

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE NATUREZA E CULTURA – INC
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS: BIOLOGIA E QUÍMICA

CRISTÓVÃO ATAÍDE IZIDORO

**ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS NA ÁGUA DE CONSUMO DE INSTITUIÇÕES
PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT-AM**

Benjamin Constant – AM

2021

CRISTÓVÃO ATAÍDE IZIDORO

**ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS NA ÁGUA DE CONSUMO DE INSTITUIÇÕES
PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT-AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, da Universidade Federal do Amazonas – UFAM do Instituto de Natureza e Cultura – INC, como requisito para obtenção de nota parcial na disciplina INQ102 Orientação ao TCC.

Orientador: Alexandro da Silva Alves

Co-orientador: Alberto Daniel Nascimento Santos

Benjamin Constant – AM

2021

Ficha Catalográfica

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

Izidoro, Cristóvão Ataíde
198a Análises microbiológicas na água de consumo de instituições públicas do município de Benjamin Constant-AM / Cristóvão Ataíde Izidoro . 2021
48 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Alexandro da Silva Alves
Coorientador: Alberto Daniel Nascimento dos Santos
TCC de Graduação (Licenciatura Plena em Ciências - Biologia e Química) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Coliformes. 2. Estação de tratamento. 3. Microbiológicas. 4. Análise de água. I. Alves, Alexandro da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DOCUMENTO 07
ATA DA SESSÃO DE AVALIAÇÃO
(Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química)

Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso de CRISTÓVÃO ATAÍDE IZIDORO, discente do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do Instituto de Natureza e Cultura da Universidade Federal do Amazonas.

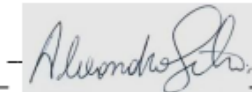
Ao DIA 05 DE JULHO DE 2021 ÀS 14H00MIN, VIA GOOGLE MEET reuniu-se a Banca Examinadora

de DEFESA composta pelos seguintes membros: ALEXANDRO DA SILVA ALVES (Presidente),

RENATO ABREU LIMA (1º Membro) e VANDREZA SOUZA DOS SANTOS (2º Membro), a fim de proceder a arguição pública do Trabalho de Conclusão de Curso do(a) discente CRISTÓVÃO ATAÍDE

IZIDORO intitulado **ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS NA ÁGUA DE CONSUMO DE INSTITUIÇÕES DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT-AM**, orientado(a) pelo(a) Prof. Me. ALEXANDRO DA

SILVA ALVES Após a exposição, o (a) discente foi arguido(a) oralmente pelos membros da Banca Examinadora, tendo recebido o conceito final **APROVADO**, com a nota **OITO VÍRGULA VINTE E CINCO (8,25)**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.



Alexandro da Silva Alves (Presidente)



Renato Abreu Lima (1º Membro)



Vandrezza Souza dos Santos (2º Membro)

Dedico o presente trabalho primeiramente a Deus, sem ele nada seria realizado. Especialmente aos meus pais, pelo apoio emocional e financeiro, sempre motivados para eu seguir em frente. Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos, Gabriane Matos, Rony Henrique, Neidemara Souza, Anderson Bindá, minha amiga Taína Castro que faleceu no ano passado e sempre me acompanhou, minha amiga Brenda umas das pessoas que sempre pegava no meu pé e dava aquela ajuda quando precisava, entre outros amigos que conhecer nesse decorrer dessa trajetória.

Um agradecimento às famílias, Melaquiades, Castro, Bindá, Santos entre outras famílias que tive o prazer de conhece em Benjamin Constat que sempre estiveram ali incentivando, dando aquele apoio para seguir em frente e me trataram como da família.

Agradeço meus amigos de pesquisa, Inês, Bernardo, Eliana e Jasmim, que sempre estiveram lá durante as coletas mesmo em dias de chuva para fazer as coletas.

O prazer e toda gratidão dos professores do Curso a todos que fizeram parte da vida acadêmica passando aquele ensinamento e de ter o incentivo de participar dos programas, congresso para elevar um conhecimento de melhoria para a vida acadêmica, hoje estou aqui nessa reta final.

Agradeço, também ao meu orientador professor Alexandro da Silva pelo incentivo e grande ajuda com fornecimento de material para realizar esse trabalho e que me manteve focado na trilha certa para a conclusão satisfatória deste projeto. E também ao Alberto Daniel, técnico de laboratório e um grande profissional, sua mobilização para auxiliar e dar um apoio para o trabalho. Sou grato pelas orientações.

A todos as pessoas que me deram força para concluir mais uma etapa da minha vida, aonde sempre me incentivaram todos os dias no momento fraqueza, angústia, críticos que eu passei meu muito obrigado.

POR FIM MUITA GRATIDAO!

A educação é experiência, um ensaio, e quando a pratico não a faço para ser recompensado, estimado ou considerado.

Émile Armand

RESUMO

No Brasil, municípios das regiões Norte apresentam um grande problema no acesso aos serviços de saneamento e abastecimento de água e as instituições como hospitais, escolas, unidade básica de saúde (UBS), dentre outras, abastecidas pela rede pública necessitam de água de qualidade. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a presença de microrganismos coliformes totais e fecais (CT e CTT) e alguns parâmetros físico-químicos (pH, STD, CE e Temperatura) na água utilizada em instituições públicas no município de Benjamin Constant. A metodologia foi dividida nas etapas 4.1 Área de Estudo; 4.2 Caracterização, coleta e armazenamento de amostras; 4.3 Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes e 4.4 Análise e interpretação dos dados. Todas as análises indicaram presença de CT ou CTT em pelo menos um mês de coleta, algumas amostras apresentaram CT em todos ou quase todos os meses de coleta. Quanto as análises físico-químicas o pH e a Temperatura estão com 61% e 88,6% das amostras, respectivamente, fora dos VMP, a CE está com todas as amostras acima do padrão e para STD todas as amostras estão de acordo com a portaria vigente. Pelos resultados obtidos, podemos dizer que água está saindo da ETA com ausência de CT e CTT, exceto no período de limpeza dos reservatórios, mas está chegando ao destino final com alterações em seus parâmetros de potabilidade.

Palavras-Chave: Coliformes, Estação de tratamento, microbiológicas.

RESUMEN

En Brasil, los municipios de las regiones Norte presentan un gran problema en el acceso a los servicios de saneamiento y abastecimiento de agua e instituciones como hospitales, escuelas, unidades básicas de salud (UBS), entre otros, abastecidos por la red pública, necesitan agua de calidad. Así, este estudio tuvo como objetivo analizar la presencia de microorganismos Coliformes Totales y Termotolerantes (CT y CTT) y algunos parámetros fisicoquímicos (pH, STD, CE y Temperatura) en el agua utilizada en instituciones públicas de la ciudad de Benjamin Constant. La metodología se dividió en etapas 4.1 Área de estudio; 4.2 Caracterización, recolección y almacenamiento de muestras; 4.3 Determinación de Coliformes Totales y Termotolerantes y 4.4 Análisis e interpretación de datos. Todos los análisis indicaron la presencia de CT o CTT en al menos un mes de recolección, algunas muestras mostraron CT en todos o casi todos los meses de recolección. En cuanto al análisis fisicoquímico, el pH y la Temperatura están con 61% y 88,6% de las muestras, respectivamente, fuera del VMP, la CE está con todas las muestras por encima del estándar y para STD todas las muestras están de acuerdo con la ordenanza vigente. De los resultados obtenidos, podemos decir que el agua está saliendo del ETA sin CT y CTT, excepto durante el período de limpieza de los embalses, pero está llegando a su destino final con cambios en sus parámetros de potabilidad.

Palabras-clave: Coliformes, Planta de tratamiento, microbiológico.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.2 Objetivo Geral	13
2.3 Objetivos Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Água no Brasil	15
3.2 A importância do tratamento e padrões de potabilidade da água de consumo	16
3.3 Sistema de tratamento convencional	19
3.3.1 Desinfecção da água	21
3.4 Análises microbiológicas	22
3.4.1 Bactérias do grupo coliforme	22
3.4.2 Bactérias heterotróficas	23
3.5 Análises físico-químicas	24
3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)	24
3.5.2 Temperatura	24
3.5.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	25
3.5.4 Condutividade Elétrica (CE).	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Área de estudo	26
4.2 Caracterização, coleta e armazenamento de amostras	26
4.3 Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes	27
4.3.1 Coliformes totais.....	27
4.3.2 Coliformes Termotolerantes	28
4.4 Análise e interpretação dos dados	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Análises microbiológicas (CT e CTT)	31
5.2 Análise dos parâmetros físico-químicos	37
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

INTRODUÇÃO

A poluição das águas é uma problemática enfrentada em diversos países, pois trata-se de um recurso natural que desempenha um papel primordial para o bem-estar e saúde humana, desde os primórdios da sociedade (SPERLING, 2005). Sua utilidade para a sociedade é indispensável na alimentação, produção agrícolas, geração de energia através das hidrelétricas e outras atividades comuns de vários brasileiros no dia a dia (LIMA, 2017). Manter o equilíbrio na qualidade da água é importante para o meio ambiente, sobrevivência das espécies e melhor qualidade de vida.

