

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA DE CONSUMO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS NA FRONTEIRA BRASIL-PERU

Cristovão A. Izidoro*, Jasmim R. da Silva, Inês C. S. Ijuma, Alberto D. N. Santos, Alexandro da S. Alves

* Instituto de Natureza e Cultura INC/UFAM (ataide@yahoo.com.br)

RESUMO

No Brasil, os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do ano de 2008, indicam que os municípios das regiões Norte e Nordeste, apresentam um grande problema no acesso aos serviços de saneamento e abastecimento de água. Isso é preocupante porque instituições importantes e que atendem um grande público como hospitais, escolas, unidade básica de saúde, dentre outras, são abastecidas pela rede de abastecimento público. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a presença de Coliformes Totais, Termotolerantes e Bactérias Heterotróficas, na água consumida por instituições públicas do município de Benjamim Constant-AM e Atalaia do Norte-AM. Para início, foram selecionados como pontos de coletas: o Instituto de Natureza e Cultura (INC) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e os hospitais do município de Benjamin Constant-AM e Atalaia do Norte-AM, como descritos no Art. 41, inciso I da Portaria nº 2914/2011. Em continuação foi realizado (1) Coleta das amostras de água e identificação dos pontos de amostragem; (2) Determinação de Coliformes Totais (CT); (3) Determinação de Coliformes Termotolerantes (CTT) e (4) Contagem de Bactérias Heterotróficas (BH). Todas as amostras foram levadas para o laboratório de Química Analítica do Instituto de Natureza e Cultura-INC/UFAM para início imediato das análises microbiológicas. A preparação dos materiais e análise das amostras foram realizadas como descrito no Manual Prático de Análise de Água fornecido pela Funasa. Do total de 15 amostras analisadas, foram obtidas 10 com resultados positivos para CT, 02 com resultados positivos para CTT e 02 com valor acima de 500 UFC/mL na contagem de BH. Sendo que as amostras coletas nos pontos B e D apresentaram CT em todos os meses. Do ponto de vista de qualidade da água para consumo previsto pela Portaria nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, a presença de CT garante a não potabilidade, o que necessita de mais controle e monitoramento pelas próprias instituições.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Padrão de potabilidade, Água potável, Análises microbiológicas.

INTRODUÇÃO

Há tempo a contaminação da água é um dos principais problemas ambientais a ser enfrentado. A presença de poluentes biológicos, orgânicos e inorgânicos vêm aumentando, e cada vez mais limitando sua qualidade e seu potencial de uso (YAN; LI; BAI, 2016). Segundo Wagner; Bellotto (2008), a precária rede de saneamento existente na maioria das cidades brasileiras, em especial de esgotamento sanitário e destinação inadequada de lixo, constitui-se na principal origem da poluição das águas, impondo um grande número de pessoas aos riscos de exposição direta ou indireta.

No Brasil, os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (BRASIL, 2010) apontam que os municípios das regiões Norte e Nordeste, apresentam grandes problemas no acesso aos serviços de saneamento e abastecimento de água, exibindo as maiores taxas de internação hospitalar, que somado a uma saúde debilitada e a desnutrição, contribui como uma causa de elevação da mortalidade infantil (LARSEN, 2010).

Para promover o abastecimento de água para o consumo humano de fontes superficiais ou subterrâneas, obrigatoriamente, essa água deve passar por um processo de tratamento e controle de qualidade rigoroso, garantido os parâmetros de potabilidade vigentes estabelecidos pela Portaria nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde. O tratamento consiste, muitas vezes, no uso do processo convencional empregando etapas físicas e químicas, como a 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, dos métodos químicos, o cloro (Cl₂) e seus derivados constitui o mais importante dentre todos os elementos utilizados na desinfecção da água, por ser considerado eficaz devido sua capacidade de agir sobre microorganismos patogênicos (MENEZES; AYRES; MACHADO, 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 garantam a potabilidade da água para consumo, inclui-se a contagem de Bactérias Heterotróficas (BH), Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTT), subgrupo das bactérias do grupo coliforme, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2013).

A contagem de BH inclui uma ampla variedade de bactérias que podem ou não ser perigosas ao homem. Sendo utilizada como indicador auxiliar sobre eventuais falhas na desinfecção, filtração, presença de nutrientes em excesso ou formação de biofilmes no sistema de distribuição (FREIRE; LIMA, 2012). As bactérias do grupo coliforme (Totais e

Termotolerantes), ajudam identificar falhas durante ou após as etapas de tratamento e uma possível contaminação de origem fecal recente (BRASIL, 2014), seja por manuseio ou contato direto da rede de abastecimento com o esgoto.

