

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA**

ALICE FARIAS DE SOUZA MOTA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA COMUNIDADE
RIBEIRINHA COSTA DA CONCEIÇÃO**

ITACOATIARA-AM

2023

ALICE FARIAS DE SOUZA MOTA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA COMUNIDADE
RIBEIRINHA COSTA DA CONCEIÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e
Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas
como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Sanitária.**

Orientadora: Profa. Dra. Margarida Carmo de Souza

ITACOATIARA-AM

2023

Ficha Catalográfica

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

M917a Mota, Alice Farias de Souza
Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de
água subterrânea na comunidade ribeirinha Costa da Conceição /
Alice Farias de Souza Mota . 2023
40 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Margarida Carmo de Souza
TCC de Graduação (Engenharia Sanitária) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Região Amazônica. 2. Comunidade ribeirinha. 3. Qualidade da
água. 4. Consumo humano. I. Souza, Margarida Carmo de. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

ALICE FARIAS DE SOUZA MOTA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS
DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA COMUNIDADE RIBEIRINHA COSTA DA
CONCEIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e
Tecnologia da Universidade Federal do
Amazonas como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária.

Aprovado (X) Reprovado () em: 26/ 06 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leonardo de Lima Moura
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Flavio Nogueira
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Maria Rosiely Borges Soares
Universidade Federal do Amazonas

“Primeiramente dedico este trabalho a Deus, pois sem ele nada seria possível. Em segundo aos meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica, em seguida aos meus filhos e meu esposo por todo apoio e motivação.”

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas. Dentre quais agradeço:

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a enfrentar todas as dificuldades encontradas ao longo do curso e permitir que meus objetivos fossem alcançados, durante todos esses anos de estudos.

Aos meus pais Luiz Carlos Nogueira Mota e Vilma Farias de Souza Mota que me incentivaram nos momentos difíceis e não mediram esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos.

Ao meu esposo Francisco Chagas Gonzaga Belém Junior por todo apoio, incentivo e por me ajudar nos momentos mais delicados.

Aos amores da minha vida, meus filhos Arícia Souza Belém e Luiz Guilherme Souza Belém, foi por eles todo o esforço.

A minha orientadora Margarida Carmo de Souza por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos amigos Cristiane Nascimento, Lucas Caldas, Maria Sandra Rodrigues e Ruana Schultz pela disposição e todo o apoio e ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alex Martins Ramos por permitir o uso do fotômetro para as análises físico-químicas.

Aos técnicos de laboratório pelo auxílio na realização das análises.

Enfim, a todos com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me ajudaram direta ou indiretamente e que de certa forma me incentivaram, com certeza, tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Muito Obrigada!

RESUMO

A região amazônica apesar de ter a maior bacia hidrográfica do mundo, populações sofrem com problemas relacionados a água de boa qualidade. Com isso, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea do poço da comunidade ribeirinha de Costa da Conceição, analisando os parâmetros organolépticos (odor, sabor e aspecto), físico-químicos (pH, condutividade elétrica, temperatura, turbidez, salinidade, sólidos suspensos, sólidos suspensos totais, cor aparente, cor real, nitrito, nitrato, amônia e fosfato), e microbiológicos (coliformes e *Escherichia coli*). As análises organolépticas foram realizadas através dos órgãos sensoriais. Os parâmetros físico-químicos foram obtidos através das seguintes metodologias eletrometria, turbidimetria, fotometria e gravimetria. Os parâmetros microbiológicos foram determinados qualitativamente usando o COLITEST®. Os dados coletados foram interpretados e comparados com a Portaria MS nº 888/21 para obtenção prévia da qualidade da água. Os resultados desta pesquisa evidenciaram uma diferença nos valores de concentrações dos constituintes em solução se compararmos nos períodos de seca e cheia. Turbidez, cor aparente e amônia se mostraram fora do padrão estabelecido, assim como para as análises microbiológicas, situação que classifica esta água como imprópria para consumo humano, evidenciando a necessidade de saneamento básico na comunidade.

Palavras-chave: Região Amazônica; Comunidade ribeirinha; Qualidade da água, Consumo humano.

ABSTRACT

The Amazon region, despite having the largest hydrographic basin in the world, populations suffer from problems related to good quality water. With this, the present research aims to evaluate the quality of groundwater from the well of the riverside community of Costa da Conceição, analyzing the organoleptic parameters (odor, taste and appearance), physicochemical (pH, electrical conductivity, temperature, turbidity, salinity, suspended solids, total suspended solids, apparent color, real color, nitrite, nitrate, ammonia and phosphate), and microbiological (coliforms and *Escherichia coli*). The organoleptic analyzes were carried out through the sensory organs. The physical-chemical parameters were obtained through the following methodologies: electrometry, turbidimetry, photometry and gravimetry. Microbiological parameters were determined qualitatively using COLITEST®. The collected data were interpreted and compared with Ordinance MS n° 888/21 to obtain the water quality in advance. The results of this research evidenced a difference in the concentration values of the constituents in solution if we compare the dry and wet periods. Turbidity, apparent color and ammonia were out of the established standard, as well as for the microbiological analyses, a situation that classifies this water as unfit for human consumption, highlighting the need for basic sanitation in the community.

Keywords: Amazon Region; Riverside community; Water quality, Human consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Localização da Comunidade Nossa Senhora das Graças de Costa da Conceição	21
Figura 2 -Área de estudo e ponto de coleta	22
Figura 3 -Medidor Multiparâmetro	23
Figura 4 -Turbidímetro digital.....	24
Figura 5 -Fotômetro multiparâmetro	24
Figura 6 -Sistema de filtração com bomba a vácuo	25
Figura 7 -COLItest	26
Figura 8 -Água no ponto de coleta	27
Figura 9 -Sistema de distribuição da água de poço da comunidade Costa da Conceição ...	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Resultados dos parâmetros físico-químicos e VMPs segundo a Portaria N° 888/21N° 888/21	28
Tabela 2 -Resultados dos parâmetros microbiológicos e VMPs segundo a Portaria N° 888/21	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VPM – Valor Máximo Permitido

MS – Ministério da Saúde

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

SESP - Serviço Especial de Saúde Pública

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

pH – Potencial hidrogeniônico

TDS – Sólidos Dissolvidos Totais

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

NTU - Unidade de Turbidez Nefelométrica

UT - Unidade de Turbidez

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE SANEAMENTO BÁSICO.....	16
4.1.1 Saneamento no Brasil.....	17
4.1.2 Saneamento no Amazonas.....	18
4.2 CIDADES DO INTERIOR	18
4.2.1 Comunidades Ribeirinhas	19
5 METODOLOGIA	21
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
5.2 LOCAL E COLETA DE AMOSTRAGEM.....	22
5.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	23
5.3.1 Parâmetros organolépticos	23
5.3.2 Análises físico-químicas	23
5.3.3 Análises microbiológicas	26
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.1 ANÁLISES DOS PARÂMETROS ORGANOLÉPTICOS	27
6.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	27
6.3 ANÁLISES DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	32
7 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A água é um componente físico da natureza indispensável a manutenção da vida terrestre, é ambiente para a vida de organismos aquáticos, mantém a umidade do ar possibilitando a estabilidade do clima na terra, é meio de geração de energia, e está presente em cerca de 75% do nosso corpo constituindo nossas células, tecidos e processos fisiológicos do nosso organismo (BRASIL, 2019). Mas, somente 3% desta água é doce e pode ser usada para o consumo humano, sendo encontrada em geleiras, rios, lagos e mananciais subterrâneos (OLIGER, 2021).

