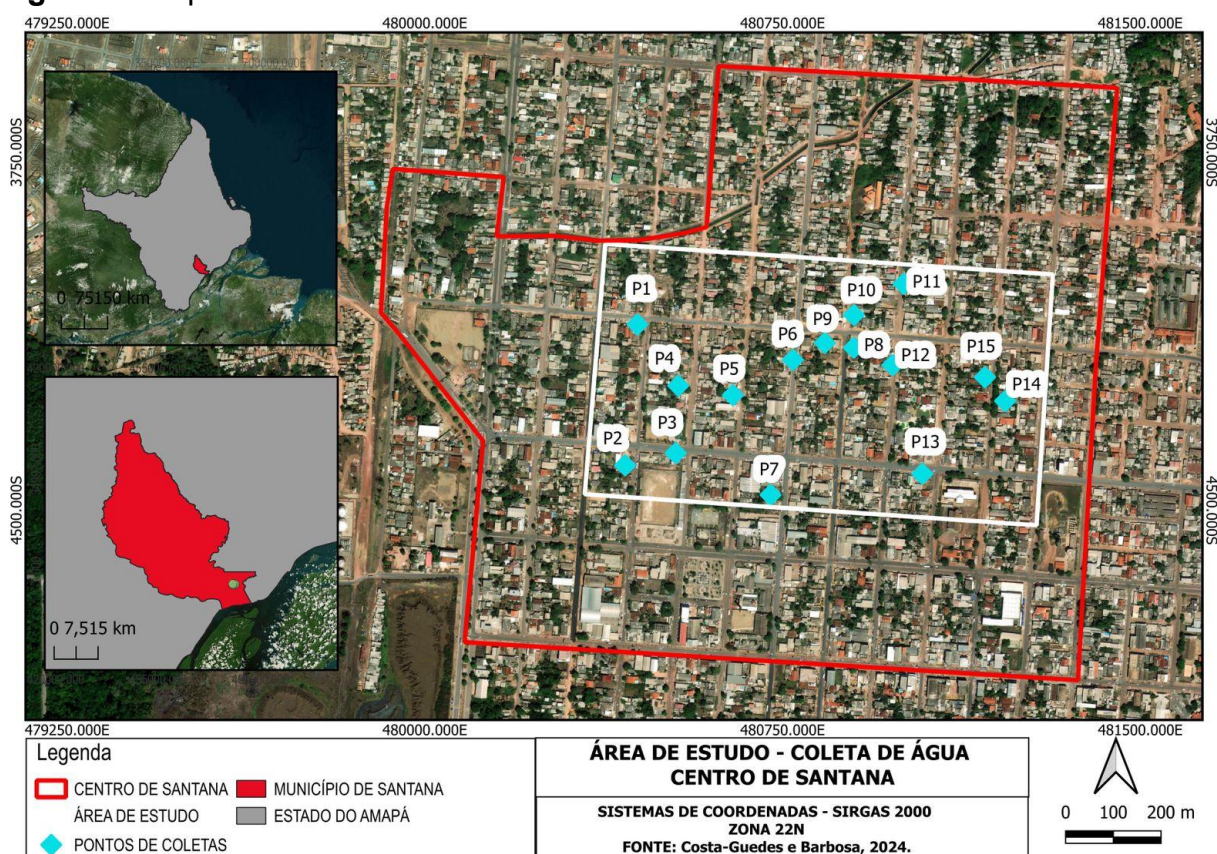
- Verificar a potabilidade da água proveniente de poços individuais, confrontando se os resultados dos parâmetros de qualidade: cor aparente, cloreto, dureza total, ferro, manganês, pH, turbidez, coliformes totais, *Escherichia coli* (*E. coli*) estão de acordo com a legislação vigente;
- Investigar se existe influência nos parâmetros da qualidade das águas de poços, de acordo com as duas principais estações do ano no estado, verão e inverno amazônico;
- Analisar a percepção dos moradores sobre a qualidade da água proveniente de poços individuais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

Santana é um município que tem sua estrutura de distribuição territorial organizada em 23 bairros distintos. Dentre essas áreas, tem-se o bairro Central, objeto da pesquisa, que possui uma área delimitada em 27 quadras, composta por 8 avenidas e 2 ruas (Figura 1). Este bairro foi escolhido levando em consideração o fácil acesso das residências para a coleta dos dados.

Figura 1- Mapa da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2024), adaptado do software QGIS (2024)

3.2 Coleta das Amostras

Foram coletadas 30 amostras de água *in loco* de 15 poços individuais de diferentes residências localizadas na área de estudo, distribuídas ao longo de 2 períodos distintos durante a manhã: 05 e 18 de dezembro de 2023 (período seco); e

20 de fevereiro de 2024 (período chuvoso). Assim, o delineamento proposto permitiu a análise de possíveis alterações decorrentes da sazonalidade nas águas coletadas.

Para identificação dos poços adotou-se abreviaturas P1 (primeiro poço amostrado), P2 (segundo poço amostrado) e assim por diante, até o P15 (décimo quinto poço amostrado), conforme demonstrado na Figura 1.

Antes e durante as coletas foram realizados procedimentos que garantem amostras seguras para análises, tais como: lavar as mãos com água e sabão; utilizar luvas descartáveis de látex; limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool e após isso, abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 minuto (min), para que então seja feita a coleta e armazenagem da água de poço em embalagem de polipropileno de 500 mL, após lavagem da mesma, conforme procedimento descrito pela Funasa (2013).

O material utilizado para a coleta das amostras foi fornecido pelo Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental (LABQSAMB) do Curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), contendo frascos de plástico devidamente higienizados, luvas descartáveis de látex, algodão, álcool e caixa térmica. Cada amostra foi devidamente identificada com número de registro do ponto de coleta, nome do responsável da residência, endereço, data e hora.

Após a coleta em cada frasco, as amostras foram imediatamente lacradas, acondicionadas em caixa térmica, sendo transportadas diretamente para o LABQSAMB da UNIFAP, em Macapá.

3.3 Caracterização Físico-Química e Microbiológica da Água

Os parâmetros de qualidade avaliados no LABQSAMB da UNIFAP foram: cor aparente, cloreto, dureza total, ferro, manganês, pH, turbidez, coliformes totais, *Escherichia coli* (*E. coli*). Os métodos de análise, equipamentos, valores máximos permitidos (VMP) e as unidades de medidas correspondentes estão presentes no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade, métodos de análise, equipamentos, VMP e unidades de medida

Parâmetros de Qualidade	Método de Análise	Equipamento	VMP ⁽¹⁾	Unidade de Medida
Cor aparente	Padrão de platina-cobalto	Espectrofotômetro Hach, modelo DR 3900	15	mg/L Pt-Co ⁽²⁾
Cloreto	Tiocianato mercúrico		250	mg/L
Dureza total	Calmagita colorimétrica		300	mg/L CaCO ₃
Ferro	FerroVer		0,3	mg/L Fe
Manganês	PAN 1-(2-piridilazo)-2-naftol LR		0,1	mg/L Mn
pH	Potenciométrico	SATRA, modelo PHS-3E	6,0 a 9,0	-
Turbidez	Nefelométrico	Turbidímetro AKSO, modelo TURBIMAX	5	uT
Coliformes totais	Meio cromogênico com reagente <i>Colilert</i> /IDEXX	Estufa <i>De Leo</i> e câmara ultravioleta (UV)	-	-
<i>E. coli</i>			Ausência em 100 mL	-

(1) Valores máximos permitidos segundo a Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021);

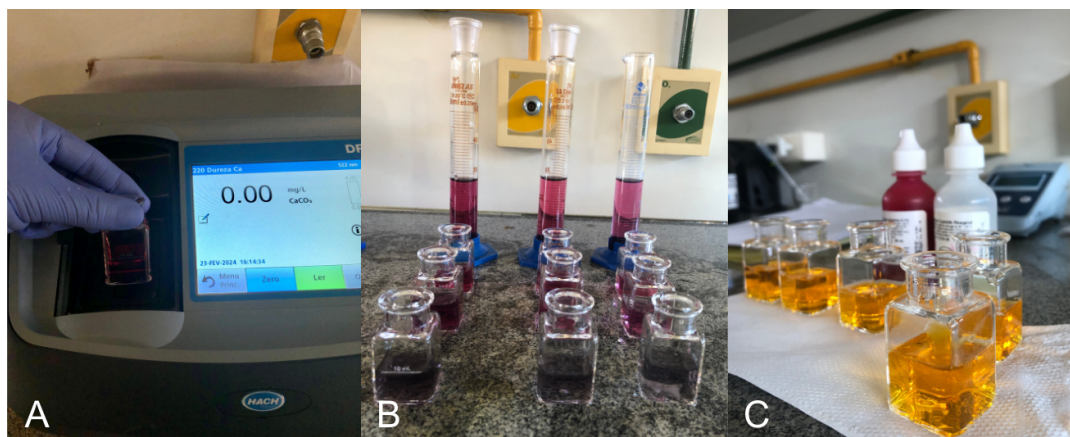
(2) mg/L Pt-Co = unidade Hazen (uH).

