



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS LARANJAL DO JARI
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ALICE ALMEIDA DO ESPÍRITO SANTO
MARIA CLEICIANE DOS SANTOS PINTO

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BAIRRO
MIRILANDIA, LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

LARANJAL DO JARI
2023

ALICE ALMEIDA DO ESPÍRITO SANTO
MARIA CLEICIANE DOS SANTOS PINTO

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BAIRRO
MIRILANDIA, LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do curso
superior de Tecnologia em Gestão
Ambiental como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Gestão Ambiental.

Orientadora: MSc. Jamille de Fátima
Aguiar de Almeida Cardoso

LARANJAL DO JARI

2023

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237a Santo, Alice Almeida do Espírito
Avaliação do índice de qualidade das águas no bairro Mirilândia, Laranjal do Jari, Amapá / Alice Almeida do Espírito Santo, Maria Cleiciane dos Santos Pinto. - Laranjal do Jari, 2023.
36 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, 2023.

Orientador: MSc. Jamille de Fátima Aguiar de Almeida Cardoso.

1. Água para consumo. 2. Doenças de veiculação hídrica. 3. Coliformes. I. Pinto, Maria Cleiciane dos Santos. I. Cardoso, MSc. Jamille de Fátima Aguiar de Almeida, orient. II. Título. :


ALICE ALMEIDA DO ESPÍRITO SANTO
MARIA CLEICIANE DOS SANTOS PINTO

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BAIRRO
MIRILANDIA, LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do curso
superior de Tecnologia em Gestão
Ambiental como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Gestão Ambiental.

Orientadora: MSc. Jamille de Fátima
Aguiar de Almeida Cardoso


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JAMILLE DE FATIMA AGUIAR DE ALMEIDA CARDOSO
Data: 19/01/2024 12:51:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora – MSc. Jamille de Fátima Aguiar de Almeida Cardoso
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Laranjal
do Jari



Membro da banca examinadora – Dr^a. Nubia Deborah Araújo Caramelo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Laranjal
do Jari

Documento assinado digitalmente
 MAICON LEMOS SATHLER
Data: 19/01/2024 11:17:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da banca examinadora – Prof. MSc. Maicon Lemos Sathler
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Laranjal
do Jari

Aprovada (o) em: 11 de dezembro de 2023

Nota: 9.2

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter nos dado forças, saúde e sabedoria para superar as dificuldades.

Aos nossos familiares por estarem sempre nos acompanhando nessa trajetória e serem nossos portos seguros em meio aos dias turbulentos.

A nossa orientadora, a professora MSc. Jamille, por todo apoio e confiança durante a realização deste trabalho.

Ao professor Especialista André Bacelar, por estar presente em cada etapa da pesquisa, mostrando os pontos de melhorias necessários para que os resultados fossem satisfatórios.

Aos nossos colegas de turma, o caminho não foi fácil, mas no final tudo deu certo.

Aos professores do colegiado do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, por ter nos mostrado o quão satisfatório é o conhecimento em sala de aula.

E por fim, ao Instituto Federal do Amapá, Campus Laranjal do Jari, pelo apoio e suporte em todo o curso.

RESUMO

A água é um dos elementos de maior importância para a maioria dos seres vivos, pois apresenta-se como um elemento essencial para a sua sobrevivência. Com o passar dos anos o uso dos recursos hídricos passaram a ser uma preocupação para a sociedade, devido o uso exacerbado nas atividades econômicas e a possibilidade deste recurso ser esgotado num futuro nem tão distante. Além do uso inadequado da água doce, utilizada para consumo humano, é possível notar que algumas atividades antrópicas acabam afetando a sua qualidade, ocasionando em contaminação. Um dos principais fatores que contribui para a má qualidade da água é a inexistência de um sistema de saneamento básico adequado. Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar o índice de qualidade das águas para consumo dos moradores do bairro Mirilândia, município de Laranjal do Jari, Amapá. A metodologia consistiu em coleta de amostras em quatro pontos distintos do bairro Mirilândia, totalizando 8 amostras. Foram avaliados 8 parâmetros de qualidade da água, entre físico-químicos e microbiológicos, levando em consideração as portarias do Ministério da Saúde em vigência. Os resultados demonstram que apenas o parâmetro cloro residual encontra-se em desconformidade dentro da legislação, para o ponto 01 de coleta. No que tange as análises microbiológicas existe a presença de microrganismos patógenos em pelo menos uma amostra de cada ponto analisado, exceto o ponto 01 que mostrou ausência de *E. coli* e coliformes. Conclui-se que existe uma séria necessidade de intervenção sanitária no tratamento da água consumida pela população residente no bairro Mirilândia, tendo em vista a presença de microrganismos patógenos nas amostras analisadas. Esse fato infere a existência de contaminação da água por meios antrópicos, o que pode acarretar doenças de veiculação hídrica, tornando-se um problema de saúde pública.

Palavras-chave: Água para consumo; Doenças de veiculação hídrica; Coliformes; *E. coli*.

ABSTRACT

Water is one of the most important elements for most living beings, since it is an essential element for their survival. Over the years, the use of water resources has become a concern for society, due to the exacerbated use in economic activities and the possibility that this resource will be depleted in the not too distant future. In addition to the inappropriate use of fresh water, used for human consumption, it is possible to notice that some human activities end up affecting its quality, causing pollution. One of the main factors contributing to poor water quality is the lack of an adequate basic sanitation system. Given this scenario, the objective of this study was to evaluate the water quality index for consumption by the inhabitants of the Mirilândia neighborhood, municipality of Laranjal do Jari, Amapá. The methodology consisted of collecting samples at four different points in the Mirilândia neighborhood, totaling 8 samples. 8 water quality parameters were evaluated, including physical-chemical and microbiological, taking into account the current ordinances of the Ministry of Health. The results show that only the residual chlorine parameter does not comply with the legislation, for collection point 01. Regarding the microbiological analyses, there is the presence of pathogenic microorganisms in at least one sample from each point analyzed, except point 01, which showed absence of *E. coli* and coliforms. It is concluded that there is a serious need for sanitary intervention in the treatment of water consumed by the population residing in the Mirilândia neighborhood, given the presence of pathogenic microorganisms in the samples analyzed. This fact infers the existence of anthropogenic water contamination, which can cause water-borne diseases, becoming a public health problem.

Keywords: Water for consumption; Waterborne diseases; Coliforms; *E. coli*.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Locais de coleta de água para análise	19
Figura 2 – Coleta das amostras.....	20
Figura 3 – Localização dos pontos de coleta	21
Figura 4 – Fotografias do processo de análise de água.....	23
Figura 5 – Presença de esgoto bruto a céu aberto no bairro Mirilândia	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas	24
Tabela 2 – Resultados para coliformes totais e E. coli	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 A água para consumo humano.....	14
3.2 Índice de qualidade das águas	16
3.3 Doenças vinculadas a má qualidade da água	17
4 METODOLOGIA.....	18
4.1 Área em estudo	18
4.2 Coleta das amostras.....	19
4.3 Análise das amostras	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1 Análise microbiológica.....	26
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a temática ambiental tem-se estendido por anos, devido ao intenso processo de alteração da natureza pelas atividades antrópicas. Nota-se que o meio ambiente vem sofrendo diversas modificações que afetam o seu equilíbrio ambiental, ocasionados a partir da disposição incorreta de resíduos e efluentes que geram danos ao solo e aos recursos hídricos tanto superficiais quanto os subterrâneos (Xavier; Quadros; Silva, 2022).

