

## **ESPAÇO GEOGRÁFICO E OS RISCOS À SAÚDE: UMA ANÁLISE A PARTIR DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DOS POÇOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – AC**

Msc. Ludmilla da Silva Brandão<sup>1\*</sup>, Dr. Cleilton Sampaio de Farias<sup>2</sup>, Thais de Oliveira Mustafa<sup>3</sup>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6424-1124>, <https://orcid.org/0000-0003-1783-3175>  
<https://orcid.org/0000-0003-1448-2373>

<sup>1</sup>Mestranda da Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Geografia, Rio Branco, Acre, Brasil; <sup>2</sup>Professor do Instituto Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica-PROFEPT, Rio Branco, Acre, Brasil; <sup>3</sup>Graduanda da Universidade Federal do Acre, curso de Medicina Veterinária, Rio Branco, Acre.

[\\*ludmilla.brandao@ufac.br](mailto:ludmilla.brandao@ufac.br)

Recebido em: 25/07/2022; Aceito em: 07/06/2023; Publicado em: 18/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.5.1-8>

### **RESUMO**

Os parâmetros de potabilidade da água estabelecidos pela legislação brasileira, exigem que na água para consumo humano esteja ausente bactérias heterotróficas, que podem causar doenças, principalmente as do grupo Coliforme Fecal. Considerando-se que mais da metade da população rio-branquense não tem acesso a água tratada, fazendo uso de poços como fonte alternativa para abastecimento, o controle bacteriológico é ainda mais importante. O objetivo deste trabalho foi compreender os riscos à saúde avaliados a partir de uma análise espacial obtida através de dados de qualidade microbiológica da água proveniente de poços de captação de água em residências e comércios da cidade de Rio Branco – Acre, no ano de 2019, analisados pela Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL da Universidade Federal do Acre. Foi feito um cruzamento das informações de Presença/Ausência de Coliformes Fecais apontadas nos laudos, e a distribuição espacial nos bairros de Rio Branco. O resultado mostrou que no período de janeiro a dezembro de 2019 das 210 amostras analisadas, provenientes de 35 bairros da cidade de Rio Branco, 73% foram consideradas impróprias para consumo humano, demonstrando que esses poços apresentam contaminação e a ingestão de água pode ser um risco à saúde. Com o resultado deste trabalho concluiu-se que em Rio Branco, as águas subterrâneas estão potencialmente sujeitas a contaminações, que afetam a qualidade da água captada para consumo. A qualidade da água para consumo humano proveniente de poços, é um tema a ser mais discutido e avaliado regionalmente.

**Palavras-chave:** Potabilidade; Análise Espacial; Geografia da Saúde.

### ***GEOGRAPHIC SPACE AND HEALTH RISKS: AN ANALYSIS BASED ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WATER FROM URBAN WELLS IN THE CITY OF RIO BRANCO - AC***

### **ABSTRACT**

The water potability parameters established by Brazilian legislation require that water for human consumption be free of heterotrophic bacteria, which can cause diseases, especially those of the Fecal

Coliform group. Considering that more than half of the population of Rio de Janeiro does not have access to treated water, using wells as an alternative source of supply, bacteriological control is even more important. The objective of this work was to understand the health risks evaluated from a spatial analysis obtained through data on the microbiological quality of water from water collection wells in homes and businesses in the city of Rio Branco - Acre, in the year 2019, analyzed by the Food Technology Unit – UTAL of the Federal University of Acre. A cross-referencing of the information on the Presence/Absence of Fecal Coliforms indicated in the reports, and the spatial distribution in the neighborhoods of Rio Branco. The result showed that from January to December 2019, of the 210 samples analyzed, from 35 neighborhoods in the city of Rio Branco, 73% were considered unfit for human consumption, demonstrating that these wells are contaminated, and water intake can be a problem. health risk. With the result of this work, it was concluded that in Rio Branco, groundwater is potentially subject to contamination, which affects the quality of water captured for consumption. The quality of water for human consumption from wells is a topic to be further discussed and evaluated regionally.

**Keywords:** Potability; Spatial Analysis; Health Geography.

### ***ESPACIO GEOGRÁFICO Y RIESGOS A LA SALUD: UN ANÁLISIS A PARTIR DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS URBANOS EN LA CIUDAD DE RIO BRANCO - AC***

#### **RESUMEN**

Los parámetros de potabilidad del agua establecidos por la legislación brasileña exigen que el agua para consumo humano esté libre de bacterias heterótrofas, que pueden causar enfermedades, especialmente del grupo de los Coliformes Fecales. Considerando que más de la mitad de la población de Río de Janeiro no tiene acceso a agua tratada, utilizando pozos como fuente alternativa de abastecimiento, el control bacteriológico es aún más importante. El objetivo de este trabajo fue comprender los riesgos para la salud evaluados a partir de un análisis espacial obtenido a través de datos sobre la calidad microbiológica del agua de los pozos de captación de agua en viviendas y comercios de la ciudad de Rio Branco - Acre, en el año 2019, analizados por la Unidad de Tecnología de Alimentos – UTAL de la Universidad Federal de Acre. Un cruce de las informaciones sobre Presencia/Ausencia de Coliformes Fecales indicadas en los informes, y la distribución espacial en los barrios de Rio Branco. El resultado mostró que de enero a diciembre de 2019, de las 210 muestras analizadas, de 35 barrios de la ciudad de Rio Branco, el 73% fueron considerados no aptos para el consumo humano, lo que demuestra que estos pozos están contaminados y la toma de agua puede ser un problema para la salud. riesgo. Con el resultado de este trabajo, se concluyó que en Rio Branco, las aguas subterráneas están potencialmente sujetas a contaminación, lo que afecta la calidad del agua captada para el consumo. La calidad del agua para consumo humano proveniente de pozos es un tema que seguir discutiendo y evaluando a nivel regional.