Na Amazônia, apesar da abundância de água é frequente os problemas relacionados a ela, principalmente quanto a sua qualidade. Populações ribeirinhas, que vivem próximas aos rios e dependem diretamente desses corpos d'água para suas atividades diárias, enfrentam desafios significativos em relação à falta de saneamento básico e à consequente contaminação da água. A inexistência de infraestrutura e saneamento básico resulta em impactos consideráveis na qualidade da água que é consumida e utilizada para atividades domésticas, agrícolas e de subsistência (GUIMARÃES *et. al*, 2020).

Além da baixa porcentagem de água doce existente no planeta, um outro problema está relacionado, a poluição dos recursos hídricos. Esses têm como principal poluidor o próprio ser humano, onde o processo de contaminação pode ocorrer por meio de lançamento direto de esgoto e resíduos sólidos nos rios, a falta de tratamento adequado dos dejetos humanos, a disposição inadequada de resíduos sólidos e a presença de atividades econômicas poluidoras nas proximidades contribuem para a degradação da água dessas comunidades. Uma vez contaminado se tornam meios de propagação de várias doenças como: leptospirose, hepatite A, cólera, diarreia, disenteria, entre outras. Além disso, a contaminação também prejudica a subsistência das populações ribeirinhas, afetando a pesca, a agricultura e a criação de animais. (AZEVEDO, 2006).

Por isso a partir da década de 70 com o decreto nº 79.367 de 09/03/1977, o Ministério da Saúde (MS) se tornou o órgão competente pela definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano no Brasil (YASUI, 2015).

Com isso para evitar doenças transmitidas pela água é necessário determinar o seu grau de potabilidade, que está relacionado aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, que são indicadores da qualidade da água e determinam suas

características. Por isso, a Portaria MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, para que a água consumida não venha ocasionar danos à saúde (BRASIL, 2021).

E assim, pelo meio da análise da água é possível a identificação de alguns micro-organismos nocivos à saúde humana, como os coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, essas bactérias são geralmente encontradas no trato intestinal de animais de sangue quente (SILVA *et al*, 2016). Bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes são usadas mundialmente como parâmetros para comprovação da qualidade da água. Conforme a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), a água para consumo humano deve ser livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes e apresentar ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100 ml.

Portanto, é essencial abordar a questão da qualidade da água e da falta de saneamento nas comunidades ribeirinhas, a fim de garantir que essas populações tenham acesso à água limpa e segura, promovendo assim sua saúde e bem-estar. Esta é uma questão que exige ações governamentais, investimentos em infraestrutura e conscientização da importância da preservação ambiental em áreas ribeirinhas para garantir um ambiente saudável e sustentável para essas comunidades, pois saneamento básico é um direito reconhecido pela Constituição Federal e determinado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico disposto na Portaria nº 3.174, de 2 dezembro de 2019 que visa universalizar o acesso às ações de saneamento em áreas rurais, com melhorias no abastecimento de água e esgotamento sanitário (BRASIL, 2019). Mas apesar dos esforços, muitas comunidades ainda sofrem com a dificuldade ao acesso a água potável.

Com isso, esse trabalho tem como objetivo avaliar alguns parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos da água subterrânea, que abastece parte da comunidade ribeirinha Nossa Senhora das Graças de Costa da Conceição, localizada a margem direita do Rio Amazonas, com população em torno de 200 famílias.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água subterrânea na comunidade ribeirinha Costa da Conceição.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

Analisar os parâmetros organolépticos da água como odor, sabor e aspecto;

Identificar os parâmetros físico-químicos como potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, salinidade, temperatura, turbidez, cor real, cor aparente, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos totais, nitrito, nitrato e amônia.

Determinar parâmetros microbiológicos como coliformes totais e *Escherichia coli*.

3 JUSTIFICATIVA

Os ribeirinhos são populações suscetíveis a doenças transmitidas pela água devido à falta de acesso aos serviços de abastecimento e saneamento básico, por isso, avaliar a qualidade da água é essencial para determinar se ela é apropriada para o consumo, garantindo assim bem estar, saúde e qualidade de vida a essas populações. Para isso deve-se levar em consideração parâmetros físico-químicos e microbiológicos para levantamento das características de potabilidade da água, pois de acordo com a Portaria MS nº 888, de 4 de maio de 2021 a água para consumo deve ser isenta de qualquer contaminação e potável, caso contrário podem oferecer riscos à saúde humana.

A vivência como ribeirinho foi incentivo a este estudo. Durante boa parte da minha infância e adolescência, vivenciei a falta de acesso a água de boa qualidade, o que trouxe muitas dificuldades a minha família. A água do rio era nossa principal fonte de suprimento, seja para beber, cozinhar, realizar a higiene pessoal ou até mesmo lavar nossas roupas. E para termos segurança de consumir água menos poluída, improvisávamos coando em pano, fervendo e/ou usando hipoclorito de sódio na água captada.

Para solucionar esse problema, foi construído um poço na comunidade e a implementação de um sistema de distribuição, isso nos trouxe esperança de amenizar essa dificuldade. No entanto, a água que chegava em nossa residência não apresentava boas características para o consumo, mas mesmo assim hoje há uma escola e algumas famílias que utilizavam normalmente a água do poço.

Minha experiência como ribeirinho e a luta por água de boa qualidade me mostraram a importância desse recurso vital em nossas vidas. A água é um direito humano fundamental e sua escassez ou contaminação afetam diretamente as pessoas que dependem dela para sobreviver.

Visto a importância do consumo de água potável, nesta pesquisa avaliou-se os parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos da água na comunidade Nossa Senhora das Graças de Costa da Conceição a fim de determinar as características da água consumida pela da comunidade.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE SANEAMENTO BÁSICO

O reconhecimento da importância do saneamento e sua relação com a saúde vem desde povos antigos e foi se desenvolvendo com a evolução das diversas civilizações ao longo dos anos (BRASIL, 2019).