A literatura aponta que os impactos ambientais ocasionados aos recursos hídricos despontam-se como uma das principais emergências da sociedade moderna, tendo em vista a relevância social, econômica e ecológica que tais recursos empregam dentro da temática ambiental. Neste contexto, torna-se relevante a empregar mecanismos que permitam solucionar a problemática da contaminação das águas superficiais e subterrâneas, visto que elas são utilizadas em diversas atividades humanas, como o abastecimento público e a produção de alimentos (Augusto *et al.*, 2012; Fialho *et al.*, 2017; ANA, 2019).

Quando se fala em abastecimento público estão relacionados tanto as atividades relacionadas ao consumo humano, como também as atividades de cunho recreativo, como aponta o estudo de Hirata *et al.*, (2019). Observa-se que nos últimos anos a disponibilidade hídrica tem sido afetada diretamente pelas questões climáticas e o uso exacerbado desse recurso pelo ser humano (Cunha *et al.*, 2013a; Cunha *et al.*, 2013b).

Ao analisar a disponibilidade de água para consumo humano no território brasileiro percebe-se que a região amazônica tem os maiores índices de regimes hídricos, tendo o maior rio de água doce do mundo em sua bacia hidrográfica, sendo considerada ainda como a maior detentora de biodiversidade do planeta. Porém, com o aumento dos índices de desmatamento, queimadas e garimpos ilegais, os recursos hídricos estão ameaçados, afetando diretamente a população dessa região (Bordalo, 2017; Sales Filho *et al.*, 2021).

Nessa região o abastecimento público é considerado precário, visto que em algumas regiões da região Norte a população não tem acesso a água potável devido o sistema de abastecimento ser insuficiente. Além disso, a gestão desses recursos

em muitos casos é inexistente e quando existe não é realizada de maneira satisfatória, como demonstra o estudo de Oliveira *et al.*, 2014 e Malcher *et al.*, (2020).

A qualidade da água para consumo humano é uma das principais preocupações científicas da atualidade, visto que a contaminação das águas doces está cada vez mais frequente, o que acaba colocando em risco, a longo prazo, na disponibilidade desse recurso natural (Mendonça *et al.*, 2019).

Essa contaminação é ocasionada a partir das atividades humanas, sendo um reflexo do modelo de consumo que a sociedade moderna vem desenvolvendo ao longo da história. Observa-se ainda que outros aspectos influenciam essa problemática, um deles seria a falta de saneamento ambiental nas cidades, isto porque o saneamento ambiental implementa uma gama de mecanismos que contribuem de forma significativa para a proteção desses recursos hídricos (Cavalcante, 2014).

Neste tocante, estudos demonstram a necessidade de compreender a dinâmica de degradação dos recursos hídricos, tendo em vista o comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água doce nas regiões afetadas (Motta *et al.*, 2014; Mendonça *et al.*, 2019). Deste modo percebe-se a importância da criação de estratégias de planejamento, monitoramento e gestão dos recursos hídricos para que assim sejam realizadas ações voltadas para a proteção, conservação e mitigação das áreas quando necessário (Barbosa *et al.*, 2003).

Observa-se ainda que a qualidade da água também pode ser afetada por fatores sazonais, como as mudanças climáticas e fontes poluidoras pontuais (Xiaolong *et al.*, 2010). Tal fato pode ser monitorado através de análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, para que assim sejam tomadas as devidas providências caso os resultados estejam fora dos padrões estabelecidos na legislação (Bertossi *et al.*, 2013).

Diante desses aspectos, o presente estudo justifica-se na relevância de compreender os fatores sazonais que afetam a qualidade da água do bairro Mirilândia no município de Laranjal do Jari, a fim de buscar estratégias que possibilitem a tomada de decisões caso os resultados não serem satisfatórios. Além disso, o estudo contribuirá de forma significativa para a divulgação do conhecimento científico dentro da comunidade acadêmica local e regional, visto que os dados aqui apresentados serão inéditos.

Atualmente existe grandes debates científicos acerca das problemáticas ambientais envolvendo a disponibilidade hídrica e seus aspectos necessários para o consumo humano, tendo em vista os danos ambientais provocados pelas atividades antrópicas e que afetam diretamente esse recurso natural (Formiga *et al.*, 2020). Salienta-se que a água é um dos recursos naturais mais importantes para a vida no planeta, sendo um direito universal de toda a população global.

No contexto brasileiro, o Sistema Básico de Saúde (SUS) é o principal órgão responsável pela fiscalização e inspeção da água para o consumo da população, sendo amparada pelo artigo 200 da constituição federal (Brasil, 1988). Nota-se ainda que o SUS deve estar presente em todas as discussões sobre a temática hídrica, assim como nas ações de saneamento básico, um dos pilares que asseguram o acesso a água potável para toda a sociedade (Souza; Gastaldini, 2014).

A literatura relata os desafios que são encontrados no que tange a fiscalização, o gerenciamento e o abastecimento de água em todo o território brasileiro, principalmente nos estados do Norte e do Nordeste. Os estudos apontam que com o passar dos anos os padrões de qualidade da água para consumo humano estão sendo comprometidos, visto a vulnerabilidade ambiental acarretada pelos desastres ambientais que são cada vez mais frequentes, colocando em risco a saúde humana (Daniel; Cabral, 2011; Souza; Gastaldini, 2014; Medeiros; Lima; Guimarães, 2016).

Neste tocante, a presente pesquisa teve como problemática: Os parâmetros de qualidade da água de abastecimento do bairro Mirilândia no município de Laranjal do Jari é satisfatório com base na legislação vigente?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar o índice de qualidade das águas para consumo dos moradores do bairro Mirilândia, município de Laranjal do Jari, Amapá.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a área de estudo;
- Analisar os parâmetros físicos, químicos e biológico das amostras;
- Comparar os resultados obtidos com a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, alterada pela Portaria Nº 888/2021.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A água para consumo humano

Sabe-se que o planeta é formado por cerca de 70% de água, deste percentual 97% são de água salgada e apenas 3% são água doce, salientando-se ainda que menos de 1% dessa água estar disponível para o consumo humano (Apoitia *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2014). Observa-se ainda que a água para consumo humano tem sido afetada diretamente pelas ações antrópicas, devido aos danos ambientais referentes a poluição dos corpos hídricos como apontam os estudos (Néri *et al.*, 2015; Lauthartte *et al.*, 2016; Celligoi *et al.*, 2019).

No que tange a água para o abastecimento e consumo humano, nota-se que esta é proveniente da captação das águas dos rios, sendo tratada dentro das estações de tratamento e distribuídas para a população (Libânio, 2010). Esse recurso também vem sendo utilizado nas atividades econômicas, principalmente na agricultura. Percebe-se também que a indústria consome grandes volumes de água potável, podendo ocasionar em problemas ambientais, principalmente no que diz respeito à disponibilidade desse recurso nos próximos anos (Porto *et al.*, 2011; Augusto *et al.*, 2012). Tais fatos aumentaram as discussões acerca dessa problemática ambiental, quebrando o antigo paradigma de que a água é um recurso natural inesgotável (Miranda; Teixeira, 2004).