**Palabras llave:** Potabilidad; Análisis espacial; Geografía de la Salud.

## **1 INTRODUÇÃO**

A água é elemento vital para todos os seres vivos e para ser considerada própria para o consumo humano não pode apresentar riscos à saúde, devendo obedecer a parâmetros de potabilidade. Isso significa que deve ser isenta de contaminação, tanto do tipo química quanto biológica. No Brasil esses parâmetros são estabelecidos pelo Ministério da Saúde, atualmente através da portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021),

sendo esses parâmetros constantemente revisados e atualizados para fortalecimento das ações de vigilância em saúde.

Quando a água consumida não atende aos parâmetros de qualidade, pode servir como agente veiculador de inúmeras doenças infecciosas, tais como: diarreias, disenterias, cólera, giardíases, febre tifoide, leptospirose, amebíases, hepatites, esquistossomose, infecções de pele, entre outras (BRASIL, 2006; SPERLING 2007). Assim, o saneamento básico é fundamental para prevenção de doenças e para a promoção da saúde, a distribuição dessas doenças é agravada diretamente pelo despejo inadequado dos efluentes em cursos d'água, ausência de drenagem eficiente das águas pluviais, e falta de educação sanitária (MARQUES, 2014; CONCEIÇÃO, 2017).

Em Rio Branco a expansão urbana desordenada e a falta de políticas públicas de saneamento básico, bem como, condições de precariedade das residências de baixa renda, condições de higienização e mesmo a falta de informação tornam a questão do consumo de água de qualidade imprópria uma questão de saúde pública. Além disso, um indicador de condições ambientais, visto que é relacionado diretamente à impactos provenientes da alocação inadequada de cargas poluidoras nos corpos d'água.

Os modelos de distribuição espacial, sejam estes modelos ambientais ou modelos de distribuição de doenças, são capazes de representar complexidades que não são observadas com a simples leitura de um dado descrito em uma tabela. E nesse sentido, a Geografia da Saúde fornece ferramentas para se analisar a inter-relação que existe entre o homem e o ambiente, que é o meio de propagação desses organismos patogênicos, através de um recorte espacial e temporal, já que “tem seus estudos direcionados à compreensão de como o ambiente condiciona o aparecimento e a distribuição dos agravos no espaço geográfico” (CONCEIÇÃO; RODRIGUES, 2017, p. 151).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição da população rio-branquense ao consumo de água com presença de microrganismos patogênicos, especificamente quanto a presença de bactérias do grupo coliforme que atuam como indicadores de poluição fecal. Foi realizada uma análise espacial desta exposição, a partir de dados obtidos de qualidade microbiológica da água proveniente de poços de captação de água em residências e comércios da cidade de Rio Branco – Acre, no ano de 2019 analisadas pelo laboratório de microbiologia da Unidade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Acre.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa se baseou numa abordagem “quanti-qualitativa”: usando ferramentas de ambas as modalidades com coleta de dados e posterior análise e interpretação destes. Ressalta-se aqui que “a ciência é uma modalidade de conhecimento que não se constitui simplesmente como levantamento de dados. Levantados os dados, eles precisam ser articulados de forma lógica com o real e segundo uma teoria que lhe dê sustentação” (SEVERINO, 2016 *apud* LAKATOS, 2019, p. 295).

Enquanto o “quantitativo” nesta pesquisa lidou com fatos, medidos, mensurados, determinados, o aspecto “qualitativo” forneceu ferramentas para interpretação dessas informações, com a confecção de mapas, por exemplo, de modo que o valor numérico não pôde ser considerado sem que se o colocasse num contexto de escala social e ambiental.

Esta pesquisa foi realizada utilizando-se o banco de dados da Unidade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Acre (UTAL, 2021), local onde se realizam análises físico-químicas e microbiológicas em água e alimentos rotineiramente, com posterior emissão de laudos para pessoas físicas e jurídicas.

Por meio de parceria dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO/UFAC) e a UTAL/UFAC, foi solicitada autorização para acesso ao banco de dados da Unidade, onde há registro de todos os laudos emitidos pelo Laboratório de Microbiologia. Nos laudos emitidos constam os dados pessoais do solicitante (que foram omitidos neste trabalho), o endereço dos locais de coleta e o resultado das análises solicitadas.

Foi feita uma seleção de todos os laudos emitidos durante o ano de 2019 na Unidade, onde tivessem sido solicitadas análises microbiológicas de águas de poço, estas amostras são originárias principalmente de estabelecimentos comerciais que necessitam realizar monitoramento da água para finalidade de vigilância sanitária, bem como de pessoas físicas que captam água de poço em suas casas e querem atestar sua qualidade para consumo.

A escolha desse recorte temporal se fez pois se considerou que os anos de 2020/2021 foram atípicos em razão da pandemia da Covid-19 no país, que fez com que a universidade tivesse parte de suas atividades interrompidas em razão do *lockdown*. A partir desse recorte temporal, houve a seleção de amostras que fossem originárias de captação direta de poços, pois se considera que ao escolher amostras de “cacimba”, caixa d’água e mesmo bebedouros a contaminação pode estar presente no próprio local de armazenamento e não na água de captação.

A técnica utilizada pelo Laboratório de Análises Microbiológicas é a de Presença/Ausência (P/A) de bactérias do grupo coliforme (condição indicadora de poluição do solo) e de coliformes fecais (indicadora de poluição fecal/humana). A técnica consiste em obter informação qualitativa da presença ou ausência de coliformes numa amostra de 100 ml de água (MACEDO, 2013). Baseado em teste presuntivo da presença desses microrganismos, inocula-se em meio de cultura a amostra e incuba-se por 24h, para realizar posterior teste confirmatório a partir da produção de gases por essas bactérias, ou por meio de fluorescência sob luz UV.