Na bíblia no antigo testamento há várias passagens que relatam práticas sanitárias do povo judeu, como por exemplo, com o uso da água os israelitas deveriam tomar banho e lavar suas roupas, evitando assim o aparecimento de doenças. Mas, um dos marcos da antiguidade foi a construção de aquedutos e esgotos romanos, tendo como símbolo histórico a conhecida Cloaca Máxima de Roma (GUIMARÃES, 2007).

Mas foi no fim do sec. XVIII na idade média que o problema de saneamento se agravou, devido ao crescimento industrial os camponeses foram levados para cidades sem infraestrutura, o que desencadeou vários problemas de saúde pública e meio ambiente (RIBEIRO; ROOKE 2010).

Somente a partir de 1940, houve o surgimento da comercialização de serviços de saneamento e origem dos mecanismos de financiamento para abastecimento de água com influência do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), hoje denominada Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (CARNEIRO *et al*, 2018).

Para Costa; Pinheiro (2018), o desenvolvimento e avanço de uma sociedade está diretamente ligado ao conceito de saneamento, pois este faz parte das políticas públicas de um país. No Brasil, tendo em vista que, a falta de saneamento básico faz com que a população fique vulnerável a doenças oriundas de abastecimento e condições sanitárias inadequadas, foi criada a Lei 11.445/07 atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que tem o objetivo de promover e melhorar as condições de vida da população urbana e rural. Essa lei define saneamento como o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2020).

4.1.1 Saneamento no Brasil

No Brasil, podemos afirmar que a situação geral de saneamento, tanto na zona rural quanto nas áreas urbanas, vem melhorando nos últimos anos. Mas, isso não quer dizer que a situação esteja boa. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2022), em 2020 o índice de atendimento urbano em termos de abastecimento de água foi de 93,4% da população nacional urbana. Mas, em termos de esgotamento sanitário o índice é de 63,2%.

A situação na 14ª edição do Ranking do Instituto Trata Brasil evidenciou uma estagnação dos municípios que sempre estão nas piores posições (TRATA BRASIL, 2022).

O Instituto Trata Brasil (2022) também afirma que o Brasil investiu mais de 13 milhões em saneamento básico em 2020. Mas de acordo com Miranda *et al* (2020):

“... O Brasil está longe de alcançar a meta de universalização dos serviços previstos no Plano Nacional de Saneamento básico para 2033, em razão da insuficiência de investimentos no setor, especialmente nas áreas de esgotamento sanitário e fornecimento de água potável, das desigualdades regionais, de questões sociais e políticas, dentre outros fatores...”

A ausência de política pública de saneamento básico em dezenas de municípios do nosso país ainda se reflete nos indicadores negativos estudados. Ainda que os dados sejam auto declaratórios das concessionárias de saneamento para o SNIS, a realidade não se distancia do que os números apontam, e o Instituto Trata Brasil, junto à GO Associados, estão cientes de que a situação, em determinados locais, pode ser pior do que se aparenta (TRATA BRASIL, 2022).

Pacifico *et al* (2021) afirma que: “No Brasil, as ações de saneamento são desiguais em razão de seu diverso e extenso território, de suas características físicas e culturais, bem como da omissão do Estado”.

Portanto, para se enfrentar as diferenças sociais e ampliar o saneamento, são necessárias políticas públicas que promovam e estruturam os serviços de saúde, além da educação sanitária, a fim de se estabelecer melhorias na qualidade de vida da população.

4.1.2 Saneamento no Amazonas

Segundo o Trata Brasil (2022), em termos percentuais, quando se refere a coleta e tratamento de esgotos, a região norte do país, considerada o berço da Amazônia, é a que menos apresenta saneamento básico para a população. Além disso, o Painel de Saneamento do Brasil (2022), mostra que na região norte 41,10% da população não tem acesso a água e 86,90% não possui coleta de esgoto, dados preocupantes que deixam a região como uma das piores em relação a saneamento básico.

Outro dado preocupante está relacionado a proteção da florestas, pois as cidades que banham os rios amazônicos despejam os esgotos diretamente nos rios, ignorando os riscos mais básicos. Portanto, é urgente e necessário se preocupar com a poluição dos mananciais e, sobretudo, com a veiculação de algumas doenças associadas ao precário atendimento em água tratada, coleta e tratamento dos esgotos (TRATA BRASIL, 2022).

Conforme Ribeiro; Rokke (2010), com o crescimento populacional também crescem as necessidades de consumo, aumentando assim a poluição do meio ambiente. Como por exemplo, a água de qualidade se torna cada vez mais escassa e os problemas de saneamento mais difíceis de serem resolvidos, necessitando de um maior custo dos serviços prestados.

As ações de saneamento se tornam desiguais devido à grande extensão de território e o difícil acesso as populações interioranas. Por isso, conforme o Ranking de saneamento básico (2022) a região norte está na pior posição, apesar do Brasil ter legislação específica, Lei nº. 11.445/2007 atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que apresenta como um dos princípios a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao manejo correto das águas das chuvas (BRASIL, 2020).

4.2 CIDADES DO INTERIOR

Conforme o Estatuto das Cidades, compete a União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, como habitação, saneamento básico e transportes urbanos, dentre outras atribuições. E compete a União, Estados, Distrito Federal e Municípios a promoção de programas de construção de moradias e à melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico (BRASIL, 2011).

Com isso, são criadas diretrizes para a definição da política e elaboração de planos municipais e regionais de saneamento básico com vista a garantir o princípio da universalização desses serviços que prezem pela qualidade e controle social, em vista que devem servir de apoio e orientação para a elaboração das políticas e planos que tratem do saneamento básico, pois pequenos municípios ainda convivem com a dificuldade de ter acesso aos recursos financeiros como resultado da incapacidade técnica para elaborar projetos que se enquadrem nas regras de acesso aos recursos e que viabilizem a solicitação de financiamento (BRASIL, 2010).

4.2.1 Comunidades Ribeirinhas

As populações ribeirinhas do Amazonas são povos descendentes de indígenas mesclados com nordestinos e outros migrantes que vivem às margens dos rios e lagos. Sobrevivem por meio da pesca, caça, agricultura familiar e subsídios oriundos de programas sociais do governo federal (GUIMARÃES *et al*, 2020).

Segundo o mesmo autor, estas comunidades necessitam de recursos básicos, como saneamento básico e eletricidade e dependem das áreas urbanas para aquisição de bens de consumo e assistência à saúde.

