

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA – ISB
BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA**

CARLOS EDUARDO CUNHA DE MIRANDA

**Análise microbiológica e físico-química de águas consumidas por
comunidades ribeirinhas no interior do Amazonas**

**COARI – AM
2020**

CARLOS EDUARDO CUNHA DE MIRANDA

Análise microbiológica e físico-química de águas consumidas por comunidades ribeirinhas no interior do Amazonas

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação do curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, como requisito para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Me. Michel Nasser
Corrêa Lima Chamy

COARI – AM

2020

Ficha Catalográfica

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

M672a	Miranda, Carlos Eduardo Análise microbiológica e físico-química de águas consumidas por comunidades ribeirinhas no interior do Amazonas / Carlos Eduardo Miranda . 2020 33 f.: il. color; 31 cm. Orientador: Michel Nasser Corrêa Lima Chamy TCC de Graduação (Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas. 1. Ribeirinhos. 2. Qualidade da água. 3. Amazônia. 4. Coari. I. Chamy, Michel Nasser Corrêa Lima. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título
-------	---

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter-me oportunizado estar no Amazonas, estudando novamente, pela força e por permanecer comigo nos momentos difíceis e de resiliência.

A minha família em especial, minha filha Maria Eduarda razão de tudo em minha vida e minha mãe Rosângela Cunha de Miranda que me educou e sempre me incentivou.

Ao Prof. Michel Nasser Corrêa Lima Chamy, pelo apoio no que tange à ideia de uma pesquisa que favorecesse às comunidades ribeirinhas e concedeu-me todo suporte e orientação para este trabalho.

Aos Professores do Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas os quais nunca mediram esforços, passando sempre conhecimento e experiência em cada disciplina do curso de biotecnologia.

Meu agradecimento à Universidade Federal do Amazonas, Campus Coari, localizada na área central da maior biodiversidade deste país que presta o melhor ensino e forma grandes profissionais, pelo conhecimento adquirido e desenvolvimento pessoal.

À CAESC (Companhia de água, esgoto e saneamento de Coari), sob orientação das profissionais Tânia Márcia Magalhães e Josiclea Aparício.

À Psicóloga Silvia Duarte, que apesar de não pertencer à instituição, foi responsável muitas vezes por manter-me equilibrado emocionalmente.

Aos amigos Ronaldo Carvalho, Rosânia da Silva, Talles Antunes, Jakeline Oliveira, Valdenei dos Santos, Margarida Rocha, Ricardo Faria, Elaine Augusti, Sra. Edilena e aos demais igualmente especiais da cidade de Coari, Amazonas.

Aos moradores das comunidades ribeirinhas que me receberam com tanto carinho e atenção; pessoas que fazem a diferença cuidando da nossa biodiversidade. Obrigado pelo acolhimento, cedendo-me espaço para dormir, o melhor da comida local e o convívio com a família.

Aos colegas de turma, em especial a todos que me inspiraram e de igual forma receberam inspiração em mim. Somos capazes e faremos realizações também, confio e acredito; basta crermos e lutarmos para concretizar.

RESUMO

A Amazônia detém a maior bacia hidrográfica do mundo, configurando uma expressiva reserva de água doce, contudo essa abundância contrasta significativamente com os indicadores de saneamento das populações ribeirinhas, uma vez que a qualidade da água de abastecimento nas localidades mais distantes dos municípios amazônicos podem não estar dentro dos parâmetros aceitáveis das legislações nacionais e internacionais. Tal condição está associada principalmente a logística e infraestrutura. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água consumida pelos moradores das comunidades ribeirinhas da região Amazônica, Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara no rio Solimões e Arapará no lago de Coari e desenvolver um aplicativo para celular que disponibiliza dados juntamente com outras informações relevantes sobre o assunto, servindo como ferramenta informativa. O trabalho foi dividido em duas etapas, a primeira consistiu em análise laboratorial da água, principalmente os parâmetros físico-químico e microbiológicos de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association* e a *Internacional Standartization Organization* e a segunda compreendeu na elaboração do aplicativo utilizando a linguagem SQLite para sistema operacional *Android*. A avaliação das condições hidrossanitárias foram analisadas com base nos padrões legais aceitos para potabilidade de água para consumo humano, com base na Portaria de consolidação nº 5, anexo XX, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). De acordo com os dados obtidos de amostragens das comunidades Arapará e Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara foi constatado que os parâmetros cor, pH e turbidez não estão de acordo com os valores máximos permitidos para o consumo humano. Quanto as análises microbiológicas, as amostras apresentaram contaminação por *Coliformes termotolerantes e totais*, sendo assim, inapropriado para o consumo humano. Portanto, mostra-se necessária uma política de saneamento ambiental para as comunidades ribeirinhas, pela qual tenham a possibilidade de acesso à água potável e conseqüente melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Ribeirinhos. Qualidade da água. Amazônia. Coari.

ABSTRACT

The Amazon has the largest hydrographic basin in the world, configuring an expressive reserve of fresh water, however this abundance contrasts significantly with the sanitation indicators of the riverside populations, since the quality of the water supply in the most distant locations of the Amazonian municipalities may not be within the acceptable parameters of national and international legislation. This condition is mainly associated with logistics and infrastructure. With this, the objective of this work was to evaluate the physical-chemical and microbiological parameters of the water consumed by the inhabitants of the riverside communities of the Amazon region, Nossa Senhora do Livramento on the Costa do Jussara on the Solimões and Arapari rivers on the Coari lake and to develop an application for cell phone that provides data along with other relevant information on the subject, serving as an informational tool. The work was divided into two stages, the first consisted of laboratory analysis of the water, mainly the physical-chemical and microbiological parameters according to *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater of the American Public Health Association* and the *International Standardization Organization* and the second understood in the elaboration of the application using the SQLite language for Android operating system. The evaluation of hydrosanitary conditions was analyzed based on the legal standards accepted for drinking water for human consumption, based on Consolidation Ordinance No. 5, Annex XX, of the Ministry of Health (BRASIL, 2017). According to the data obtained from the Arapari and Nossa Senhora do Livramento communities in Costa do Jussara, it was found that the color, pH and turbidity parameters are not in accordance with the maximum values allowed for human consumption. As for the microbiological analyzes, the samples showed contamination by thermotolerant and total coliforms, being, therefore, inappropriate for human consumption. Therefore, an environmental sanitation policy is shown to be necessary for riverside communities, through which they have the possibility of access to drinking water and, consequently, a better quality of life.