Nesta perspectiva, a Organização Mundial da Saúde (OMS) demonstra certa preocupação quanto a problemática do consumo desenfreado da água, assim como a constante degradação ambiental da mesma pelas ações antrópicas. Essa organização frisa ainda que nas próximas cinco décadas acontecerá uma diminuição drástica nos níveis de água doce disponíveis para o consumo humano, principalmente pela falta de gestão dos recursos hídricos, assim também como a poluição dos mananciais pelo despejo incorreto de efluentes industriais diretamente no meio ambiente (OMS, 2019).

A Organização das Nações Unidas (ONU) frisa a necessidade de 3,3 m³/pessoa/mês de água para o consumo de uma pessoa por mês, levando em consideração as atividades de higiene e consumo diário. Porém, nota-se que a realidade brasileira é distante do que é considerado correto, tendo em vista em alguns

estados existe precariedade no atendimento a água potável e altos níveis de desperdício da mesma (Brasil, 2006).

Dados do relatório do Instituto Internacional de Pesquisa de Política Alimentar alertam que nas próximas três décadas quase 5 bilhões de pessoas não terão acesso a água potável, vivendo assim em uma situação de estresse hídrico (Fracalanza; Freire, 2016). Essa situação acontecerá devido a poluição das águas, comprometendo assim o seu tratamento (Souza, 2007).

Para Leite (2002) as atividades antrópicas vêm gerando altos níveis de substâncias tóxicas durante os processos produtivos, sendo que na maioria das vezes essas substâncias são despejadas diretamente no meio ambiente, sem nenhum tipo de tratamento prévio, acarretando assim um passivo ambiental. Diante desse cenário, é de suma relevância a elaboração de ferramentas para garantir os padrões de potabilidade da água para o consumo humano, principalmente como uma forma de evitar danos à saúde pública (Silva; Araujo, 2003; Brasil, 2011).

Sobre a potabilidade da água para consumo humano a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, alterada pela Portaria Nº 888/2021, salienta que a água deve atender os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, para que assim receba o grau de consideração como potável, não oferecendo assim riscos para a saúde humana (Brasil, 2017). O estudo de Viana *et al.*, (2007) pontua que a potabilidade diz respeito ao atendimento de padrões dispostos em normas e legislações sanitárias, especialmente os requisitos referentes aos riscos à saúde humana. Brasil (2017) reitera a necessidade de a água para consumo ser livre de quaisquer substâncias que podem comprometer as suas características físicas, químicas, organolépticas, sensoriais e biológicas.

No contexto de disponibilidade de água para o consumo humano, o Brasil possui um grande destaque, isto porque o país conta com a reserva de 12% de toda a água doce disponível no mundo, tendo ainda apenas 2,8% da população mundial, oferecendo assim a possibilidade de atender toda a sua população. Ainda nesse cenário, a população brasileira tem como vazão média 33.000 m³/hab.ano, favorecendo mais ainda a sociedade brasileira. Porém, é notório que em algumas regiões do país, como o Nordeste, existe desigualdade na disponibilidade hídrica, tendo em vista que as grandes reservas de água doce no Brasil parte fica na bacia Amazônica, região com menor índice demográfico brasileiro (Di Bernardo; Sabogal; Paz, 2008; Augusto *et al.*, 2012).

3.2 Índice de qualidade das águas

Com o passar dos anos e o aumento da degradação ambiental ocasionou uma série de discussões sobre as possíveis consequências dessa degradação, principalmente no que diz respeito a contaminação das águas para consumo humano e abastecimento. Considera-se como água potável aquela sem nenhum tipo de alteração física, química e biológica em suas características e que não ofereça riscos à saúde humana após a sua ingestão. Ressalta-se ainda que a água para consumo deve atender as especificações contidas na legislação quanto a potabilidade da mesma, principalmente no que diz respeito a qualidade da água (Vieira, 2006).

Assim como a resolução Conama, tem-se ainda a Portaria de Consolidação nº 5/2017, que vem auxiliar na proteção e conservação das águas para consumo humano, estabelecendo ainda que a água potável é aquela destinada para uso humano, como para consumo, preparação e produção de alimentos, assim como a higiene pessoal (Brasil, 2017). Nesta mesma portaria encontram-se os parâmetros de potabilidade da água, os quais devem ser seguidos rigorosamente pela companhia de abastecimento de água dos municípios, para evitar problemas de ordem pública devido a contaminação desse recurso. Esses parâmetros estão relacionados as características físicas, químicas e microbiológicas da água, sendo de grande importância a inexistência de patógenos e bactérias que podem ocasionar a contaminação desse recurso e oferecer riscos à saúde humana (Brasil, 2017).

De acordo com Brasil (2017) faz-se necessário verificar os resultados anteriores das análises dos parâmetros físico-químicos como uma forma de evidenciar se a amostra analisada enquadra-se ou não dentro dos padrões de qualidade da água.

Sobre os parâmetros microbiológicos a referida portaria aponta que a água para consumo deve ser livre da presença de *Escherichia coli* ou coliforme termotolerantes em um volume de 100mL, assim como após o seu tratamento a água deve ser livre de coliformes totais em volume de 100mL. Além disso, os reservatórios e redes de armazenamento e distribuição não podem apresentar nenhum valor de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100 ml (Brasil, 2017). A legislação aponta ainda que uma água potável de qualidade deve apresentar as seguintes características, quanto aos parâmetros físico-químicos: potencial hidrogeniônico (pH) entre 6,0 e 9,5; a turbidez deve ter valores máximos de 5 UT (unidade turbidimétrica); sua cor deve ter valor máximo de 15UH (unidade Hazen); quanto a cloração residual livre é

necessário que ela seja a mesma em todo e qualquer ponto de distribuição, sendo teor mínimo de 0,2mg/L, e teor máximo de 2,0mg/L (Brasil, 2017).

3.3 Doenças vinculadas a má qualidade da água

Com o aumento da poluição ambiental os problemas relacionados ao surgimento de doenças ocasionadas devido a essa poluição agravaram-se. Nota-se que as doenças de veiculação hídrica se despontam como as principais causas de internações em diferentes países, em especial aqueles com a situação precária de saneamento ambiental, como aponta os estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019).

Essa realidade pode ser observada no cenário brasileiro, visto que em média 35 milhões brasileiros não possuem acesso a água tratada e mais de 100 milhões vivem sem a coleta adequada do esgoto, tais dados refletem no aumento de casos de doenças de veiculação hídrica e conseqüentemente a óbitos (Instituto Trata Brasil, 2022). Os dados demonstram que a população mais afetada se concentra em áreas rurais e nas comunidades ribeirinhas, onde a presença dos povos originários é maior (Coelho *et al.*, 2017).

Sobre as principais doenças de veiculação hídrica cita-se a cólera, febre tifoide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias. Essas doenças são de rápida propagação e podem se tornar um problema de saúde pública, principalmente em pequenos municípios com estrutura básica de atenção à saúde precária (OMS, 2019).

4 METODOLOGIA

O presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa exploratória de cunho quantitativo, tendo em vista seus objetivos. Para Gil (2008) a pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema. Esse tipo de pesquisa permite com que os investigadores possam compreender os principais fatores que podem influenciar no problema investigado.