Conforme Lei nº 14.026/2020, entende-se por saneamento básico o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais, limpeza urbana e manejos de resíduos sólidos (BRASIL, 2020).

Scalize; Vale; Bezerra (2019) comenta que:

“... Deste modo, tais populações estão expostas a riscos ambientais devido à ausência de infraestruturas adequadas de saneamento básico, resultado de sua condição social e relação que desenvolvem com o meio, o que afeta negativamente sua qualidade de vida...”

Devido a poluição desenfreada dos rios na Amazônia, populações tem buscado outras alternativas, conforme afirma Azevedo (2006):

“... Na Amazônia, é crescente a perspectiva de exploração da água subterrânea, por apresentar vantagens práticas e econômicas quanto à sua captação, por dispensar tratamentos químicos – exceto desinfecção – e ser de excelente qualidade, além de abundante, justificando sua utilização...”

Mas uma das principais causas dessa situação, segundo Ávila (2018), é o despejo direto do esgoto doméstico em locais inadequados, principalmente em rios e em suas margens, o que mostra a carência desses serviços. Além disso, o autor estima que muitas comunidades não estão devidamente identificadas, ficando assim desconhecidas perante os gestores públicos de modo a não garantir os serviços voltados ao saneamento básico.

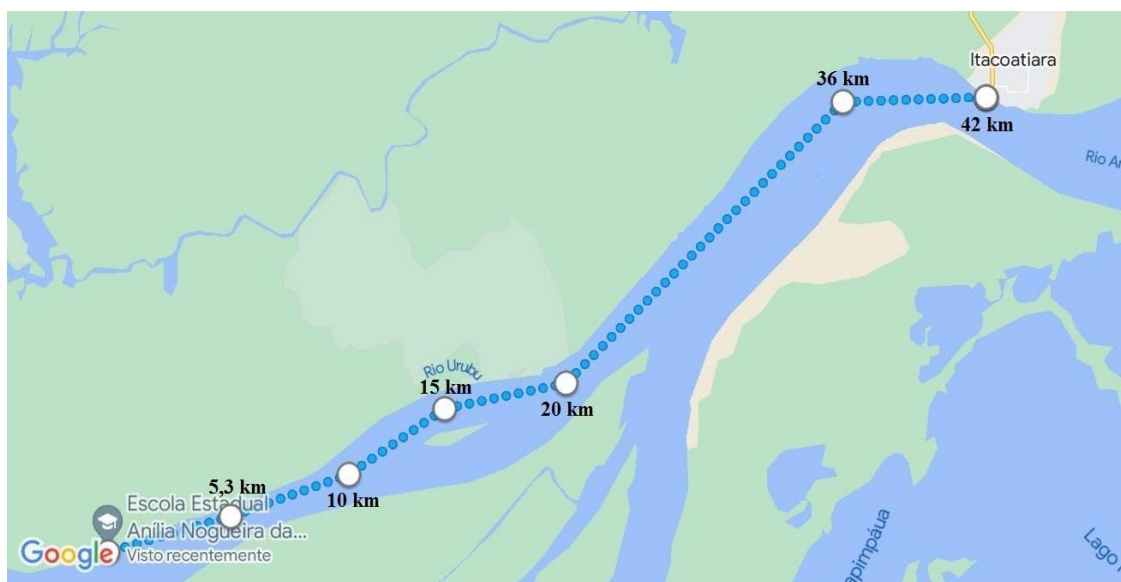
Para Resende, Ferreira, Fernandes (2018), a dificuldade de concentração de pessoas em mesma área, torna ainda mais difícil o saneamento rural centralizado no país, tornando inviável a instalação de redes de distribuição de água, de coleta e tratamento de esgoto.

5 METODOLOGIA

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada na Comunidade ribeirinha Nossa Senhora das Graças de Costa da Conceição, que fica a margem direita do Rio Amazonas, 42 Km de distância da zona urbana do município de Itacoatiara-AM (figura 1), o que corresponde a 3 h de barco (sentido Itacoatiara - Comunidade) e 2h (sentido Comunidade - Itacoatiara).

Figura 1-Localização da Comunidade Nossa Senhora das Graças de Costa da Conceição



Fonte: Google Maps, (2023)

A comunidade possui em torno de 200 famílias, suas moradias são construídas de frente para o rio e cada domicílio costuma ter um pequeno “porto” localizada na margem do rio em frente à sua moradia. Nesses portos são usadas pontes para diversas atividades diárias como atracar embarcações (canoas), tomar banho, lavar roupas e utensílios domésticos, pois, a grande maioria não possui sistemas de abastecimento de água com distribuição domiciliar, devido as residências se encontrarem distantes uma das outras.

Nessa comunidade o terreno é de várzea, os moradores estão sujeitos tanto a alagações anuais, que cobrem a terra, as casas e as plantações, quanto a secas, que dificultam a locomoção e o acesso à água. Essa sazonalidade leva a uma considerável variação na distância entre o domicílio e a margem do rio, podendo chegar a quase 1km na época da seca. Há famílias que possuem equipamentos que bombeiam a água até tanques em terra, no

entanto, há quem não possui, então é preciso enfrentar longas distâncias e íngremes barrancos para abastecer seus domicílios com água para beber e cozinhar.

No ano de 2008, foi construído um poço na comunidade e um pequeno sistema de distribuição, o qual não atende toda a comunidade, então parte dela ainda utiliza água do rio Amazonas para o consumo. Muitas expectativas foram levantadas, mas não foi possível consumir a água do poço.

5.2 LOCAL E COLETA DE AMOSTRAGEM

Foram realizadas 2 coletas a primeira no dia 14 de novembro de 2022 às 10h da manhã, e a outra no dia 14 de maio de 2023 às 14h da tarde, utilizando garrafas pet de 500ml devidamente higienizada e esterilizada para evitar possíveis contaminações, e armazenadas em isopor com gelo para análises dos parâmetros que não foram possíveis medir *in loco* no medidor multiparâmetro de bolso. As amostras foram transportadas para o laboratório do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas após 2 horas de acondicionamento no isopor, que é a duração da viagem de volta ao município de Itacoatiara. A figura 2 mostra a área de estudo e o ponto de coleta próximo à Escola Estadual Anília Nogueira da Silva.

Figura 2-Área de estudo e ponto de coleta



Fonte: Google Earth, (2022)

5.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

As amostras de água para as análises físico-químicas e microbiológicas foram coletadas em intervalo de 6 meses, a primeira em águas baixas no início da enchente e a outra em águas altas durante a enchente, com intuito de acompanhar as diferentes fases hidrológicas, para comparação da variação sazonal influente no comportamento dos parâmetros a serem determinados. A metodologia de coleta e preservação de amostras foi realizada de acordo com a literatura (APHA, 2012).