Keywords: Riverside. Water quality. Amazon. Coari.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Populações ribeirinhas	7
1.2 Água	8
1.2.1 Qualidade da água	9
1.2.2 Poluição da água	10
1.2.3 Doenças de veiculação hídrica	11
1.3 Descrição do local de pesquisa	13
1.4 Dispositivos móveis como ferramenta na área da saúde	14
2 OBJETIVO	16
3 MATERIAL E METODOS	17
3.1 Local de estudo e amostragem	18
3.2 Análise físico-química	19
3.3 Análise microbiológica	20
3.4 Aplicativo H2O Ribeirinhos	21
4 RESULTADOS	22
4.1 Comparativo das análise físico-química	22
4.2 Comparativo das análise microbiológica	22
4.3 O sistema do aplicativo H2O Ribeirinhos	23
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia detém a maior bacia hidrográfica do mundo, configurando-se em expressiva reserva de água doce. Entretanto, essa abundância contrasta significativamente com os indicadores de saneamento das populações ribeirinhas. A qualidade da água de abastecimento nessas comunidades é um dos problemas mais graves de infraestrutura sanitária e saúde. Em concordância com Pantoja (2015), “embora as condições de saneamento em áreas rurais sejam consideradas necessárias e prioritárias, esta demanda tem sido negligenciada”. Hodiernamente, não há estudos aprofundados sobre a qualidade de vida dessas comunidades.

1.1 Populações ribeirinhas

As comunidades tradicionais ribeirinhas constituem relações entre si e o rio Amazonas que expressam admirável sentido, representando complemento da vida, inclusive da própria vida de cada um deles. Nesse sentido, Cruz propõe uma análise dessa relação (1999, p. 04):

[...] Rio e ribeirinho são partes de um todo. Se o rio oferece os seus alimentos, fertiliza as suas margens no subir e baixar das águas. O ribeirinho lhe oferece sua proteção, através de suas representações (seus mitos) como a mãe-d'água, a cobra-grande que come os desavisados (que não respeitam a natureza) e tantas outras, que nascem desta humanização da natureza e naturalização do homem.

As casas dos ribeirinhos constantemente são construídas levando em consideração os aspectos determinantes do local amazônico, como o período da cheia dos rios, locais seguros de animais silvestres, áreas de fácil acesso para locomoção devido a utilização do rio pelos moradores como rota para realizar a venda de suas colheitas em cidades próximas. Ressalta-se a total dependência do rio pelo ribeirinho, uma vez que a água é utilizada tanto para os afazeres domésticos como para beber.

As comunidades ribeirinhas apresentam, ainda, um modo particular de vida em vários aspectos, tais como: uso do território, uso e manejo coletivo dos recursos locais, orientados por seus saberes e em bases comunicativas e cooperativas; no estabelecimento das relações sociais de trabalho, bem como, nas relações de compadrio e parentesco. No contexto amazônico, esses aspectos assumem singularidades regionais próprias (CHAVES, 2001).

Essas comunidades são detentoras de amplo saber sobre o ambiente amazônico e suas diversas formas de uso e manejo. Assim, compreende-se que as comunidades ribeirinhas se apropriam dos recursos florestais, baseado na reciprocidade com a natureza, percebendo o tempo ecológico dos recursos naturais para organizar o trabalho na heterogeneidade das diversas formas de utilização dos recursos naturais, tais como: agricultura, criações de pequenos animais, extrativismo animal (pesca e caça) e extrativismo vegetal (madeireiro e não-madeireiro) (FRAXE, 2009).

Conforme Lira; Chaves (2016) as comunidades ribeirinhas na Amazônia, manifestam uma relação de respeito entre homem-natureza e cada qual respeita o espaço e limites do outro, tendo em vista que os ribeirinhos se sentem parte da natureza mantendo o cuidado com o ambiente onde vivem. Esse apreço e respeito permitem o manejo do ambiente sem a degradação dos recursos naturais a despeito de exploração da terra para alimentação e economia. Há uma exploração sustentável dos recursos naturais a partir do cuidado com o meio ambiente, havendo o devido respeito ao tempo de recuperação, proporcionando a sustentabilidade.

Apesar de viver às margens do rio, o ribeirinho possui muitos costumes similares às pessoas que vivem na zona urbana, entretanto são as diferenças que chamam atenção, visto que em comparação aos moradores das grandes cidades eles possuem maior entendimento do valor da preservação das florestas e dos rios, tirando deles seu sustento e buscando afetar a natureza o mínimo possível. Deve-se valorizar tais saberes e interpretá-los, e a percepção de suas necessidades facilitam no processo de implementação de políticas públicas que possam promover a sustentabilidade socioambiental local.

1.2 Água

Segundo Bacci; Pataca (2008), em se tratando da importância da água, o autor destaca que:

A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais. A presença ou ausência de água influencia nos hábitos individuais e coletivos de pessoas, escreve histórias, cria culturas e costumes locais, hábitos, fatos históricos de guerras, brigas por ocupações territoriais e faz a diferença no surgimento ou extinção das espécies vivas determinando o futuro de gerações. A vida em nosso planeta depende da combinação dos elementos hidrogênio e oxigênio para existência e manutenção da vida.

As águas apresentam importância sanitária e econômica. Do ponto de vista sanitário, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e propiciar conforto e bem estar. Do ponto de vista econômico, aumentar a vida média pela diminuição da mortalidade, aumentar a vida produtiva do indivíduo (tempo perdido com doenças), no uso comercial, na agricultura e entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1981 apud BRITO, 2013).

Junior (2018), menciona que “na Amazônia os ribeirinhos sofrem com a escassez de água apropriada ao consumo humano, visto que na maior parte de suas comunidades inexistem sistemas de captação de águas de superfície ou subterrânea, situação essa que se agrava principalmente no período da vazante dos rios em vista a sazonalidade hídrica da região. Como se observa, é o ciclo de subida e descida das águas, interferindo na vida do ribeirinho”.

Em conformidade com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), em 2019, em todo o mundo, cerca de três em cada 10 pessoas (2,1 bilhões) não tinham acesso a água potável e disponível em casa, e seis em cada 10, ou 4,5 bilhões, careciam de saneamento seguro (OPAS).