No Brasil, municípios das regiões Norte e Nordeste apresentam problemas maiores quando se trata do acesso aos serviços de saneamento e abastecimento de água (BRASIL, 2011), exibindo elevados índices nas taxas de internação hospitalar, que quando somadas a saúde debilitada e desnutrição, contribui como uma causa de elevação da mortalidade infantil (LARSEN, 2010).

Para o abastecimento de água de fontes superficiais ou subterrâneas com qualidade para o consumo humano, obrigatoriamente, essa água deve passar por um processo de tratamento e controle de qualidade rigoroso, com retirada de materiais orgânicos, inorgânicos ou biológicos, garantido os parâmetros de potabilidade vigentes estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.

O tratamento da água para abastecimento consiste, muitas vezes, no uso do processo convencional empregando etapas físicas e químicas, com sedimentação, coagulação, floculação, decantação, filtração, clarificação, correção do pH, fluoretação e desinfecção, para melhorar suas qualidades organolépticas e bacteriológicas consideradas adequadas ao consumo humano (BOTERO, 2009).

Na etapa de desinfecção, o cloro e seus derivados possuem um papel importantíssimo na eficácia de ações sobre microrganismos patogênicos, além de fácil manuseio na aplicação e mantimento da estabilidade química na rede de distribuição, após ser aplicado em caráter corretivo e preventivo (MENEZES et al, 2012).

Como o cloro tem potencial para inibir a proliferação de microrganismo, as análises microbiológicas são indicadores da eficácia desse agente bactericida no tratamento da água. Dentre as análises obrigatórias que garanta a potabilidade da

água para consumo humano, além dos parâmetros físico-químicos como pH, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos, Cloro Residual Livre e Cor aparente, incluem-se os Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme, tendo como principal representante a *Escherichia coli* de origem exclusivamente fecal, e a contagem de Bactérias Heterotróficas (BRASIL, 2013).

No município de Benjamin Constant – AM, a Companhia de Saneamento do Amazonas (Cosama) é responsável pelo serviço de tratamento e abastecimento da água superficial que é retirada da margem direita do rio Javará, afluente que desagua no rio Solimões.

Figura 1. Sistema de captação de água no município de Benjamin Constant – AM.



Fonte: Tenazor et al, 2018.

O rio Javari serve de divisa entre Brasil (BRA) e Peru (PER), com a margem direita brasileira e a esquerda peruana, tendo Islândia (PER) como comunidade vizinha ao município de Benjamin. Isso possibilita a presença de uma elevada carga orgânica descartada por essa comunidade diariamente no rio, e que pode estar sendo direcionada para a margem de captação de água do município, mesmo considerando a capacidade de diluição dos contaminantes no caudal do rio.

Neste contexto, é importante saber sobre a eficiência no tratamento da água de abastecimento fornecida pela Estação de Tratamento de Água (ETA) do município e a qualidade no qual essa água está sendo utilizado em outras

instituições de fluxo contínuo da população Benjamin Constantense. Essas informações podem contribuir na elaboração de estudos preventivos que acarretem na conscientização de segurança alimentar e de saúde.

2 OBJETIVOS

2.2 Objetivo Geral

Analisar a presença de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTT) na água de consumo humano de instituições do município de Benjamin Constant – AM.

2.3 Objetivos Específicos

- ✓ Verificar a qualidade da água ao final do processo de tratamento na ETA do município;
- ✓ Relacionar os parâmetros físico-químicos (pH, Temperatura, Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Condutividade Elétrica (CE)) com as análises microbiológicas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A água é uma substância encontrada nas formas sólida, líquida ou gasosa na natureza. Sua fórmula molecular é H_2O , ou seja, é sua fórmula caracterizada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Possui grande capacidade de dissolver diversas substâncias, o que a chamamos de “solvente universal”, a mesma estabelece ligações covalentes e suas moléculas estabelecem pontes de hidrogênio. Os pontos de fusão (PF) e ebulição (PE) são, respectivamente, $0^{\circ}C$ e $100^{\circ}C$ nas condições normais de temperatura e pressão (LEÃO, 2011).

De acordo com Sperling (2005), a água tem propriedades de solvente e sua habilidade de conduzir partículas, incorpora a si diversas impurezas, que definirão sua característica e sua qualidade. Neste caso, pode-se ressaltar a teoria de que a vida na terra originou na água o que nos afirma a importância fisiológica que se caracteriza pela dissolução de diversos compostos minerais dissolvidos que são de suma importância para manutenção osmótica celular.

A qualidade da mesma é resultante de fenômenos naturais e das interferências antrópicas. Neste caso, pode-se dizer que a qualidade/potabilidade de uma água é determinada pelas condições naturais e pelas ações exercidas pelo homem ao meio natural. Além de tudo, é fonte natural de riqueza, na qual é essencial para diversas formas de vida.

Por mais indispensável que a água seja no cotidiano dos seres humanos. Mas com tanta abundância deste recurso o homem passa a usá-la sem controle e indiscriminadamente, sendo os grandes causadores da poluição dos rios, lagos e suas nascentes, perdendo o controle e a noção de que é uma substância vital para o desenvolvimento e manutenção da vida no planeta (MILLER, 2007).

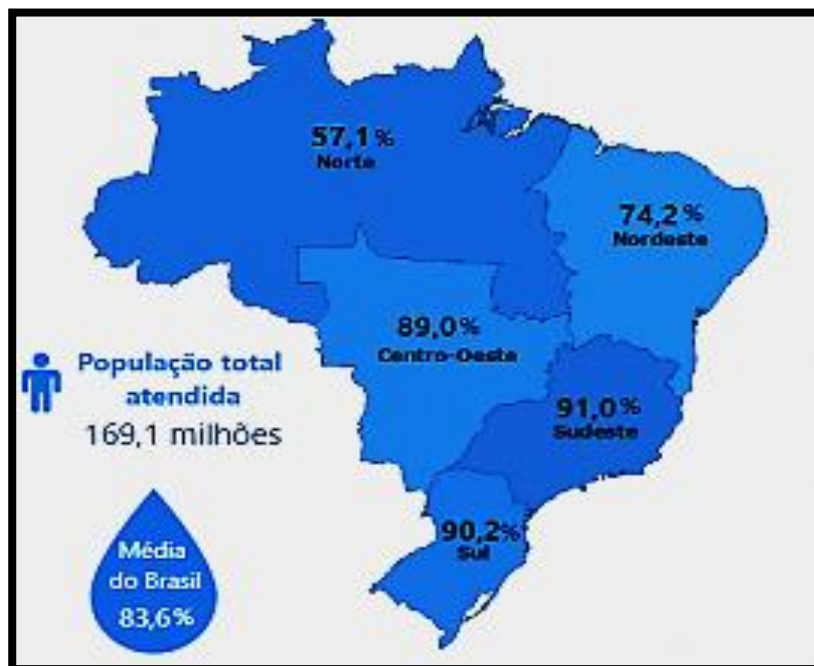
3.1 Água no Brasil

Sabemos que somente cerca de 2,5% da água no mundo é considerada salobra (água que não apresenta quantidade de sal elevado com salinidade entre 5% e 30%, sendo então uma mistura entre água doce e salgada), ou seja, não é propriamente doce. Essa água é encontrada em diversos mananciais, lagos, rios, lagoas e dentre outros (ANA, 2012).

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Tem a maior reserva de água doce do planeta com total de 12% distribuída em rios, lagos, igarapés e grandes reservatórios subterrâneos, onde há um desequilíbrio em sua distribuição, com quase 70% da disponibilidade hídrica na Bacia Amazônica. O Sudeste densamente povoado guarda apenas 6% das reservas (BROMBERG, 2009).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) e da Secretaria Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) em média os brasileiros são atendidos com 83,62% de água tratada e cerca de 35 milhões de pessoas vivem sem um sistema de abastecimento de água potável. Na **Figura 2**, podemos ver o índice de acesso de água de qualidade no Brasil.

Figura 2. Índice de atendimento de água potável no Brasil.



Fonte: Trata Brasil, 2020.

Como pode ser observado na **Figura 2**, no Norte, apenas 57,05% da população é abastecida com água tratada, distribuída para garantir consumo na capital e nos municípios. É a região com menor atendimento de água potável no Brasil, onde muitas pessoas residem em pequenos municípios de difícil logística que não são projetados devidamente. Esses sistemas sofrem perdas na distribuição, cuja perda em todo o Norte é de aproximadamente 55,53% da água potável.