4.1 Área em estudo

O estudo foi realizado no bairro Mirilândia, localizado no município de Laranjal do Jari ao oeste do Estado do Amapá, nas seguintes coordenadas geográficas Latitude: 0° 49' 56" Sul, Longitude: 52° 24' 37" Oeste. A criação do município de Laranjal do Jari foi homologada pela Lei Federal nº 7.639 de 17 de dezembro de 1987, anteriormente o município fazia parte integrada do município de Mazagão. O município está localizado a margem esquerda do Rio Jari, no extremo Sul do estado do Amapá (Tostes, 2012). Nota-se ainda que o município faz divisa com os municípios de Vitória do Jari, Mazagão, Pedra Branca do Amapari, Almeirim – Distrito de Monte Dourado-PA (Côrrea, 2019).

Laranjal do Jari é o terceiro maior município do Amapá, depois da capital Macapá e Santana, sua concentração populacional está relacionada com o intenso processo migratório em busca de trabalho no projeto Jari. A economia da região está voltada principalmente para as atividades industriais, além do agroextrativismo (Chagas, 2015).

No que tange sua área urbana observa-se no município a presença das popularmente chamadas palafitas, que são casas de madeira geralmente construídas em locais alagados, em uma grande extensão territorial, sendo que estas construções estão localizadas em áreas úmidas e naturalmente alagáveis no período de cheias dos rios da região. Frisa-se que são locais ambientalmente frágeis, tendo o risco de enchentes durante o ano (Côrrea, 2019). No estudo de Toste e Ferreira (2015), percebe-se que a população dessas áreas vive em situação precária, tendo em vista a falta de saneamento ambiental, pouca disponibilidade de água encanada, problemas relacionados à coleta de resíduos sólidos, além da baixa oferta de serviços públicos.

4.2 Coleta das amostras

Para este estudo foram escolhidos quatro pontos de coleta, sendo coletados duas amostras por ponto, totalizando oito amostras. Os pontos de coleta foram casas de moradores do bairro Mirilândia, sendo uma casa em terra firme e três em área de várzea, que são afetadas no período de inundações que acontece no município (Figura 1). O abastecimento de água nas residências é ocorre através do fornecimento da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA), salientando ainda que por ser um sistema de tratamento de água existe um tratamento prévio realizado pela companhia antes da distribuição para os moradores.

Figura 1 – Locais de coleta de água para análise



Fonte: Autoras (2023).

As amostras depois de coletadas e acondicionadas foram encaminhadas para análise nos laboratórios de Físico-Química e “Citologia, Microbiologia, Genética e Fitopatologia” da Universidade do Estado do Amapá – UEAP. A coleta e preservação das amostras seguiram as especificações da Agência Nacional das Águas (ANA, 2013), respeitando-se as normas de temperatura, acondicionamento e de tempo máximo de validade das amostras para cada tipo de análise. Para tanto, foram aplicados os procedimentos de planejamento de amostragem, organização dos trabalhos de campo, controle de qualidade na amostragem, equipamento de

amostragem e ensaios de campo. Na figura 2 mostra-se a coleta das amostras em campo.

Figura 2 – Coleta das amostras.

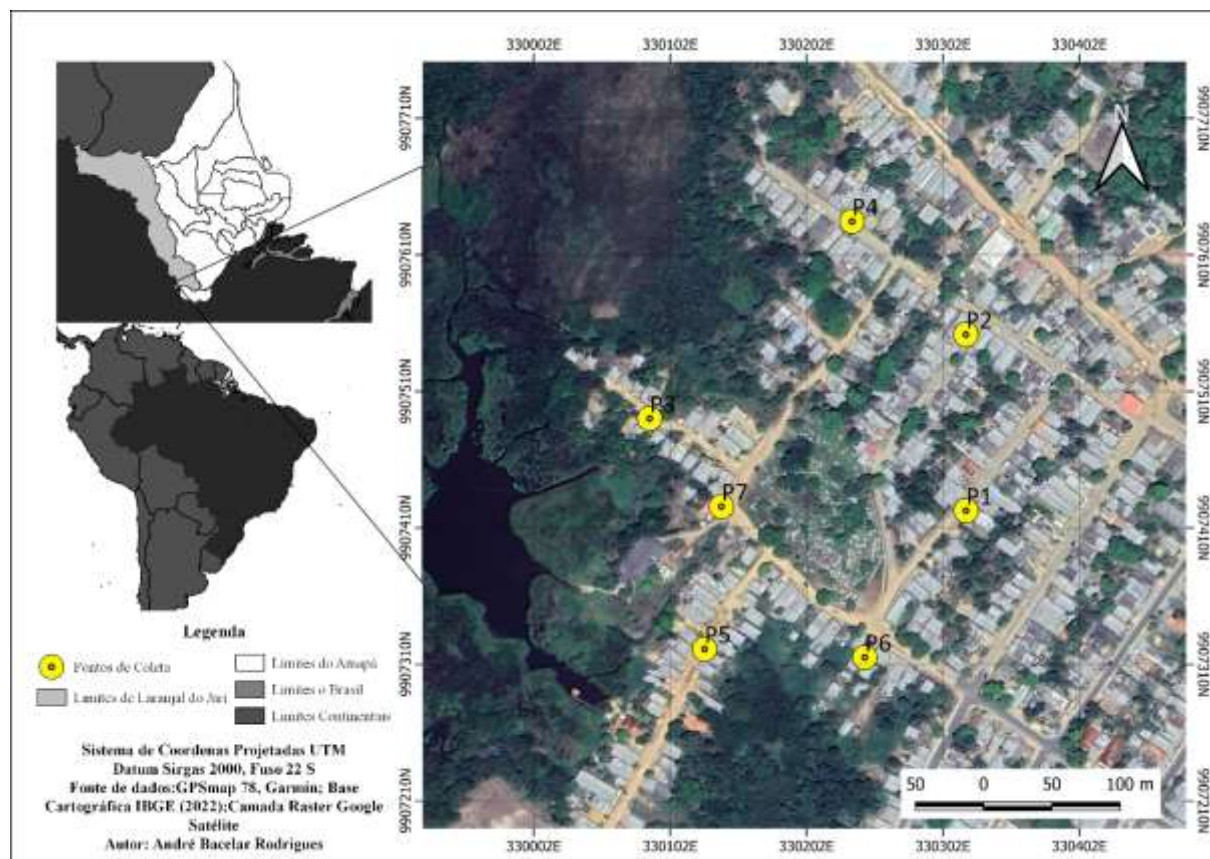


Fonte: Autoras (2023).

Antes da coleta foram realizados alguns procedimentos para evitar contaminações das amostras, como a desinfecção da torneira com uma solução de hipoclorito de sódio, por dentro e por fora, a torneira foi aberta e deixado a água correr por 2 a 3 minutos, para eliminar impurezas e água acumulada na tubulação. Em seguida, lavava-se a garrafa com a água a ser coletada diversas vezes até que, por fim, coletava-se aproximadamente 350 ml. Logo em seguida foram tampadas as garrafas, identificadas e acondicionadas em um recipiente com gelo para preservar as características da água coletada.

Os pontos de amostras determinadas para a realização da coleta foram demarcados com auxílio de GPS, para posterior geração de um mapa para melhor visualização, como mostra a figura 03 a seguir.

Figura 3 – Localização dos pontos de coleta



Fonte: Adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023).

A triangulação demonstrada na figura acima retrata a delimitação do bairro Mirilândia, local de estudo desta investigação.

4.3 Análise das amostras

Na avaliação da qualidade da água, foram considerados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme a legislação vigente, sendo esses: turbidez, condutividade elétrica, pH, cor aparente, cor verdadeira, cloretos, sólidos totais dissolvidos, coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*).