Fonte: Autoria própria (2023), adaptado de Guedes e Valverde (2023)

3.3.1 Procedimento das Análises Físico-químicas e Microbiológicas da Água

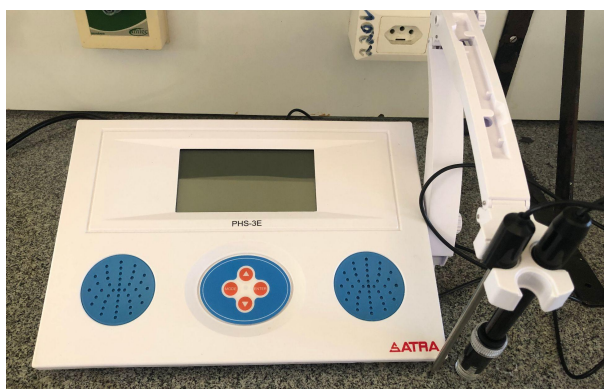
As análises das águas de poços seguiram os procedimentos recomendados pelo *Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater* (APHA, 1995). Entre a leitura de cada amostra as cubetas foram devidamente lavadas para evitar contaminações.

As Figuras abaixo apresentam os métodos de análise físico-químicos realizados em: espectrofotômetro (Figura 2A), pHmetro (Figura 3) e turbidímetro (Figura 4), respectivamente. As Figuras 2B e 2C demonstram as análises de: dureza total e manganês, respectivamente.

Figura 2 - Espectrofotômetro

(A) Espectrofotômetro; (B) análises de dureza total; (C) análises para manganês

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 3 - pHmetro

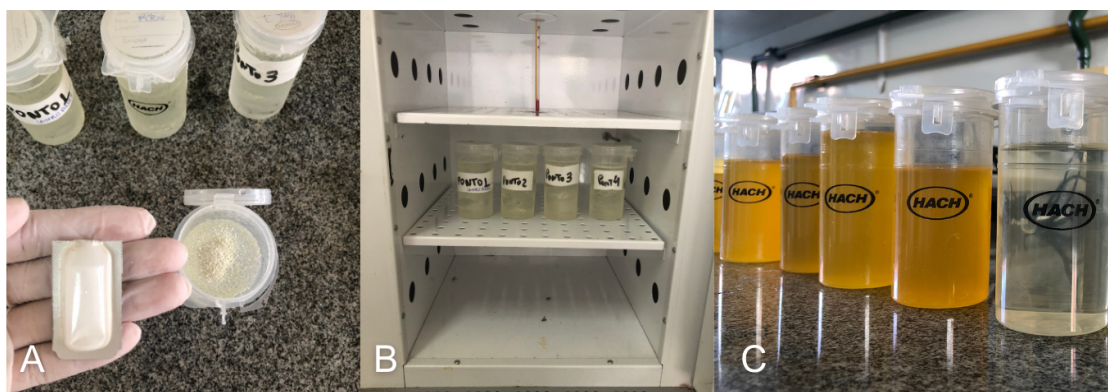
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 4 - Turbidímetro

Fonte: Autoria própria (2024)

Para as análises microbiológicas de coliformes totais e *E.coli*, foi utilizado método do substrato cromogênico desenvolvido para a detecção simultânea de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de água. As análises qualitativas consistem em identificar a presença desses microrganismos em uma determinada amostra, através de uma mistura entre a amostra o reagente *Colilert* (Figura 5A), que posteriormente foram mantidas na estufa *De Leo* incubada a 35°C durante 24 horas (Figura 5B). O *Colilert* é um meio de cultura formulado, com uma composição equilibrada de substâncias e nutrientes. Essa formulação foi projetada para inibir o crescimento de bactérias gram-positivas, favorecendo o desenvolvimento de bactérias do grupo coliforme e facilitando a detecção de *E. coli* por meio de fluorescência. O resultado dessa interação se manifesta com uma coloração amarelada, indicando a presença de coliformes totais (Figura 5C), e fluorescência quando exposto à luz ultravioleta na câmara UV (APHA, 2012).

Figura 5 - Análises microbiológicas



(A) reagente *Colilert*; (B) amostras na estufa; (C) coloração nas amostras contaminadas por coliformes totais

Fonte: Autoria própria (2024)

3.4 Entrevistas

A aplicação de questionários aos moradores teve por objetivo coletar informações relacionadas a qualidade da água consumida. As perguntas abordaram vários aspectos sobre os poços localizados nas residências, a qualidade da água e o tratamento (Apêndice I: Entrevistas).

As entrevistas foram direcionadas para moradores maiores de 18 anos e que possuem poço em sua residência e ao início das entrevistas, os participantes receberam um formulário de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice II) e

informações sobre a natureza voluntária e anônima de sua inclusão no estudo, com a garantia de confidencialidade das informações fornecidas.

Os questionários foram aplicados nas 15 residências, nos 2 períodos de coletas (verão: período de estiagem e inverno amazônico: período chuvoso), para analisar se houve alterações visíveis para os moradores nas condições das águas de poços, durante as sazonalidades.

Considerando as informações de dados pessoais dos entrevistados coletadas na primeira aplicação dos questionários (dezembro de 2023), durante a segunda fase de entrevistas (fevereiro de 2024), os entrevistados responderam somente às perguntas relacionadas às condições da água.

As entrevistas foram realizadas com aplicação em 1 residência por quadra, abrangendo toda a área de estudo delimitada no bairro Central (Figura 1), onde os entrevistados foram definidos segundo a metodologia bola de neve de Baldin e Munhoz (2011). O entrevistado inicial indicou o próximo entrevistado da quadra seguinte, e assim seguiu-se até o alcance suficiente do número de participantes para o estudo, totalizando 15 residências.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP) da UNIFAP, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) na Plataforma Brasil, n. 75664723.1.0000.0003.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

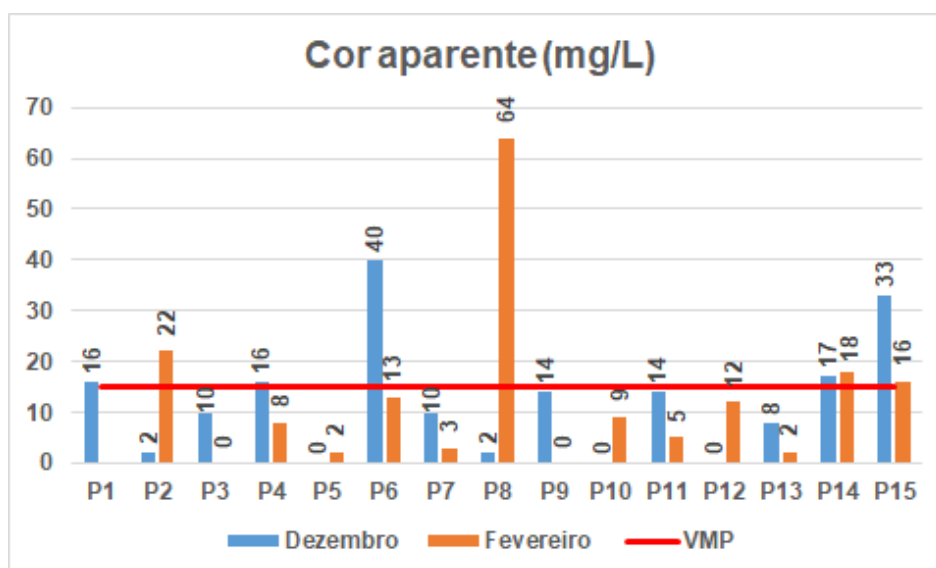
Os resultados proporcionam uma análise mais abrangente e minuciosa dos dados coletados. Estas informações oferecem uma visão aprofundada sobre os parâmetros avaliados, tanto no âmbito físico-químico quanto microbiológico, assim como a percepção dos moradores a respeito da água consumida.