5.3.1 Parâmetros organolépticos

Foram analisados através dos órgãos dos sentidos: odor (olfato); sabor (paladar); e aspecto (visão). O aspecto da amostra também foi quantificado por fotometria através da determinação da cor aparente.

5.3.2 Análises físico-químicas

5.3.2.1 Métodos analíticos

Os parâmetros como pH, condutividade Elétrica, Sólidos Dissolvidos Totais -TDS, Salinidade e Temperatura foram medidos por eletrometria, *in loco* pelo medidor multiparâmetros COMBO 5 modelo AKSO (figura 3).

Figura 3-Medidor Multiparâmetro



Fonte: Próprio autor, 2023

Para determinação da turbidez usou-se o método de turbidimetria, com o uso de um turbidímetro digital modelo TU430 da Akso (figura 4). O equipamento foi calibrado com água destilada, em seguida, usando uma cubeta com capacidade de 15ml e a amostra em temperatura ambiente foi feita a leitura.

Figura 4-Turbidimetro digital



Fonte: Próprio autor, 2023

Através da fotometria, usando um fotômetro multiparâmetro com COD da Marca Hanna, Modelo HI83399-02 (figura 5), foram determinados os seguintes parâmetros: nitrito, nitrato, amônia, fosfato, cor real e aparente.

Figura 5-Fotômetro multiparâmetro



Fonte: Próprio autor, 2023

Na determinação da cor real foi necessário fazer um pré-tratamento da amostra. Filtrou-se 100ml da amostra usando membrana filtrante de acetato de celulose diâmetro de

47mm, poro 0,45µm, não estéril, branca e lisa. A solução filtrada foi medida por fotometria. A membrana contendo os sólidos foi utilizada na determinação dos sólidos suspensos.

Para a determinação de sólidos suspensos utilizou-se o método gravimétrico. Os procedimentos serão descritos a seguir:

Inicialmente a membrana de acetato de celulose foi pesada e levada a estufa de secagem e esterilização (modelo SP LABOR) a 120°C por 1 hora. Em seguida foi resfriada em dessecador por 45 min e pesada. O processo foi repetido até obter massa constante da membrana (m1).

Após determinação da massa da membrana, essa foi usada em sistema de filtração a vácuo, utilizando bomba a vácuo SL 60 SOLAB (figura 6). A membrana contendo os sólidos foi levada novamente a estufa por 1 hora a 120 °C e depois colocada no dessecador por 45 min, realizando em seguida a pesagem, o procedimento de secagem foi repetido até obter massa constante (m2).

Figura 6-Sistema de filtração com bomba a vácuo



Fonte: Próprio autor, 2023

Para a determinação dos valores de sólidos suspensos usou-se a equação 1.

$$C_{sts} \text{ (ml/L)}: \frac{(m_2 - m_1)}{V} \times 10^6 \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

Csts: Concentração de sólidos suspensos totais

m2: massa da membrana com sólidos (pós filtração e dessecação)

m1: massa da membrana sem sólidos

V: volume da amostra

5.3.3 Análises microbiológicas

Os parâmetros microbiológicos foram determinados qualitativamente usando o COLITEST® da LKP DIAGNOSTICOS (figura 7), um substrato cromogênico e fluorogênico apropriado para detecção simultânea de Coliformes totais e E.coli. Esse meio de cultura possui em sua formulação substâncias, nutrientes, MUG e inibidores que, devidamente balanceados, inibem o crescimento de bactérias Gram-positivas e favorecem o crescimento de bactérias do grupo Coliformes e facilitam a identificação de E.coli através da fluorescência e indol.

Para a determinação de coliformes totais e E. Coli, adicionou-se um sachê do COLItest® a 100 ml de água (amostra). A mistura foi agitada durante 3 minutos ou até a completa solubilização do substrato. Em seguida, foram colocados em câmara incubadora (SPlabor, modelo SP-500) por 48 horas a 35 °C. Após esse tempo, retirou-se os recipientes e observou-se a coloração. A mudança de coloração de roxa para tons amarelados, influenciado pela fermentação da lactose, pH, especificidade e concentração de bactérias presentes na amostra, significa teste positivo para coliformes totais. Nesses casos, se faz necessário testar a presença de Eschirichia Coli, pela adição de solução de indol, que quando positivo, produz uma porção sobrenadante vermelha. Amostras que produzem porção sobrenadante são levadas a câmara escura para observar se há fluorescência, confirmando a presença de E. Coli na amostra.

Figura 7-COLItest



Fonte: Próprio autor, 2023

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISES DOS PARÂMETROS ORGANOLÉPTICOS

Segundo a legislação, o padrão organoléptico é o conjunto de valores permitidos para os parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde (BRASIL, 2021).

Os parâmetros organolépticos foram determinadas *in loco*, através dos órgãos dos sentidos: odor (olfato); sabor (paladar), aspecto (visão, mas também foi determinado a cor por fotometria, que será apresentado nas próximas seções). Foi identificado que a amostra coletada era inodora, apresentava leve sabor de ferrugem e aspecto amarelado, que pode ser observado na figura 8 em diferentes situações.

Figura 8—Água no ponto de coleta



Fonte: Próprio autor, 2023

6.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Na tabela 1 são apresentadas as principais características físico-químicas da água coletada do poço da comunidade ribeirinha Nossa Senhora das Graças em Costa da Conceição, em dois períodos distintos do nível das águas superficiais, seca e cheia.

Tabela 1-Resultados dos parâmetros físico-químicos e VMPs segundo a Portaria N° 888/21N° 888/21

Parâmetros	Unidade de Medida	Seca	Cheia	Valores máximos permitidos (VMP)
pH	--	7,80	8,25	6,0 a 9,5
Condutividade	(uS/cm)	237	335	Não definido
Temperatura	°C	30,5	29,5	Não definido
Salinidade	(mg/L)	97	140	Não definido
Sólidos Dissolvidos Totais	(mg/L)	156	220.5	500 mg/L
Turbidez	uT	44,6	52,25	5 uT
Sólidos Suspensos	(mg/L)	6,5	13,5	Não definido
Cor Aparente	(uH)	297	471	15 uH
Cor real	(uH)	17	6,5	Não definido
Nitrito (NO ₂ ⁻)	(mg/L)	0,093	0,088	1 mg/L
Nitrato (NO ₃ ⁻)	(mg/L)	--	8,87	10 mg/L
Amônia (NH ₃)	(mg/L)	1,33	1,78	1,2 mg/L
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	(mg/L)	0,29	1,26	Não definido

Fonte: Próprio autor, 2023

Segundo Xavier; Quadros; Silva (2020) a determinação do pH é de grande importância pois tem a capacidade de neutralizar os agentes desinfetantes como o cloro, hipoclorito de cálcio e ácido peracético que são utilizados na remoção dos microrganismos, assim como, ressalta que a água com pH abaixo de 6,0 se torna ácida e corrosiva e acima de 9,5 é básica, contribuindo para precipitação de sais e incrustações em tubulações.

