

SAÚDE E AMBIENTE

V.8 • N.3 • 2021 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2021v8n3p409-421



AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM UMA COMUNIDADE DO ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ, PARÁ, BRASIL

MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF WATER FOR
HUMAN CONSUMPTION IN A MARAJÓ ARCHIPELAGO COMMUNITY,
PARÁ, BRAZIL

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE AGUAS PARA
CONSUMO HUMANO EN UNA COMUNIDAD DEL
ARCHIPELAGO DE MARAJÓ, PARÁ, BRASIL

Flávia Alcantara Coutinho¹

Glena Cristina Muniz Batista²

Lydiane Fonseca da Costa³

Maria Eduarda Nascimento de Aviz⁴

Sylvia de Fátima dos Santos Guerra⁵

Renata Bezerra Hermes de Castro⁶

Danielle Cristinne Azevedo Feio⁷

RESUMO

A água é um dos meios de transmissão de microrganismos patogênicos que podem desencadear a disseminação de doenças de veiculação hídrica na população, o que ocasiona grande impacto na saúde pública, sendo de extrema importância a avaliação microbiológica da água a partir de indicadores de contaminação por coliformes fecais e totais. Nesse sentido, a pesquisa teve por finalidade analisar microbiologicamente a água para consumo humano, indicando e quantificando os marcadores de contaminação fecal da água destinada ao consumo humano de seis diferentes residências visitadas na comunidade Santana do Arari, do município de Ponta de Pedras, Arquipélago do Marajó-PA, em outubro de 2019. A metodologia empregada foi a técnica de tubos múltiplos e números mais prováveis (NMP), dividida em três etapas: teste presuntivo, teste confirmatório e identificação fenotípica. O estudo revelou que 66,6% das amostras coletadas obtiveram resultado positivo para coliformes fecais e totais, com perfil fenotípico sugestivo de *Klebsiella pneumoniae* e presença de um microrganismo produtor de H₂S não identificado, indicando que estão impróprias para consumo. Portanto, conclui-se que a contaminação por coliformes fecais e totais das amostras de água provém de uma provável contaminação dos recipientes de armazenamento e ausência de boas práticas de higienização.

PALAVRAS-CHAVE

Água Potável. Microbiologia da Água. Coliformes.

ABSTRACT

The lack of basic sanitation is the main cause of contamination of the water destined to the human supply and 16.7% of the population doesn't have treated water. The water is one of the means of pathogenic microorganisms' transmission that can trigger the dissemination of water-related diseases in the population, which causes great impact in the public health, and microbiological evaluation of water from indicators of totals and fecals coliforms contamination, is very important. In this sense, the research aimed to analyze microbiologically the water for human consumption, indicating and quantifying the markers of fecal contamination. The water was collected at the first six residencies visited in the Santana do Arari community, in the municipality of Ponta de Pedras, Marajó-PA. The methodology used was the method of multiple tube and more probable numbers technique, divided in three stages: presumptive test, confirmatory test and phenotypic identification. The study revealed that 66.6% of the collected samples were positive result for totals and fecals coliforms with phenotypic profile suggestive of *Klebsiella pneumoniae*, indicating that they are inappropriate for consumption, however, 33.4% of the samples complied with water potability standards of the water. So, it is concluded that the contamination for total and fecal coliforms of the water samples comes from probable contamination of the containers and absence of good hygiene practices.

KEYWORDS

Drinking Water. Water Microbiology. Coliforms.

RESUMEN

El agua es uno de los medios de transmisión de microorganismos patógenos que pueden desencadenar la propagación de enfermedades transmitidas por el agua en la población, lo que tiene un gran impacto en la salud pública, y la evaluación microbiológica del agua basada en indicadores de contaminación por coliformes fecales y totales es de suma importancia. En este sentido, la investigación tuvo como objetivo analizar microbiológicamente el agua para consumo humano, indicando y cuantificando los marcadores de contaminación fecal de agua destinada al consumo humano en las seis primeras viviendas visitadas en la comunidad Santana do Arari, en el municipio de Ponta de Pedras, Archipiélago del Marajó-PA, en octubre de 2019. La metodología utilizada fue la técnica multitubo y los números más probables (NMP), dividida en tres etapas: prueba presuntiva, prueba confirmatoria e identificación fenotípica. El estudio reveló que el 66,6% de las muestras recolectadas obtuvieron resultados positivos para coliformes fecales e totales, con un perfil fenotípico sugestivo de *Klebsiella pneumoniae* y la presencia de un microorganismo productor de H₂S no identificado, lo que indica que

no son aptos para el consumo. Por lo tanto, se concluye que la contaminación por coliformes totales y fecales de las muestras de agua proviene de una probable contaminación de los recipientes de almacenamiento y la ausencia de buenas prácticas de higiene.