Após coleta realizada e posterior acondicionamento das amostras para manter a sua qualidade, as mesmas foram encaminhadas via transporte terrestre para análise nos laboratórios de Físico-Química e “Citologia, Microbiologia, Genética e

Fitopatologia” da Universidade do Estado do Amapá – UEAP, na cidade de Macapá - AP.

Todas as análises foram realizadas durante o mês de novembro de 2023. Os parâmetros e os métodos para análise estão descritos no quadro 01 a seguir.

Quadro 1 – Relação entre a metodologia utilizada e os parâmetros analisados

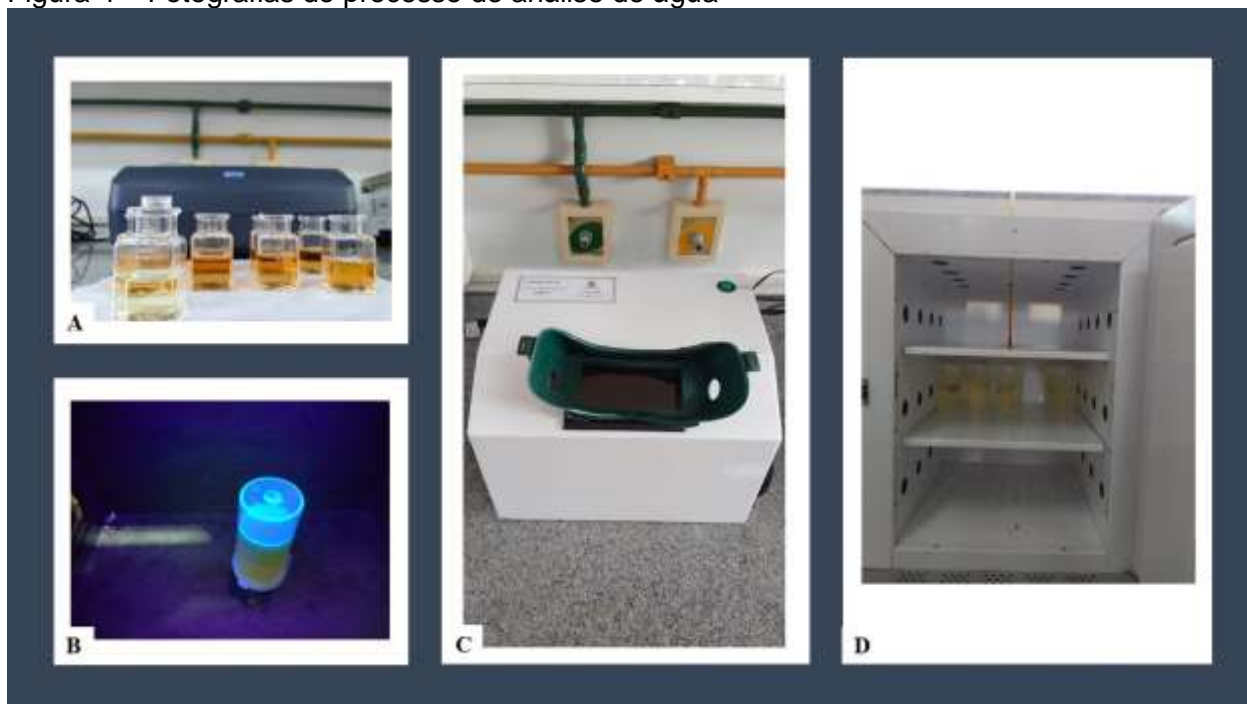
Parâmetro	Metodologia
Cor aparente	Método padrão de Platina-Cobalto. Leitura realizada em espectrofotômetro UV-VIS da Hach, modelo 3900.
Sólidos Suspensos Totais	Método fotométrico. Leitura realizada em espectrofotômetro UV-VIS da Hach, modelo 3900.
Cloro Livre	Método DPD. É utilizado o reagente em pó de cloro livre DPD. Leitura realizada em espectrofotômetro UV-VIS da Hach, modelo 3900. Os resultados do teste foram medidos a 530 nm.
Cloreto	Método tiocianato de mercúrio. Foram utilizadas duas soluções, solução de íon férrico e solução de tiocianato de mercúrio. As amostras foram lidas em espectrofotômetro UV-VIS da Hach, modelo 3900. Os resultados do teste foram medidos a 455 nm.
Turbidez	Método nefelométrico. O teste foi realizado em turbidímetro da marca Max. Os resultados expressos em UNT.
Coliformes totais	As amostras foram transferidas para frascos estéreis de 100 mL, contendo pastilha de tiosulfato de sódio a 10%. Em cada amostra foi adicionado uma ampola do substrato Colilert® e acondicionadas em estufa bacteriológica para avaliação do crescimento após 24h à temperatura de 35°. Os resultados foram qualificados por ausência e presença. Amostras com coloração amarela indicam presença de coliformes totais.
<i>E. coli</i>	As amostras foram transferidas para frascos estéreis de 100 mL, contendo pastilha de tiosulfato de sódio a 10%. Em cada amostra foi adicionado uma ampola do substrato Colilert® e acondicionadas em estufa bacteriológica para avaliação do crescimento após 24h à temperatura de 35°. Os resultados foram qualificados por ausência e presença. . A presença de brilho azulado intenso após a exposição destes

	poços à luz ultravioleta em câmara de UV indica a presença da bactéria <i>E. coli</i> .
--	---

Fonte: Elaborado a partir de Brasil (2021).

Algumas imagens das análises são representadas a seguir, para uma melhor compreensão.

Figura 4 – Fotografias do processo de análise de água



Fonte: Autoras (2023). Legenda: **A** – Análise do parâmetro cloro livre. **B** – Análise do parâmetro *E. coli*. **C** – Equipamento utilizado para analisar o parâmetro coliformes totais. **D** – Estufa utilizada para armazenar as amostras durante a realização das análises.

Após as análises realizadas os resultados encontrados foram comparados com a legislação vigente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das amostras analisadas serão discutidos a seguir, com a utilização de quadro 02 para melhor visualização e entendimento das informações, contendo os valores encontrados, e também com o valor máximo permitido dentro da portaria n° 888/2021.

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas

Parâmetros	AMOSTRAS				
	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	VMP*
pH	6,485	6,415	6,565	6,725	6-9
SST (mg/L)	2	0,5	2	2,5	Não especificado
Turbidez (uT)	1,08	1,085	1,415	1,34	5
Cor aparente	13	9	13,5	13	15
Cloro Residual (mg/L)	0,06	0,92	0,98	0,755	0,2 - 2
Cloreto (mg/L)	11,65	12,8	9,8	12,95	250

* Valor máximo permitido pela portaria n° 888/2021 (Brasil, 2021)

Fonte: Autoras (2023).

Nas amostras analisadas para o parâmetro pH pode-se observar que os valores estão dentro do que é permitido na portaria do Ministério da Saúde n° 888 (BRASIL, 2021), como pode ser observado na tabela acima. Esse resultado demonstra que o tratamento realizado pela companhia de abastecimento dentro do município tem sido realizado de forma satisfatória, tendo em vista que ele difere do estudo de Malcher *et al.* (2020) que ao analisar amostras de água em municípios do estado do Amapá, incluindo Laranjal do Jari, obteve-se para o mesmo parâmetro valores inferiores, sendo eles 5,04, 4,84, 4,90, 4,57 e 4,29.

