

Vol 17, Núm1, jan-jun, 2024, pág. 480-498.

## **Análises microbiológicas na água de consumo de instituições públicas do município de Benjamin Constant-AM**

### **Microbiological analysis in consumption water from public institutions in the municipality of Benjamin Constant-AM**

Cristovão Ataíde Izidoro  
Inês Cleiza dos Santos Ijuma  
Eliana Perez Rengifo  
Alberto Daniel Nascimento Santos  
Renato Abreu Lima  
Alexandro da Silva Alves

#### **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-AM. 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 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 físico-químicos (pH, STD, CE y Temperatura) en el agua utilizada en instituciones públicas de la ciudad de Benjamin Constant-AM. 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 físico-químico, 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.

## 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; HANEY, 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.

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 garantam 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 da *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 Javari, afluente que desagua no rio Solimões.

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 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. Por isso, este trabalho teve como objetivo analisar a presença de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTT) na água de consumo humano de instituições do município de Benjamin Constant – AM.

A metodologia envolveu as seguintes etapas: área de estudo; caracterização, coleta e armazenamento de amostras; determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes, análise e interpretação dos dados.

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 da Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA) que abastece o município.

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 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.

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 (BRASIL, 2013).

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.

Para os coliformes totais, foram preparadas baterias contendo 15 tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5 para todos os 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.

Para o 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.

Para os 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  $24 \pm 2$  horas, os quais verificou-se a formação de gás (BRASIL, 2013).

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.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 são abastecidos diretamente pela rede de distribuição e armazenadas em caixas d'água, algumas em material de polietileno e outras de alvenaria.

Atualmente, quem realiza esse trabalho de abastecimento de água é a 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 mensalente.

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.

### **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 (coliformes 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	<b>Dez/2018</b>	1600	-	-
	<b>Jan/2019</b>	21	9	55
	<b>Fev/2019</b>	34	16	80
	<b>Mar/2019</b>	30	100	130
	<b>Abr/2019</b>	240	100	940
	<b>Mai/2019</b>	140	60	360
	<b>Jun/2019</b>	90	40	250
	<b>Jul/2019</b>	22	12	63
C2	<b>Dez/2018</b>	1600	-	-
	<b>Jan/2019</b>	300	100	1300
	<b>Fev/2019</b>	2	1	10
	<b>Mar/2019</b>	2	1	10
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	17	7	45
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C3	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	2	1	10
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	2	1	11
C4	<b>Dez/2018</b>	40	20	40
	<b>Jan/2019</b>	4	1	15
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	4	1	17
	<b>Abr/2019</b>	6	2	18
	<b>Mai/2019</b>	220	100	560
	<b>Jun/2019</b>	17	7	40
	<b>Jul/2019</b>	4	1	15
C5	<b>Dez/2018</b>	300	100	1300
	<b>Jan/2019</b>	900	300	2900

	<b>Fev/2019</b>	12	5	29
	<b>Mar/2019</b>	6	2	18
	<b>Abr/2019</b>	50	2	150
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C6	<b>Dez/2018</b>	11	4	29
	<b>Jan/2019</b>	33	15	77
	<b>Fev/2019</b>	27	12	67
	<b>Mar/2019</b>	17	7	40
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	14	7	40
C7	<b>Dez/2018</b>	130	50	390
	<b>Jan/2019</b>	6	2	18
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	4	1	17
	<b>Abr/2019</b>	9	3	25
	<b>Mai/2019</b>	-	-	-
	<b>Jun/2019</b>	2	1	11
	<b>Jul/2019</b>	6	2	18
C8	<b>Dez/2018</b>	17	7	46
	<b>Jan/2019</b>	33	15	77
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	17	7	40
	<b>Abr/2019</b>	1600	-	-
	<b>Mai/2019</b>	17	7	46
	<b>Jun/2019</b>	33	15	77
	<b>Jul/2019</b>	26	9	56
C9	<b>Dez/2018</b>	500	200	2000
	<b>Jan/2019</b>	2	1	10
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	13	5	38
	<b>Abr/2019</b>	8	3	24
	<b>Mai/2019</b>	140	6	360
	<b>Jun/2019</b>	4	1	11
	<b>Jul/2019</b>	2	1	10
C10	<b>Dez/2018</b>	300	100	1300
	<b>Jan/2019</b>	17	7	46
	<b>Fev/2019</b>	8	3	24
	<b>Mar/2019</b>	4	1	17
	<b>Abr/2019</b>	6	2	18
	<b>Mai/2019</b>	7	2	20
	<b>Jun/2019</b>	4	1	17
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-

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, 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 NMP é inferior, não apresentando contaminação. Vale ressaltar que tanto para o ponto C1 e C2 quanto para o C8 pode tratar se 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 as 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	<b>Dez/2018</b>	4	1	13
	<b>Jan/2019</b>	17	7	46
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	2	1	10
	<b>Abr/2019</b>	4	1	11