Assim o procedimento usado neste trabalho foi:

1. Coleta de dados na Unidade de Tecnologia de Alimentos referentes às análises microbiológicas de amostras de água de poço coletadas no ano de 2019;
2. Análise dos dados, a partir dos resultados dessas análises, cujo resultado pode ser Presença ou Ausência de Coliformes Totais e Presença ou Ausência de Coliformes Fecais;
3. Apresentação dos dados em forma de gráficos, tabelas e mapas.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Espaço geográfico e os riscos à saúde**

O conceito de Espaço Geográfico é diverso e mesmo para a Ciência Geográfica apresenta diferentes significados dependendo da corrente teórico-conceitual. Ramos (2014) apresenta os diferentes sentidos que o espaço geográfico adquire a partir das principais categorias:

- Para a Geografia Tradicional o espaço é tomado como extensão, um substrato da superfície que delimita as fronteiras das relações de poder do Estado;
- Para a Geografia teórico-quantitativa o espaço é entendido como uma dimensão geométrica, passível de representação e análise cartográfica e matemática, servindo como instrumento aos sistemas de planejamento;
- Para a Geografia Crítica é o espaço histórico-produzido, o qual é configurado por e a partir de relações sociais;
- Para Geografia humanista e cultural, o conceito de espaço é secundário na análise geográfica, sendo definido enquanto espaço vivido, onde se valoriza o singular ao invés do particular ou do universal.

E finalmente, para a Geografia da Saúde o espaço além de promover o encontro entre os organismos produtores de doenças e os seres humanos, estabelece “um elo unindo, de um lado, grupos populacionais com características sociais que podem magnificar efeitos adversos e, do outro, fontes de contaminação, locais de proliferação de vetores” (BARCELLOS, 2008, p. 45). Segundo o autor, a ligação entre estes dois entes, não vai acontecer apenas “no” espaço, mas “através” de como se dá essa organização espacial, com influência dos fatores econômicos, sociais e culturais.

Ainda segundo Ramos (2014, p. 177), a Geografia da Saúde se ocupa das formas “diversificadas de distribuição das doenças e causas de morte, em diferentes escalas, de modo a evidenciar as variáveis relacionadas aos padrões espaciais observados”. A Geografia da Saúde consegue estabelecer relações entre as dimensões homem, saúde e meio ambiente, entendendo assim as doenças enquanto manifestações coletivas, e é também capaz de fornecer ferramentas para análises de risco.

Para a maior parte das doenças transmissíveis, principalmente as infectocontagiosas, conforme explica Barcellos (2008) as condições de saúde serão afetadas diretamente por características como: condições domiciliares, como as da própria habitação; características locais, como as condições de saneamento dos lugares onde estão as moradias; características regionais, como o clima; e até mesmo características globais, como a estrutura econômica.

Algumas das características citadas acima são condicionadas diretamente pelos hábitos e comportamentos dos indivíduos. Por isso, para o autor a análise de riscos à saúde pressupõe “a conexão entre diferentes escalas em que os processos socioambientais se processam [...] esses processos se dão sobre uma base material em permanente transformação. Clima, poluição e estrutura econômica não são condições permanentes” (BARCELLOS, 2008, p. 47).

Santana (2014) quando fala das variações de saúde com base nas características de uma comunidade, explica que uma dessas características a ser observada são as condições físicas do “Lugar partilhado por todos os residentes”, para a autora:

[...] A composição e a contaminação do solo e a disponibilidade de água potável para consumo são condições básicas que condicionam a exposição a vários agentes nocivos. A modelação em SIG é aqui de extrema utilidade, permitindo identificar a origem dos fatores ambientais, a população afetada e delinear estratégias de resposta (SANTANA, 2014, p. 82).

Para auxiliar a avaliação de riscos e análises de situação de saúde, tem-se usado bastante recursos como o geoprocessamento, que “tem aumentado a capacidade de formular e avaliar hipóteses sobre a distribuição espacial de condições ambientais e sociais, principalmente pela confecção rápida de mapas temáticos” (BARCELLOS, 2008, p. 49). Para o autor, a vantagem dessa ferramenta é a possibilidade de se sobrepor mapas de localização de fontes de poluição e mapas de carência social, por exemplo. O cruzamento dessas informações permite que se identifiquem grupos socioespaciais vulneráveis, que estão sujeitos a condições sociais e ambientais desfavoráveis, “essa operação entre camadas gera uma nova informação, que seria de difícil obtenção por meio de dados tabulares” (BARCELLOS, 2008, p. 49).

Nesse contexto, fez-se uso de ferramentas cartográficas e estatísticas, para se criar um modelo de distribuição espacial dos poços contaminados, e a partir desse modelo avaliou-se os riscos de saúde associados à ingestão da água contaminada pela população rio-branquense.

### **3.2 Qualidade da água consumida em Rio Branco**

A necessidade de se avaliar a qualidade da água consumida na cidade de Rio Branco se deu em virtude do índice de cobertura de abastecimento público de água tratada na cidade. Das 419.452 pessoas que moram em Rio Branco (IBGE, 2021), 54% são atendidas com abastecimento público de água (ANA, 2021), o que significa dizer que pouco menos da metade da população na cidade não possui acesso à água encanada e tratada pela rede de distribuição do estado/município, ou seja, a parcela da população não atendida busca por fontes alternativas de abastecimento, uma delas as águas subterrâneas, captadas a partir de poços.

Segundo Furtado et al. (2020, p. 24) “o tipo mais simples de poço [encontrado em Rio Branco] é a ‘cacimba’ ou poços por escavação direta onde se faz uma perfuração na superfície até atingir as águas subterrâneas”. No Acre o aquífero Rio Branco é responsável pelo abastecimento desses poços, este “é do tipo confinado drenante, abrangendo na região estudada uma área de cerca de 122.460.000 m<sup>2</sup>, ocorrendo entre 2 a 10 metros de profundidade com espessura variando entre 1 a 8 metros” (MARMOS; MELLO JR 2006 *apud* FRANCO et al., 2018, p. 2).

Quanto às características: o aquífero Rio Branco “possui características litológicas de semiconfinado, pois se encontra entre uma camada argila-arenosa na parte inferior e uma composta por areia fina na superior, também chamado de confinado drenante” (FRANCO; ARCOS, 2020, p. 6).

Apesar de as águas subterrâneas, no geral apresentarem uma qualidade melhor quando comparadas com as águas superficiais, pois, apresentam a “vantagem de se encontrarem protegidas de agentes poluidores [...] atividades antrópicas têm comprometido, de maneira significativa, a qualidade desse recurso hídrico” (FURTADO et al., 2020, p.13).