Na tabela 1 podemos observar que o pH sofre influência sazonal, apresentando para época de seca valor de 7,80 e cheia 8,25, ambos com características básicas e dentro dos limites estabelecidos pela legislação, diferentes de Sampaio (2017), que também realizou análises físico-químicas para avaliar a qualidade de água em poços de comunidades em Iranduba- AM, encontrando valores de pH de 4,94, caracterizando as amostras analisadas como ácidas.

A portaria nº 888/21 do ministério da saúde não estabelece limites para condutividade elétrica, mas conforme Piratoba *et al* (2017) a condutividade muda com a sazonalidade, em águas naturais podem apresentar teores na faixa de 10 a 100 µS/cm, em ambientes poluídos

(esgotos domésticos ou industriais) valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Com base nisso, os resultados obtidos para condutividade elétrica (237 uS/cm) na seca e (335 uS/cm) na cheia indicam possível contaminação por esgoto doméstico, tendo em vista que nas imediações da comunidade não há indústrias.

O clima nessa região varia muito independente da época (seca ou cheia), nas duas coletas o dia estava ensolarado, os resultados obtidos das medições de temperatura demonstraram uma variação de 1°C , apresentando maior no período de seca, $30,5^\circ\text{C}$, e na cheia $29,5^\circ\text{C}$. Por mais que, a Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021 não estabeleça limites para temperatura, a água muito quente pode ter propriedades laxativas. Além disso, segundo Ferreira *et al* (2021), a temperatura apresenta influência relevante na velocidade das reações químicas, atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Além disso, de acordo com a legislação para o processo de cloração e de desinfecção da água, diferentes temperaturas da água implicam em diferentes tempos de contato da água com o cloro (BRASIL, 2021).

Para salinidade a portaria nº 888/2021 não atribui valor máximo permitido em relação a potabilidade. A salinidade representa os sólidos totais na água após todos os carbonatos terem sido convertidos em óxidos, todos os brometos e iodetos terem sido substituídos pelos cloretos e toda a matéria orgânica ter sido oxidada (BRAGA *et. al*, 2021). É um parâmetro importante para classificar as águas em doce, salobra e salina. A Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) faz a classificação das águas (BRASIL, 2005), em doces quando a salinidade é igual ou inferior a 0,50% (500mg.L^{-1}), salobras com salinidade entre 0,5% e 30% (30.000 mg.L^{-1}); e por fim salinas com salinidade igual ou acima de 30%. Portanto, como as amostras analisadas apresentaram valores de salinidade para os períodos de seca e cheia de 97 mg.L^{-1} e 140 mg.L^{-1} , respectivamente, podemos classificá-las como água doce.

A turbidez está associada a presença de partículas em suspensão que impedem a passagem de luz na água (XAVIER; QUADROS; SILVA 2020). Os resultados obtidos para turbidez medido em NTU ou, simplesmente, uT apresentaram valores elevadíssimos tanto na seca ($44,6\text{ uT}$) quanto na cheia ($52,25\text{ uT}$), fora dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, que determina o valor de 5 uT para água de abastecimento (BRASIL, 2021). Segundo Azevedo (2006) águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas de excesso de turbidez, exceto quanto possuem íons Fe. Portanto, com base nos resultados obtidos para turbidez e na característica organoléptica sabor, a água

analisada apresenta indícios da presença de ferro, possivelmente em função de parte da tubulação ser de metal (figura 9).

Figura 9-Sistema de distribuição da água de poço da comunidade Costa da Conceição



Fonte: Próprio autor, 2023

Para Gonçalves (2009) sólidos totais dissolvidos são substâncias orgânicas e inorgânicas de tamanho micrométrico que estão presentes na água e que nem mesmo por filtração são removidas, essas podem provocar alterações no sabor da água, intensificar os problemas de corrosão, e para a saúde humana pode ter efeitos laxantes se a concentração for superior a 2000 mg/L. Na tabela 1, podemos observar que esse parâmetro sofre influência sazonal, apresentando para época de seca valor de 156 mg/L e cheia 220,5mg/L, ambos dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Para a água potável não é atribuído valor máximo permitido para a concentração de sólidos suspensos, a determinação quantitativa fornece um peso seco real de sólidos suspensos obtidos por meio de filtração a vácuo. A concentração de sólidos suspensos influencia diretamente a turbidez, pois dificulta a penetração da luz na água, isso pode ser confirmado a partir dos valores obtidos para sólidos suspensos, tabela 1, para os períodos de seca e cheia 6,5 mg/L e 13,5 mg//L, respectivamente, demonstrando que há uma variação sazonal, semelhante a observada para os valores de turbidez, seca (44,6 uT) e cheia (52,25 uT).

A cor aparente é um parâmetro físico exigido pela legislação seu valor máximo permitido é de 15 uH (BRASIL, 2021). Conforme Silva *et al* (2021) a cor aparente é

resultante da presença de substâncias dissolvidas. Quando pura e em grandes volumes, a água apresenta-se azulada e se há elevadas concentrações de ferro e ácidos húmicos apresenta-se avermelhada e amarelada, respectivamente. Como pode ser observado na tabela 1, os resultados para cor aparente tanto em época de seca (297 uH), como na cheia (471 uH) estão muito elevados e sofrem variação sazonal. Além disso, estão acima do permitido pela legislação. Os dados obtidos para esse parâmetro corroboram com aqueles encontrados na análises organoléptica (sabor) e turbidez, indicando mais uma vez a possível presença de ferro. Resultado semelhante foi encontrado por Pantoja (2015), ao determinar a cor aparente em água para abastecimento em comunidade ribeirinhas (valores elevados).

Para a cor real não há padrão definido pela legislação, é característica única de cada tipo de água dependendo da região. Pode-se observar na tabela 1, que os valores sofrem variação sazonal, 17 uH e 6,5 uH para as épocas de seca e cheia, respectivamente. Essa variação nos resultados pode estar associada a presença de ligninas, taninos, substâncias húmicas e fúlvicas, algas e entre outras, em diferentes concentrações, provenientes da decomposição de material orgânico, principalmente de origem vegetal, e que são causadoras da cor em águas naturais. Além disso, estas substâncias podem estar em suspensão originando a cor aparente (LEÓN, 2005 apud PIRATOBA, 2017).