	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C2	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	7	2	20
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	4	1	13
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C3	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	6	20	18
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	2	1	11
C4	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	<2	-	-
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	9	3	24
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	2	1	10
C5	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	2	1	11
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C6	<b>Dez/2018</b>	4	1	13
	<b>Jan/2019</b>	4	1	17
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	<2	-	-
	<b>Abr/2019</b>	2	1	11
	<b>Mai/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jun/2019</b>	2	1	10
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C7	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	2	1	10
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-

	<b>Mar/2019</b>	6	2	18
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	-	-	-
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	2	1	11
C8	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	17	7	40
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	4	1	13
	<b>Abr/2019</b>	4	1	15
	<b>Mai/2019</b>	6	2	18
	<b>Jun/2019</b>	2	1	10
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C9	<b>Dez/2018</b>	<2	-	-
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	7	2	21
	<b>Abr/2019</b>	2	1	11
	<b>Mai/2019</b>	4	1	13
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-
C10	<b>Dez/2018</b>	2	1	10
	<b>Jan/2019</b>	<2	-	-
	<b>Fev/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mar/2019</b>	2	1	10
	<b>Abr/2019</b>	<2	-	-
	<b>Mai/2019</b>	4	1	13
	<b>Jun/2019</b>	<2	-	-
	<b>Jul/2019</b>	<2	-	-

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 (BRASIL, 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. 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, porém suponhamos que os mesmos, estão necessariamente ligados a condições externas como higienização dos próprios reservatórios.

### **Análise dos parâmetros físico-químicos**

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

Os parâmetros físico-químicos analisados nos 10 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)
<b>Janeiro</b>	<b>C1</b>	7,2	24,1	490	970
	<b>C2</b>	5,1	24,3	420	910
	<b>C3</b>	6,0	30,4	400	820
	<b>C4</b>	6,0	30,0	400	810
	<b>C5</b>	5,2	26,0	400	620
	<b>C6</b>	5,4	30,0	310	630
	<b>C7</b>	5,1	30,1	330	610
	<b>C8</b>	5,2	29,4	320	610
	<b>C9</b>	6,0	29,2	240	520
	<b>C10</b>	5,0	29,1	320	600
<b>Fevereiro</b>	<b>C1</b>	7,0	23,9	480	940
	<b>C2</b>	5,4	30,0	440	910
	<b>C3</b>	6,0	30,4	400	800
	<b>C4</b>	6,0	30,1	400	810

	<b>C5</b>	5,4	28,5	310	620
	<b>C6</b>	5,0	30,2	330	630
	<b>C7</b>	5,2	30,0	320	670
	<b>C8</b>	5,1	30,0	320	610
	<b>C9</b>	5,2	29,2	300	610
	<b>C10</b>	6,5	28,1	310	570
<b>Março</b>	<b>C1</b>	7,5	24,1	490	960
	<b>C2</b>	5,2	29,5	420	910
	<b>C3</b>	5,8	30,2	400	810
	<b>C4</b>	5,8	30,2	300	810
	<b>C5</b>	5,4	29,5	320	820
	<b>C6</b>	5,1	30,0	330	630
	<b>C7</b>	5,0	30,2	320	660
	<b>C8</b>	5,0	31,1	300	650
	<b>C9</b>	5,2	28,8	320	610
	<b>C10</b>	6,0	29,3	310	630
<b>Abri</b>	<b>C1</b>	7,0	23,9	490	900
	<b>C2</b>	5,2	29,5	400	820
	<b>C3</b>	6,0	30,1	400	820
	<b>C4</b>	6,2	29,8	300	610
	<b>C5</b>	5,2	28,5	310	630
	<b>C6</b>	5,0	30,2	330	670
	<b>C7</b>	5,2	31,0	320	610
	<b>C8</b>	5,2	29,9	300	610
	<b>C9</b>	5,0	29,5	320	620
	<b>C10</b>	6,2	29,1	300	650
<b>Maior</b>	<b>C1</b>	6,0	23,9	440	940
	<b>C2</b>	5,4	28,2	400	910
	<b>C3</b>	5,9	29,5	400	810
	<b>C4</b>	6,0	30,8	310	620
	<b>C5</b>	5,2	28,5	320	630
	<b>C6</b>	5,0	30,0	300	670
	<b>C7</b>	-	-	-	-
	<b>C8</b>	5,0	29,7	320	650
	<b>C9</b>	5,1	29,3	310	630
	<b>C10</b>	6,0	30,0	320	610
<b>Junho</b>	<b>C1</b>	6,0	22,3	400	920
	<b>C2</b>	5,6	29,5	440	820
	<b>C3</b>	5,8	30,3	300	620
	<b>C4</b>	5,2	30,2	300	630
	<b>C5</b>	5,0	28,9	310	670
	<b>C6</b>	5,2	30,2	320	620
	<b>C7</b>	6,1	29,0	300	610