Sperling (2007) explica que a qualidade das águas subterrâneas pode ser afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração do solo, assim, o impacto vai depender do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas poluidoras e impurezas que possam estar no solo. Também conforme Macedo (2013, p. 887), a água pode conter “uma série de microorganismos, alguns naturais do ecossistema aquático e outros, microrganismos transitórios, provenientes do solo e de dejetos industriais e domésticos”.

A interferência do homem, com despejo de esgotos domiciliares ou industriais, por exemplo, contribui de maneira significativa na introdução das substâncias poluidoras na água, que afetam sua qualidade, sendo que está diretamente relacionado com a forma com que o homem usa e ocupa a terra (SPERLING, 2007)

Para Franco e Arcos (2020) a preocupação com a manutenção dos aquíferos é a ocupação irregular das áreas lindeiras, já que a falta de planejamento pode acarretar passivo ambiental irreparável, principalmente pela diminuição da sua zona de recarga, bem como poluição por contaminantes tóxicos, que são oriundos principalmente de atividades como a agricultura, somado ainda a um outro problema recorrente nas cidades amazônicas, que é a falta de saneamento básico.

A vigilância de qualidade das águas utilizadas para consumo humano, tem o objetivo de verificar se estas, apresentam riscos à saúde da população, já que os variados componentes que estão presentes na água alteram o seu grau de pureza, estes componentes resultam nas características físicas, químicas e biológicas da água, e estas características podem então ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água (SPERLING, 2007).

No Brasil estes parâmetros são estabelecidos pela Portaria GSM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde que dispõe sobre “os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” onde consta na Tabela 1 desta portaria o Padrão Bacteriológico da Água para Consumo Humano (BRASIL, 2021).

No capítulo I que trata das disposições gerais, a lei traz em seu 4º artigo que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual (poços ou



cacimbas) de abastecimento de água está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2021), a referida lei define ainda que água para consumo humano é toda água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Para ser considerada potável, esta água deve atender aos parâmetros de qualidade, definidos nesta lei, que estabelece o conjunto de valores máximos permitidos para presença de contaminantes químicos e biológicos.

Das definições que essa portaria traz, é importante destacar ainda a definição de riscos à saúde:

Art. 5º XX - situação de risco à saúde: situação que apresenta risco ou ameaça à saúde pública decorrente de desastres, acidentes ou mudanças ambientais, ou ainda por alterações das condições normais de operação e manutenção de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo, que alterem a qualidade ou quantidade da água de consumo oferecida à população (BRASIL, 2021).

É necessário então, que se determine o grau de segurança bacteriológico das águas consumidas, visto que, as águas de abastecimento apresentam o risco de serem poluídas tanto por águas residuárias quanto por excretas de origem animal ou humana, podendo, desta forma, conter microrganismos patogênicos, tornando-se assim um veículo de transmissão de doenças” (MACEDO, 2013, p. 903).

Quanto a esses parâmetros microbiológicos avaliados para estabelecer condições de potabilidade:

[...] utilizam-se bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grande número pelas fezes. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de microrganismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (MACEDO, 2013, p. 903).

Da definição do grupo dos Coliformes Totais temos:

Inclui as bactérias na forma de bacilos Gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24-48 horas a  $36 \pm 0,5$  °C. O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais encontram-se tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas, como *Serratia* e *Aeromonas*, por exemplo. (MACEDO, 2013, p. 904).

Com relação ao grupo das Bactérias Termotolerantes ou Coliformes Fecais, estas são indicadores de contaminação de origem fecal (humana). “Como o grupo dos coliformes totais

inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador específico de contaminação fecal” (MACEDO, 2013, p. 903). Por isso é realizada também uma análise específica para esse grupo, pois se a água foi contaminada por fezes, indica contaminação diretamente ligada à dejetos humanos e efluentes domiciliares.

O teste de presença/ausência [...] não objetiva quantificar os coliformes nas amostras, mas sim, verificar a presença num determinado volume. Sua principal aplicação é a análise de águas destinadas ao consumo humano, para as quais a legislação brasileira estabelece como padrão a ausência de coliformes totais e fecais em 100mL da amostra [...] realizado com meios [de cultura] contendo os substratos enzimáticos cromogênico e fluorogênico ONPG e MUG (JUNQUEIRA, 2005, p.12).

Segundo Sperling (2007, p. 493) “Os principais grupos de organismos de interesse do ponto de vista de saúde pública, com associação com a água ou com as fezes, são: bactérias, vírus, protozoários, helmintos”. O autor traz as categorias em que se agrupam os mecanismos de transmissão de doenças relacionadas com a água:

1. Transmissão hídrica: ocorre quando o organismo patogênico se encontra na água que é ingerida;
2. Transmissão relacionada com a higiene: identificada como aquela que pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica;
3. Transmissão baseada na água: caracterizada quando o patógeno desenvolve parte do seu ciclo vital em um animal aquático;
4. Transmissão por um inseto vetor: na qual insetos que procriam na água ou cuja picadura ocorre próximo a ela são os transmissores. (CAIRNCROSS, FEACHEM, 1990; HELLER, 1997 *apud* SPERLING, 2007 p. 494).

Os organismos patogênicos estão presentes naturalmente no solo, nos esgotos e cursos d'água e desempenham funções importantes relacionadas com a transformação da matéria orgânica dentro dos ciclos biológicos e geoquímicos, por exemplo. Mas a ingestão desses organismos pelos seres humanos, torna-os um potencial problema de saúde pública.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No período de janeiro a dezembro de 2019 foram analisadas 210 amostras, provenientes de 35 bairros da cidade de Rio Branco. Deste total, 73% (154 amostras) foi considerado impróprio para consumo humano (Tabela1), pois apresentaram Presença de Coliformes Totais, desse percentual mais da metade apresentou também presença de Coliformes Fecais.