A Companhia de Saneamento do Amazonas (Cosama) - no município de Benjamin Constant-AM, e a administração direta desde 2003 - em Atalaia do Norte-AM, são os responsáveis pelo tratamento da água de abastecimento público que é bombeada diretamente da margem direita do rio Javari, divisa com o Peru, para as Estações de Tratamento de Água (ETA). Para consumo humano nas residências e instituições, essa água deve passar por tratamentos que garantam os padrões de portabilidade estabelecidos pela Portaria nº5, de 28 de setembro de 2017, o que torna relevante o estudo da qualidade de água fornecida para a população fronteiriça do Amazonas.

OBJETIVOS

Analisar a presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas, na água utilizada em três instituições públicas no interior do Amazonas, região do Alto Solimões, na fronteira Brasil-Peru.

METODOLOGIA

Localizados na microrregião do Alto Solimões, mesorregião do Sudoeste Amazonense, nos municípios de Benjamin Constant (BC)-AM (42.984 habitantes) e Atalaia do Norte (ATN)-AM (19.921 habitantes), de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2019, foram selecionados como pontos de coleta o Instituto de Natureza e Cultura (INC) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o hospital de cada município, como descritos no Art. 41, inciso I da Portaria nº 2914/2011, os quais atendem um grande público. Sendo o total de 4 pontos de amostragem: dois no INC/UFAM (ponta de rede e cisterna) e um em cada hospital (torneiras das cozinhas), identificados de A-D com todas as coletas realizadas pela manhã. As torneiras foram previamente higienizadas com solução de álcool 70%, sendo feito, em seguida, escoamento da água no intervalo de 2 a 3 minutos. Iniciou-se a coleta das amostras utilizando garrafas de vidro esterilizadas com tampa de rosca, sendo coletado $\frac{3}{4}$ do seu volume por ponto de amostragem. Todas as amostras coletadas foram armazenadas em uma térmica contendo bolsas de gelo e levadas para início imediato das análises de CT, CTT e CBH, 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, Meio EC (*Escherichia coli*) para CTT. Para CT no *Teste presuntivo*, foram preparadas baterias contendo 15 (quinze) tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5 para todas as amostras. Para cada amostra nos primeiros cinco tubos (contendo caldo lactosado de concentração dupla), inoculou-se com pipetas esterilizadas 10 mL de amostra de água a ser examinada, em cada tubo (diluição 1:1). Para os outros dez tubos restante de cada amostra (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. Em seguida, incubou-se as baterias a $35^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24/48 horas. Foram considerados positivos os tubos que formaram gás no tubo de Durham. 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 $35^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Foram confirmados positivos os tubos que formaram gás no tubo de Durham. Para análise de CTT, tomaram-se todos os tubos do *Teste Presuntivo* de CT que deram positivos e 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, os quais verificou-se a formação de gás. Ao final, foi verificado o valor de NMP/100mL tabelado.

Para contagem de BH de cada amostra, transferiu-se com pipeta estéril, 1 mL da amostra para uma placa de Petri previamente esterilizada e entreabriu-se a placa adicionando o meio de cultura, previamente fundido e estabilizado em banho-maria a $44-46^{\circ}\text{C}$. O conteúdo da placa foi homogeneizado com movimentos circulares moderados em forma de (∞), em torno de 10 vezes consecutivas. Após solidificação do meio de cultura, as placas foram incubadas em posição invertida a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 48 ± 3 horas. Ao final do período de incubação, foi feita a contagem das colônias com o auxílio de um contador de colônias.

RESULTADOS

Todos os 4 pontos de amostragem indicaram presença de CT em algum mês de coleta, sendo as amostras A coletadas na ponta de rede e B na cisterna do INC/UFAM, C e D nas torneiras das cozinhas dos hospitais do município de BC e ATN, respectivamente. Os pontos de coletas B e C apresentaram resultados positivo em todas as amostras, com o valor máximo

de 135,4 NMP/100mL no mês de maio (10/05/19) para o ponto de amostragem B (**Tabela 1**). Nesse mesmo mês, também foi informado presença de cloro residual com valor de 0,25 mg/L e ausência de CT na amostra A. Como essa concentração de cloro residual está próximo ao mínimo estabelecido para os padrões de potabilidade (0,2 mg/L), o valor encontrado em NMP para CT na amostra B, pode ser consequência da ausência de cloro, possivelmente evaporado durante o armazenamento na cisterna de alvenaria. Esses resultados foram emitidos em laudo técnico pela própria companhia de saneamento do município de BC, 15 dias após os resultados das análises realizadas pelo programa Vigiagua informarem presença de CT e CTT no ponto de rede (amostra A), com ausência de cloro residual no Instituto.

Tabela 1. Valores médios das análises de Coliformes Totais.

Fonte: O autor, 2019.