É importante mencionar que não houve autorização para a realização da segunda coleta (fevereiro de 2024) de amostras no ponto P1. Em consequência disso, não há resultados para a segunda fase de amostragem desse ponto.

4.1 Caracterização Físico-Química e Microbiológica da Água

A Figura 6 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro físico cor aparente.

Figura 6 - Cor aparente



Fonte: Autoria própria (2024)

A cor aparente, nos pontos P1, P4, P14, P6 e P15 referente ao mês de dezembro de 2023, apresentaram valores superiores ao estabelecido na Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021), que prevê os índices máximos sejam de até 15 mg/L Pt-Co. Os demais pontos avaliados estavam de acordo com o limite previsto pela legislação vigente.

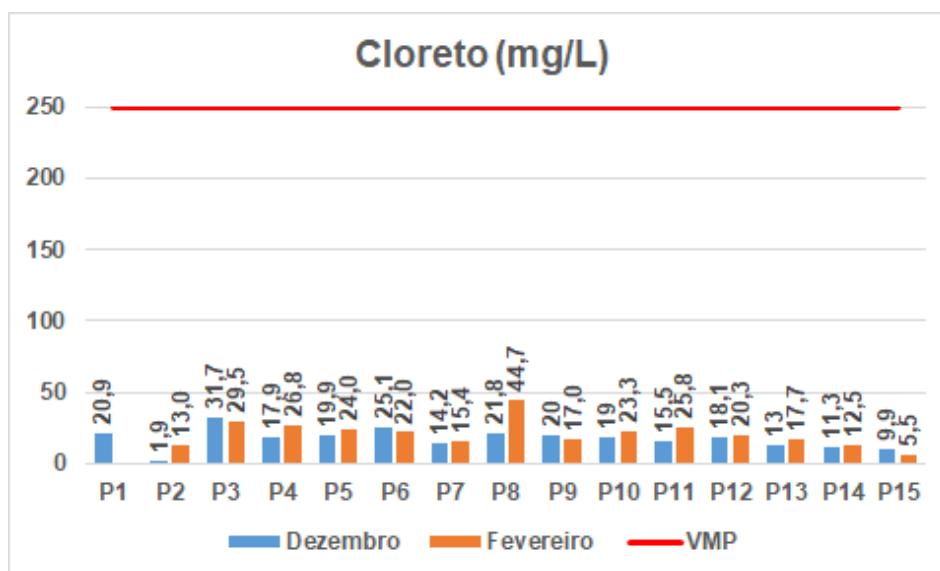
Na segunda coleta, realizada em fevereiro de 2024, os pontos P14 e P15 ainda permaneceram com valores acima do permitido, assim como observou-se um aumento expressivo nos valores dos pontos P2 e P8.

A relação de cor aparente da água pode variar conforme as condições do solo, tipo de rocha e profundidade dos poços (Bagatini; Bonzanini; Oliveira, 2017). Silva *et al.* (2014) afirmam que vários fatores podem comprometer a qualidade e características das águas subterrâneas, como por exemplo, fossas que podem vaziar resíduos, contaminando a água e causar alta coloração devido à proximidade dos poços. Sendo assim, a colorimetria da água pode estar relacionada ao descarte inadequado de resíduos (Ferreira, 2017).

No estudo de Costa (2023), sobre a análise sazonal da qualidade da água de poços artesianos no município de Passira/PE, observou-se uma correlação entre o período chuvoso e a diminuição, ou até mesmo a completa eliminação, da cor aparente da água, fenômeno também constatado no presente trabalho em 53,3% das residências.

A Figura 7 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro químico cloreto.

Figura 7- Cloreto



Fonte: Autoria própria (2024)

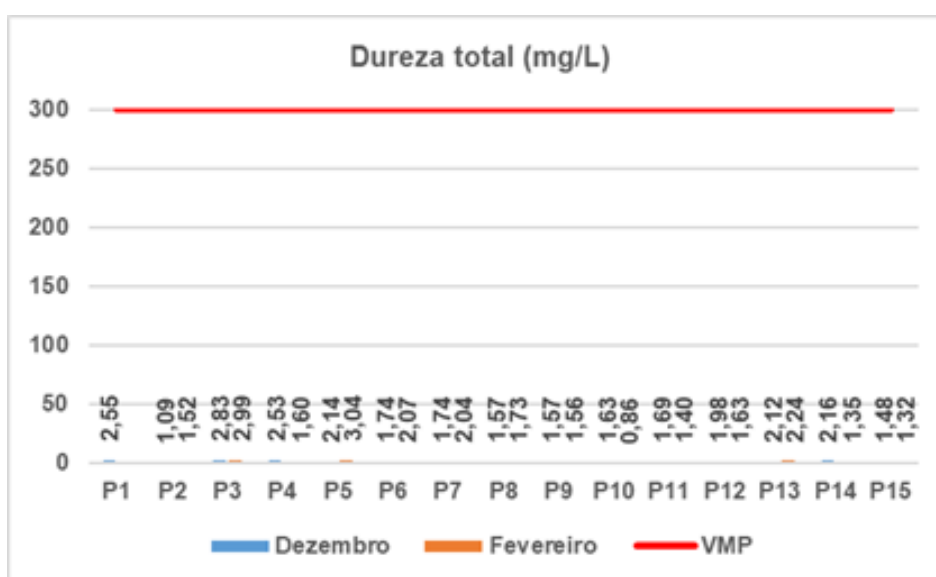
Identificou-se que os níveis de cloreto para as duas amostragem estão abaixo do permitido pelo padrão de potabilidade descrito na Portaria GM/MS n°. 888/2021, que apresenta como valor máximo permitido 250 mg/L (Brasil, 2021).

Observa-se valores baixos de cloreto no estudo, sendo comum encontrar a presença desse composto em águas naturais devido à dissolução de sais (Matias *et al.*, 2019; Teixeira *et al.*, 2022). Essa ocorrência pode indicar a ausência ou baixa concentração de cloro nos poços amostrados no presente trabalho, uma vez que os valores de cloreto não ultrapassam os limites estabelecidos. Assim, os teores de cloreto identificados nas análises podem ser considerados como parte integrante do processo natural das águas (Zerwes *et al.*, 2015).

Outro fator que pode alterar a concentração de cloreto é a sazonalidade, conforme destacado em um estudo realizado no município de Macapá por Grott *et al.* (2018) e Silva, Barbosa e Silva (2018), que encontraram níveis mais elevados durante o período chuvoso, o que também pode ser observado nesse estudo, em 10 residências.

A Figura 8 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro químico dureza total.

Figura 8 - Dureza total

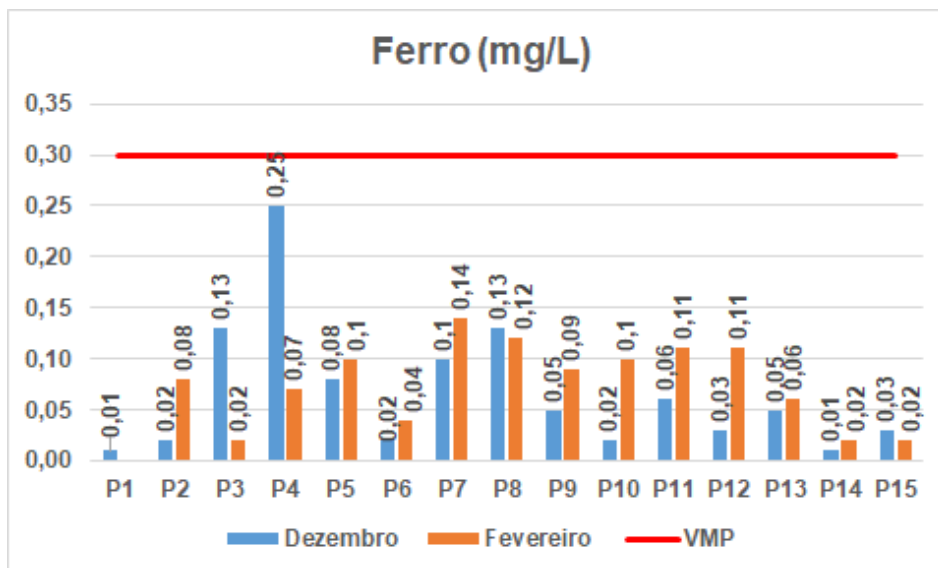


Fonte: Autoria própria (2024)

A Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021) estabelece o valor máximo de 300 mg/L para dureza total, sendo os valores obtidos entre 0,86 e 3,04 mg/L. Silva, Barbosa e Silva (2018), também observaram valores baixos para esse parâmetro em um estudo de água de poços amazonas em Macapá, no período seco e chuvoso.