**Tabela 2:** Resultados das Análises

<b>Parâmetro microbiológico avaliado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Quantidade de Laudos</b>	<b>Porcentagem</b>
Coliformes Totais/ Coliformes Fecais (VMP/100mL)	AUS/AUS	56	27%
Coliformes Totais/ Coliformes Fecais (VMP/100mL)	PRES/AUS	70	33%
Coliformes Totais/ Coliformes Fecais (VMP/100mL)	PRES/PRES	84	40%

**Fonte:** UTAL, 2021

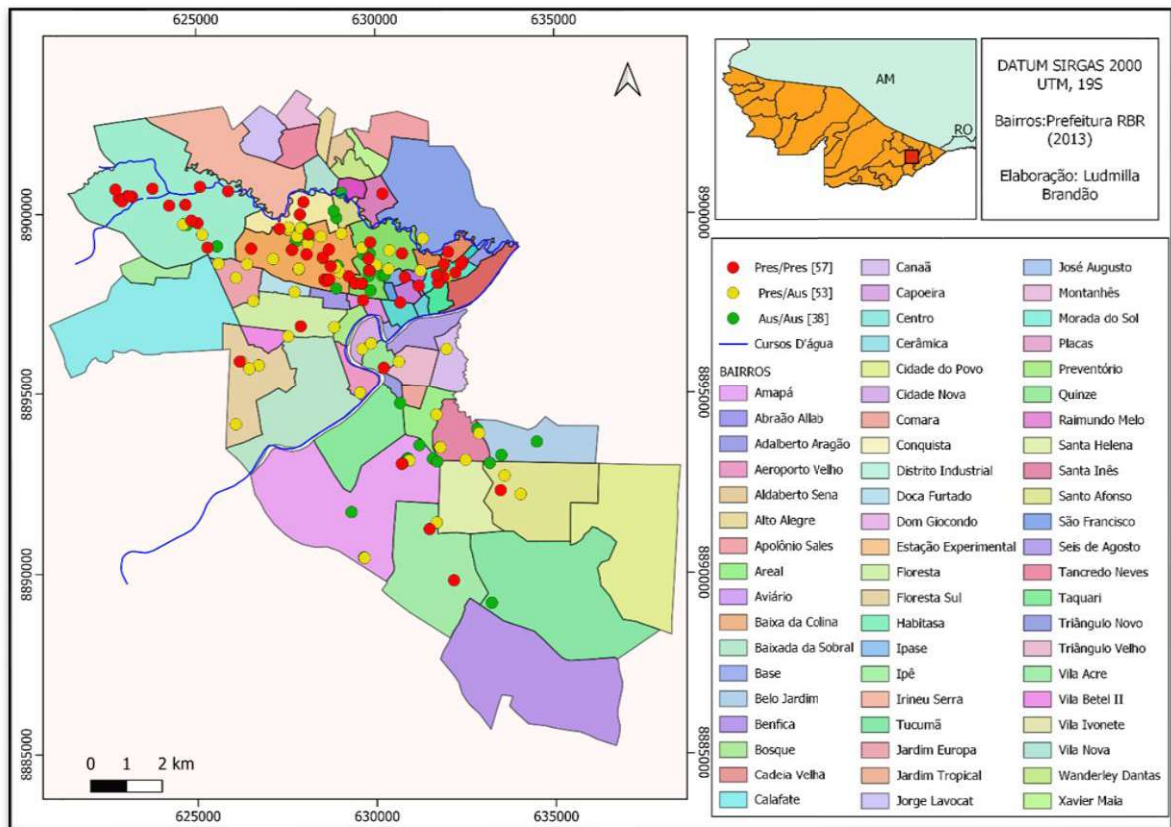
Na Unidade de Tecnologia de Alimentos usa-se o teste de presença-ausência (P-A) para o grupo coliforme, sabe-se que a simplificação dessa análise, com uso de uma porção de 100mL da amostra de água se justifica pela teoria de que nenhum coliforme pode estar presente em 100mL de água para consumo humano (MACEDO, 2013), corroborando assim com o que é exigido pela portaria 888 do Ministério da Saúde, que estabelece como limite: ausência de coliformes totais em uma amostra de 100mL (BRASIL, 2021).

Os dados obtidos mostram que esses poços apresentam contaminação e a ingestão de água pode ser um risco à saúde. Do total de 210 amostras 33% (70 poços) foram condenadas apenas pela presença de bactérias do tipo coliformes totais, que são naturalmente presentes no solo, podendo ainda ser de fezes de animais domésticos que transitam na superfície. Porém, 40% das amostras (84 poços) além de apresentarem essas bactérias, apresentam ainda, bactérias do tipo coliformes fecais, ou seja, são poços contaminados por fezes de origem humana, podendo esses poços serem contaminados por infiltração da rede de esgoto, por exemplo.

De posse desses dados, construiu-se mapas para ajudar na visualização dos fenômenos que podem ser difíceis de visualizar apenas com dados numéricos. Assim, a distribuição espacial dos poços contaminados (Figura 1) mostra que em alguns bairros a concentração dessas fontes de contaminação foi maior.

Essas concentrações ocorrem, em primeiro lugar, porque em alguns bairros houve mais pedidos de solicitação de análise do que em outros, principalmente na região central da cidade onde há maior número de estabelecimentos comerciais. Cabe enfatizar que a contaminação não fica restrita apenas ao limite da residência, é muito provável que o lençol freático já esteja afetado, e por esse motivo, numa mesma região vários poços vizinhos são também afetados. No mapa (Figura 1) é possível visualizar esse fenômeno nos bairros Tucumã, Universitário e Morada do Sol.

**Figura 1:** Mapa de Distribuição Espacial dos Poços Contaminados



Fonte: Autores (2021)

Os resultados reunidos na Tabela 2 indicam que há maior concentração desses poços contaminados no primeiro distrito da cidade de Rio Branco, no ano de 2019.