Para a população que reside na zona rural no Brasil os serviços de saneamento apresentam elevado *déficit* de cobertura. Conforme dados do Censo demográfico de 2010, é possível observar que o maior *déficit* ocorre na componente esgotamento sanitário, onde 54,2% dos domicílios possuem atendimento precário e 28,6% são considerados sem atendimento. Em seguida, está a componente manejo de resíduos sólidos, onde 69,5% dos domicílios são considerados sem atendimento e 3,6% com atendimento precário. Por fim, aparece a componente abastecimento de água que tem 35,4% dos domicílios em situação de *déficit*. Entretanto, cabe ressaltar que, neste caso, a qualidade da água não foi considerada, apenas o tipo de solução adotada. Portanto, o percentual de domicílios com atendimento precário em abastecimento de água pode ser maior (FUNASA, 2017).

1.2.1 Qualidade da água

A qualidade da água “não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente sobre as características químicas, físicas e microbiológicas, e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para o seu uso” (MERTEN; MINELLA, 2002).

Segundo Ávila (2018), “as águas têm peculiaridades físicas como parâmetros básicos, que são: cor, turbidez, níveis de sólidos em suas diversas frações,

temperatura, sabor e odor”. A Portaria de Consolidação nº5, no anexo XX, do Ministério da Saúde de 28 de dezembro de 2017 elucida que existem tipos diferentes de águas: tratadas, potáveis e para consumo humano. É necessário que sigam critérios de aceitação, que são: padrão de potabilidade, valores admissíveis como parâmetro da qualidade da água para consumo humano.

Para Gonçalves (2009), “são os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que indicam o nível da qualidade de um corpo hídrico em determinado momento. Várias medidas devem ser tomadas a fim de manter ou melhorar as condições da qualidade de água em relação aos valores referentes à sua classe”.

Conforme D’aguila et al (2000 apud YASUI, 2015), “a manutenção da qualidade da água é uma necessidade universal, exigindo a atenção de todos, não somente dos órgãos públicos, principalmente quando nos referimos à água de mananciais destinados ao consumo humano, uma vez que sua contaminação por micro-organismos patógenos de origem entérica, animal ou humana, pode torná-lo um transmissor de agentes causadores de doenças infecciosas e parasitárias”.

Em consonância com a Agência Nacional de Águas – ANA (2012), as prováveis causas de má qualidade da água se dão devido ao crescimento populacional, desacompanhado de investimento em saneamento, a contaminação por fontes industriais, atividades agropecuárias e a mineração.

1.2.2 Poluição da água

A poluição hídrica corresponde ao processo de poluição, contaminação ou deposição de rejeitos na água dos rios, lagos, córregos, nascentes, além de mares e oceanos. Trata-se de um problema socioambiental de elevada gravidade, por conseguinte, embora a água seja um recurso natural renovável, ela pode tornar-se cada vez mais escassa, haja vista que apenas a água potável é própria para o consumo (PENA, 2020).

Existe um ciclo de contaminação dos rios que ocorre devido às áreas urbanas possuírem um alto consumo de água por meio das residências, comércios e indústrias que despejam progressivamente maior quantidade de poluentes, afetando dessa forma os recursos hídricos.

Tucci (2008), em se tratando da poluição das águas, o autor destaca que:

Isso ocorre devido ao despejo do esgoto sanitário sem tratamento diretamente nos corpos hídricos; o transporte de grande quantidade de

material orgânico e metais que são transportados pelo esgoto pluvial durante as épocas de chuva; a ocupação irregular das áreas urbanas; contaminação por efluentes industriais, despejados de maneira irregular e sem atender os parâmetros mínimos exigidos pela legislação; a contaminação de águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, por meio das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros; e a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

Conforme a pesquisa nacional de saneamento básico realizada em 2008, cerca de 55,2% dos municípios brasileiros ofereciam serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, no entanto, apenas 28,5% dos municípios realizaram o tratamento adequado do esgoto, impactando negativamente a qualidade nos nossos recursos hídricos (IBGE, 2008).

Esse fator é preponderante e preocupante com relação aos efluentes sanitários pelo fato de apresentarem micro-organismos patógenos em sua composição, portanto quando são descartados sem o tratamento adequado pode ocasionar a contaminação dos corpos hídricos, acarretando a chamada “enfermidades de veiculação hídrica”.

1.2.3 Doenças de veiculação hídrica

Em todo o mundo, as doenças transmitidas pela água estão entre as principais causas de óbito de crianças com idade abaixo de 5 anos e, a cada ano, mais pessoas morrem por consequência da água insegura a todas as formas de violência, incluindo as guerras (OMS, 2002 apud ANA 2013).

A água pode veicular um elevado número de enfermidades, e essa transmissão pode dar-se por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado com a qualidade da água - a ingestão - é um meio pelo qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde, e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doenças. (BRASIL, 2006).

Vale ressaltar que a maioria das doenças nas áreas rurais pode ser consideravelmente reduzida, desde que a população tenha acesso à água potável. Entretanto, um dos maiores problemas é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (MISRA, 1975 apud AMARAL et al., 2003), com o objetivo de registrar as variações e os riscos associados ao seu consumo inadequado. Vê-se na Tabela 1 as doenças relacionadas com a água, e na Tabela 2, a origem das doenças, viral ou bacteriana e seus agentes patógenos:

Tabela 1. Doenças relacionadas com a água.

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas por via feco-oral	O organismo patogênico é ingerido	Diarreia e disenterias, febre tifoide e paratifoide, leptospirose, amebíase, hepatite infecciosa e ascaridíase	Tratamento da água utilizado no sistema de abastecimento e promover a adequada higiene pessoal doméstico e dos alimentos
Controladas pela limpeza com água	Falta de água e a higiene pessoal insuficiente cria condições favoráveis para sua disseminação	Infeções na pele e nos olhos, com o tracoma e o tifo relacionados com piolho, e o escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associados a água	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com água infectadas, proteger mananciais, adotar medidas adequadas para disposição de esgoto e combater o hospedeiro intermediário
Transmitida por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária, febre amarela, dengue e filariose (elefantíase)	Combater os insetos transmissores, eliminar condições que possam favorecer criadouros, evitar o contato com criadouros e utilizar meio de proteção individual.