De acordo com SNIS (2019) o abastecimento de água para a população ainda é um assunto problemático em varias regiões do país, onde em muitos lugares é considerada inadequada, porem a mesma tem como objetivo de demanda atender desde populações de cidade pequenas até as zonas consideradas metrópoles, a sua utilização dar-se por meio da utilização de recurso hídricos da natureza, que precisam passar por processos de adequação na qualidade para que sejam utilizadas no consumo humano.

Por isso é importante à realização de um controle e monitoramento periódico da qualidade da água utilizada para abastecimento, tanto na sede de abastecimento e quanto nas áreas públicas de distribuição como escolas, UBS- Unidade Básica de Saúde e creches (CALAZANS et al., 2004).

3.2 A importância do tratamento e padrões de potabilidade da água de consumo

A água deve ser consumida sem apresentar risco à saúde do ser humano, devendo passar por processo de limpeza e descontaminação, já que ela é primordial para o dia a dia do ser humano (higiene pessoal, alimentação, hospitais, industrias, farmácias e outras) e sendo bem tratada ela pode voltar para o meio natural sem impactos.

A água é de suma importância para vida, porém é necessário que se tenha acesso a água de qualidade. Segundo Gonçalves (2013), na última década, todos os anos cerca 3,5 milhões de pessoas vão a óbito no mundo por fatores relacionados ao fornecimento inadequado da água ou até mesmo à falta de saneamento.

No Brasil, de 80% das doenças 33% está associado a doenças de veiculação hídrica, sendo a maioria da faixa etária 0 a 5 anos, ou seja, ocorrendo na sua maioria em crianças devido o organismo ainda em desenvolvimento. Essas doenças

geralmente ocorrem por água poluída e contaminada de organismos ou substâncias prejudiciais à saúde devido a interferência dos seres humanos no meio natural (LIMA, 2016).

A legislação brasileira por meio da Portaria nº518, do Ministério da Saúde, 25 de março de 2004, dispõe que “toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita a vigilância da qualidade da água”. Essa potabilidade também foi restabelecida pela Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde que tem as indicações dos padrões seguros para o consumo humano que dizem:

“Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.”(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 3º).

“Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.” (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 4º).

Aplicar os padrões estabelecidos pela portaria é o mínimo para ter um consumo seguro e mostrar que a qualidade no tratamento de água é importante para o bem-estar do ser humano, pois o consumo da mesma em condições não recomendáveis pode vir a ocasionar problemas de saúde coletiva, como doenças de diversos tipos causadas por vírus (Hepatites virais A e E), parasitas (Ameba, Ascariíase Giardíase), bactérias (Cólera, febre tifoide, leptospirose) e compostos químicos, uma vez que toda a população de um determinado lugar utilize da mesma água para o consumo (BRASIL, 2004).

De acordo com Daniel *et al* (2001) o médico John Snow, foi o primeiro a constatar, em 1849, que a cólera era transmitida pela água ao ser humano. Porém para Ribeiro; Rolim (2017) a água de má qualidade é imprestável para consumo, pois é vetor de transmissão de doenças para seres humanos e demais seres vivos. Contabilizar grande volume de água sem qualidade é o mesmo que a não existência da mesma. Com isso destaca-se os padrões de potabilidade (**Figura 3**) vigente na Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017.

Figura 3. Indicações dos padrões de potabilidade da água para consumo.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIDADE		
PARÂMETROS	REFERÊNCIA LEGISLAÇÃO (Valores máx. permitidos)	UNIDADE
pH	6,0 – 9,5	-
Odor	Não objetável	-
Sabor	Não objetável	-
Cor	Máx. 15 Uh	-
Turbidez	Máx. 5 UNT	-
Alcalinidade total	500	mg/L
Cálcio	-	mg/L
Cloretos	250	mg/L
Dureza total	500	mg/L
Ferro total	0,3	mg/L
Magnésio	-	mg/L
Sílica	-	mg/L
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DE		
PARÂMETROS	REFERÊNCIA LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	COLILERT
Escherichia coli	Ausência em 100 mL	COLILERT
Bactérias Heterotróficas	500 UFC/mL	SIMPLANTE

Fonte: Ministério da Saúde, 2017.

De acordo com Brasil (2017) “O controle de qualidade de água para consumo humano, aprovada na Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, consiste no conjunto atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletivo de abastecimento de água destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição”.

A qualidade da água é de responsabilidade do poder público, que deve assegurar o fornecimento de água seja feita conforme a gestão adequada dos recursos hídricos. Além de analisar todos os padrões de potabilidade exigidos pela legislação específica, pois a água tem que ser disponibilizada de forma adequada

para o consumo humano. Passando por diversas etapas no processo de abastecimento, que vão desde o tratamento até a distribuição e, caso alguma delas apresente falhas, pode desencadear um processo de contaminação comunitária. (SANTOS, 2015).

A utilização da mesma para o abastecimento público e disponibilizar água potável para a comunidade, na qual estão inseridos, deve sob uma série de medidas para atender aos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos definidos pela legislação vigente e não oferecer riscos à saúde do consumidor (ALMEIDA, 2013)

3.3 Sistema de tratamento convencional

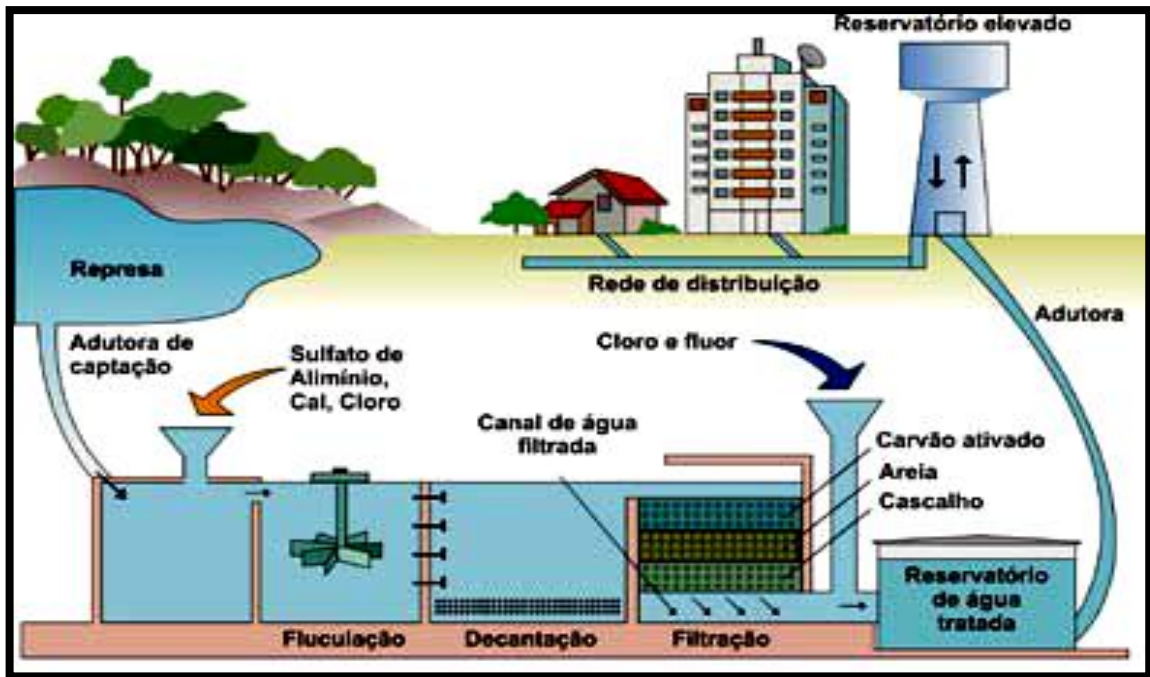
Na maioria das cidades e municípios brasileiros existem sistemas de tratamento e abastecimento de água, mesmo que alguns municípios do interior não abasteçam 100% a população, mas boa parte tem o privilégio de utilizar esse recurso através do abastecimento (ABES, 2015).

As Estações de Tratamento de Água (ETA) são responsáveis pela retirada de água nos rios, lagos e outras fontes, realizam seu tratamento por meio tratamentos físicos e com a adição de algumas substâncias químicas para eliminar microrganismos e as impurezas presentes para distribuição e consumo.

O tratamento adequado para águas superficiais como de rios, lagos, represas ou canais são realizadas pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, tendo influência direta sobre a saúde, qualidade de vida e desenvolvimento da população (SOUZA, 2000).

Na **Figura 4** podemos observar resumidamente como funciona uma ETA desde a etapa de captação até a distribuição para a população.

Figura 4. Esquema de tratamento e distribuição de água.



Fonte: Manual de Saneamento Básico, 2017.