É necessário comentar que valores baixos de pH em água de consumo não põe em risco a saúde da população, como pontua Prado *et al.* (2010), porém, a literatura demonstra que a acidez em níveis elevados pode contribuir para o desgaste

das tubulações que abastecem os moradores, o que pode gerar o acúmulo de impurezas na água (Maia *et al.*, 2015; Quadros, 2016).

Sobre os valores de cloro residual é importante comentar que este é um dos principais elementos responsáveis pelo tratamento de água para o consumo humano, principalmente levando em consideração sua relevância no combate a proliferação de microrganismos prejudiciais à saúde humana (Nogueira *et al.*, 2018).

Os pontos 2, 3 e 4 apresentaram valores permitidos conforme a legislação, enquanto o ponto 1 o resultado está fora do estabelecido na portaria nº 888/2021 (Brasil, 2021). Tal fato pode contribuir para o surgimento de patógenos que irão afetar a qualidade de vida da população residente no bairro Mirilândia, tendo em vista que o papel do cloro no tratamento de água é minimizar o aparecimento de microrganismos que afetam a potabilidade da água (Costa *et al.*, 2015).

Alguns fatores podem contribuir para a alteração do cloro em água para consumo, como o pH e a temperatura. Porém, salienta-se que no ponto 01 o valor encontrado de pH está dentro do limite estabelecido, infere-se então que a temperatura da região pode estar interferindo no resultado do cloro residual.

Ao verificar a relevância da análise do cloreto em água para consumo humano, o estudo de Costa *et al.* (2015), pontua que altos índices desse elemento afeta diretamente o sabor deste recurso, tendo em vista que confere a água o sabor salgado. Indica ainda a presença de altos níveis de sólidos dissolvidos, além da existência de águas salinas próximo ao meio de captação, porém, frisa-se que o local em estudo fica localizado no extremo Sul do estado do Amapá não tem incidência de água salgada, o que poderia influenciar em altos níveis de cloreto nas amostras. Nas amostras analisadas os valores de cloreto para a água do bairro Mirilândia estão dentro do que é preconizado na portaria nº 888/2021 (Brasil, 2021).

Para este parâmetro observou-se que não existe discrepância nos resultados, podendo aferir que os valores para o parâmetro de sólidos dissolvidos também se encontram em conformidade com a legislação.

O parâmetro sólidos suspensos totais possui uma relação com a quantidade total de substâncias sólidas dissolvidas na água. Isso inclui minerais, sais inorgânicos, matéria orgânica dissolvida. Uma alta concentração de sólidos dissolvidos pode afetar a qualidade e a potabilidade da água, apresentando efeitos negativos na saúde humana, no ambiente e nos processos industriais (Medeiros; Lima; Mendonça, 2015).

Ao analisar esse parâmetro para a água de consumo do bairro Mirilândia notou-se que nos quatro pontos analisados os resultados atenderam a legislação vigente, como pode ser visto no quadro anterior. Como citado anteriormente os sólidos dissolvidos possuem relação com o parâmetro cloreto e por não ter nenhum tipo de alteração entre eles, tem-se um indicativo positivo para tais parâmetros (Costa *et al.*, 2015).

A cor é um importante parâmetro a ser analisado, pois valores altos são indicativos para a presença de substâncias químicas, materiais orgânicos em decomposição e algas que podem estar comprometendo a qualidade da água para consumo, sendo uma das etapas do processo de degradação deste recurso (Ferreira *et al.*, 2021).

Neste estudo os resultados encontrados não mostraram nenhuma alteração, levando em consideração a média dos pontos. Quando alterados esses valores indicam que as atividades antrópicas na região estão afetando a qualidade da água local, podendo colocar em risco a saúde humana (Costa *et al.*, 2022).

A turbidez é a medida da quantidade de sólidos em suspensão na água, afetando sua transparência (Brasil, 2021). A turbidez é causada principalmente por partículas finas, como argila, silte, algas, matéria orgânica e sedimentos em suspensão. Altos níveis de turbidez podem indicar poluição, sedimentação excessiva ou problemas no tratamento de água, afetando a vida aquática e a qualidade do abastecimento de água (Costa *et al.*, 2022).

Assim como os demais parâmetros físico-químicos analisados anteriormente a turbidez dos pontos analisados estão de acordo com a legislação vigente, sendo um ponto positivo, considerando que no município de Laranjal do Jari a inexistência de um quadro de saneamento ambiental pode afetar a qualidade da água de consumo da população.

5.1 Análise microbiológica

A tabela a seguir apresenta os resultados para os parâmetros microbiológicos das amostras analisadas nos quatro pontos de coleta do bairro Mirilândia.

Tabela 2 – Resultados para coliformes totais e *E. coli*

Parâmetro	AMOSTRAS							
	P01	P01	P02	P02	P03	P03	P04	P04
Coliformes Totais	P	A	P	P	P	P	P	P

<i>E. coli</i>	A	A	P	A	P	A	P	A
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Autoras (2023). **Legenda:** P – Presente. A – Ausente.

Observou-se que em algum momento todas as amostras analisadas apresentaram a contaminação por coliformes totais, exceto na segunda amostra do ponto de coleta 1. Esse resultado pode ter relação com variações na concentração de coliformes na água ao longo do tempo, ou seja, em algum momento os índices de coliformes para esse ponto estavam em maior concentração na coleta da primeira amostra para o ponto 01.

A legislação brasileira (BRASIL, 2008; 2011; 2021) estabelece o parâmetro de ausência de coliformes totais em 100 mL de água potável, ou seja, a água consumida pela população do bairro Mirilândia pode estar inapropriada para consumo.

Para Silva *et al.* (2014) os resultados positivos para coliformes em água de consumo é um indício de precariedade do sistema de saneamento básico local, podendo desencadear um problema de saúde pública devido o surgimento de doenças de veiculação hídrica. Na figura a seguir pode ser observado que no bairro Mirilândia não existe um sistema tubular para o escoamento de efluentes.

Figura 5 – Presença de esgoto bruto a céu aberto no bairro Mirilândia



Fonte: Autoras (2023)

Esse tipo de esgoto bruto a céu aberto contribui para o aparecimento de uma série de doenças de veiculação hídrica, como a exemplo da febre tifoide. Em um estudo realizado por Araújo *et al.* (2021) em alguns municípios do estado do Amapá verificou-se que Laranjal do Jari notificou 23 casos da doença no período de 2007 a

2017, salientando a precariedade do sistema de saneamento do município em relação aos demais.

Para Guimarães, Momesso e Pupo (2010) o aumento dos casos de febre tifoide em uma região traz uma série de debates em relação as condições sanitárias da população, levando em consideração os aspectos de higiene pessoal e as características ambientais locais. Os autores afirmam ainda que os surtos dessa doença têm relação direta com a qualidade da água disponível para consumo, assim como a higienização dos alimentos consumidos pela população (GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010).

Notou-se que nos pontos analisados, há ~~tem-se~~ a presença de *E. coli* em pelo menos uma das amostras analisadas, exceto para o ponto 1 que em ambas as amostras se verificou a ausência de *E. coli* (Tabela 2). Resultados semelhantes são encontrados no estudo de Malcher *et al.* (2020) onde 76,9% das amostras testaram positivo para a presença de *E. coli*, sendo que em Laranjal do Jari o quantitativo de amostras contaminadas foi maior do que nos demais locais estudados. Os autores pontuam ainda que tal presença de contaminação é por conta da questão do esgotamento doméstico ineficiente do município (Malcher *et al.*, 2020).