Fonte: Barros et al. (1995)

Tabela 2. Origem das Doenças e seus agentes patogênicos

Origem	Doenças	Agentes patogênicos
Bacteriana	Febre tifoide e paratifoide	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella parathypi A e B</i> <i>Shigella sp</i>
	Disenteria bacilar	<i>Vibrio cholerae</i>
	Cólera	<i>Eschinchia coli enterotóxica</i> <i>Campylobacter</i>
	Gastroenterites agudas e diarreias	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
Viral	Hepatite A e B	<i>Vírus da hepatite A e B</i>
	Poliomielite	<i>Vírus da poliomielite</i> <i>Vírus nonwark</i>
Parasitaria	Gastroenterites agudas e crônicas	<i>Rotavírus</i> <i>Enterovírus</i> <i>Adenovírus</i>
	Desinteria amebiana	<i>Entamoaba histolytica</i>
	Gastroenterites	<i>Giárdia lâmblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

Fonte: FUNASA (2006)

De acordo com ANA (2013), “as doenças de veiculação hídrica provêm de vetores que vivem na água ou que precisam de água durante parte do seu ciclo de vida. Essas doenças são repassadas ao ser humano quando da ingestão de água contaminada ou pelo contato com a pele”. Ademais, há possibilidade de contaminar-se pelo processo de preparação dos alimentos, no meio ambiente devido ao ambiente poluído, e na agricultura por meio de uso do agrotóxico.

Considerando todo o cenário de doenças relacionadas com a água, mostra-se a imperiosidade da implementação de um sistema de abastecimento de água potável com o fim de que a população alcance melhoria na qualidade de vida, e conseqüentemente transformações nos aspectos social e econômico.

No que refere ao aspecto social os principais pontos a serem atingidos são a manutenção da saúde, queda da mortalidade em geral, a diminuição da incidência de doenças relacionadas com a falta ou o consumo de água imprópria, a implantação de hábitos de higiene, o aperfeiçoamento da limpeza pública, a implantação e melhoria dos sistemas de esgotos; esses fatores contribuem para a melhoria na qualidade de vida da população.

Discorrendo quanto ao aspecto econômico, busca-se a diminuição dos gastos com internações e consultas médicas pelo bom uso dos recursos hídricos, resultando em contribuição para o aumento da produtividade laborativa dos indivíduos, e conseqüente melhoramento na renda familiar e poder aquisitivo. Urge salientar o controle da contaminação nas grandes indústrias que podem reutilizar a água e descartar de maneira correta seus resíduos, acarretando dessa maneira menor dano ao meio ambiente e à comunidade local.

1.3 Descrição do local de pesquisa

O Município de Coari, fica localizado, no estado do Amazonas região norte do Brasil, com distância de 444km da capital do estado Manaus. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), é 5º município mais populoso do Amazonas com 85.910 moradores. A maior parte de sua população é residente na zona urbana (49.651 pessoas), o que representa 65,39% do total de habitantes.

Segundo Melo (2017) diz que “um estudo minucioso da Agência Nacional de Águas (ANA) e Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades mostrou que no Amazonas apenas 22% da população do Estado têm acesso

à coleta de efluentes, enquanto a taxa de tratamento de esgoto não passa de 19%, uma vez que a maioria dos municípios não possuem o serviço institucionalizado por uma empresa privada ou por autarquias municipais”.

Relata também que “[...] entre as cidades amazonenses que possuem coleta e tratamento sanitário, apenas Manaus, Coari, Itacoatiara, Manacapuru, Parintins, Presidente Figueiredo e Tefé possuem o serviço institucionalizado por empresa privada ou uma autarquia vinculada às prefeituras, conforme recomenda a ANA” (MELO, 2017).

A Companhia de Água, Esgoto e Saneamento de Coari – CAESC – é a autarquia vinculada a prefeitura responsável pela coleta, tratamento e distribuição de água atendendo aproximadamente 3,8% da população na zona urbana.

Segundo a senhora Francisca Silva, comunitária da comunidade Nossa Senhora do Livramento, a comunidade possui cerca de 10 famílias de aproximadamente 30 comunitários. A principal atividade econômica é a agricultura e a pesca. A comunidade está passando por um êxodo, onde grande parte de seus moradores migraram para zona urbana de Coari, em procura de emprego e continuação dos estudos. A comunidade faz parte de um núcleo de educação com outras comunidades ribeirinhas, o polo da escola municipal se encontra na comunidade de Itapéua, localizado na outra margem do rio Solimões em frente a comunidade Livramento.

Já a comunidade de Arapari, segundo senhora Elaine Oliveira, são 12 famílias e 35 pessoas na comunidade, e a principal atividade é a pesca e agricultura.

1.4 Dispositivos móveis como ferramenta na área da saúde

No mundo contemporâneo se faz notório que a tecnologia está crescentemente inserida no cotidiano e nas atividades primárias executadas pelos indivíduos. É aplicada tanto para atividades corriqueiras do dia a dia, assim como para entretenimento e para atividades profissionais, científicas ou ainda educacionais (LAURINDO, SOUZA, 2017).

Concordante com Caiçara (2007) “o surgimento e a evolução da tecnologia provocaram e ainda provocam mudanças drásticas em atividades de todos os segmentos empresariais e também na vida das pessoas. O mundo gira em torno de uma tecnologia, da qual sem ela não se vive, tornando ele um refém necessário”.

De acordo com números divulgados pela Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL - (2019), o Brasil registrou 228,64 milhões de linhas móveis em operação no mês de maio de 2019.

O sistema Android é o mais utilizado no mercado pelo motivo de ser código aberto, dessa forma os fabricantes de celulares podem realizar modificações para seus aparelhos. Esse sistema da Google é mais acessível e de fácil utilização para seus usuários, possuindo ferramentas com diversas utilidades. Programar para o sistema operacional da Google se tornou uma grande opção para os programadores.

Isto posto, é de suma importância o desenvolvimento de aplicativos para área da saúde, os quais funcionem como ferramenta informativa e educativa para as pessoas que residem nas comunidades ribeirinhas.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como finalidade avaliar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água utilizada para consumo nas comunidades ribeirinhas Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara no rio Solimões e Arapari no lago de Coari, próximas a cidade de Coari, Amazonas; como também desenvolver um aplicativo para celular como ferramenta informativa disponibilizando esses dados juntamente com outras informações relevantes sobre o assunto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo e amostragem

Para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas, as amostras foram coletadas em duas comunidades ribeirinhas, Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara (comunidade 1) e Arapará no lago de Coari (comunidade 2), nas mediações da cidade de Coari, Amazonas. Nas Figuras 1, A e B mostram as respectivas distâncias entre a Cidade de Coari e as demais localidades: Coari-Livramento 13,78km e Coari- Arapará 21,68km.

Figura 1A. Distância de Coari até a comunidade Livramento; Figura 1B. Distância de Coari até a comunidade Arapará.