A captação de águas superficiais em seu estado bruto, contendo uma grande quantidade de contaminantes, pode ser feita por bombeamento ou gravidade. Devido à grande quantidade de materiais grosseiros que podem estar presentes como folhas e galhos, por exemplo, a água passa por um sistema de grades antes de seguir pela adutora até a estação de tratamento (GONÇALVES, 2013). Ao chegar na ETA são iniciadas as etapas física e químicas apresentadas.

Ao final das etapas de filtração, inicia-se o processo de desinfecção através da aplicação de cloro, que é a destruição ou inativação de organismos patogênicos e de outros organismos indesejáveis como bactérias e vírus causadores de doenças. Neste local ocorre também a aplicação de flúor para prevenção da cárie dentária, e de cal hidratada secundária para correção do pH final da água (MEYER, 1994).

Ao final das etapas na estação de tratamento, há uma avaliação antes da água ser distribuída para a população, há uma análise dos padrões que a identificam se a água está dentro dos padrões estabelecidos. Ao constatar os resultados eficientes da desinfecção de acordo com as conformidades previstos pela Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, a água potável é liberada para as redes de distribuição, para chegar as demais residências e órgãos da cidade (SISAM, 2019).

Quadro 1. Etapas físico-químicas para o tratamento de água.

ETAPAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA	
COAGULAÇÃO	Consiste-se em colocar a água em contato com o sulfato de alumínio e cal hidratada ou outro coagulante, a fim das partículas de sujeira fiquem eletricamente desestabilizadas, se juntando com maior facilidade sob uma mistura rápida.
FLOCULAÇÃO	Aqui ocorre o processo pelo qual os coágulos, produzidos eletricamente, se agrupam de modo a formarem outros maiores, chamados flocos, suscetíveis a serem removidos na decantação e filtração.
DECANTADORES	Local onde ocorre a separação das partículas sólidas (flocos), que sendo mais pesadas que a água, por meio da gravidade, tende sedimentar no fundo do decantador.
FILTROS	Caracteriza-se por reter as partículas que não foram removidas na decantação, representando, portanto, um sistema capaz de corrigir falhas de processos anteriores. E nessa etapa que se inicia a remoção física de microrganismos patogênicos gerando um efluente final de melhores características que o efluente do decantador.

Fonte: Gonçalves, 2013.

3.3.1 Desinfecção da água

O processo de desinfecção tem como característica a destruição de organismos patogênicos, são capazes de atingir o organismo humano provocando doenças. A sobrevivência desses organismos pode levar dias em temperaturas de aproximadamente 21°C, mas também podem estar adaptada em condições de baixas temperaturas podendo sobreviver nessas condições por vários meses. (LIMA,2017)

A remoção de organismos da água pode ocorrer de diversas formas como nas etapas de sedimentação, coagulação e filtração, mas também em processos específicos, com o intuito de desativar os organismos presentes na água. Esses processos podem ser a partir de tratamentos com aplicação de calor, luz ultravioleta, íons metálicos de cobre e prata, oxidantes, além de compostos orgânicos e inorgânicos (Meyer, 1994).

Na desinfecção da água, o cloro e seus derivados, por ser considerado eficaz devido sua capacidade de agir sobre microrganismos patogênicos, constituem no mais importante dentre todos os elementos utilizados, com fácil manuseio na aplicação e mantimento da estabilidade química na rede de distribuição após ser aplicado em caráter corretivo e preventivo (MENEZES et al, 2012).

3.4 Análises microbiológicas

Para atender aos padrões, a água deve apresentar quantidades limites para diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que são definidos pela Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.

A água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceito, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli* (BRASIL, 2004).

3.4.1 Bactérias do grupo coliforme

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) ou fecais (CF) (MACÊDO, 2001), indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais, que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006; EMILIANO; ANDRÉ, 2012; MENEZES et al., 2013).

As bactérias do grupo coliformes são formadas por bactérias que incluem os gêneros: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, porém, o grupo é mais

heterogêneo e incluem uma ampla variedade de gêneros, tais como *Serratia* e *Hafnia* (BETTEGA *et al.*, 2006; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Definem-se coliformes totais como bastonetes Gram-negativos não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas à temperatura de 35°C (e podem apresentar atividades da enzima β -galactosidase). O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos, como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas (SILVA *et al.*, 2005).

A presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída (LECHAVALLIER *et al.*, 1996). Como indicador de contaminação fecal tem-se a *E. coli*, por ser uma enterobactéria. A *E. coli* causa diarreias e pode estar acompanhada de vômitos, febre e dores abdominais. Sua presença indica que a água está em condições de higiene insatisfatórias (FORSYTHE, 2002).

A portaria em vigência apresenta o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano determinando o valor máximo permitido de alguns microrganismos. Na saída da estação de tratamento a água devem apresentar ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes em 100 mL de água tratada.

A identificação da presença de *E. coli* em amostras de água comprovam que está água é inadequada para o consumo humano, pois os resultados de suas análises podem indicar a presença de microrganismos patogênicos (ALVES *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2013).

3.4.2 Bactérias heterotróficas

A contagem de bactérias heterotróficas para verificar a qualidade da água para consumo humano é realizada respeitando os limites pré-estabelecidos na portaria vigente, no qual a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por mililitro (UFC/mL)

A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que necessitam carbono orgânico, providencia informações sobre a

qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. Os testes mostram etapas da detecção de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição.

3.5 Análises físico-químicas

3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH nada mais é do que a representação da concentração de íons hidrogênio (H^+), cujo o mesmo indica as condições de acidez da água. É um parâmetro físico-químico muito importante e deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento (BAIRD, 2004).

As variáveis ambientais são muito complexas, para o pH deve-se levar em considerações vários fatores, no meio natural o pH sofre influencias do meio e das concentrações de íons provocado através da dissociação do ácido carbônico que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonáticos e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina (LIMA, 2017).

O pH é padrão de potabilidade, com isso a águas deve manter para abastecimento público valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, (BRASIL, 2017).

3.5.2 Temperatura

O aquecimento térmico na água é gerado boa parte por uma radiação solar. Os mecanismos de transferência de calor da superfície da água constituem na condução de calor e evaporação (TUNDISI E MATSUMURA TUNDISI, 2008). A temperatura é definida como uma medida estatística do nível de agitação entre moléculas, que está relacionado com a atração para o deslocamento da energia cinética de um átomo ou molécula (ROCHA 2013). De modo geral, quando a temperatura da água aumenta, conseqüentemente o pH diminui também em muitos casos.

Respeitando os parâmetros físicos, a temperatura é primordial para identificação da potabilidade da água. Ao falar-se da temperatura pode dizer que a verificação da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois o mesmo estabelece e influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido). A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes de interferências antrópicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas) (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

3.5.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) abrange todos os sais presentes na água, e aqueles elementos não iônicos, medidos pelo total de carbono dissolvido. No meio natural em condições normais do ambiente as substâncias dissolvidas são provenientes de características geoquímicas liderada pelo próprio meio em fazer suas relações, essas propriedades geoquímicas são geralmente do solo e das rochas que formam o substrato das bacias hidrográficas que os drenam para os rios e lagos (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008).

3.5.4 Condutividade Elétrica (CE).

A condutividade elétrica é a capacidade da água em conduzir corrente elétrica sendo então uma fonte natural de energia quando necessário. Porém, tudo está ligada a concentração de íons e da temperatura. A condutividade pode indicar possíveis modificações na composição da água, principalmente mineral (LIMA, 2016).

De acordo com o autor Cruz (2019), a condutividade elétrica é um indicador da salinidade resultante da centralização de sais, ácidos e bases presentes no meio. Portanto, nada mais é que a medida da capacidade da molécula de água em conduzir corrente elétrica através do conteúdo eletrolítico da água. Valores de condutividade elétrica da água são utilizados há décadas como indicativos da qualidade da água.

4 MATÉRIAS E MÉTODOS

A metodologia envolveu as seguintes etapas: (4.1) Área de Estudo; (4.2) Caracterização, coleta e armazenamento de amostras; (4.3) Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes; (4.4) Análise e interpretação dos dados.