A Figura 9 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro químico ferro.

Figura 9 - Ferro

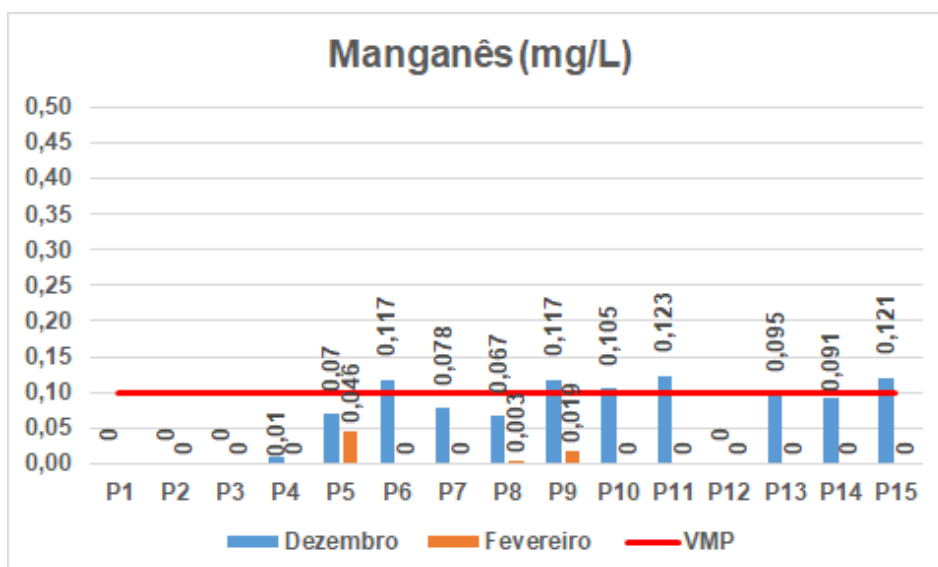


Fonte: Autoria própria (2024)

Todos os pontos amostrados ficaram dentro do padrão máximo de concentração de 0,3 mg/L permitida pela Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021), variando na faixa de 0,01 a 0,025 mg/L. Assim, pode-se considerar que 100,0% das amostras seguem o padrão organoléptico para ferro, não sendo um fator limitante para o uso das águas.

A Figura 10 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro químico manganês.

Figura 10 - Manganês



Fonte: Autoria própria (2024)

Observou-se que, no mês de dezembro de 2023, os pontos P6, P9, P10, P11 e P15 estavam acima do padrão permitido pela Portaria GM/MS n°. 888/2021 para manganês: 0,1 mg/L (Brasil, 2021).

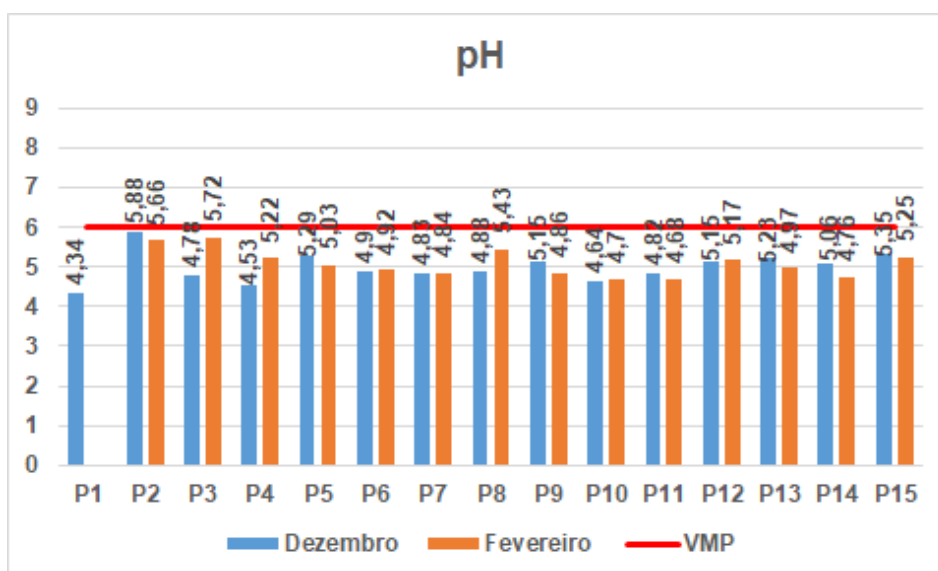
Alguns transtornos relacionados com valores altos de manganês são: modificação no odor e sabor da água, formação de manchas em louças, roupas e vasos sanitários (Apolinário *et al.*, 2018). Porém, os resultados obtidos são considerados de baixo impacto para a saúde, pois apresentaram valores inferiores a 0,4 mg/L que é o limite toxicológico, descrito pela OMS (OMS, 2011).

Na segunda amostragem, em fevereiro de 2024, todos os pontos apresentaram menor concentração de manganês, quando comparado aos resultados obtidos na coleta anterior.

Em um estudo similar, Grott *et al.* (2018) demonstraram que pode haver um aumento nas concentrações de manganês durante o período seco e que esses valores podem diminuir no período chuvoso, conforme observado neste estudo. Assim, a concentração desse parâmetro químico pode ser alterada de acordo com a sazonalidade do município.

A Figura 11 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro químico pH.

Figura 11 - pH



Fonte: Autoria própria (2024)

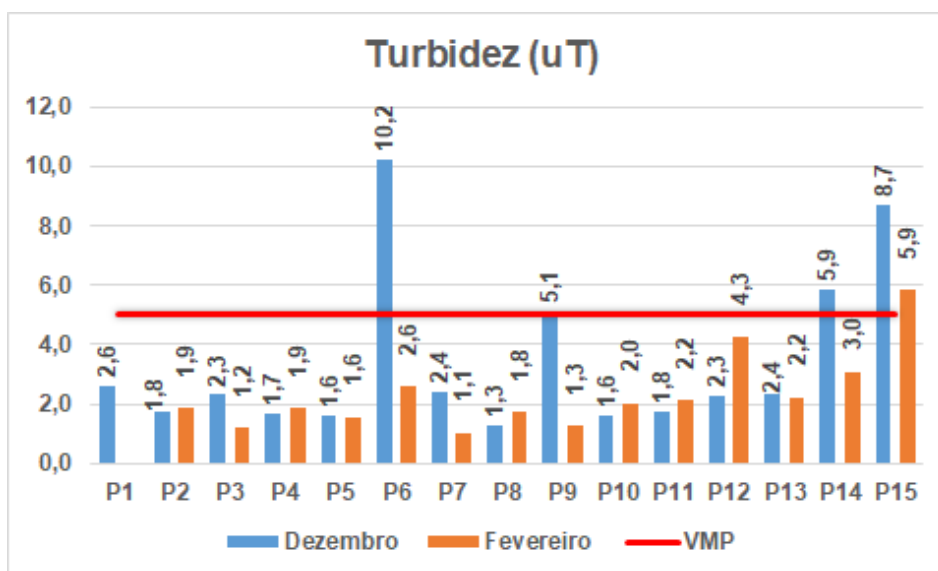
Verificou-se que todos os pontos apresentaram resultados abaixo do padrão recomendado pela Portaria GM/MS n°. 888/2021 (Brasil, 2021) nas duas

amostragens (dezembro de 2023 e fevereiro de 2024) indicando uma água mais ácida, com pH entre 4,35 e 5,88. Contudo, esse fator não gera preocupações em termos de segurança sanitária (Teixeira *et al.*, 2022).

Em estudos similares realizados nos municípios de Macapá (Grott *et al.*, 2018) e Laranjal do Jari (Silva, 2023), notou-se que águas subterrâneas podem ser ácidas, com valores abaixo de 6,0. Os autores ressaltam que esse resultado pode estar relacionado a características amazônicas, indicando uma possível influência da poluição.

A Figura 12 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro físico turbidez.

Figura 12 - Turbidez



Fonte: Autoria própria (2024)

A Portaria GM/MS n°. 888/2021 determina o valor máximo permitido para turbidez de 5 uT para água destinada a consumo humano (Brasil, 2021). Observou-se que 26,7% das residências apresentaram valores superiores ao limite estabelecido pela legislação, no mês de dezembro de 2023.