Fonte: Google Maps

Foram coletadas três amostras em cada comunidade, sendo a amostragem do tipo aleatória simples, onde em cada casa foi coletado 1 (um) litro de água armazenado em um recipiente de vidro com tampa, devidamente higienizado e esterilizado para evitar possíveis contaminações, e armazenadas em isopor com gelo para análises dos principais parâmetros de qualidade da água.

A coleta na Comunidade Arapará (Figura 1A) foi realizada no dia 01 de outubro de 2019, iniciando o procedimento às 14h na casa 1 e finalizada às 17h na casa 3. As condições climáticas neste dia eram de dia ensolarado de aproximadamente 31° C de

temperatura. As distâncias aproximadas do Lago de Coari entre a casa 1, casa 2 e casa 3 são respectivamente de 5 km, 5,5 km e 6 km, levando em consideração o retroceder das águas nesta época do ano.

A coleta na Comunidade Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara (Figura 1B), foi realizada no dia 07 de outubro de 2020, com início do processo às 10h na casa 1 e finalizado às 12h na casa 3. O clima neste dia era ensolarado em torno 30° C de temperatura. Entre o Rio Solimões e a casa 1, casa 2 e casa 3, nesta ordem, são distâncias em torno de 1 km, 1,3 km e 1,5 km, tendo em vista nesta época do ano o recuar das águas.

Todas as amostras, foram acondicionadas em garrafas de vidro de 1 (um) litro e mantidas sob refrigeração a 4°C até o momento das análises, as quais foram armazenadas e processadas sucessivamente nos Laboratórios de Microbiologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM – Campus Coari) e no Núcleo de Estudos e Laboratório da CAESC (Companhia de água, esgoto e saneamento de Coari) sob orientação das profissionais Tânia Magalhães (Gestão Ambiental) e Josiclea Aparício (Biotecnologia / UFAM).

3.2 Análise físico-química

Para cada um dos parâmetros analisados foi empregado um método específico de análise, atendendo as especificações dadas pelas normas internacionais de análise de água, tais como *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicado pela American Public Health Association* (APHA apud PARRON et al 2011) e das normas publicadas pela *Internacional Standartization Organization* (ISSO apud PARRON et al 2011).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos utilizados neste trabalho foram: turbidez, pH, cor aparente, *coliformes termotolerantes e coliformes totais*.

Com relação à análise do pH foi utilizado pHmetro Q-400AS da Quimis, passando pelo processo de calibração e servindo-se de solução tampão, despejou 100ml da água coletada em um copo de becker e o eletrodo foi mergulhado pela ponta na amostragem.

No que diz respeito à turbidez, dispendo de Turbidímetro da Alfakit, serviu-se de água destilada para calibração do equipamento, e logo após, foi despejado 15ml da água coletada na cubeta e realizada a leitura no equipamento.

Por fim, realizada análise de cor aparente por intermédio do aparelho Colorímetro Visual DLNH-100, foi entornado 35ml da água coletada no tubo de Nesler do aparelho e realizada leitura por meio das orientações de uso do equipamento.

Na Tabela 3 encontram-se os valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro físico-químico analisado de acordo com a Portaria de consolidação nº 5, anexo XX, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Tabela 3. Padrões físico-químicos de potabilidade segundo a Portaria de consolidação nº 5, do Ministério da Saúde.

PARÂMETRO	VPM (VALOR MÁXIMO PERMITIDO)
Turbidez	5 uT
Cloro residual livre	2mg/L
PH	6,0 a 9,5

Fonte: Ministério da Saúde, Brasil 2011

3.3 Análise Microbiológica

Os parâmetros Microbiológicos foram realizados utilizando o Kit Aquateste Coli – ONPG MUG da Laborclin e executando apenas o método qualitativo em que a substância do Kit foi adicionado a 100ml da água coletada, durante 3 minutos homogeneizada por vinte e cinco vezes, despejada na cartela de análise, passada pela seladora Quanti-Tray Sealer PLUS e colocada em estufa bacteriológica por 24h a 35° C. Após período de espera, levamos as cartelas com amostras para câmara UV para revelação do resultado de presença ou ausência de Coliformes Totais e *E. coli*, pelo método do Sistema Cromogênico-Fluorêscencia. Na Figura 2 abaixo, mostra o passo a passo da análise microbiológica em laboratório. E na Tabela 4 abaixo, encontram-se os valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro microbiológico analisado de acordo com a Portaria de consolidação nº 5, anexo XX, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Tabela 4. Padrões mínimos de potabilidade segundo Portaria nº 2.914/11 do MS.

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
<i>Coliformes termotolerantes / Fecais</i>	Ausência em 100ml
<i>Coliformes totais</i>	Ausência em 100ml

Fonte: Ministério da Saúde, Brasil 2011

Figura 2. Passo a passo da análise microbiológica no Laboratório da CAESC.



Fonte: Do autor

3.4 Aplicativo H20 Ribeirinhos

A primeira fase do projeto consistiu em desenhar o layout do aplicativo com interface simples e funcional. Após, realizar todas as anotações com foco no público-alvo e a missão do APP. Como um dos objetivos do nosso trabalho foi desenvolver um aplicativo informativo para moradores de comunidades ribeirinhas e comunidade acadêmica, foi selecionada a linguagem *SQLite* para sistema operacional *Android* como plataforma por ser o mais utilizado nos aparelhos populares e mais acessíveis.

Na versão final foram utilizadas imagens do meio ambiente e de comunidades ribeirinhas com cores mais suaves e que se aproximam de sistemas e redes sociais já utilizadas por esses usuários, ou seja, uma interface amigável e atrativa. Todas as telas possuem ícones com as opções para facilitar a navegação. Também foram desenvolvidos *menus* com todas as opções do aplicativo, como exhibe a Tabela 5:

Tabela 5. Menus dos conteúdos do sistema do aplicativo H2O Ribeirinhos.