4.1 Área de estudo

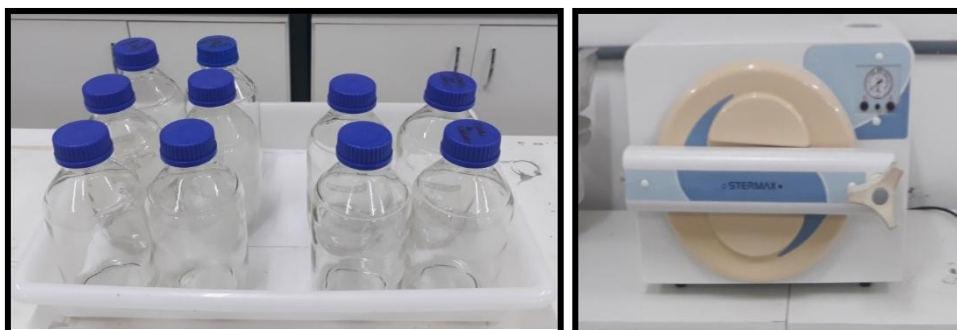
A seguinte pesquisa deu-se por 10 pontos distribuídos no município de Benjamin Constant- AM, para coleta de amostras de água. Esses pontos foram selecionados com base no Art. 41, inciso I da PRC nº5, de 28 de setembro de 2017, os quais atendessem um grande público, sendo UBS, Hospital, Escolas Municipais e Estaduais, além da ETA-COSAMA que abastece o município.

4.2 Caracterização, coleta e armazenamento de amostras

Foi identificada a origem e a forma de armazenamento da água utilizada para consumo no local de realização da pesquisa e todos os pontos foram georreferenciados. Por motivos de formalidade com a prefeitura e as secretarias do município, as coletas iniciaram no mês de dezembro 2018, no turno matutino com intervalos de 30 dias.

As coletas foram realizadas na torneira das cozinhas ou copas de cada ponto de coleta, em frascos de 100 mL previamente esterilizados (**Figura 5**) e identificadas de 1 a 10 (C1 a C10), com exceção de C3 (ETA-COSAMA) que foi coletado na torneira da saída de distribuição para o município.

Figura 5. Frascos de coleta e autoclave usada na esterilização.



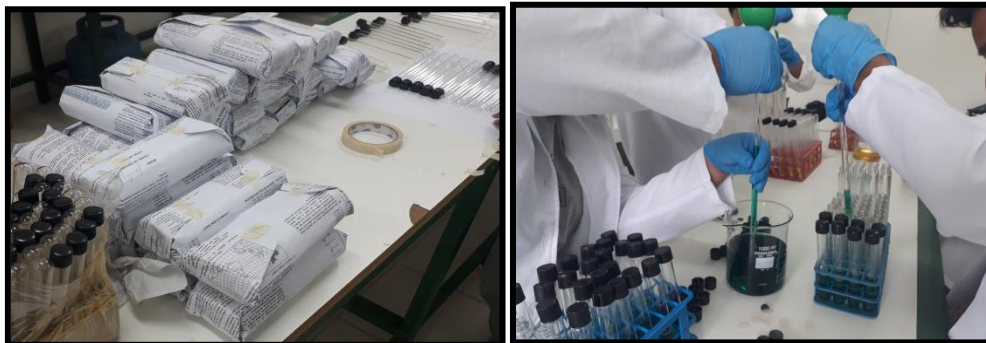
Fonte: Autor, 2018.

Após as coletas, todas as amostras foram armazenadas em uma térmica contendo bolsas de gelo e encaminhadas para o Instituto de Natureza e Cultura-INC/UFAM para início imediato das análises, como descrito no manual prático de análise de água (FUNASA, 2013).

4.3 Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes

Para a avaliação dos coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos, com o uso do caldo Lactosado de concentração dupla e simples e o caldo Lactosado Verde Brilhante a 2% para CT e Meio EC (*Escherichia coli*) para CTT. Todas as vidrarias foram previamente esterilizadas por 45 minutos, assim como os meios de cultura por 15 minutos na autoclave, **Figura 6** (FUNASA, 2013).

Figura 6. Preparação dos tubos de ensaio e meios de cultura para esterilização.



Fonte: Autor, 2019.

4.3.1 Coliformes totais

Teste presuntivo

Foram preparadas baterias contendo 15 (quinze) tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5 para todos pontos. A cada ponto nos primeiros cinco tubos (contendo caldo lactosado de concentração dupla), inoculou-se com pipetas esterilizadas 10 ml de amostra de água, sendo examinada em cada tubo (diluição 1:1). Para os outros dez tubos restante de cada ponto (contendo caldo lactosado de concentração simples), inoculou-se nos primeiros cinco 1 ml de amostra (diluição 1:10) e nos últimos cinco tubos, inoculou-se 0,1 ml de amostra, em cada tubo

(diluição 1:100). Logo após foram adicionados tubos de Durham dentro de todos os tubos para fermentação. Em seguida incubou-se as baterias a 35° por 24/48 horas, **Figura 7** (FUNASA, 2013).

Figura 7. Incubação das amostras coletadas em caldo lactosado de concentração dupla.



Fonte: Autor, 2018.

Teste comparativo e confirmativo

Retirou-se os tubos de teste presuntivo que deram positivo (apresentaram formação de gás) nas 3 diluições 1:1; 1:10 e 1:100, com auxílio de uma alça de platina, previamente flambada e fria, retirou-se uma alíquota e replicou-se para os tubos contendo Caldo lactosado Verde brilhante Bile a 2%. Os quais foram identificados e incubados durante 24/48 horas a 35°C.

4.3.2 Coliformes Termotolerantes

Para análise de coliformes termotolerantes, tomaram-se todos os tubos do Teste Presuntivo que deram positivos (Formação de gás) e todos os tubos negativos, percebendo o crescimento após 48 horas, nas 3 diluições (1:1; 1:10 e 1:100), transferindo, com alça de platina flambada e fria, uma porção para os tubos de ensaio contendo o meio EC. Em seguida deixou-se os tubos em banho de água durante 30 minutos e incubou-se em banho-maria a $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ durante 24 ± 2 horas (**Figura 8**), os quais verificou-se a formação de gás (FUNASA, 2013).

Figura 8. Incubação em banho-maria.

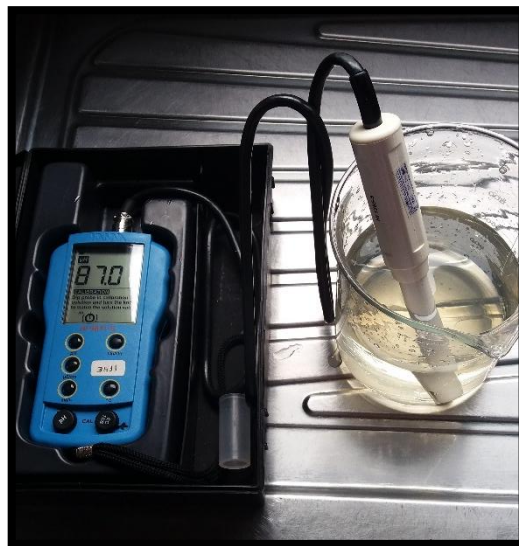


Fonte: Autor, 2019.

4.4 Análise e interpretação dos dados

Os dados foram expressos de acordo com NMP (Número Mais Provável) /100 ml de amostra. Verificando a combinação apresentada pelo número de tubos positivos com as diluições preparadas no teste confirmativo para CT e CTT por meio da formação de gás. Os parâmetros físico-químicos (pH, STD, CE e Temperatura) foram medidos com uso de um multiparâmetros (**Figura 9**).

Figura 9. Medidas dos parâmetros físico-químicos.

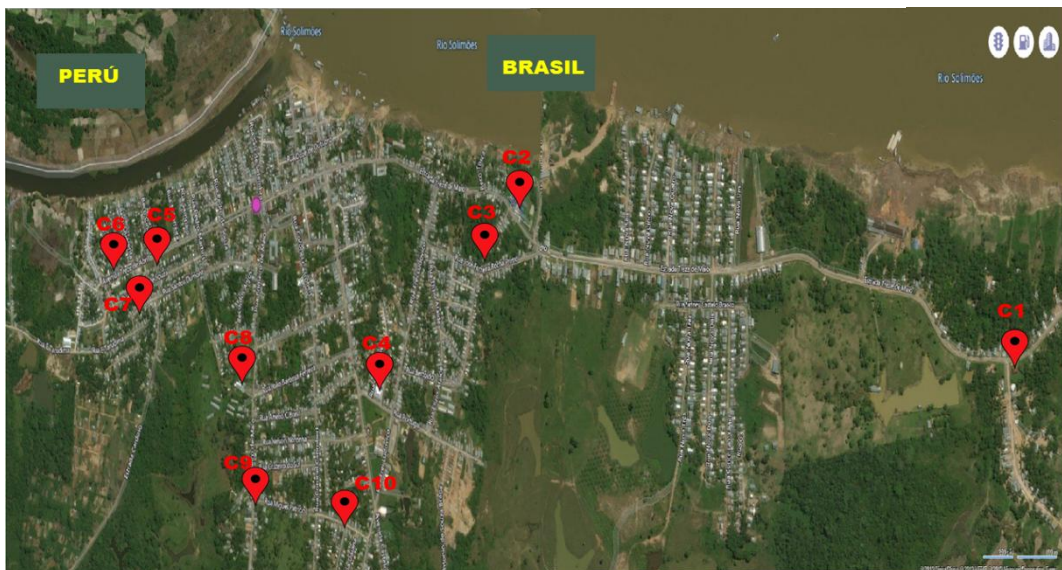


Fonte: Autor, 2019.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Benjamin Constant- AM a água é retirada diretamente da margem do rio Javari e levada para a ETA – COSAMA, responsável pelo tratamento e abastecimento da população. Todos os 10 pontos de coletas escolhidos no município (**Figura 10**), são abastecidos diretamente pela rede de distribuição e armazenadas em caixas d'água, algumas em material de polietileno e outras de alvenaria.