De acordo com Martins *et al.* (2017), a poluição decorrente de fezes humanas e de animais é um dos principais indicativos para a contaminação de *E. coli*, provocando o aparecimento de doenças que colocam em risco a saúde da população que consome essa água contaminada.

Os resultados do estudo de Araújo *et al.* (2021), nos mostram uma realidade pessimista em relação a qualidade da água consumida pela população de Laranjal do Jari e a saúde pública, vista que no período de 2007 a 2017 foi registrado 10.977 de casos de doenças diarreicas agudas.

Os dados sobre os parâmetros microbiológicos da água para o consumo no bairro Mirilândia é alarmante, evidenciando a urgência de medidas que visem melhorar a qualidade da água para o consumo dos moradores locais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados das análises físico-químicas demonstraram aspectos em quase todos os parâmetros, exceto para o cloro em pelo menos um dos pontos de coletas analisados, levando em consideração a portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Faz-se necessário que o poder público faça levantamento periódicos da qualidade da água que atende a população laranjalense, como uma estratégia para prevenção de surtos de doenças de veiculação hídrica. Salientando ainda a necessidade da Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Amapá em divulgar os resultados dos laudos técnicos com maior transparência para a sociedade de Laranjal do Jari, visto que ao buscar dados que contribuam para a compreensão do padrão de qualidade da água consumida pela população laranjalense é notório a inexistência dessa divulgação nos registros oficiais da empresa.

Dentre os resultados encontrados, os que se destacam como mais preocupantes são os das análises microbiológicas, tendo em vista a presença de *E. coli* e coliformes em quase todos os pontos analisados, exceto o ponto 1. A presença desses microrganismos releva que existe algum tipo de contaminação durante o processo de abastecimento da água consumida pelos moradores do bairro Mirilândia, colocando em risco a saúde dos mesmos.

Esse tipo de contaminação é persistente em regiões cujo tratamento de água não é 100% eficaz, além da precariedade no sistema de saneamento básico que é uma das características da região Norte, como já demonstra a literatura. Os estudos mostram que essa precariedade no saneamento básico é um dos principais agravantes para o aumento de casos de doenças de veiculação hídrica, como já evidenciado é uma realidade do município de Laranjal do Jari pelo estudo de Malcher *et al* (2020).

Os resultados encontrados nesse estudo corroboram para o aprimoramento do conhecimento acerca da fragilidade da qualidade da água consumida pelos moradores de estados amazônicos. Faz-se necessário que a partir desses estudos o poder público esteja disposto a cobrar posicionamentos das companhias de abastecimento e esgoto para a realização de melhorias nos sistemas de captação e transporte de água para a população, a fim de reduzir casos de doenças de veiculação

hídrica e possíveis mortalidades, em especial no caso de mortalidade infantil que são os mais afetados por essa problemática.

Ressalta-se que para a melhoria da qualidade de água de consumo do município de Laranjal do Jari é necessário que o poder público busque investir e direcionar verbas para a realização de obras que compõe o sistema de saneamento básico dentro do município. Percebe-se certos avanços neste quesito, principalmente levando em consideração a elaboração do chamado TEDPlan, que conseguiu trazer informações relevantes nas questões relacionadas com a problemática dos resíduos sólidos e os impactos da destinação incorreta nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Amapá, 2020).

Sugere-se que para estudos futuros seja ampliado a área de estudo para mais bairros do município de Laranjal do Jari, assim como o aumento na quantidade de amostras coletadas para análise, fazendo um comparativo entre os resultados encontrados e analisar os diferentes tipos de abastecimento de água para consumo, isto é, uso de poços artesianos e águas superficiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília (DF), 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Ministério do Meio Ambiente. ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília, 2019. 94 p.

AMAPÁ, GOVERNO DO ESTADO. **Diagnóstico técnico-participativo. plano municipal de saneamento básico (PMSB) município de Laranjal do Jari/AP**. Universidade Federal do Amapá – TEDPLAN, Ministério da Saúde, Fundação Nacional da Saúde. Amapá. 2020.

ARAÚJO, E. P.; CUNHA, H. F. A.; BRITO, A. U.; CUNHA, A. C. **Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental**. Eng. Sanit. Ambient, v.26 n.6, nov/dez 2021

ASHBY, M. F. **Materials and Sustainable Development**. Cambridge University and Granta Design. ELSEVIER, 2013. 311p.

AUGUSTO, L. G. S. *et al.* **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, jun. 2012.

BEAUDET, N. *et al.* **Pediatric Environmental Health Specialty Units (PEHSU)**. Nitrates, Blue Baby Syndrome, and Drinking Water: A Factsheet for Families. 2014.

BERTOSSI, A.P.A. *et al.* **Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando estatística multivariada**. Semina: Ciências Agrárias, v.34, n.5, p.2025-2036, 2013.

BORDALO, C. A. **O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 21, n. 1, p. 120-137, abril. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, p.39,12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama Nº 20, de 18 de junho de 1986**. Brasília – DF. 1986.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação n.5, de 28 de setembro de 2017**. Brasília – DF. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS N° 888, de 04 de maio de 2021**. Brasília, 2021.

CAVALCANTE, R. B. L. **Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural**. Rev Ambient Água. 2014;9(3):550-8.

CHAGAS, M. A. **A Consolidação da Fronteira da Preservação e as Cidades-Parques na Amazônia: O Caso do Vale do Jari, no Amapá**. VII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2015, Brasília. VII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2015.

COELHO, S. C. *et al.* **Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 12, n. 1, p. 156-167, 2017.

CORREIA, J. M. **Avaliação da sustentabilidade do município de Laranjal do Jari - Amapá**: aplicação do método barômetro da sustentabilidade. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. 2019.

COSTA, T. A. *et al.* **Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de águas de bebedouros de escolas do município de Matias Barbosa, Minas Gerais**. Revista Eletrônica Acervo Saúde, 7(1): 736-741, 2015.

COSTA, K. G. R.; OLIVEIRA, K. S.; CAVALCANTE NETO, L. C.; MENEZES JUNIOR, M. Q. **Análise da qualidade da água do abastecimento público do Município de São José dos Quatro Marcos – MT**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, v. 17, n. 50, p. 1-11, 2022.

CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C.; LAMPARELLI, M.C. **A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSItsr)**. Ecological Engineering, v. 60, n. 1, p. 126-134, 2013a.

CUNHA, R. W.; GARCIA Jr, M. D.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. **Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi, v. 17, n. 7, 2013b.

DANIEL, M. H. B.; CABRAL, A. R. A. **Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM)**. Cad. saúde colet., v.19, n.4, 2011.

DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L. P. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos: Ldibe, 2008. v.1. 878 p.

FERREIRA, L. A.; PIMENTEL, E. T.; SILVA, R. B. P.; SANTOS, A. A. **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.

FIALHO, J.M. *et al.* **Avaliação microbiológica da água consumida por uma população rural de Ilha Solteira – São Paulo.** Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v.11, n.3, p.273-286, 2017.