MENU	SOBRE O MENU
SOBRE O SISTEMA	Área em que se expressa ao usuário a importância do sistema e sua missão
ARTIGOS	<p>Nesta parte há vários artigos relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importância da água • Água potável • Água do Rio é pura?
TRATANDO A ÁGUA	Neste tópico foram inseridas algumas dicas de como o morador da zona rural pode tratar sua água sem muitos recursos; realidade em Comunidades Ribeirinhas.
DICAS DE SAÚDE	<p>Área disponibilizada com dicas de saúde, sempre, associadas ao objeto da pesquisa - a água:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atividade física • Consumo da água • Doenças causadas pelo consumo de água imprópria
ANÁLISES REALIZADAS	Nesta área foram inseridos resultados de análises físico-química e microbiológica realizados em comunidades ribeirinhas.
FALE CONOSCO	Área para contato da equipe que programou o aplicativo H2O Ribeirinhos, bem como da página do Facebook do ISB (Instituto de Saúde e Biotecnologia – Coari).
CONHEÇA O ISB	Link para acesso à página do ISB UFAM

Fonte: do autor

4. RESULTADOS

A avaliação de possíveis alterações na qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo das famílias residentes nas comunidades ribeirinhas pesquisadas, baseou-se na comparação das médias obtidas a partir dos dados quantitativos das amostragens dos diferentes pontos de coletas nos meses de outubro e novembro de 2019 e 2020, com os valores máximos permitidos pela Portaria de consolidação nº 5, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), em consonância com as Tabelas 3 e 4 supracitadas.

4.1 Comparativo das análises físico-química

Consoante dados obtidos com as amostragens da comunidade Arapari no lago de Coari e Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara como mostra a Tabela 6, constata-se que os parâmetros cor e turbidez não estão dentro dos valores máximos permitidos para o consumo humano pela Portaria de consolidação nº 5, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017); amostra coletada da casa 01 da comunidade Livramento.

Tabela 6. Resultado das Análises Físico-químicas das Comunidades Arapari e N.S. Livramento, Coari, Amazonas.

PARÂMETROS	VMP Valor Máximo Permitido – PRC N°05 / 2017	CASA 01 Arapari Lago	CASA 02 Arapari Lago	CASA 03 Arapari Lago	CASA 01 Livramento Rio	CASA 02 Livramento Rio	CASA 03 Livramento Rio
Cor aparente	15	0	0,8	0,1	20	5	0
PH	6,0 a 9,5	7,5	6,1	6,2	7,8	6,4	6,3
Turbidez	5,0	0	0,51	0,51	25,87	0,51	0,00
Temperatura							
Cloro residual							
Sólidos totais							

Fonte: Do autor

4.2 Comparativo das análises microbiológicas

As amostragens microbiológicas (TABELA 7) da comunidade Arapari apresentaram contaminação para *E. coli* somente na amostra coletada da casa 2 e contaminação para coliformes totais em todas as amostras coletadas das casas, na comunidade do Livramento, apresentaram contaminação para *E. coli* nas amostras

coletadas das casas 1 e 3 e para coliformes totais em todas as amostras coletadas das casas, indicando que as águas coletadas da comunidade Arapará no Lago de Coari e Nossa Senhora do Livramento da Costa do Jussara apresentam contaminação por micro-organismos patogênicos, sendo assim, inapropriado para o consumo humano.

Tabela 7. Resultado qualitativo das Análises Microbiológica das Comunidades Arapará e N. S. Livramento, Coari, Amazonas.

COMUNIDADE	PONTO DE COLETA	<i>E. coli</i>	COLIFORMES TOTAIS
Arapará	Casa 1	Ausente	Presente
Arapará	Casa 2	Presente	Presente
Arapará	Casa 3	Ausente	Presente
Livramento	Casa 1	Presente	Presente
Livramento	Casa 2	Ausente	Presente
Livramento	Casa 3	Presente	Presente

Fonte: Do autor

4.3 O sistema do aplicativo H2O Ribeirinhos

Ao longo do trabalho houve preocupação com questões de usabilidade e praticidade das telas do sistema para que haja facilidade de navegação por parte dos usuários. Os resultados são telas mais compactas, resumidas e objetivas. Os textos explicativos de cada *menu* são referenciados e tem linguagem técnica, mais simples, escrita para entendimento e sempre acompanhados com imagens ilustrativas para facilitar a usabilidade do sistema por parte de todos os tipos de usuários e também buscando linguagem visual para que seja agradável para os moradores de comunidades ribeirinhas e seja atrativo também para crianças e adolescentes dessas localidades

No *menu* “Sobre o sistema”, na Figura 3, mostra o objetivo do aplicativo H2O Ribeirinhos e como usá-lo para melhorar a qualidade de vida.

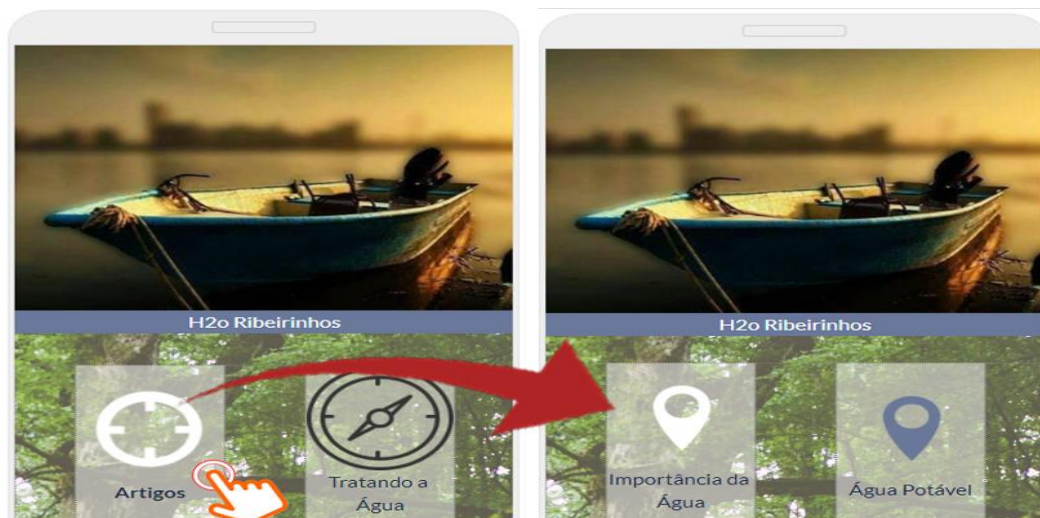
Figura 3. *Menu* e tela opção “Sobre o sistema”.



Fonte: Do autor

No *menu* “Artigos”, Figura 4, apresenta artigos científicos referentes à qualidade da água, sua importância e sua potabilidade. Dessa forma, o aplicativo H2O Ribeirinhos também transmite conhecimento técnico para seus usuários.

Figura 4. *Menu* e tela opção “Artigos”.