Figura 10. Pontos de coleta no Município de Benjamin Constant – AM.



Fonte: Autor, 2019.

Atualmente, quem realiza esse trabalho de abastecimento de água é a Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA). O processo inicia quando a água é captada por bombas instaladas em um flutuante no o rio e enviadas a uma Estação de Tratamento de Água (ETA) – C3, posteriormente é armazenada em um reservatório passando por diversos processos e em seguida é transferido para outro reservatório. O processo de tratamento envolve aplicação de produtos químicos, coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração, realizando o monitoramento de análise mensalmente.

Uma vez tratada no estabelecimento de abastecimento de água, a distribuição é feita em tubos de PVC para a população em geral, chegando até as caixas d'água residenciais e das instituições públicas e privadas de toda a cidade, onde é armazenada até seu consumo. Esta distribuição é realizada todos os dias.

Em todas as amostras coletadas no município realizou-se testes para esclarecer se água fornecida nestas instituições públicas e para a população em geral está adequada para consumo.

5.1 Análises microbiológicas (CT e CTT)

Nos meses iniciais de Dez/2018 até Fev/2019, o ponto C3 permaneceu em condições estáveis de qualidade, mas de todos os meses de coleta realizadas apenas os meses de março e julho que apresentou material biológico classificado em CT (coliforme totais) e CTT (coliformes termotolerantes) em menor contaminação nos referidos meses em que se realizou a pesquisa. Neste modo, possivelmente nos meses de março e julho o ponto C3 apresentou algumas contaminações devido a manutenção de limpeza nos reservatórios da estação de tratamento de água, na qual facilitou a contaminação.

O teste confirmativo para CT foi positivo em todas as 10 amostras, entre os meses de Dez/2018 e Jul/2019, com oscilação nos valores de números mais Prováveis - NMP/100 mL. Somente as amostras C1 e C2 apresentaram valores iguais ou superiores a 1600 NMP/100 mL no mês dezembro. No mês de Fev/2019, no geral, todas as amostras coletadas apresentaram uma redução considerável nos valores de NMP, sendo algumas com valores <2 NMP/100mL ou podemos considerar até mesmo ausência de CT, **Tabela 1**.

Tabela 1. Controle das análises de coliformes totais de Dez/2018-Jul/2019.

Pontos	Meses	NMP/ 100 mL	Intervalo de confiança (95%) valores aproximados	
			Inferior	Superior
C1	Dez/2018	1600	-	-
	Jan/2019	21	9	55
	Fev/2019	34	16	80
	Mar/2019	30	100	130
	Abr/2019	240	100	940
	Mai/2019	140	60	360
	Jun/2019	90	40	250
	Jul/2019	22	12	63

C2	Dez/2018	1600	-	-
	Jan/2019	300	100	1300
	Fev/2019	2	1	10
	Mar/2019	2	1	10
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	17	7	45
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C3	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	2	1	10
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	2	1	11
C4	Dez/2018	40	20	40
	Jan/2019	4	1	15
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	4	1	17
	Abr/2019	6	2	18
	Mai/2019	220	100	560
	Jun/2019	17	7	40
	Jul/2019	4	1	15
C5	Dez/2018	300	100	1300
	Jan/2019	900	300	2900
	Fev/2019	12	5	29
	Mar/2019	6	2	18
	Abr/2019	50	2	150
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C6	Dez/2018	11	4	29
	Jan/2019	33	15	77
	Fev/2019	27	12	67
	Mar/2019	17	7	40
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	14	7	40
C7	Dez/2018	130	50	390
	Jan/2019	6	2	18
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	4	1	17
	Abr/2019	9	3	25
	Mai/2019	-	-	-
	Jun/2019	2	1	11

	Jul/2019	6	2	18
C8	Dez/2018	17	7	46
	Jan/2019	33	15	77
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	17	7	40
	Abr/2019	1600	-	-
	Mai/2019	17	7	46
	Jun/2019	33	15	77
	Jul/2019	26	9	56
	C9	Dez/2018	500	200
Jan/2019		2	1	10
Fev/2019		<2	-	-
Mar/2019		13	5	38
Abr/2019		8	3	24
Mai/2019		140	6	360
Jun/2019		4	1	11
Jul/2019		2	1	10
C10		Dez/2018	300	100
	Jan/2019	17	7	46
	Fev/2019	8	3	24
	Mar/2019	4	1	17
	Abr/2019	6	2	18
	Mai/2019	7	2	20
	Jun/2019	4	1	17
	Jul/2019	<2	-	-

Fonte: Autor, 2019.

As amostras C1, C2 e C8 apresentaram valores relevantes ou superior a 1600 NMP/100 ml, no mês de dezembro na C1 e C2, no mês de abril na C8, nisso as coletas exibiram abundante nos valores de NMP, consistindo os valores <2 NMP/100mL na qual podemos analisar até a própria omissão de CT.

A presença de CT nas amostras coletadas no destino final, indicam que essa água não está sendo consumida com o nível de desinfecção e potabilidade exigida pela Portaria MS nº. 2914/2011. Que ao analisarmos os meses de coleta, pode-se perceber que em todas as coletas realizadas, o ponto C1 não esteve livre de contaminação por CT. Os níveis de contaminação muitas vezes elevam-se pela precariedade das instalações hidráulico-sanitárias do sistema de distribuição, pela falta de manutenção dos reservatórios e pelo manuseio inadequado da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006), não necessariamente do local que ela é tratada e distribuída.

Neste caso, a contaminação desses pontos específicos, não se relacionam com a rede de distribuição do ponto C3, cuja a NMP é inferior, não apresentando contaminação. Vale ressaltar que tanto para o ponto C1 e C2 quanto para o C8 podem se tratar de contaminação no percurso da rede de encanação dos locais ou tratar da higienização dos reservatórios residenciais, o que caracteriza fatores externos que não competem a rede de abastecimento de água do município.

Na **Tabela 2** podemos observar que todas amostras indicaram a presença de contaminantes de origem fecal nos meses de Dez/2018 a Jul/2019. Não se sabe a respeito da frequência de higienização dos reservatórios nos pontos de coletas, mas ainda que o índice de contaminação por CTT não se mostre elevado, não é permitido a presença de CTT na água para consumo humano, independentemente dos valores de NMP.

Tabela 2. Controle das análises de Coliformes Termotolerantes de Dez/2018 a Jul/2019.

Pontos	Meses	NMP/ 100 mL	Intervalo de confiança (95%) valores aproximados	
			Inferior	Superior
C1	Dez/2018	4	1	13
	Jan/2019	17	7	46
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	2	1	10
	Abr/2019	4	1	11
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C2	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	7	2	20
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	4	1	13
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C3	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	6	20	18
	Abr/2019	<2	-	-

	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	2	1	11
C4	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	<2	-	-
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	9	3	24
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	2	1	10
C5	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	2	1	11
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C6	Dez/2018	4	1	13
	Jan/2019	4	1	17
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	<2	-	-
	Abr/2019	2	1	11
	Mai/2019	<2	-	-
	Jun/2019	2	1	10
	Jul/2019	<2	-	-
C7	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	2	1	10
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	6	2	18
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	-	-	-
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	2	1	11
C8	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	17	7	40
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	4	1	13
	Abr/2019	4	1	15
	Mai/2019	6	2	18
	Jun/2019	2	1	10
	Jul/2019	<2	-	-
C9	Dez/2018	<2	-	-
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-

	Mar/2019	7	2	21
	Abr/2019	2	1	11
	Mai/2019	4	1	13
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-
C10	Dez/2018	2	1	10
	Jan/2019	<2	-	-
	Fev/2019	<2	-	-
	Mar/2019	2	1	10
	Abr/2019	<2	-	-
	Mai/2019	4	1	13
	Jun/2019	<2	-	-
	Jul/2019	<2	-	-

Fonte: Autor. 2019.