Conforme Santos (2015), os nitratos são indicadores de contaminações, pois fazem parte da última etapa do processo de decomposição da matéria orgânica. Segundo o mesmo autor, quando seus valores de concentrações estão acima de 50 mg.L^{-1} , pode promover em crianças uma descoloração da pele, devido alterações no sangue. Para nitrato foi realizada somente uma análise, em época de cheia (8,87mg/L), resultado que se manteve dentro do limite permitido pela legislação, que é de 10mg/L.

Para nitrito a Portaria 888/2021 estabelece o valor máximo de 1 mg/L como padrão de potabilidade, o resultado mostrado na tabela 1 apesar de apresentar uma diferença numérica nos valores obtidos na seca (0,093mg/L) e na cheia (0,088mg/L), se manteve também dentro do limite estabelecido.

De acordo com a literatura a amônia presente na água pode ocorrer naturalmente ou pode ser oriunda de ações antrópicas como, a descarga de esgotos sanitários ou industriais, mas em águas subterrâneas podem ser encontradas em menor concentração devido a aderência ao solo ou argila (SANTOS, 2015). Porém, nas amostras analisadas, conforme pode ser observado na tabela 1, os valores encontrados foram de 1,33 mg/L (seca) e 1,78 mg/L (cheia). Esses valores estão acima do limite máximo permitido pela Portaria nº 888/21

do Ministério da Saúde, que estabeleceu o limite de 1,2 mg/L, como padrão de potabilidade. Segundo Brito (2013), isso pode ser um indicativo de poluição recente por rejeitos domésticos.

A legislação brasileira não estabelece valor máximo permitido para a concentração de fosfato na água para consumo humano. Segundo Usepa (2010, apud EMÍDIO, 2012) os fosfatos presentes na água podem ter origem natural, da decomposição da matéria biológica e lixiviação de minerais, e origem antropogênica, resultante de processos de fertilização do solo para a agricultura e de falhas no tratamento de águas residuais.

Monteiro (2018) afirma que a presença de fosfato na água é importante, pois é essencial para todas as formas de vida, mas se estiver em excesso se torna responsável pela eutrofização, ou seja, provoca o crescimento de algas e bactérias heterótrofas que modificam o caráter físico-químico da água diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido e precipitando metais pesados como o ferro. Na tabela 1, são mostrados os valores das concentrações de fosfato nos períodos de seca (0,29 mg/L) e cheia (1,26 mg/L), esses valores são elevados quando comparados com o valor máximo estabelecido na Resolução CONAMA N° 357, 0,15 mg/L P total para água doce (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários), corroborando mais uma vez para a possível presença de ferro na água.

6.3 ANÁLISES DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

De acordo com a Portaria N° 888/21, do Ministério da Saúde, a água adequada ao consumo humano deve estar livre de *Escherichia coli* e de bactérias do grupo dos coliformes totais em cada 100 mL de amostra testada (BRASIL, 2021). Na tabela 2, são mostrados os resultados das análises microbiológicas das amostras de água coletas nos períodos de seca e cheia.

Tabela 2-Resultados dos parâmetros microbiológicos e VMPs segundo a Portaria N° 888/21

Parâmetros	Unidade de Medida	Seca	Cheia	Valores máximos permitidos (VMP)
Coliformes totais	--	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
E. coli	--	Presente	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Próprio autor, 2023

Como pode ser observado na tabela 2, as análises realizadas usando o teste de detecção simultânea COLITEST® mostrou a presença de coliformes totais e *E.Coli* nas duas amostras, indicando que ambas não atendem ao padrão de potabilidade exigido pela legislação, e por conseguinte, torna essa água inadequada para consumo humano. Pois, conforme Cruz (2018) a *E. coli* é o principal representante das bactérias indicadoras de contaminação fecal e a ingestão de água ou alimento contaminado por esses microrganismo pode ocasionar vômitos, febre, mal-estar, diarreia, calafrios, cólica e quadros graves de diarreia sanguinolenta.

Os resultados das análises dos diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água contidos na tabela 1 e 2, evidenciaram uma diferença nos valores de concentrações dos constituintes em solução se compararmos nos períodos de seca e cheia. Segundo Azevedo (2006) em seu estudo do manancial subterrâneo para abastecimento público, através de poço tubular construído na comunidade de várzea de Santo Antônio, no município de Urucará, Estado do Amazonas, isso ocorre devido as características geológicas do solo que possuem sedimentos com composição de quartizosa e com elevada pluviosidade que são características da região, sem levar em conta que o nível estático do poço também sofre variações ao longo do ciclo das águas superficiais.

7 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da pesquisa evidenciou que:

Os parâmetros físico-químicos sofrem variação sazonal. Além disso, dentre os parâmetros físico-químicos analisados, aqueles que não estão em conformidade com a legislação são turbidez, cor aparente e amônia. Vale salientar que, o teor de fósforo presente na água pode ser um indicativo de contaminação por fertilizantes.

Os resultados de turbidez, fosfato e cor aparente corroboram com a análise organoléptica (sabor) indicando a possível presença de ferro nas águas nos períodos de seca e cheia.

Através das análises microbiológicas foi detectada a presença de bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli*, o que torna a água imprópria para consumo humano, evidenciando a necessidade de saneamento básico na comunidade Costa da Conceição.

A presença de bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli* pode estar relacionada a falta de cumprimento de critérios técnicos adequados no processo de construção do poço, que tem como consequência, comprometimento da qualidade da água distribuída à população ribeirinha.

Os dados apresentados nessa pesquisa indicam que a água não atende alguns parâmetros exigidos na legislação, para atender os padrões de potabilidade e ser apropriada para consumo humano.

Com isso, é importante destacar a necessidade de tecnologias de tratamento de água adequadas para as comunidades ribeirinhas, considerando as suas particularidades geográficas, socioeconômicas e culturais. Além de uma política de saneamento ambiental, e assim ter acesso à água potável e consequentemente melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association; American Water Work Association – AWWA; Water Pollution Control Federation – WPCF. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22^a ed. New York, 1268p.

ÁVILA, Léo F.; HORA, Karla Emannuela R.; SCALIZE, Paulo Sérgio; **Análise conjuntural das comunidades ribeirinhas no Brasil e sua importância para ações de saneamento rural**. 48º Congresso Nacional de Saneamento Básico da ASSEMAE. Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE. Maio de 2018.

AZEVEDO, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **Acta Amazonica**, Geologia. Manaus, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/gkPbZ8VBWgSFrZrwVNhnNjN/>. Acesso em: 04/06/2023.