Pontos de amostragem	Data	NMP/ 100 mL	Intervalo de confiança (95%) valores aproximados	
			Inferior	Superior
A	25/04/19*	Presença	*	*
	10/05/19**	Ausência	**	**
	11/06/19	<2	-	-
	04/07/19	4	1	15
B	25/04/19*	Presença	*	*
	10/05/19**	135,4	**	**
	11/06/19	2	1	10
	04/07/19	14	6	35
C	08/04/19	<2	-	-
	15/05/19	17	7	40
	04/06/19	<2	-	-
	09/07/19	<2	-	-
D	07/04/19	17	7	40
	11/05/19	34	16	80
	17/07/19	9	3	10

*Análise realizada pelo Vigiagua (AOAC 991.15)

** Análise realizada pela Cosama (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)

Tratando-se dos hospitais (amostras C e D), um local com fluxo frequente de pessoas de todas as idades e com saúde debilitadas, a amostra D se apresenta como alerta ao ambiente hospitalar de ATN. Isso é consequência de um sistema tratamento gravemente deficitário pela falta de manutenção, com períodos que não havia reagentes suficiente para efeitos de desinfecção ou retirada de materiais particulados. Passados 16 anos, com denúncias da população devido frequentes casos de vômitos e diarreia, a administração direta do município solicitou a visita técnica da Cosama, no qual foi detectado várias irregularidades, assim, devolvendo as responsabilidades para o Estado em junho de 2019.

Para Santos *et al* (2012), os coliformes totais são indicadores de poluição e não agentes de doença, embora existam sorotipos (variedades) que causem distúrbios gastrintestinais no homem. Independentemente dos valores de NMP, a presença de CT nas amostras coletadas indica que essa água não estava sendo consumida com o nível de potabilidade exigida pela Portaria MS nº5, de 28 de setembro de 2017.

Na **Tabela 2**, de acordo com os dados fornecidos pelo laboratório do Vigiagua de Benjamin Constant-AM, houve a presença de CTT na amostra coletada na ponta de rede do INC/UFAM (amostra A) no mês de abril/2019 e ausência de cloro. Um ponto observado durante a coleta, foi que não houve todos os cuidados necessários com assepsia, como uso de máscaras, luvas, álcool 70% e outros, o que pode ter resultado em contaminação.

Das análises realizadas no laboratório do INC/UFAM, apenas a amostra B (cisterna) apresentou resultado positivo, com valor de 2 NMP/100mL, no mês de julho/2019. Esse resultado também é preocupante, porque no momento da coleta foi detectado vários morcegos habitando dentro do reservatório. Esses morcegos se espantaram com o movimento e voaram para fora da cisterna, o que pode ter liberado dejetos que foram detectados na análise de CTT, indicando contaminação recente. Pela Portaria MS nº5/2017, tendo *E. Coli* como principal representante do grupo de Termotolerantes, não é permitido a presença de CTT na água para consumo humano possibilitando o risco a saúde humana (BRASIL, 2013), com doenças como infecções intestinais e urinárias, verminoses, meningites, entre outras (SALES; LACERDA, 2017).

Como o grupo *Coliforme* representa apenas algumas espécies de bactérias, também foram realizadas contagem de bactérias heterotróficas (BH) (**Tabela 3**) para quantificar a densidade bacteriana presente nas amostras de água, como um

dos parâmetros para avaliar a precariedade das instalações hidráulico-sanitárias do sistema de distribuição (reservatório e rede) (BRASIL, 2013; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Tabela 2. Valores médios das análises de Coliformes Termotolerantes.

Fonte: O autor, 2019.

Pontos de amostragem	Data	NMP/ 100 mL	Intervalo de confiança (95%) valores aproximados	
			Inferior	Superior
A	25/04/19*	Presença	*	*
	10/05/19**	Ausência	**	**
	11/06/19	<2	-	-
	04/07/19	<2	-	-
B	25/04/19*	Ausência	*	*
	10/05/19**	<2	**	**
	11/06/19	<2	-	-
	04/07/19	2	1	11
C	08/04/19	<2	-	-
	15/05/19	<2	-	-
	04/06/19	<2	-	-
	09/07/19	<2	-	-
D	07/04/19	<2	-	-
	11/05/19	<2	-	-
	17/07/19	<2	-	-

*Análise realizada pelo Vigiagua (AOAC 991.15)

** Análise realizada pela Cosama (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)

Na **Tabela 3**, a amostra B do dia 04/07/19 e a amostra D do dia 11/05/19, apresentaram valores que ultrapassaram 500 UFC/mL permitido pela Portaria MS nº5/2017. A amostra B, foi a mesma que apresentou resposta para CTT no mesmo dia de coleta, supostamente por conta dos eventuais morcegos presente no reservatório. Mesmo motivo pelo qual pode ter contribuído com o valor de 502 UFC/mL. Ainda que a maioria das bactérias presentes não sejam patogênicas, pode representar riscos à saúde e alterar a qualidade da água com odores e sabores desagradáveis (BRASIL, 2004).