Essa água é utilizada na lavagem das mãos, frutas, verduras, louças e etc., o que possibilita o risco a saúde humana por doenças como gastroenterites agudas e diarreias (FUNASA, 2013). Tudo isso porque a *Escherichia coli*, além de representar o grupo de CTT, apresenta muita resistência a agentes tensoativos, agentes desinfetantes e tem maior tempo de sobrevivência na água. É pouco provável a proliferação de CTT em um sistema de distribuição em boas condições hidráulico-sanitárias, ao menos que não exista cloro residual livre (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Sabemos que alguns fatores contribuíram com a melhora na qualidade da água no mês de Fev/2019. Pode-se pensar que devido a cheia dos rios e aumento do arraste de rejeitos do solo, foi necessário o aumento da concentração de cloro durante o processo de desinfecção. Conseqüentemente, ocorreria um aumento da concentração de cloro na água do consumidor final inibindo o crescimento de CT e CTT. Seria necessário a execução de um estudo de caso para que pudéssemos justificar as possibilidades, sendo que até o momento não conseguimos realizar a análise de cloro.

É importante ficar claro que apenas as análises microbiológicas na determinação de CT e CTT, não garantem validação da potabilidade da água exigidos pela Portaria MS nº. 2914/2011, mas nos fornecem informações sobre o grau de contaminação de organismos possivelmente patogênicos.

No ponto C8 notou-se após as análises que não houve nenhuma melhora nas condições da qualidade da água, apresentando resultado positivo para CTT em

todos os meses de coleta, respectivos Dez/2018 a Jul/2019 para essa ocasião vale ressaltar que não podemos afirmar a razão desses resultados, poderem suporhamos que os mesmos, estão necessariamente ligados a condições externas como higienização dos próprios reservatório.

5.2 Análise dos parâmetros físico-químicos

As análises físico-químicas caracterizadas por uma série de condições ambientais da água, estatisticamente falando esses parâmetros podem indicar se a água está ou não adequado para consumo, são determinados por oxigênio dissolvido (OD), temperatura (°C), turbidez (NTU), sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), acidez e alcalinidade.

Os parâmetros físico-químicos analisados nos 10 (dez) pontos seguiram de acordo com a temperatura, pH, sólidos dissolvidos e condutividade elétrica que foram realizados dentre os mesmos (**Tabela 3**).

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos da água de instituições públicas de Benjamin Constant- AM.

Meses	Pontos	pH	T (°C)	STD (mg/L)	CE (µS/cm)
Janeiro	C1	7,2	24,1	490	970
	C2	5,1	24,3	420	910
	C3	6,0	30,4	400	820
	C4	6,0	30,0	400	810
	C5	5,2	26,0	400	620
	C6	5,4	30,0	310	630
	C7	5,1	30,1	330	610
	C8	5,2	29,4	320	610
	C9	6,0	29,2	240	520
	C10	5,0	29,1	320	600
Fevereiro	C1	7,0	23,9	480	940
	C2	5,4	30,0	440	910
	C3	6,0	30,4	400	800
	C4	6,0	30,1	400	810
	C5	5,4	28,5	310	620
	C6	5,0	30,2	330	630
	C7	5,2	30,0	320	670
	C8	5,1	30,0	320	610
	C9	5,2	29,2	300	610
	C10	6,5	28,1	310	570
Março	C1	7,5	24,1	490	960
	C2	5,2	29,5	420	910
	C3	5,8	30,2	400	810

	C4	5,8	30,2	300	810
	C5	5,4	29,5	320	820
	C6	5,1	30,0	330	630
	C7	5,0	30,2	320	660
	C8	5,0	31,1	300	650
	C9	5,2	28,8	320	610
	C10	6,0	29,3	310	630
Abri	C1	7,0	23,9	490	900
	C2	5,2	29,5	400	820
	C3	6,0	30,1	400	820
	C4	6,2	29,8	300	610
	C5	5,2	28,5	310	630
	C6	5,0	30,2	330	670
	C7	5,2	31,0	320	610
	C8	5,2	29,9	300	610
	C9	5,0	29,5	320	620
	C10	6,2	29,1	300	650
Maio	C1	6,0	23,9	440	940
	C2	5,4	28,2	400	910
	C3	5,9	29,5	400	810
	C4	6,0	30,8	310	620
	C5	5,2	28,5	320	630
	C6	5,0	30,0	300	670
	C7	-	-	-	-
	C8	5,0	29,7	320	650
	C9	5,1	29,3	310	630
	C10	6,0	30,0	320	610
Junho	C1	6,0	22,3	400	920
	C2	5,6	29,5	440	820
	C3	5,8	30,3	300	620
	C4	5,2	30,2	300	630
	C5	5,0	28,9	310	670
	C6	5,2	30,2	320	620
	C7	6,1	29,0	300	610
	C8	6,8	29,7	310	610
	C9	6,2	30,0	300	630
	C10	6,8	29,5	320	600
Julho	C1	7,7	24,6	490	476
	C2	5,6	29,5	440	970
	C3	6,0	30,8	400	820
	C4	6,0	30,0	400	810
	C5	5,8	30,2	300	620
	C6	5,2	31,0	310	630
	C7	5,1	28,0	330	670
	C8	5,0	29,3	320	660
	C9	5,2	29,7	320	620
	C10	6,0	29,3	300	610

Fonte: Autor. 2019.

Os resultados enquadram-se segundo os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, mesmo com a origem da água de captação em rio. De modo geral, todas as amostras de todos os meses foram de acordo com o que é estabelecido pelo Ministério da Saúde. Os meses nos quais não há valores foram meses em que a caixa receptora do ponto passava por manutenção (limpezas e manutenção de tanques) o que acarretou a não coleta deste de amostra desse local.

Quando falamos do pH tem-se estabelecido o valor de referência de 6,0 a 9,5, ao verificar cada parâmetros várias amostras apresentam o pH abaixo de 6,0 o que permite-se afirmar que segundo a portaria, o pH se encontra fora dos limites instituídos pelo Ministério da Saúde em relação a potabilidade da água .Porém a o pH ideal para consumo varia entre 7,0 e 9,5 o que os determinam como mais alcalinos, porem quando tem-se este parâmetro abaixo ou igual a 6,0 obviamente são considerados que os organismos presentes atrapalham em suas tarefas de anular os radicais livres que produzem toxinas para água, juntamente com fatores externos de poluição.

Com relação à tabela pode-se demonstrar que água no ponto ideal considerado para consumo temos o ponto C1 que aparece com uma grande frequência nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e julho com o índice de pH entorno de 7,0 a 7,7 o que está de acordo com as referências estabelecida pelo MS, entre os pH no índice abaixo de 6,0 ou igual o ponto C8 aparece com 5,0 o que é abaixo da determinação exigida para consumo e qualidade da agua serem apropriadas para o consumo. O pH é um dos mais importantes parâmetros operacionais de qualidade da água.

O valor do pH de águas naturais oscila como foi citado acima esses valores de pH na faixa de 6,0 a 9,0 são considerados compatíveis, a longo prazo, para a maioria dos organismos. Já os valores de pH acima ou abaixo destes limites são prejudiciais ao ser humano e a outros organismos.

Com relação à temperatura pode-se afirmar que segundo Brasil (2013), a temperatura determina a velocidade das reações químicas, contribuindo com presença de microrganismos e características organolépticas, sendo assim, um importante parâmetro de análise. Ao analisar a temperatura de cada ponto tem-se uma variação com temperaturas elevadas, acima dos limites estabelecidos, porém a

temperatura do ponto C1 foi exatamente entre os estabelecidos de 22 °C a 25°C, o mesmo ponto seguiu uma variação de 22°C a 24,1° C em todos os meses de coleta.

As variações de temperatura dos cursos d'água acompanham as variações do clima durante o ano. A faixa de temperatura usual em nossas águas é de 4°C a 30°C, o aumento na temperatura da água, em geral, tem como efeito várias citações que determinem a não qualidade da água como, por exemplo: aumento da taxa de crescimento dos organismos aquáticos, evasão de gases tóxicos H₂S, coagulação de proteínas que constituem a matéria viva, aumento da toxicidade de substâncias dissolvidas na água e até mesmo evasão de substâncias orgânicas voláteis podendo causar maus odores (ANA, 2013).

A presença de sólidos na água pode dar-se de forma comum por questões ambientais (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou por ações antrópicas (lançamento de lixo e esgotos). Por se tratar de partículas com diâmetros inferiores a 10⁻³µm, os sólidos dissolvidos não são totalmente removidos mesmo passando por etapas de filtração.

Nas amostras que foram analisadas os STD presentes não ultrapassaram 500mg/L tendo o ponto C1 como o ponto que mais se aproximou, com variação em todos os meses entre 440mg/L a 490mg/L. Com menor valor em STD temos o ponto C10 que nos meses de fevereiro, abril e julho aparecem com 300mg/L.

Com relação ao abastecimento público de água, a Portaria de Consolidação n°5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde estabelece como padrão de potabilidade 1000 mg/L de sólidos totais dissolvidos.