**Tabela 2:** Concentração de Análises nos Bairros de Rio Branco

Bairro	Laudos Analisados	P/P	P/A	A/A
Amapá	10	3 (30%)	2 (20%)	5 (50%)
Aviário	4	2 (50%)	2 (50%)	0
Belo Jardim	9	2 (22%)	1 (11%)	6 (67%)
Bosque	24	<b>9 (38%)</b>	4 (17%)	11 (45%)
Cidade Nova	2	0	2 (100%)	0
Conquista	5	<b>3 (60%)</b>	1 (20%)	1 (20%)
Custódio Freire	2	0	2 (100%)	0
Distrito Industrial	3	<b>2 (67%)</b>	1 (33%)	0
Esperança	3	<b>2 (67%)</b>	1 (33%)	0
Estação Experimental	5	<b>3 (60%)</b>	2 (40%)	0
Floresta	6	1 (17%)	<b>4 (66%)</b>	1 (17%)

Manoel Julião	5	1 (20%)	<b>3 (60%)</b>	1 (20%)
Morada Do Sol	6	<b>4 (67%)</b>	2 (33%)	0
Nova Estação	7	<b>4 (57%)</b>	2 (28%)	1 (15%)
Santa Helena	3	0	1 (33%)	2 (67%)
Santa Inês	3	0	<b>2 (67%)</b>	1 (33%)
Santo Afonso	2	1 (50%)	1 (50%)	0
Tropical	3	2 (67%)	0	1 (33%)
Tucumã	8	<b>4 (50 %)</b>	2 (25%)	2 (25%)
Universitário	6	<b>6 (100%)</b>	0	0
Vila Acre	9	2 (22%)	<b>4 (44%)</b>	3 (34%)
Vila Da Amizade	2	1 (50%)	1 (50%)	0
Vila Ivonete	2	0	1 (50%)	1 (50%)

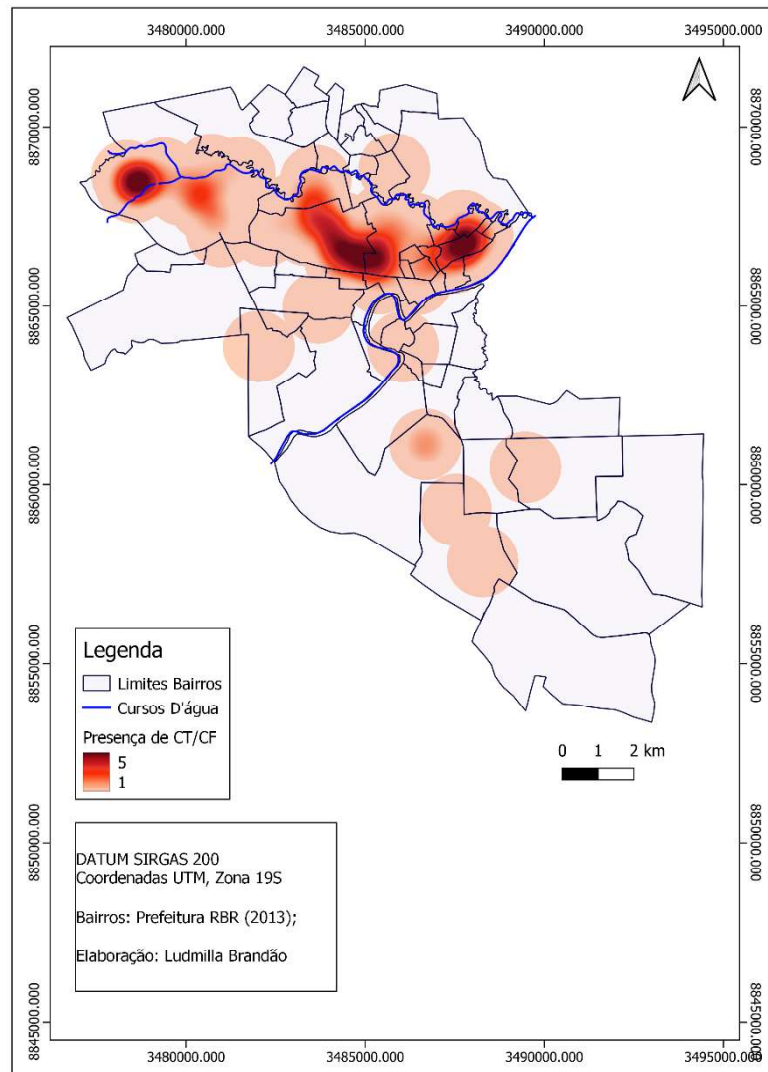
Fonte: UTAL, 2021.

Olhando para a informação apenas de Presença de Coliformes Totais e Presença de Coliformes Fecais, é possível perceber que bairros como Universitário, Tucumã, Morada do Sol e Conquista apresentaram contaminação CT/CF (coliformes totais/coliformes fecais) em mais de metade das amostras que foram submetidas à análise pela Unidade, é possível afirmar que amostras provenientes destes locais apresentam riscos de contaminação por coliformes fecais, caso se faça ingestão desta água sem submetê-la a prévio tratamento.

É importante ressaltar que bairros que apresentaram contaminação CT/CF estão localizados próximos ou na superfície de inundação do Igarapé São Francisco, que é um igarapé muito poluído devido sua alta antropização, onde é possível observar despejo de esgoto doméstico a céu aberto e entulhos em quase toda a extensão do igarapé.

Destacando apenas os poços contaminados (Figura 2), observa-se que a região central de Rio Branco, em bairros como Bosque, Nova Estação e Estação Experimental houve também um grande índice de CT/CF, estes bairros não estão na planície de inundação do Igarapé São Francisco, porém são bairros antigos, que possuem uma rede de esgoto também antiga.

**Figura 2:** Concentração de Poços com Presença CT/CF



**Fonte:** Autores (2021)

É importante ressaltar que após o recebimento de um laudo negativo (Pres/Aus ou Pres/Pres) o solicitante (cliente) geralmente procede com a limpeza da fonte de contaminação (quando possível, limpeza do poço) ou instalação de bomba cloradora na saída para o reservatório utilizado para armazenamento (cacimba, caixa d'água), e então refaz a análise, obtendo um resultado positivo (laudos com resultado Ausência/Ausência). Porém, a fonte de contaminação não é completamente eliminada, apenas temporariamente.