Fonte: Do autor

No *menu* “Tratando a água”, Figura 5, ensina os usuários a fazerem um tratamento da água para seu consumo, sem muitos recursos, com o fim de prevenção contra contaminação por doenças de veiculação hídrica.

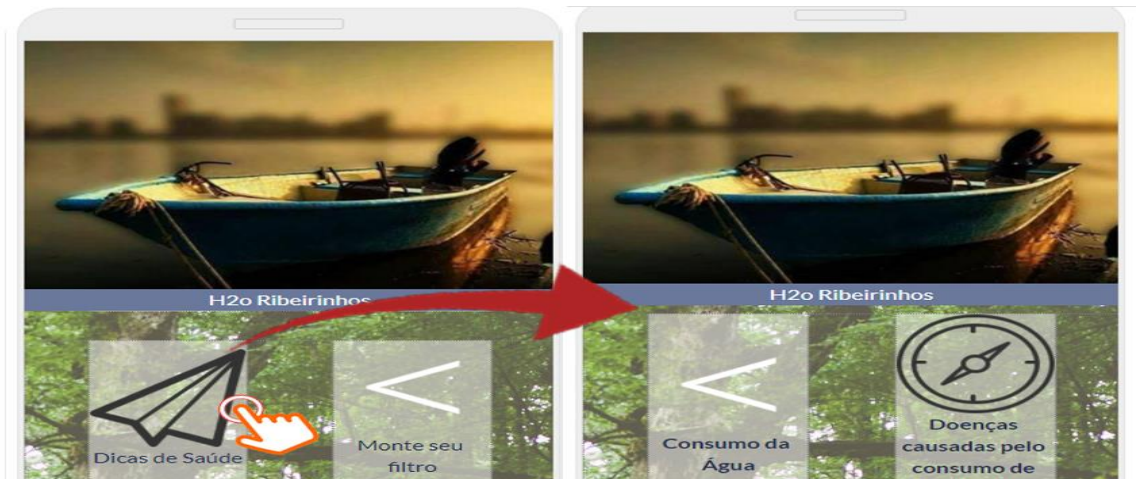
Figura 5. *Menu* e tela opção “Tratando a água”.



Fonte: Do autor

No *menu* “Dicas de saúde”, Figura 6, apresenta dicas para melhor qualidade de vida, e mostra doenças que podem ser causadas devido a ingestão de água contaminada.

Figura 6. *Menu* e tela opção “Dicas de saúde”.



Fonte: Do autor

No *menu* “Análises realizadas em comunidades”, Figura 7, foram inseridas informações sobre análises físico-químicas e microbiológicas realizadas.

Figura 7. Menu e tela opção “Análises realizadas em comunidades”.



Fonte: Do autor

Por fim, os *menus* “Fale conosco” e “Nossa página”, Figura 8, contém dados de contato da equipe que programou o aplicativo H2O Ribeirinhos, bem como da página do Facebook do ISB (Instituto de Saúde e Biotecnologia – Coari).

Figura 8. Menu e tela opção FALE CONOSCO / NOSSA PÁGINA



Fonte: Do autor

5. DISCUSSÃO

Galúcio (2012) argumenta em análise microbiológica da água procedente dos bombeamentos que abastecem o município de Parintins – Amazonas ficou confirmada a presença de *E. coli*, membro do grupo dos Coliformes Fecais, indicando assim a contaminação de material fecal nas águas do município. Esse estudo foi realizado na zona urbana de Parintins.

Consoante Lima; Freitas (2014), no estudo realizado em bairros mais populosos da zona urbana da cidade de Coari, Amazonas, analisado além de outros, os seguintes parâmetros: a turbidez, cor, pH coliformes totais e fecais. No que pertine ao parâmetro turbidez e cor, todas as amostras apresentaram níveis aceitáveis, entretanto o parâmetro pH estava abaixo do considerado aceitável pela legislação vigente. E nas análises microbiológicas verificou-se a presença de coliformes totais e coliformes fecais na água consumida.

Em análise dos parâmetros físicos e químicos da água em ambientes de lagos de várzea e do rio Solimões nos períodos hidrológicos de seca e cheia, no trecho dos municípios Manaus-Coari, na Amazônia Central, Rocha et al (2013) assevera que os resultados da turbidez obtidos comprovam quanto maior a quantidade de material em suspensão mais turva será a água. Com relação ao pH dos lagos mostrou-se levemente alcalino no período da seca, e na época da cheia o pH tornou-se mais ácido variando entre 6,35 e 6,87, e os pontos do meio do rio apresentaram o mesmo comportamento. Urge mencionar que a maioria dos ribeirinhos utilizam da água do rio ou lago para seu consumo.

Comparando com o presente projeto na análise físico-química realizada, pode-se averiguar que no parâmetro de cor aparente, apenas na amostragem da casa 01 da comunidade Livramento os valores permitidos foram ultrapassados. Em relação ao PH da água, todas as amostras estavam entre os valores permitidos para o consumo. No que tange à turbidez de igual forma a casa 1 da comunidade Livramento mostrou-se com elevados valores, acima do considerado potável. E na comunidade de Arapará estava em todas as casa referentes a cor aparente, pH e turbidez dentro dos valores permitidos.

Segundo Gurgel et al (2020), por meio de estudo realizado em dois semestres, com o objetivo de verificar o padrão bacteriológico da água de consumo advinda de domicílios e reservatórios da comunidade do Lago do Limão – Iranduba no estado do Amazonas, observou-se de 107 amostras coletadas no primeiro semestre, 87% das

amostras foram positivas para coliformes totais, 30% positivas para *E. coli*. No segundo semestre coletou-se 102 amostras, 71% apresentaram positividade para coliformes totais e 19% para *E. coli*.

Relativamente à análise microbiológica na comunidade Arapari apenas a casa 2 estava com a presença de *termotolerantes E. coli*. Na comunidade Livramento somente na casa 2 observou-se a ausência de *termotolerantes E. coli*, nas demais casas os resultados foram positivos para a presença de *termotolerantes E. coli*. Em todas as amostras de água foi observada a presença de coliformes totais. Sendo assim os resultados são similares com os encontrados nos demais estudos citados.

Vale ressaltar que quantidade de estudos realizados sobre a análise microbiológica e físico-química das águas consumidas na zona rural do estado do Amazonas ainda é bastante pequena; dos referidos estudos observa-se em comum a água consumida pela população ribeirinha, como também da zona urbana, estão abaixo dos níveis de potabilidade recomendados pelo Ministério da Saúde.