De acordo com Pinto (2007), a CE é expressa pela medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica devido à presença de íons. Essas características diferem de acordo com as mudanças de concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon presente na substância.

Quando se coloca a referência ≤100 µS/cm estabelecidas ao analisar a qualidade da água para consumo percebe-se que em todos os meses analisado a condutividade elétrica tem valores acima do estabelecido como adequado para o consumo pela Portaria de Consolidação n°5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.

Os resultados das análises mostram números elevados como nos pontos C1 e C2 que chegam a alcançar 970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos meses de janeiro e julho. Já em um único mês o menor valor que têm dentro das análises dos pontos tem-se o mês de julho que obteve 476 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que mesmo assim é considerado alto valor para condutividade elétrica comparado a ≤ 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade está sujeita expressivamente a depender da temperatura. Com isso, os dados de condutividade devem ser seguidos da temperatura na qual foi medida.

Todos os padrões utilizados como referência nas análises físico-químicas realizadas neste trabalho estão na **Tabela 4**. Sendo elas determinada pelo Ministério da Saúde por meio da portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017.

Tabela 4. Padrões físico-químicos de potabilidade da água.

Parâmetros	VMP
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,0 a 9,5
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	22 a 25
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	≤ 1000
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	≤ 100

Fonte: Brasil, 2017.

CONCLUSÃO

A água fornecida pela Estação de Tratamento de Água – ETA/COSAMA, para o município de Benjamin Constant- AM, apresentou conformidade nos resultados das análises microbiológicas de CT e CTT realizadas nos meses de Dez/2018 a Jul/2019 de acordo com o exigido pela Portaria MS nº. 2914/2011 não apresentando riscos com microrganismos patogênicos na água para o consumo humano, exceto no período de higienização dos reservatórios.

Mas, as amostras coletadas nos 10 pontos selecionados, apresentaram resultados não conformes para CT em todas as amostras dos meses de Dez/2018 a Jul/2019, com exceção das amostras C3 no qual corresponde a base de tratamento do município. E para CTT, apenas as amostras C2, C4 e C5 apresentaram menores indícios de contaminação fecal nos meses coletados.

Isso significa que a água está saindo sem a presença de material biológico da ETA ponto C3, o que não garante potabilidade, porém no destino final está sendo usada com a presença de CT e CTT, ou seja, com riscos à saúde por se tratar de uma água fora dos padrões de potabilidade. Como trata-se da companhia que abastece o município, podemos dizer que pelos métodos utilizados para análises a água está livre da presença de material biológico, mostrando efetividade no processo de desinfecção.

Essas condições, parte da perspectiva de que as amostras com a presença de materiais biológicos venham de fatores externos que não estão ligadas ao tratamento da rede de distribuição, fatores esses que podem ser classificados como: não higienização de tanques domésticos e caixas d'água além de fatores no percurso das canalizações domésticas e até mesmo das estruturas de tubulações de saneamento básico do município.

REFERÊNCIAS

_____*Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS 2019.*

Acessado em: 28/05/2021

_____*Perdas de Água: Desafios à Disponibilidade Hídrica e Necessidade de Avanço na Eficiência do Saneamento 2020 – Instituto Trata*

Brasil. : cessado em 28/05/2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA – ABES. Consumo de água por habitante no Brasil é estável. Disponível em: <<http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-declippings/pt-br/ler/2154/consumo-de-agua-por-habitante-no-brasil-e-estavel>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 2914 de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.**

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013.**

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 4. ed. ampl.– Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

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

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

CALAZANS, N.A.R.; LEVY, M.C.T.; MOREAU, M. **Interrelações entre clima e vazão.** In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** 2 ed. Ilhéus (BA): Editus, 2005.

CALAZANS, N.A.R.; LEVY, M.C.T.; MOREAU, M. **Interrelações entre clima e vazão.** In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** 2 ed. Ilhéus (BA): Editus, 2005.

CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **Moléculas importantes para a compreensão da célula e do seu funcionamento.** In: **A célula.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2007.

CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **Moléculas importantes para a compreensão da célula e do seu funcionamento.** In: **A célula.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2007.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P. **Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official monitoring of drinking water supplies.** **Journal of Applied Bacteriology**, v.76,1996.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P. **Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official monitoring of drinking water supplies.** **Journal of Applied Bacteriology**, v.76,1996.

DANTAS, M.G.F.; LIMA, L.F.F.; SOUZA, L.E.; LEMOS, M.M.G.; HIRATA, R. BATELLO, E.R.; CASARINI, D.C.P. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Campinas – SP –**

por fontes industriais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1997. Anais... Vitória: ABAS, v. 3,1997.

DANTAS, M.G.F.; LIMA, L.F.F.; SOUZA, L.E.; LEMOS, M.M.G.; HIRATA, R. BATELLO, E.R.; CASARINI, D.C.P. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Campinas – SP – por fontes industriais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1997. Anais... Vitória: ABAS, v. 3,1997.

Dinamica Ambiental, **Quais são as etapas do tratamento da água? Entenda como funciona esse processo, SABESP, 2013, Acessado em: 28/05/2021**

Domingues, Vanessa Oliveira, **Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias**, Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 15-19, 2007

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar.** [s. ed.]. Traduzido por: **Maria Caroline MinardiGuimarães e Cristina Leonhardt.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar.** [s. ed.]. Traduzido por: **Maria Caroline MinardiGuimarães e Cristina Leonhardt.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** [s. ed.]. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCO, B. D. G. M.; LANGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** [s. ed.]. São Paulo: Atheneu, 2008.

GONÇALVES, Carolina, **Falta de água de qualidade mata uma criança a cada 15 segundos no mundo**, revela Unicef, *Agência Brasil*, 2013

GUIMARÃES, Carvalho e Silva- **Saneamento Básico** , Agosto de 2007

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba-PR.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba-PR.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LEÃO, M. F. **Análise da água realizada pelos alunos do Centro de Educação de Jovens e Adultos de Barra do Bugres.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. VII, p. 1539-1548, 2011

LEÃO, M. F. **Análise da água realizada pelos alunos do Centro de Educação de Jovens e Adultos de Barra do Bugres.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. VII, p. 1539-1548, 2011

LEME, F. P. **Teorias e técnicas de tratamento de água.** Rio de Janeiro : ABES,, 608p, 1990

LEME, F. P. **Teorias e técnicas de tratamento de água.** Rio de Janeiro : ABES,, 608p, 1990

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2. ed. Campinas, SP: Átomo, 2008.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2. ed. Campinas, SP: Átomo, 2008.

LIMA, Raul Sampaio; HANAI, Frederico Yur. Abrangência do conceito de ciclo hidrológico e abordagens das relações humanas com a água na pesquisa científica. **Revista ESPACIOS**, Caracas, v. 38, n. 9, 2017.

LIMA, Raul Sampaio; HANAI, Frederico Yur. **Abrangência do conceito de ciclo hidrológico e abordagens das relações humanas com a água na pesquisa científica.** Revista ESPACIOS, Caracas, v. 38, n. 9, 2017.

Melo, Marly de Fátima de. **Doenças de veiculação hídrica,** AEDI, Belém – Pará 2019.

MILLER JUNIOR, G. Tyler. **Ciência ambiental.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MILLER JUNIOR, G. Tyler. **Ciência ambiental.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. / coordenação geral, João Gilberto Lotufo Conejo ; coordenação executiva, Marcelo Pires da Costa, José Luiz Gomes
Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. / coordenação geral, João Gilberto Lotufo Conejo ; coordenação executiva, Marcelo Pires da Costa, José Luiz Gomes

RIBEIRO, L.G.G.; ROLIM, N.D. **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica.** Revista Direito Ambiental e sociedade, v.7, n.1, 2017.

RIBEIRO, L.G.G.; ROLIM, N.D. **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica.** Revista Direito Ambiental e sociedade, v.7, n.1, 2017.

Sá LL, Jesus IM, Santos EO, et al. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento** Belém do Pará, Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde v.1 4, n.3 Brasília set. 2005

Sá LL, Jesus IM, Santos EO, et al. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento** Belém do Pará, Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde** v.1 4, n.3 Brasília set. 2005

SANTOS, Renata de Souza; MOHR, Tainara . **SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas**. Revista Saúde e Contexto, Ijuí-RS, v. 13,2013. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/viewFile/2877/3353>>. Acesso em: 13/10/2020.

SANTOS, Renata de Souza; MOHR, Tainara . **SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas**. Revista Saúde e Contexto, Ijuí-RS, v. 13,2013. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/viewFile/2877/3353>>. Acesso em: 13/10/2020.

Sheila T. Meyer **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde públicas.**

SPERLING, Von Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1)**. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005

SPERLING, Von Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1)**. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

Zoby. Brasília : ANA. il. (Caderno de Recursos Hídricos,5) , 2007