Tabela 3. Valores médios das contagens de Bactérias Heterotróficas.

Fonte: O autor, 2019.

Pontos de amostragem	Data	500 UFC/mL
A	25/04/19*	N.A
	10/05/19**	N.A
	11/06/19	16
	04/07/19	154
B	25/04/19*	N.A
	10/05/19**	N.A
	11/06/19	29
	04/07/19	502
C	08/04/19	2
	15/05/19	0
	04/06/19	1
	09/07/19	9
D	07/04/19	23
	11/05/19	3411
	17/07/19	101

*Análise realizada pelo Vigiagua (AOAC 991.15)

** Análise realizada pela Cosama (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)

N.A – Não Analisado.

É importante determinar a densidade de bactérias heterotróficas, para o controle do aumento da população bacteriana, no qual, também pode comprometer a detecção de bactérias do grupo coliformes. A amostra D do dia 11/05/19 por alguma eventualidade, com elevada carga de material particulado por falha no controle de qualidade durante a distribuição ou até

mesmo falta de tratamento com distribuição da água *in natura*, colaborou para um valor muito elevado de 3411 UFC/mL (MORAES *et al*, 2018).

Com a alternância desses resultados, podemos alegar que nos dois municípios existem falhas no sistema de abastecimento, seja em alguma etapa de tratamento e/ou distribuição (tubulações), falta de higienização dos reservatórios ou caixas d'água das próprias instituições (ROCHA *et al*, 2010) com excesso de material particulado e baixa concentração de cloro residual nas pontas de rede, ocorrendo crescimento de microrganismo.

De acordo com Macedo (2004), a água que é disponibilizada para consumo possui uma forte influência no processo de desinfecção a qual é submetida, pois, quando utilizado um reagente que oxide o material orgânico presente na água, o mesmo destruirá os microrganismos. Desta forma, a utilização de cloro para a cloração da água é um importante processo para combater microrganismos.

Em conformidade com a portaria vigente, para uma água de qualidade, a mesma deve atender aos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos de forma límpida, sem cheiro e gosto indesejável, isenta de microrganismos e substâncias em altas quantidades que possam acarretar riscos para saúde do consumidor. A portaria vigente em seu artigo 5º, define água para o consumo e água potável:

“O art. 5º, incisos I e II, sobre as definições de água para consumo humano e água potável:

- I. Água para consumo humano: água potável destinada a ingestão, preparação e produção de alimentos e a higiene pessoal, independentemente de sua origem;
- II. Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecida nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde”

Mesmo tendo a Portaria MS nº5, de 28 de setembro de 2017 que normatiza a qualidade da água de abastecimento para consumo humano, as condições de saneamento e tratamento de água nos municípios de BC e ATN não favorecem as condições necessárias para que possam garantir potabilidade na água distribuída pela rede de abastecimento.

CONCLUSÕES

De todas as análises realizadas no laboratório do INC/UFAM, apenas 4 amostras estão dentro dos padrões microbiológicos de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, são as amostras A (ponta de rede do INC/UFAM) do mês junho/2019 e C (hospital de BC) dos meses de abril, junho e julho/2019. Os resultados obtidos para as amostras C (hospital de ATN) são mais preocupantes, por ser um local que atende pessoas com a saúde debilitada e está consumindo água fora dos padrões de potabilidade em todos os meses de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde, 4º ed., Brasília: Funasa, 2013.
2. Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. Fundação Nacional de Saúde, Brasília: Funasa, 2014.
3. Brasil. Fundação Nacional da Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde 1ª Edição, Brasília: Funasa, 2004.
4. Macedo, J. A. B. O processo de desinfecção pelo uso de derivados clorados em função do pH e Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. In: **Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Química**. Fortaleza; 2004.
5. Rocha, E. S.; Rosico, F. S.; Silva, F. L.; Luz, T. C. S.; Fortuna, J. L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). **Revista Baiana de Saúde Pública**. 694-705, 2010.
6. Wagner, A. G.; Bellotto, V. R. Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: Análise Econômica de Alternativas para Municípios Litorâneos - Estudo de Caso - Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, 93-108, 2008.
7. Yan, W.; Li, J.; Bai, X. Comprehensive assessment and visualized monitoring of urban drinking water quality. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, vol.155, 26-35, 2016.
8. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
9. 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). 182f. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.



10. Botero, W. Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola. **Química Nova**, vol.32, n.8, 2018-2022, 2009.
11. Menezes, S. J. C.; Ayres, S. P. S.; Machado, C. A. A importância da análise da química da água como fator de gerador da saúde populacional. In: **VI Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade**, 2012, São Cristóvão. Eixo 6. Educação e Ensino de Ciências Exatas e Biológicas. UFS, 2012.
12. Freire, R. C.; Lima, R. A. Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. **J Manag Prim Health Care**, 91-95, 2012.