6. CONCLUSÃO

Com base na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a qual estabelece quanto à potabilidade em que a água para o consumo humano deve ter ausência total de *coliformes totais e termo tolerantes*. Pôde-se então concluir pela análise físico-química e microbiológica que houve contaminação por bactérias do grupo coliformes na água de consumo domiciliar nas comunidades pesquisadas. Estas informações demonstraram uma situação de risco sanitário a essas comunidades.

É sobretudo importante assinalar a necessidade de uma política de saneamento ambiental para as comunidades ribeirinhas, pela qual possam ter acesso à água potável e conseqüentemente melhor qualidade de vida. O aplicativo H2O Ribeirinhos demonstra ser uma ferramenta de orientação e informação de extrema importância com o fim de que os moradores conheçam a qualidade da água por eles consumida, fornecendo por meio de seus recursos conhecimento técnico. Ficou evidente uma ferramenta educativa com textos e imagens ilustrativas de fácil acesso a todos que ajudará a população local conhecer a real situação da água consumida, e dessa forma, atrairá a atenção do poder público que poderá proporcionar o desenvolvimento de políticas públicas específicas para as comunidades ribeirinhas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. -- Brasília: ANA, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. Agência Nacional de Águas, Brasília, ANA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/institucional/noticias-destaque/2310-brasil-registra-228-64-milhoes-de-linhas-moveis-ativas-em-maio-de-2019>. Publicado: Segunda, 01 de Julho de 2019. Acesso em 14 de outubro de 2020.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2012**. ABRELPE, São Paulo, 2012.

ÁVILA, Átala Rebeca da Silva. **Melhoria da qualidade da água de lagos urbanos com uso de Wetland construído**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2018.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. **Educação para a água**. Estudo avançado. vol.22 no.63 São Paulo, 2008.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, p. 221, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, 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 República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jan. 2012. Seção 1, p. 39.

BRASIL. Ministério da saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jan. 2012. Anexo XX.

BRITO, Priscila Nazaré De Freitas. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas**. Universidade Federal do Amapá. Pró-reitoria de Ensino e graduação curso de Ciências Ambientais. Macapá-AP 2013

CAIÇARA JUNIOR, Cícero. **Informática, internet e aplicativos**. Curitiba: Ibpex, 2007.

CHAVES, Maria P. S. R. **Uma experiência de pesquisa-ação para gestão comunitária de tecnologias apropriadas na Amazônia: o estudo de caso do assentamento de Reforma Agrária Iporá**. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2001.

CRUZ, Manuel M. Sítios agroflorestais na várzea do Careiro. **Revista de Geografia da Universidade do Amazonas**, Manaus, v. 1, n.1, p. 105-122, jan./dez.1999.

D'AGUILA, Paulo S.; ROQUE, Odir Clécio C.; MIRANDA, Carlos Alberto S.; FERREIRA, Aldo. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Cadernos de Saúde Pública, Nova Iguaçu, 2000, p. 791-798.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. FUNASA, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>. Publicação: em 24 de julho 2017. Acesso em 14 de outubro de 2020.

FRAXE, Therezinha et al. **Os povos amazônicos: identidades e práticas culturais**. 2009.

GALÚCIO, Vanessa Costa Alves. **Análise microbiológica da água procedente dos bombeamentos que abastecem o município de Parintins – Amazonas**. Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Tese Mestrado. Pág. 89. Manaus 2012

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da Qualidade da água do Rio Uberabinha Uberlândia – MG**. 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

GOOGLE EARTH; Google Earth Pro 7.0.2.8415. Google Inc. 2012.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <http://www.google.maps/coari>. Acesso em: 28 novembro de 2018.

GURGEL, Raiana Silveira; SILVA, Lirna Salvioni da; SILVA Luciete Almeida. **Investigação de coliformes totais e Escherichia coli em água de consumo da comunidade Lago do Limão, Município de Iranduba – AM**. Brazilian Applied Science Review, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2512-2529 jul./ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Brasília, IBGE, 2010. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/3AW>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de saneamento básico – PNSB**. Brasília, IBGE, 2008.

JÚNIOR, Paulo Cabral Barboza. **Água da chuva: aproveitamento para a gestão de recursos pluviais em comunidades ribeirinhas do estado do Amazonas**. Tese Mestrado. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Manaus – AM, 2018.

LAURINDO, Ana Karol Spricigo; SOUZA Paulo Henrique da Silveira de. **Aplicativos educacionais: um estudo de caso no desenvolvimento de um aplicativo na plataforma APP inventor 2 para auxílio no ensino de produção textual nas aulas de português**. Universidade Federal de Santa Catarina. Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação. Araranguá, 2017.

LIMA, Lucas Gabriel da Silva; FREITAS, Aline Carvalho de. Estudo da qualidade da água de Coari- AM através de análises físico-químicas e microbiológicas e correlação com doenças causadas por vias hídricas. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM – Igapó**. Vol. 04 - Nº Especial – Dezembro. Coari. Amazonas. 2013/2014.

LIRA, Talita de Melo; CHAVES, Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues. **Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política**. Interações (Campo Grande) vol.1 no.1 Campo Grande Jan./Mar. 2016.

MELO, Kelly. **Jornal Acrítica**. Disponível em: <https://www.acritica.com/channels/manaus/news/amazonas-esta-entre-os-piores-estados-no-quesito-coleta-e-tratamento-de-esgotos-segundo-atlas-esgoto>. Publicado em: 25 de setembro de 2017. Acesso em 20 de outubro de 2020.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade de água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

OPAS. Disponível em: <https://www.paho.org/bra:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento>. Acesso em 14 de outubro de 2020.

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

PARRON, Lucilia M; MUNIZ, Daphne H. F.; PEREIRA, Claudia M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas, Colombo, 2011.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Poluição hídrica. Causas e efeitos da poluição hídrica**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/poluicao-das-aguas.htm> Acessado em 14 de outubro de 2020.

RESENDE, Álvaro V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2002.

ROCHA, S.D; BARBOSA, M.S; OLIVEIRA, T.C.S. **Avaliação dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água em lagos de várzea e no rio Solimões no trecho dos municípios Manaus-Coari.** 53º Congresso Brasileiro de Química. Realizado no Rio de Janeiro/RJ, de 14 a 18 de outubro de 2013.

TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

YASUI, Júlio Cesar. **Análise físico-química e microbiológica de água em residências localizadas no município de Pacaembu/SP.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Ambiental. Trabalho de conclusão de curso. Campo Mourão, 2015.