Considera-se que, à medida que a quantidade de sólidos dispersos no corpo hídrico aumenta, observa-se um aumento nos valores dos parâmetros de cor e turbidez (Teixeira; Senhorelo, 2000; Zerwes *et al.*, 2015), o que foi observado no presente trabalho, já que os mesmos pontos (P6, P9, P14 e P15) apresentaram concentração de cor (Figura 6) e turbidez acima do padrão de potabilidade.

Na coleta realizada em fevereiro de 2024, somente o ponto P15 manteve-se acima do valor máximo permitido, apesar de haver uma diminuição da turbidez em relação à coleta anterior: de 8,7 uT para 5,9 uT, o que corrobora com o estudo realizado por Silva (2022), que ao comparar sazonalmente as águas de poços, constatou maior turbidez durante o período seco, enquanto no período de chuvas observou uma diminuição. Ou seja, durante o período seco, há uma tendência no aumento da turbidez (Grott *et al.*, 2018).

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos: coliformes totais e *E. coli*.

Tabela 1 - Parâmetros microbiológicos

Pontos de Coleta	Coliformes Totais		<i>E. coli</i>	
	Dez/2023	Fev/2024	Dez/2023	Fev/2024
P1	Presente	-	Presente	-
P2	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P3	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P4	Presente	Presente	Ausente	Presente
P5	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P6	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P7	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P8	Presente	Presente	Presente	Presente
P9	Presente	Presente	Presente	Ausente
P10	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P11	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
P12	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P13	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P14	Presente	Presente	Ausente	Ausente
P15	Presente	Presente	Ausente	Ausente

Fonte: Autoria própria (2024)

A Portaria GM/MS n°. 888/2021 não contempla os coliformes totais, quando se trata de sistemas individuais de abastecimento de água para consumo humano (SAI) (Brasil, 2021). Contudo, é importante destacar que a detecção pode sinalizar a presença de microrganismos indicativos de contaminação fecal na água (Silveira, 2018; CONAMA, 2000), sendo relevante avaliar esse parâmetro microbiológico. Segundo Silva (2022), a análise do parâmetro coliformes totais é importante, pois indica o risco de contrair doenças causadas por microrganismos.

Observou-se a presença de coliformes em 93,1% dos pontos de coleta, com exceção do P11, em dezembro de 2023; e do P5, em fevereiro de 2024.

Já para *E. coli*, a presença é evidenciada em 17,2% das residências, nos pontos: P1, P4, P8 e P9. Verificou-se ainda, que o P8 apresentou presença de microrganismos nas 2 amostragens. Assim, surge a necessidade de uma atenção mais dedicada nessas residências, pois além de haver a contaminação por coliformes totais, também há presença de *E. coli*.

Silva *et al.* (2019), destacam que a presença de *E. coli* em fontes de água indicam a contaminação fecal, podendo haver presença de microrganismos patogênicos, como rotavírus e *Salmonella* spp. Outras doenças que podem ser associadas à falta de monitoramento de águas destinadas ao consumo são disenteria, cólera, ascaridíase (Filho, 1984; Santos; Mohr, 2013).

Façanha (2016) avaliou águas de poços que abastecem domicílios da área urbana do município de Macapá e obteve altos resultados de contaminação para os parâmetros microbiológicos, onde, dentre 52 amostras coletadas, 97,0% e 42,4% estavam contaminadas por coliformes totais e *E. coli*, respectivamente. Assim, pode-se considerar que a água subterrânea de Macapá e do bairro Central de Santana apresentam indícios de contaminação microbiológica.

A sazonalidade não teve influência direta na análise microbiológica, o que também foi observado por Cappi *et al.* (2012), em seu estudo sobre a qualidade de água de poços em Anastácio, localizado em Mato Grosso do Sul.

4.2 Análise da percepção dos moradores

O levantamento da percepção dos moradores através das entrevistas serviram como variáveis explicativas sobre a relação do uso das águas subterrâneas e sua qualidade físico-química e microbiológica.

Durante a coleta, todos os residentes concordaram participar do estudo e fornecer as amostras de águas necessárias, sendo que 100,0% dos entrevistados demonstraram interesse em receber os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água. Após as análises, os resultados foram enviados aos moradores através de mensagens via *WhatsApp*, nos respectivos números fornecidos durante a entrevista e eventuais dúvidas foram sanadas.

Sobre as condições de infraestrutura dos poços, segundo informações dos moradores, 100% dos poços são vistos como artesianos, onde: 73,3% possuem uma profundidade entre 30 e 50 metros (P2, P3, P5, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P14 e P15); 20,0% têm uma profundidade inferior a 30 metros (P4, P6 e P10); e 6,7% não souberam responder (P1). A profundidade do poço pode estar relacionada aos parâmetros de qualidade da água, uma vez que pode influenciar a contaminação por compostos de baixa mobilidade no solo (Silva, 2022).

Em relação ao tempo, 33,3% afirmaram que os poços foram construídos há mais de 10 anos (P2, P3, P4, P5 e P8); 13,3% relataram que a construção ocorreu entre 6 e 10 anos atrás (P7 e P10); 26,7% mencionaram um intervalo de 1 a 5 anos (P6, P12, P13, P14); e 26,7% indicaram um período menor que 1 ano (P1, P9, P11 e P15).

Verificou-se que a maioria das fossas (73,3%) está localizada em conformidade com a distância mínima recomendada pela NBR 7229/1993, de 15 m dos poços (ABNT, 1993). No entanto, 26,7% das fossas estão fora desse padrão (P2, P6, P14 e P15) e 20,0% dos participantes afirmaram não possuir fossas em suas residências (P3, P8 e P11).

Silva (2022), em seu estudo sobre influência na qualidade da água em poços residenciais no município de Laranjal do Jari, avaliou a distância do poço em relação à fossa, revelando que 20,8% das fossas analisadas estavam em desacordo com o padrão de distanciamento, sugerindo potencial risco de interferência nos recursos hídricos subterrâneos e a alteração das características físico-químicas e microbiológicas da água. Em geral, valores de cor e turbidez obtidos neste estudo mostraram-se acima do padrão estabelecido (Brasil, 2021) para os pontos em que as fossas estavam próximas ao poço artesianos (P2, P6, P14 e P15).

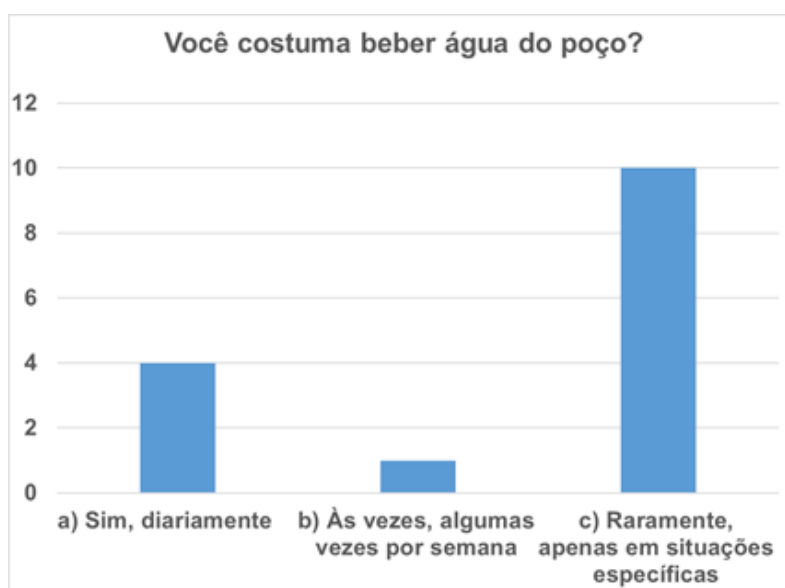
Assim, há preocupações sobre os métodos de construção utilizados tanto para os poços quanto para as fossas sépticas, destacando a importância de obter informações sobre licenciamentos e normas regulamentadoras nesses tipos de

construção para que seja possível evitar contaminação. De acordo com Cappi *et al.* (2012), fatores higiênico-sanitários referentes à construção dos poços podem ser determinantes para a qualidade das águas.

Os entrevistados nas 15 residências (100,0% dos moradores) afirmaram utilizar exclusivamente água de poço como fonte de abastecimento para suas residências, considerando essa fonte suficiente para atender às suas necessidades, sendo que 80,0% dos moradores utilizam a água para cozinhar diariamente.

A Figura 13 apresenta os resultados obtidos por meio das entrevistas referente à frequência de consumo de água para beber.