BRAGA, E. de A. S., *et al.* **Classificação da água subterrânea com base nos sólidos totais dissolvidos estimado**. *Águas Subterrâneas*, 35(2). (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v35i2.30051>. Acesso em: 03/06/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Diário Oficial da União, Edição: 85, Seção: 1, Órgão: Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, Brasília-DF, 07 de maio de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.174, de 2 dezembro de 2019**. Diário Oficial da União, Edição: 234, Seção: 1, Página: 72, Órgão: Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, Brasília-DF, 04 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento / Ministério da Saúde**. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019.

BRASIL. **Lei 11.445, 5 janeiro 2007**. Diário Oficial da União, Seção: 1, Órgão: Poder Legislativo Federal, Brasília-DF, 08 de janeiro de 2007.

BRASIL. **Lei 14.026, 15 de julho de 2020**. Diário Oficial da União, Edição: 135, Seção: 1, Pagina 1, Órgão: Atos do Poder Legislativo, Brasília-DF, 16 de julho de 2020.

BRASIL. **Diretrizes para a definição da Política e Elaboração de Planos Municipais e Regionais de Saneamento Básico**. Brasília, DF: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF 18 de março, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento**. Brasília, DF: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do Baixo Rio Amazonas**; Macapá, 2013.

CARNEIRO, M. C. M. *et. al.* **A gestão do saneamento no Brasil e sua relação com a gestão de recursos hídricos**. INOVAE -ISSN: 2357-7797, São Paulo, Vol.6, JAN-DEZ, 2018.

COSTA, Rafiza N. P.; PINHEIRO, Eduardo M.; **O cenário do saneamento básico no Brasil**. Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3523>. Acesso em: 15/08/2022.

CRUZ, G. J. R. **Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos bebedouros de escolas públicas estaduais de tempo integral de Teresina- PI**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2018.

EMÍDIO, V. J. G.; A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento. Dissertação de Mestrado – Universidade do Algarve - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faro-Portugal, 2012.

FELISARDO, Raul José Alves *et al.* **Determinação de sólidos totais em suspensão na água produzida: uma análise a partir de uma prática laboratorial.** Anais III CONEPETRO... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/43986>>. Acesso em: 10/06/2023.

FERREIRA, L. A. *et al.* Avaliação da qualidade de potabilidade da água subterrânea em áreas rurais no município de Humaitá/AM. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.1, p.721-729, 2021.

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

GONÇALVES, Rute Isabel L. S. **Metodologia para acreditação dos métodos de análise de sólidos suspensos e dissolvidos em águas.** Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, I.P. (INSA, I.P.). Tese de Mestrado. Julho de 2009.

GUIMARÃES; Carvalho e Silva. **Saneamento Básico.** Agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%2017%209/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 11/08/2022.

GUIMARÃES, A. F. *et al.* **Acesso a serviços de saúde por ribeirinhos de um município no interior do estado do Amazonas, Brasil.** Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Saúde e Biotecnologia, Coari, Amazonas, Brasil. Rev. Pan. Amaz. Saúde, Maio de 2020. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217662232020000100012&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 11/08/2022.

MIRANDA, J. *et al.* **Estudos de direitos do saneamento.** Instituto de Ciências Jurídico-Políticas, Centro de Investigação de Direito Público. Lisboa, Março de 2020.

MONTEIRO, Gabryella Freire. **Análises físico-químicas das águas de poços tipo cacimba na cidade de Areia – PB.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11100?locale=en>. Acesso em: 02/06/2023.

OLIGER, Glauco. **Breves considerações sobre a água doce no planeta terra.** Palhoça: Ed, Unisul, 2021

PACIFICO A.C.N. *et al.* **Tecnologia para acesso à água na várzea amazônica: impactos positivos na vida de comunidades ribeirinhas do Médio Solimões, Amazonas, Brasil.** Caderno de Saúde Pública (2021).

PANTOJA, Nilda Gorethe Palma. **A utilização da água de rio para o consumo humano nas comunidades ribeirinhas na região de Coari a Itacoatiara/Amazonas–Brasil.** Dissertação de Pós-Graduação. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2015.

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar *et al.* Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, vol. 12 n. 3. Taubaté – Maio/Junho 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/f45JMMTdfXvPWLmM6mbDX6K/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04/06/2023.

RAMOS, D. M. *et al.* Qualidade microbiológica da água consumida pela população do Distrito do Sana – Macaé – Rio de Janeiro. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 67, n. 2, p. 100-105, 2008.

RESENDE, Rachel G.; FERREIRA, Sindynara; FERNANDES, Luiz Flávio R.; **O saneamento rural no contexto brasileiro.** Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, mar. 2018.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Curso de Especialização em Análise Ambiental. Juiz de Fora, 2010.

SAMPAIO, Ana Patrícia. Abastecimento de água para comunidades Amazônicas: estudo do caso vila do Lago do Limão, Município de Iranduba, Estado Amazonas. **Marupiara | Revista Científica do CESP/UEA**, [S.l.], n. 1, maio 2017. ISSN 2527-0753. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/marupiara/article/view/425>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SANTOS, Jessica Ferreira dos. **Análise físico-química e microbiológica da água do poço Valdomiro Francisco Mota do município Brejo da Cruz-Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB. 2015.

SCALIZE, Paulo Sérgio; VALE, Gabrielle Brito do; BEZERRA, Roberto Araújo. 30º Congresso ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **XII-044 - Saneamento Básico em Comunidades Ribeirinhas: revisão das publicações científicas**. 2019.

SNIS (**Sistema Nacional de Informações em Saneamento**). Disponível em: <www.snis.gov.br/>. Acesso em: 02 Agosto 2022.

SILVA, A. B., *et al.* XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. FAURGS – GRAMADO- RS, 24 a 27 outubro 2016.

SILVA, R. R. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 62847-62866 jun. 2021.

TRATA BRASIL. **Ranking de Saneamento Básico**. Saneamento é saúde. G.O. associados, 2022. Disponível: <https://tratabrasil.org.br/pt/estudos/ranking-do-saneamento/itb/ranking-dosaneamento-2022>. Acesso em: 06/08/2022.

TRATA BRASIL. **Painel de Saneamento**; 2022. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em: 11/08/2022.

XAVIER, M. das VS; QUADROS, HC; SILVA, MSS da. Parâmetros de potabilidade da água para consumo humano: uma revisão integrativa. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 1, pág. e42511125118, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25118. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25118>. Acesso em: 4 jun. 2023.

YASUI, J. C. **Análise físico-química e microbiológica de água em residências localizadas no Município de Pacaembu-São Paulo**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, 2015.