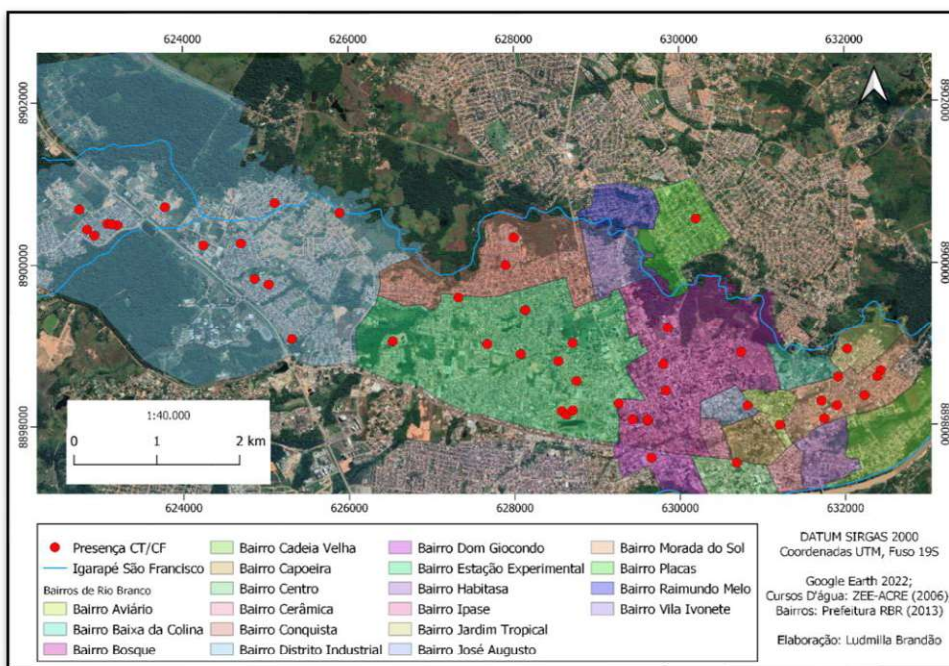
É preciso ressaltar também que a ocorrência ou não de doenças nos seres humanos por ingestão de água contaminada vai depender de alguns fatores, como:

- (a) volume de água ingerido;
- (b) concentração do organismo patogênico na água;
- (c) dose infectiva relativa do organismo patogênico;
- (d) resistência do indivíduo.

Grupos de risco, por apresentarem menor resistência, são: crianças, idosos, desnutridos, imunodeprimidos” (SPERLING, 2007 p. 494).

Apesar de não ter sido realizada análise em todos os bairros da cidade de Rio Branco, essas informações sobre a concentração (Figura 3) em determinadas regiões da cidade, indicam que outros moradores da mesma região que também fazem uso de água de fontes alternativas de captação (poços) que não tenham sido submetidos a nenhum tipo de tratamento, estão sujeitos a ingestão de água contaminada por organismos patogênicos. Principalmente quando se pensa na população de baixa renda, que não possui acesso à água encanada e tratada e tampouco condições para realizar manutenção e proteção adequada dos poços.

**Figura 3:** Mapa de Bairros com Maiores Concentrações



**Fonte:** Autores (2021)

É importante destacar também que, existem outros trabalhos na temática contaminação de águas subterrâneas em Rio Branco, que servem como base para reflexão desse estudo. Franco et al. (2018) avaliou a qualidade de água em 15 poços nos bairros Cidade Nova e Vila Acre, e com relação aos parâmetros microbiológicos destas 15 amostras apenas 2 apresentaram resultado positivo (Aus/Aus). O autor considera que as principais influências destes resultados



negativos, sejam provenientes da falta de saneamento nestes bairros, a retirada da vegetação sobre o aquífero e o uso e ocupação do solo de maneira inadequada:

- 1.No bairro Vila Acre, o poder público tenta acompanhar esse crescimento e colocar rede de esgoto, asfalto nas ruas na maneira em que o bairro cresce, mesmo assim o saneamento básico desse bairro é deficiente ou praticamente inexistente, o fluxo da água do aquífero distribui-se do bairro Vila Acre para o Rio Acre e bairros adjacentes. Sendo assim uma possível contaminação dessa área do aquífero pode acarretar na contaminação em todo o aquífero.
- 2.O bairro Cidade Nova por ser um bairro mais antigo, seus impactos já podem ser vistos há anos como exemplo: erosão, e desbarrancamento para o leito do Rio Acre, inundações que ocorrem todos os anos, a falta da rede de esgoto que reflete na contaminação da água subterrânea, o fluxo da água do aquífero remete em todo bairro para o aquífero, sendo que assim ameniza um pouco sua contaminação FRANCO; ARCOS; PEREIRA, 2018, p. 9).

Outro trabalho é o de Furtado et al. (2020) que analisou 30 amostras de água de poço em 2014, provenientes dos seguintes bairros: Seis de Agosto, Cidade Nova e Taquari, selecionados por estarem localizados na planície de inundação do Rio Acre. Os resultados obtidos neste estudo foram: 6 de agosto - 100% das amostras apresentaram presença de Coliformes Totais e 80% de Coliformes Fecais; Cidade Nova - 80% CT 50% CF e Taquari 100% das amostras apresentaram presença de Coliformes Totais e Fecais. No total das 30 amostras 93% apresentaram Coliformes Totais e 77% apresentaram Coliformes Fecais. Os autores concluem no estudo, que:

Identificou-se uma relação direta do rio Acre com a degradação das águas dos poços pesquisados; no entanto, não menos importante, a falta de saneamento básico (coleta de lixo, esgoto e distribuição de água potável) apresenta-se como o principal problema a ser enfrentado nesses bairros. A pesquisa concluída chama a atenção para os cuidados que se deve ter com o lençol freático e a água subterrânea e, por conseguinte, que se tomem medidas de contenção do processo de poluição e degradação dos recursos hídricos, destacando que é tido como um caso de saúde pública e que a população está a consumir a água dos poços totalmente contaminada (FURTADO et al., 2020, p. 61).

As águas subterrâneas são naturalmente vulneráveis a sofrerem contaminação por ações antrópicas, e na cidade de Rio Branco isso se agrava quando se soma a isso falta de políticas públicas, com a falta de planejamento do uso e ocupação da terra, avanço do processo de urbanização sobre os aquíferos e principalmente falta de saneamento básico. A saber, Rio Branco ocupa a posição 92 de 100 municípios no Ranking Geral de Saneamento Básico (ANA, 2021), o indicador mostra a porcentagem da população total do município que tem o esgoto coletado, e em Rio Branco apenas 21,65% da população é atendida. Entre as capitais brasileiras, Rio Branco figura entre as cinco piores deste ranking.