Figura 13 - Frequência de consumo da água para beber



Fonte: Autoria própria (2024)

Entre as 15 residências, 66,7% dos moradores optaram por não utilizar a água do poço para beber, exceto em situações específicas. No entanto, 4 residências (26,7%) consomem a água diariamente (P1, P2, P5 e P12), sendo que: 1 residência faz uso de purificador de água; 2 residências usam cloro; e 1 residência faz o uso direto da água sem qualquer tratamento prévio.

É importante ressaltar que, dentre os moradores que consomem água para beber, apenas o ponto P5, na coleta realizada em fevereiro de 2024, apresentou ausência de coliformes totais. Assim, a água consumida por esses moradores apresenta um risco significativo para a saúde. Silva *et al.* (2019) sugerem que os

moradores devem adotar práticas preventivas, como ferver a água antes do consumo, utilizar filtros de água e verificar se a dosagem de cloro está adequada.

Estudos realizados por Soane (1988), Amaral *et al.* (2013) e Silva *et al.*, (2019) constataram que as águas de poços artesianos eram impróprias, apesar de os moradores as considerarem adequadas para consumo, uma observação corroborada nesta pesquisa, já que 100,0% dos entrevistados, afirmaram que a água é considerada inodora e sem sabor.

Ainda, 86,7% dos participantes relataram que a percebem como transparente e 100,0% dos entrevistados afirmaram não ter conhecimento de problemas associados a esses aspectos da água. Contudo, a associação entre a ausência de problemas visíveis na água de poços artesianos e a percepção de qualidade por parte da população pode levar a uma falsa sensação de segurança (Soane, 1988; Amaral *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2019).

Os resultados dos questionários aplicados na segunda fase de amostragem foram consistentes, com exceção da percepção da cor da água, já que 100,0% dos moradores afirmaram que percebem a água como transparente, o que resulta em uma mudança de opinião em 2 residências (P6 e P15). Esse dado se justifica, pois na coleta realizada em dezembro de 2023, os valores de cor, manganês e turbidez para os 2 pontos apresentavam-se acima dos parâmetros permitidos pela legislação vigente. Já na segunda coleta (fevereiro de 2024), observa-se uma diminuição da concentração dos parâmetros em questão (Figuras 6, 10 e 12).

Segundo Silva *et al.* (2019), é necessário enfatizar a necessidade de um monitoramento constante por parte das autoridades competentes e dos próprios consumidores, a fim de implementar medidas de controle e tratamento da qualidade de águas subterrâneas.

Destaca-se então, a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água, considerando as variações sazonais, além da urgência de ações regulatórias, de fiscalização e conscientização para garantir a segurança da água subterrânea utilizada para consumo humano, além de medidas preventivas para proteger a saúde da população que depende desses recursos hídricos

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, verificou-se variações nas concentrações dos parâmetros de qualidade da água nos diferentes pontos de coleta, assim como a influência da sazonalidade.

Para os parâmetros físicos de qualidade: cor e turbidez, alguns pontos ultrapassam os limites estabelecidos. Os parâmetros químicos: cloreto, dureza total e ferro, apresentaram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS n°. 888/2021; enquanto manganês apresentou pontos com valores acima do limite de potabilidade. O pH, para todos os poços, demonstrou uma água subterrânea com características ácidas, já que os valores obtidos foram menores que 6,0.

Portanto, as análises da água mostram que houve variações sazonais, e que durante o período de estiagem a cor aparente, o manganês e a turbidez estavam elevados para alguns pontos, já no período chuvoso, houve uma diminuição de valores nesses parâmetros. Os níveis de cloreto permaneceram dentro dos limites, embora tenham sido mais elevados durante o período chuvoso em alguns pontos. A dureza total e o ferro tiveram variações sazonais, porém dentro dos limites estabelecidos.

Quanto à contaminação microbiológica, foi detectada a presença de coliformes totais em 93,1% dos pontos de coleta, e de *E. coli* nos pontos: P1, P4, P8 e P9, indicando riscos significativos à saúde da população. Um fator que pode influenciar nesses resultados é a presença de fossas nas residências próximas aos pontos de amostragem, o que foi mencionado pelos moradores. Por isso, seria relevante realização de uma análise mais abrangente para entender essa possível relação.

A percepção dos moradores se mostrou de forma positiva em relação a qualidade da água, já que expressaram acreditar que a água utilizada para os fins domésticos estava em condições adequadas. No entanto, os resultados das análises indicaram que a qualidade da água não confirma a percepção dos moradores.

Assim, destaca-se a necessidade de informações e educação ambiental sobre os fatores que podem afetar a qualidade da água e a adoção de medidas regulatórias e preventivas para garantir a segurança da água consumida para fins domésticos pelas pessoas que dependem desses recursos hídricos.

É fundamental ressaltar também que o governo e prefeitura são os principais encarregados de assegurar que a população tenha acesso a serviços de saneamento adequado, qualidade de vida e garantia da segurança da saúde pública. Porque se houvesse uma cobertura eficaz desses serviços, a população não estaria tão exposta aos riscos associados a doenças hídricas. E o resultando ativo de ações voltadas para o saneamento tornaria mais viável a possibilidade de uma população mais protegida e amparada.

Diante do exposto, sugere-se para trabalhos futuros: implementar programas de educação ambiental para conscientizar a população sobre práticas seguras de gestão da água, visando a redução dos riscos à saúde; a realização de estudos epidemiológicos para avaliar o impacto da qualidade da água na saúde da população, relacionando dados de contaminação com incidência de doenças associadas à água; e o monitoramento de outros bairros, com coletas mensais, a fim criar um banco de dados da qualidade da água subterrânea do município de Santana.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- AMAPÁ. Governo do Estado. Conheça o Amapá. 2015. Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/conheca/santana> Acesso em: 02 de setembro de 2023.
- AMARAL, L. A.; NADER, F. A.; ROSSI, J. O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**. v. 37, n. 4, p.510-514, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017>
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Água**: segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília: ANA, 2021. 330 p. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/files/d77a2d01-0578-4c71-a57e-87f5c565aacf/ANA_A_TLAS_Aguas_AbastecimentoUrbano2021.pdf Acesso em: 18 de outubro de 2023.
- APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater**. 19th ed. Washington, 1995.
- APOLINÁRIO, M. F.; MEIRELES, L. M.; SILVA, D. J.; SANTANA, H. F. Estudo da remoção de íons ferro e manganês da água utilizando peróxido de hidrogênio como agente oxidante. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 4, p. 0412-0419, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18540/jcecvl4iss4pp0412-0419>
- BAGATINI, M.; BONZANINI, V.; OLIVEIRA, E. C. Análise da qualidade da água em poços artesianos na região de Roca Sales, Vale do Taquari. **Caderno Pedagógico**, v. 14, n.1, 2017. DOI:<https://doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a2017.1417>
- BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. B. Educação ambiental comunitária: uma experiência com a técnica de pesquisa *SnowBall* (Bola de Neve). **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 27, p. 46-60, 2011. DOI: <https://seer.furg.br/remea/article/download/3193/1855>
- BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C.; SIQUEIRA, E. Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista de Biociências**, v. 16, p. 57-72, 2010. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1111> Acesso em: 02 de setembro 2023.
- BASTOS, A. M. **Modelagem de escoamento ambiental como subsídio à gestão dos ecossistemas aquáticos no Baixo Igarapé da Fortaleza – AP**. 2010. 118 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2010. Disponível em: <https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/argemiro.pdf> Acesso em: 02 de setembro de 2023.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Lei nº. 14.026, de 15 de

julho de 2020. O marco legal do saneamento básico é atualizado e a Lei nº 9.984 é modificada para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência de estabelecer normas de referência para o serviço de saneamento.

2020. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7

Acesso em: 17 de outubro de 2023.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 2021. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html

Acesso em: 02 de setembro de 2023.

BRITO, D. C. **Aplicação do Sistema de Modelagem da Qualidade da Água QUAL2KW em Grandes Rios: O Caso do Alto e Médio Rio Araguari – AP.** 2008. 144 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2010.

CAPPI, N.; AYACH, N. R.; SANTOS, T. M. B.; GUIMARÃES, S. T. L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio(MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n.3 p. 77-92, 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7581> Acesso em: 10 de março de 2024.

CARMONA, C. E.; TERRONE, C. C.; NASCIMENTO, J. M. de F.; ANGELIS, D. F. **Importância da água e suas propriedades para a vida.** Conexão Água, 2017. Disponível em:

<https://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/artigos-cientificos/2016/09-importancia-da-aqua-e-suas-propriedades-para-a-vida-1.pdf> Acesso em: 10 de março de 2024.