FORMIGA, A. C. de S.; FIGUEIREDO, C. F. V. de; SOUSA, G. de M.; ISMAEL, D. A. M.; OLIVEIRA, F. F. D. de; SANTANA, F. C. C. **Avaliação da qualidade da água para consumo humano, sob os aspectos físico-químicos da cidade de Juazeiro do Norte - CE /** Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 12035–12048, 2020.

FRACALANZA, A. P.; FREIRE, T. M. **Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo: injustiça ambiental, privatização e mercantilização de um bem comum.** Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 464-478, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

GIATTI, L. L; CUTOLO S. A. **Access to water for human consumption and aspects of public health in the brasilian Amazon.** In: BILIBIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. (Org.). Sustainable water management in the tropics and subtropics. Jaguarão/RS: Fundação Universidade Federal do Pampa / UNICASSEL / PGCUIUFMA, 2012, v. 3, p. 613-651, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRAY, N. F. **Calidad del agua potable: problemas y soluciones.** Zaragoza: Acribia, 1994.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. DA S.; PUPO, M. T. **Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes.** Química Nova, v. 33, n. 3, p. 667–679, 2010.

HIRATA, R. *et al.* **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento.** Instituto Trata Brasil. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento no Brasil.** São Paulo, 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento no Brasil.** São Paulo, 2022.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo.** Cadernos de Educação Ambiental. 104p. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. São Paulo. 2008. 104p.

LEITE, M. A. **Análise do aporte da taxa de sedimentação e da conservação de metais na água, plâncton e sedimento do Reservatório de Salto Grande,**

Americana, SP. São Carlos, 2002. 199 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2002.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3. ed. Campinas: Átomo. 2010.

MAIA, D. J.; SEGRE, N.; SCATIGNO, A. C.; STELLA, M. B. **Experimento sobre a influência do pH na Corrosão do Ferro.** Química Nova na Escola, São Paulo, v.37, n.1, p 71-75, 2015.

MALCHER, J. A. S.; BRITO, D. C.; CARVALHO, T. P.; SANTOS, J. O.; PENHA, E. C. M.; GUEDES, J. N.; CUNHA, A. C. **Qualidade da água para abastecimento público em municípios com menos de 50 mil habitantes na Amazônia.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 7, p. 284-304, 2020.

MARTINS, I. P.; PICOLLI, R. H.; VILELA, N. M. S.; THEBALDI, M. S. **Qualidade de água de fonte subterrânea utilizada em instituições localizadas na zona urbana de Lavras/MG.** Conexão Ciência, v.12, n.1, p.84-88, 2017.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARÃES, R. M. **Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil.** Ciência & Saúde Coletiva, 21(3):695-708, 2016

MENDONÇA, P. C. *et al.* **Avaliação da qualidade das águas em poços destinados ao abastecimento público no noroeste do Rio Grande do Sul.** Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica, v. 12, n. 3. p. 552-570, jun. 2019.

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.** Engenharia Sanitária e Ambiental [online]. v. 9, n. 4. 2004.

MOTTA, J. G.; BECKHAUSER, A.; FREITAG, G.; PELISSER, M. R. **Qualidade da Água Subterrânea na Região do Médio Vale do Itajaí – SC.** UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 16, n. 4, p. 283-91, 2014.

NASCIMENTO, V. S. F. **Doenças de Veiculação Hídrica em Trechos da Bacia do Rio Piranhas-Assu:** ocorrência de bactérias oportunistas, caracterização epidemiológica e concepções de professores e agentes de saúde. 2012. 100f. Dissertação (Desenvolvimento e Meio Ambiente) –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

NATAL, L.; NASCIMENTO, R. **Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias.** Boletim mídia ambiente. São Paulo, ano II, n. 6, out/nov. 2004.

NOGUEIRA, E. F. R. *et al.* **Análise comparativa da qualidade da água disponível para consumo nos bebedouros de escolas públicas do município de Santo Inácio do Piauí.** Revista Eletrônica Acervo Saúde, Vol. Sup. 14, S1742-S1746, 2018.

OLIVEIRA, P. F.; DELEVATI, D.; COSTA, A. B.; ALCAYAGA, E. L. **Avaliação da qualidade da água de nascentes na bacia hidrográfica do Arroio Andréas, RS, utilizando variáveis físicas, químicas e microbiológicas.** Revista Jovens Pesquisadores, v. 4, n. 1, p. 32-41. 2014.

OMS, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Documento de informação técnica sobre água, saneamento, higiene e gestão das águas residuais para prevenir infecções e reduzir a propagação da resistência aos antimicrobianos.** Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). 2019

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul.** Monografia. 77f. Centro Universitário Univates. Lajeado, dez. 2010.

PHILLIPPI, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Barueri, 2005.

PORTO, M. A. L.; OLIVEIRA, A. M.; FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. L. M. **Coliformes em água de abastecimento de lojas fast-food da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil).** Ciências e Saúde Coletiva, v.16, n. 5, p.2653-2658, 2011.

QUADROS, G. M.; WELTER, M.; CEZAROTTO, E. P.; BALESTRIN, J.; WAGNER, L. I.; STULP, L.; HENNECKA, M. A.; SANTOS, M. C.; HECK, T.; WENZEL, T. C. **Águas superficiais: como trabalhar o abastecimento de água em pequenas propriedades.** Revista Interativa, n. 2, 2016.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 4 ed. Escrituras, São Paulo, 2006.

ROCHA, J. P.; LOPES, A. **POÇOS ARTESIANOS: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade.** Revista multidisciplinar, 2015.

SALES FILHO, P. C.; VITOR, A. .; MUZA , M. N. .; CLAUDINO, C. . **Relação entre a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Irani, localizada no oeste de Santa Catarina, região Sul do Brasil e a cobertura vegetal dos biomas Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica.** Metodologias e Aprendizado, [S. I.], v. 4, p. 112–118, 2021.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA).** Ciência & Saúde Coletiva, 8(4) p. 1019-1028. 2003.

SILVA, D. D. *et al.* **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.

SOUZA, R. A. **Avaliação de metais em águas na sub-bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul.** 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, 2007.

SOUSA, R. R. **Estudo comparativo entre métodos de avaliação da vulnerabilidade natural de aquífero, aplicado na porção Oriental da bacia sedimentar do Parnaíba no município de Tianguá – Ceará.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2016.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. **Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos.** Eng Sanit Ambient, 19(3):263-274. 2014.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental.** 2. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2009.

TELLES, D. **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão.** São Paulo: Blucher, 2013.

TOSTES, J. A. **Indicadores de sustentabilidade para aferir impactos ambientais e urbanos em Macapá e Santana, cidades médias da Amazônia.** Revista Política e Planejamento Regional. Rio de Janeiro, v.2 n. 1, p. 91 a 110, jan./junh. 2015.

VIANA, M. S. *et al.* **Análise físico-química comparativa da qualidade da água para consumo humano em dois bairros de Muriaé - MG.** In: Encontro de Iniciação Científica FAMINAS da Zona da Mata-MG, 4, 2007, Muriaé. Suplemento Revista Científica da Faminas. Muriaé: FAMINAS, 2007.

VIEIRA, A. R. **Cadernos de educação ambiental água para vida, água para todos: livro das águas.** Brasília: WWF-Brasil, 2006.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos.** 1 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

XAVIER, M. D. V. S.; QUADROS, H. C.; SILVA, M. S. S. **Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa.** Research, Society and Development, 11(1), e42511125118-e42511125118. 2022.