Quando se fala de saúde, fatores ambientais e humanos (sociais, econômicos e culturais) estão intrinsecamente interligados, resultados negativos não se restringem a apenas um ou outro, mas vem de relações complexas envolvendo ambos. A recuperação desses sistemas contaminados requer políticas públicas, principalmente na conservação dos aquíferos, mas também mudanças de hábitos das populações que ocupam as áreas de vulnerabilidade. O conhecimento dos efeitos que a contaminação química ou microbiológica pode causar nos organismos, faz com que se repense o uso desses recursos hídricos como fonte de alimentação e suas possibilidades de recuperar à um padrão de qualidade seguro quanto ao consumo.

## 5 CONCLUSÃO

Com o resultado deste trabalho conclui-se que em Rio Branco, as águas subterrâneas estão potencialmente sujeitas a contaminações, que afetam a qualidade da água captada para consumo. A qualidade da água para consumo humano proveniente de poços, é um tema a ser mais discutido e avaliado regionalmente. O presente trabalho apresentou tabelas e mapas de vulnerabilidade à contaminação por Coliformes Totais e Fecais, concentrados principalmente no Primeiro Distrito de Rio Branco, que corroboram com estudos anteriores realizados no Segundo Distrito da cidade.

Sabe-se que essa qualidade depende de fatores naturais e antrópicos (principalmente do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica. Esta qualidade foi determinada com relação à parâmetros microbiológicos, onde se determinou que a densidades de bactérias heterotróficas na água podem ser potenciais agentes causadores de doenças na população que a ingere.

A contaminação desses poços reflete a falta de condições higiênicas adequadas nos locais de coleta das amostras, as hipóteses são diversas, desde poços desprotegidos, fossas localizadas próximas aos locais de abastecimento, até a localização na planície de inundação de rios e igarapés que contribuem pra contaminar essas fontes durante enchentes. Todos esses fatores podem estar contribuindo com cargas poluidoras e alterando química e biologicamente essas águas, e tornando-as impróprias para consumo, com potencial de transmissão de diversas doenças, como diarreias, cóleras, enterites, entre outras.

A falta de acesso à água tratada e coleta de esgoto adequada na região amazônica, principalmente no Acre, são consequência das desigualdades regionais, sociais e econômicas no norte do Brasil, e mostram que o modelo econômico é desigual e afeta diretamente na saúde da população. O meio ambiente, e os fatores econômicos determinam perfis epidemiológicos,

não há como separar um do outro, eles interferem conjuntamente nos processos saúde-doença. E isso é evidenciado quando se analisa o Espaço no qual tais fenômenos estão ocorrendo.

Saúde, Meio Ambiente e Condições de Vida adequados, são indissociáveis, e os modelos de análise devem considerar essas complexidades. Não é possível analisar separadamente sem que se estabeleça relações entres estes três entes.

## 6 REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. INSTITUTO TRATA BRASIL. **Relatório anual “Ranking do Saneamento”**, 2021. Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking\\_saneamento\\_2021/Relat%C3%B3rio\\_-\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2021\\_v2.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BARCELLOS, Cristovam. Problemas Emergentes da Saúde Coletiva e a Revalorização do Espaço Geográfico. *In*: BARCELLOS, Cristovam *et al.* **Território, Ambiente e Saúde**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. p. 43-55.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria n.º 888, de 04 de maio de 2021. Anexo XX. Estabelece os Procedimentos de Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. **Diário Oficial da União**: seção 1. ed. 85. Brasília, p. 127, 07 de maio. de 2021.

CONCEIÇÃO, Francelde Soares; RODRIGUES, Zulimar Márta Ribeiro. Geografia da Saúde: Contexto dos Agravos Relacionados à Água na Bacia Hidrográfica do Rio Boa Hora, Município de Urbano Santos, MA. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. v. 26, p. 148-155, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia132612> .

FRANCO, Alexsande de Oliveira; ARCOS, Frank Oliveira; PEREIRA, Jessiane da Silva. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. **Águas Subterrâneas**. v. 32, n. 3, Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, p. 1-11, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i3.29178>

FRANCO, Alexsande de Oliveira; ARCOS, Frank Oliveira. Vulnerabilidade natural de aquíferos e a potencial contaminação dos recursos hídricos subterrâneos no Estado do Acre. **Águas Subterrâneas**. v. 34, Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, p. 1-11, 2020. DOI: <http://doi.org/10.14295/ras.v34i1.29749>

FURTADO, Cydia de Menezes; MESQUITA, Antonio Gilson Gomes; SANTOS, Waldemir Lima dos. **Águas de Rio Branco**: dos lençóis freáticos às torneiras. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População de Rio Branco**. 2021 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/rio-branco.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019. cap. 8, p. 295-347.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas: Águas & Efluentes & Solo Meio Ambiente**. 4 ed. Belo Horizonte: Editado por CRQ-MG, 2013.

MARQUES, Mônica Dias; OLIVEIRA, José Aldemir de. GEOGRAFIA DA SAÚDE URBANA: O abastecimento de água e doenças de veiculação hídrica na calha do Rio Solimões, o caso de Tefé, Alvarães e Uarini – AM. **V Congresso Internacional de Geografia da Saúde**. Manaus, 2014.

RAMOS, Rafaela Rodrigues. O Espaço na Investigação em Saúde: uma Perspectiva Geográfica?. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 23, n.1, p. 173 - 189, 2014.

SANTANA, Paula. **Introdução à Geografia da Saúde, Território, Saúde e Bem-estar**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014. DOI:<http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0727-6>.

SPERLING, Marcos Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rio: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 7, 2007.

UTAL. Unidade de Tecnologia de Alimentos. **Laudos Ano – 2019** [Rio Branco: UFAC]. 26 de agosto de 2021. Mensagem eletrônica.