	<b>C8</b>	6,8	29,7	310	610
	<b>C9</b>	6,2	30,0	300	630
	<b>C10</b>	6,8	29,5	320	600
<b>Julho</b>	<b>C1</b>	7,7	24,6	490	476
	<b>C2</b>	5,6	29,5	440	970
	<b>C3</b>	6,0	30,8	400	820
	<b>C4</b>	6,0	30,0	400	810
	<b>C5</b>	5,8	30,2	300	620
	<b>C6</b>	5,2	31,0	310	630
	<b>C7</b>	5,1	28,0	330	670
	<b>C8</b>	5,0	29,3	320	660
	<b>C9</b>	5,2	29,7	320	620
	<b>C10</b>	6,0	29,3	300	610

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, 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 parâmetro várias amostras apresentam o pH abaixo de 6,0 o que se permite afirmar que segundo a portaria, o pH se encontra fora dos limites instituídos pelo Ministério da Saúde em relação a potabilidade da água. O pH ideal para consumo varia entre 7,0 e 9,5 o que os determinam como mais alcalinos, porém quando se tem 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 ao ponto C8 aparece com 5,0 o que é abaixo da determinação exigida para consumo e qualidade da água 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 H<sub>2</sub>S, 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 (BRASIL, 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<sup>-3</sup>µm, 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.

Quando se coloca a referência  $\leq 100$  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 nº5, 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  $\leq 100$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ . 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)	$\leq 1000$
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\leq 100$

**Fonte:** Brasil, 2017.

No município de Benjamin Constant-AM, em alguns bairros, encontram-se dificuldades com relação à escassez da água para o consumo. O desperdício de água pela população em geral, pode ser um dos fatores que agravam essa problemática. Com isso, a preocupação cresce a respeito do uso racional de água, e conseqüentemente busca-se na educação alternativas para sensibilizar os alunos do ensino médio e fundamental que compõem grande parcela da população. Assim, a educação ambiental apresenta-se como essencial para desenvolver nos alunos conhecimentos, habilidades e atitudes voltadas para a preservação do meio ambiente. Com o objetivo de atingi-los em fase escolar, professores devem desenvolver projetos ambientais e trabalhar conceitos voltados para a educação no seu cotidiano (SILVA; PINTO; LIMA, 2022).

Considerando que, sendo o setor educacional um dos pilares na formação de cidadãos com atitudes direcionadas à promoção e manutenção do bem-estar coletivo e individual, as

práticas direcionadas a este fim devem ser bastante atraentes e motivadoras. Desta forma, ou seja, por meio de uma educação humanizada, possibilitar que o conhecimento sobre o tema possa ser disseminado por meio dos alunos como agentes multiplicadores de conhecimento na comunidade (ATAÍDE et al., 2021).

## **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.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto de Natureza e Cultura (INC) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pela condução e realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ATAÍDE, A.R.; ACIOLI, A.N.S.; PANTOJA, T.M.A.; LIMA, R.A. De Pilatos a educação profilática humanizada: o “vamos lavar as mãos” na escola. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades**, v.5, n.2, p.243-260, 2021.

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. 2011.

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

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.

LIMA, R.S.; HANAI, F.Y. Abrangência do conceito de ciclo hidrológico e abordagens das relações humanas com a água na pesquisa científica. **Revista ESPACIOS**, v.38, n.9, p.1-18, 2017.

SILVA, E.F.; PINTO, M.N.; LIMA, R.A. O consumo sustentável da água a partir da percepção dos alunos do ensino médio de uma escola pública de Benjamin Constant-AM (Brasil). **Revista Educamazônia**, v.15, n.15, p.269-281, 2022.

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

*Recebido* Fevereiro de 2023.

*Aprovado*: Novembro de 2023.

*Publicado*: 1 de janeiro de 2024.

**Autoria:**

**Cristovão Ataíde Izidoro**

Discente do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, Instituto de Natureza e Cultura (INC), Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

E-mail: [crisovao\\_ataide@yahoo.com.br](mailto:crisovao_ataide@yahoo.com.br)

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/7168860278008939>

País: Brasil

**Inês Cleiza dos Santos Ijuma**

Discente do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, Instituto de Natureza e Cultura (INC), Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

E-mail: [cleizaijuma@gmail.com](mailto:cleizaijuma@gmail.com)

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/4747131792020326>

País: Brasil

**Eliana Peres Rengifo**

Instituição: Instituto de Natureza e Cultura (INC), Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: [elianarengifoat@gmail.com](mailto:elianarengifoat@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9688-5883>

País: Brasil

**Alberto Daniel Nascimento Santos**

Técnico de Laboratório do Instituto de Natureza e Cultura (INC), Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

E-mail: [albertodaniel@gmail.com](mailto:albertodaniel@gmail.com)

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/6810989126942382>

País: Brasil

**Renato Abreu Lima**

Instituição: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: [renatoal@ufam.edu.br](mailto:renatoal@ufam.edu.br)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0006-7654>

País: Brasil



---

**Alexandro da Silva Alves**

Docente do Instituto de Natureza e Cultura (INC), Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

E-mail: [alexandrosa@ufam.edu.br](mailto:alexandrosa@ufam.edu.br)

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/6317851954407136>

País: Brasil