CHAGAS, M. A.; SANTOS, J. S. A.; SILVA, E. L. da. Política Ambiental: a negligência do urbano na Amazônia. **Revista Eletrônica de Humanidades**, v. 9, n. 1, p. 127-136, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18468/pracs.2016v9n1.p127-136>

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 274, de 29 de novembro de 2000. Estabelece instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 nov. 2000. Seção 1, p. 129-131.

COSTA, J. P. da S. **Análise sazonal da qualidade da Água de poços artesianos no município de Passira/Pe. 2023.** Trabalho de Conclusão de Curso (Coordenação do Curso de Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Caruaru, 2023. DOI: Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/54411> Acesso em: 07 de março de 2024.

FAÇANHA, E. B. **Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da**

água de poço consumida no município de Macapá. 2016. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016.

FRANCO, R. M. B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. **Revista Panamericana Infectología**, v. 9, n. 4, p. 36-43, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/ciencias/03protozoarios_veiculacao_hidrica.pdf Acesso em: 04 de setembro de 2023.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. 2013. **Manual Prático de Análise da Água 4ª edição.** Disponível em: www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf Acesso em: 02 de setembro de 2023.

GUEDES, K. C. P.; VALVERDE, K. C. Caracterização da Água no canal do Jandiá e canal das Pedrinhas na Cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Unifunec Científica Multidisciplinar**, v.12, n.14, jan./dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.24980/ucm.v12i14.5981>

GROTT, S. L; FAÇANHA, E. B; FURTADO, R. N; CUNHA, H. F. A; CUNHA, A. C. Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Engenharia Sanitária**, v. 23, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018162018>.

HERPHS, L. S.; LIMA, M. L.; XAVIER, P. M.; SILVA, A. S. Análises físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro-BA. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 55, p. 329-344, 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13305> Acesso em: 28 de fevereiro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**, 2022a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama> Acesso em: 13 de setembro de 2023.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - 1ª visita**, 2022b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6731#resultado>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Região Norte**, 2022a. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=1> Acesso em: 24 de março de 2024.

_____. Instituto Trata Brasil. **Região Nordeste**, 2022b. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=2> Acesso em: 24 de março de 2024.

_____. Instituto Trata Brasil. **Região Centro-Oeste**, 2022c. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=5> Acesso

em: 24 de março de 2024.

_____. Instituto Trata Brasil. **Região Sudeste**, 2022d. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=3> Acesso em: 24 de março de 2024.

_____. Instituto Trata Brasil. **Região Sul**, 2022e. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=4> Acesso em: 24 de março de 2024.

_____. Instituto Trata Brasil. **UF Amapá**, 2022f. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/compare?id=16> Acesso em: 24 de março de 2024.

LUCIDO, G. L. A. **Avaliação de metodologia para controle e medição de cor em efluentes têxteis**. 2010. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <http://www.bdt.d.uerj.br/handle/1/10970> Acesso em: 18 de outubro de 2023.

MATIAS, A. O.; SOUSA, C. R. N. A.; FILHOS, F. C. S.; SARMENTO, R. G. S.; GOMES, C. F. M.; COSTA, M. C. Análise da qualidade da água de três propriedades rurais do município de Floriano-Piauí. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v9i2.3877>

NANES, P. L. M. F.; NANES, D. P.; FARIAS, S. E. M. Qualidade das Águas Subterrâneas de Poços Tipo Cacimba: Um Estudo de Caso da Comunidade Nascimento – Município de São Sebastião – Al. Monografia de Especialização em Manejo de Água para Irrigação da Primeira Autora. In: **3º Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Goiânia- GO, 2012.

NÓBREGA, M. T. de; BONIFÁCIO, C. M. Parâmetros de qualidade da água no monitoramento ambiental. **Recursos Hídricos: Gestão, Planejamento e Técnicas em Pesquisa**. Editora Científica Digital, 2021, p. 219-232. DOI: <http://downloads.editoracientifica.org/articles/210805810.pdf>

NOGUEIRA, M. R.; RODRIGUES, A. C. E.; CORREIA, A. N. P.; SOUSA, C. G. B. de, PORTO, J. R.; ROCHA, M. L. O.; ROCHA, Y. F. M. da. Análise epidemiológica dos resultados de exames parasitológicos de protozooses intestinais no município de Teresina - PI. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13 n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25248/reas.e7280.2021>

OLIVEIRA, C. N. de; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Evaluation and identification of significant quality parameters for the bodies of water in Bahia's semi-arid region. Case study: salitre river. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000500010>

ONU. Relatório: “**O direito humano à água e saneamento**”, 2011. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_mdia_brief_por.pdf Acesso em: 02 de dezembro de 2023.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003.

PARRON, L. M; MUNIZ, D. H. F; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimento de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas: Colombo, 2011. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf> Acesso em: 03 de setembro de 2023.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. **Saúde e Sociedade**, v. 17, p. 21-32, 2008. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/TwckDnkwMQQGxNX4fjmMsd/?lang=pt> Acesso em: 13 de setembro de 2023.

SANTOS, R. de S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto Saúde**, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013. Disponível em:
<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/2877> Acesso em: 03 de setembro de 2023.

SILVA, C. R.; SANCHES, M. S.; MILHIM, B. H. G. DE A.; ROCHA, S. P. D.; PELAYO, J. S. Avaliação da presença e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos. **Ciências biológicas e da saúde**, v. 40, n. 2, p. 129-140, 2019. DOI: [10.5433/1679-0367.2019v40n2p129](https://doi.org/10.5433/1679-0367.2019v40n2p129)

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n.1, p. 43-52, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014000100005>

SILVA, L. P. da; BARBOSA, J. P.; SILVA, G. A. da. Análise exploratória de dados da qualidade da água de poços amazonas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v32i1.28941>

SILVA, M. A. P. **Avaliação Físico-Química, Microbiológica e fatores de influência na qualidade da Água em poços residenciais no município de Laranjal do Jari, Amapá, Brasil**. 2022. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, 2022. DOI: <http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/handle/prefix/751>

SILVEIRA, C. A.; CASTRO, F. B. G.; GODEFROID, R. S.; SILVA, R. C.; SANTOS, V. L. P. Análise microbiológica da água do Rio Bacacheri, em Curitiba (PR). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, p. 933-938, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018163474>

SILVEIRA JÚNIOR, A. M. S.; VILHENA, J. C. E.; DUARTE, A. DE S.; CUNHA, A. C. Avaliação de características químicas da Água utilizada para consumo humano no bairro Santa Rita, Macapá-AP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 13, n. 1,

2013. Disponível em:

<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/626-2760-1-pb-53df8b6408fa7.pdf> Acesso em: 10 de março de 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2021**. Disponível em:

http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATIC_O_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf Acesso em: 03 de setembro de 2023.

SOANE, G. A. Calidad del agua de fuentes públicas y pozos particulares, com especial referencia al Término Municipal de Vigo. **Revista de sanidade higiene pública**, v. 62, p. 1303-316, 1988. Disponível em:

https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/portadas_pdf_65_74/v6201.pdf Acesso em: 03 de março de 2023.

SOARES, A. F. S.; FRANCO, R.; ASSIS, J. M. G.; SILVA, F. A. Avaliação da qualidade da Água de abastecimento Público de município situado em área Cárstica de Minas Gerais. *In: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais*, Salvador, 2021.

Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/IX-004.pdf>
Acesso em: 03 de março de 2024.

SOUZA, E. B. de; CUNHA, A. C. Climatologia de precipitação no Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. **Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá**, 2010.

TEIXEIRA, E. C.; SENHORELO, A. P. Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. *In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental 27*. Porto Alegre. Anais... São Paulo: AIDIS - Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, p. 1-5, 2000. Disponível em:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-013.pdf> Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

TEIXEIRA, H. dos S.; SOUZA, D. R.; GAMA, E. M.; MATOS, R. P. Análise da qualidade da água para o consumo humano do assentamento Jerusalém no município de Rubim-MG. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 01, p. 119-130, 2022. Disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-agricola/qualidade-da-agua>
Acesso em: 26 de janeiro de 2024.

VALVERDE, K. C. **Avaliação do processo de tratamento de água utilizando a associação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam e coagulantes químicos**. 2014. 164 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/3699/1/000222930.pdf> Acesso em: 03 de setembro de 2023.

VIEGAS, C. J. T.; SOUSA, T.S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C.; Sistema de esgotamento sanitario e casos de diarreia Macapá/AP. **Revista Ibero**

Americana de Ciências Ambientais v.12 n.2 p. 303 316, 2021.

VILHENA, J. E. de S.; SILVA, R. B. L; FREITAS, J. da L. **Climatologia do Amapá – Quase um século de história**. 1º ed. Rio de Janeiro: Gramma, 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005.

WHO. **World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality recommendation**. 3ºed. Geneva, 2004.

ZERWES, C. M.; SECCHI, M. I.; CALDERAN, T. B.; BORTOLI, J. de; TONETTO, J. F.; TOLDI, M.; OLIVEIRA, E. C.; SANTANA, E. R. R. de. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Revista Ciência e Natura**, v. 37 n. 3, p.651-663, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X17385>

APÊNDICE I: ENTREVISTA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

QUESTIONÁRIO SOBRE A ÁGUA DE POÇO PARA MORADORES

Prezado(a) morador(a),

Sou aluna do Curso de Ciências Ambientais da UNIFAP e como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), estou conduzindo uma pesquisa sobre o poço de água existente no bairro Central do município de Santana, onde fica localizada sua residência. Sua participação é de extrema importância e suas respostas ajudarão a compreender melhor a situação atual do poço. Por favor, responda com sinceridade. Todas as informações fornecidas serão tratadas com confidencialidade.

1. Há quanto tempo o poço de água foi construído?

- a) Menos de 1 ano
- b) De 1 a 5 anos
- c) De 6 a 10 anos
- d) Mais de 10 anos
- e) Não tenho informações sobre a data de construção

2. Qual é a profundidade do poço de água?

- a) Menos de 30 metros
- b) De 30 a 50 metros
- c) De 51 a 100 metros
- d) Mais de 100 metros
- e) Não tenho informações sobre a profundidade do poço

3. Existe alguma fossa séptica próxima ao poço de água?

- a) Sim, com uma distância menor que 15 metros entre a fossa séptica e o poço
- b) Sim, com uma distância maior que 15 metros entre a fossa séptica e o poço
- c) Não existe

4. O poço de água é a principal fonte de abastecimento para sua residência?

- a) Sim, uso somente água de poço
- b) Não, uso somente água encanada
- c) Faço o uso de água encanada e de poço

5. Você costuma beber água do poço?

- a) Sim, diariamente
- b) Às vezes, algumas vezes por semana
- c) Raramente, apenas em situações específicas

6. Com que frequência você usa água do poço para cozinhar?

- a) Todos os dias
- b) Algumas vezes por semana
- c) Raramente

7. Você utiliza a água de poço nas suas atividades domésticas?

- a) Regularmente, todos os dias
- b) Algumas vezes por semana
- c) Raramente

8. A água do poço é suficiente para atender às necessidades de sua família?

- a) Sim, sempre é suficiente
- b) É suficiente, mas ocasionalmente falta água
- c) Não é suficiente, falta água frequentemente

9. Antes de ingerir a água do poço, você ou sua família utilizam algum método de tratamento ou purificação da água?

- a) Sim, fervura da água
- b) Sim, utilização de filtros de água (por exemplo: filtro de barro)

- c) Sim, utilização de purificadores de água
- d) Sim, utilização de produtos químicos para purificação (por exemplo: cloro)
- e) Não, a água é consumida diretamente do poço sem tratamento
- f) Não consumo a água do poço

10. Em relação à cor da água do poço, como você a descreveria?

- a) Transparente (sem cor)
- b) Levemente turva (ligeiramente opaca)
- c) Turva (opaca, com partículas visíveis)

11. Em relação ao odor da água do poço, como você a descreveria?

- a) Inodora (sem odor)
- b) Levemente desagradável (cheiro suave, mas tolerável)
- c) Desagradável (cheiro claramente desagradável)

12. Em relação ao gosto da água do poço, como você o descreveria?

- a) Sem sabor (gosto neutro)
- b) Levemente desagradável (sabor suave, mas tolerável)
- c) Desagradável (sabor claramente desagradável)

13. Já foram tomadas medidas para resolver ou investigar a causa de problemas relacionados à cor, odor ou gosto da água?

- a) Sim, e os problemas foram resolvidos
- b) Sim, mas os problemas persistem
- c) Não, nenhuma medida foi tomada
- d) Não tenho conhecimento de problemas relacionados a isso

14. Você acredita que fazer análises periódicas da qualidade da água do poço seria benéfico?

- a) Sim
- b) Não

15. Posso coletar uma amostra da água de poço da sua residência para a realização de análises da qualidade da água?

- a) Sim
- b) Não

16. Você tem interesse em receber informações sobre a potabilidade da água do poço?

- a) Sim
- b) Não

Agradecemos sua colaboração!

Caso tenha interesse em acompanhar os resultados da pesquisa, deixe seus dados de contato ao final do questionário.

Nome: _____

Telefone para contato (*WhatsApp*): _____

Para alcançar nossos objetivos de pesquisa, estamos solicitando sua autorização para coletar dados em sua residência. A coleta de dados será estritamente confidencial e seguirá rigorosas diretrizes éticas. Ressaltamos que sua participação é voluntária, e você tem o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

[] Autorizo o uso dos meus dados para fins de contato sobre os resultados da pesquisa.

[] Não autorizo o uso dos meus dados para fins de contato sobre os resultados da pesquisa.

Assinatura: _____

Data: ____ / ____ / ____

APÊNDICE II: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Resolução 466/2012 CNS/CONEP)

O(a) Sr.(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa intitulado **“AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CENTRAL DO MUNICÍPIO DE SANTANA (AP): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS PARA A POTABILIDADE”**.

O objetivo deste trabalho é avaliar a potabilidade da água destinada ao consumo, conforme os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Para realizar o estudo será necessário que o(a) senhor (a) se disponibilize a participar da entrevista e permita a coleta de água proveniente de poço na sua residência, de acordo com a sua conveniência.

Devido às entrevistas que construirão a caracterização da potabilidade da água, o estudo contará com riscos mínimos que poderão surgir durante as perguntas e podem ser ocasionados por conta de aborrecimento ou cansaço ao responder esses questionamentos, estresse relacionado ao tempo de duração da entrevista ou relacionado às perguntas, constrangimento ao se expor, medo, vergonha ou receio de quebra de sigilo não intencional.

Garantimos que o estudo será totalmente confidencial com as informações pessoais, em razão de que as respostas serão utilizadas somente para fins científicos.

Caso ocorra a identificação de algum dos riscos citados acima ou que seja exposto pelo participante, o entrevistado poderá desistir da sua participação no estudo.

Os benefícios da realização das entrevistas estão relacionados à troca de conhecimento que irá ocorrer entre a população e o pesquisador, além de se conhecer a qualidade da água consumida proveniente do poço residencial. Essas informações são de suma relevância para a saúde e qualidade de vida da comunidade.

A sua concordância em participar dessa pesquisa se dá com a assinatura deste termo, o qual o Sr.(a). receberá uma cópia. O(a) senhor(a) também terá o direito e a liberdade de negar-se a participar desta pesquisa total ou parcialmente

ou dela retirar-se a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo com relação ao seu atendimento nesta instituição, de acordo com a Resolução CNS nº466/12 e complementares.

Para qualquer esclarecimento no decorrer da sua participação, estarei disponível através do telefone: (96) 98421-6561.

O(a) senhor(a) também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNIFAP, para obter informações sobre esta pesquisa e/ou sobre a sua participação, através do telefone (96) 98421-6561. Desde já agradecemos!

Eu, _____
_____ (nome por extenso)

declaro que após ter sido esclarecido pelo pesquisador, lido o presente termo, e entendido tudo o que me foi explicado, concordo em participar da Pesquisa intitulada: **“Avaliação da qualidade da água de poços no bairro Central do Município de Santana (Ap): Parâmetros físico-químicos e microbiológicos para a potabilidade”**

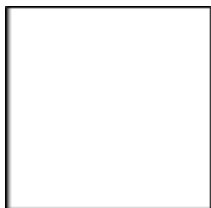
Santana, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do estudante
ELANE MIQUELE DA SILVA BARBOSA
Universidade Federal do Amapá
Cel: (96) 98421-6561
e-mail:elanebarbosatcc@gmail.com

Assinatura do participante

Caso o participante esteja impossibilitado de assinar:

Eu, _____
_____, abaixo assinado, confirmo a leitura do presente termo na íntegra para
o(a) morador(a) _____,
o(a) qual declarou na minha presença a compreensão plena e aceitação em
participar desta pesquisa, o qual utilizou a sua impressão digital (abaixo) para
confirmar a participação.



Polegar direito (caso não assine).

Testemunha n°1: _____

Testemunha n°2: _____