PALABRAS CLAVE

Agua Potable. Microbiología del Agua. Coliformes.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a manutenção da vida no planeta, por isso a garantia de segurança e a potabilidade desta depende do funcionamento adequado de diversas etapas no processo de abastecimento, que vão desde o tratamento até a sua distribuição (MORAES *et al.*, 2018). Ademais, as águas de abastecimento são de grande importância na veiculação de microrganismos patogênicos, visto que durante sua distribuição, poderá ocorrer contaminação por material fecal (SECO *et al.*, 2012).

O Brasil possui 12% de toda água doce do mundo e de acordo com dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 39,4 milhões de brasileiros não possuem acesso à água tratada, 74,5% do esgoto é tratado, todavia, somente 46.3% recebe o tratamento adequado (BRASIL, 2020b).

Outrossim, a falta de saneamento básico adequado é tida como uma das principais causas da poluição e da contaminação das águas para o abastecimento humano e tem contribuído para os casos de doenças de veiculação hídrica (infecções transmitidas por meio da ingestão de água contaminada por microrganismos patogênicos). Segundo dados do Boletim Epidemiológico – Doenças tropicais negligenciadas de 2021, no Brasil, durante os anos de 2007 a 2019, foram notificados 9.030 surtos associados a doenças de transmissão hídrica, com 160.702 doentes e 146 óbitos, sendo *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*, os agentes infecciosos responsáveis pelo maior número de casos (BRASIL, 2021b).

Além disso, em países de baixa e média renda quase 2 bilhões de pessoas não têm acesso a água potável microbiologicamente segura e cerca de 500 mil pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente devido ao consumo inseguro e/ou insuficiente de água. Em um estudo do perfil global da doença, a água não tratada estava entre os riscos globais de saúde (COHEN; COLFORD, 2017).

O arquipélago do Marajó, situado no estado do Pará, é uma região formada por inúmeras ilhas, constituindo o maior arquipélago flúvio-marítimo do planeta. É ocupado por comunidades tradicionais ribeirinhas com 564.199 habitantes, o equivalente a cerca de 6% da população paraense (BRASIL, 2020a; IBGE, 2020).

De acordo com Programa Abrace o Marajó: Plano de Ação de 2020, a dispersão populacional dessa região formada por ilhas com características expressivas de perfil rural, dificulta a ação de entrega de bens e serviços do poder público para a região, no qual existe um grande déficit educacional, em

especial no setor da saúde, prejudicando o desenvolvimento inclusive no abastecimento de água tratada e saneamento básico (BRASIL, 2020a).

Na região do Marajó, o rio Amazonas banha a maior parte do arquipélago e, a sudoeste que possui uma característica de água barrenta, conferindo aspecto peculiar ao solo de suas margens. É importante frisar que os rios não servem apenas como rota no meio de transporte fluvial, na maioria das vezes, serve como fornecedor de água para necessidades básicas e como depósito de dejetos fecais, o que produz consequências danosas à saúde da população denota precárias condições de saneamento ambiental (BRASIL, 2012; BRASIL, 2020a).

Assim, a qualidade da água é um fator essencial para a saúde de uma população e a falta de acesso à água potável constitui um elevado potencial de transmissão de doenças. A portaria GM/MS nº 888/2021, a qual altera o Anexo XX da antiga portaria GM/MS nº 5/2017, estabelece que a qualidade da água a ser consumida pela população deve estar isenta de microrganismos patogênicos e os parâmetros físico-químicos devem atender aos padrões de potabilidade e que não ofereça risco à saúde (BRASIL, 2021a).

Estudos descritos na literatura científica ressaltam a importância da avaliação microbiológica da água a partir de indicadores biológicos específicos, sendo coliformes fecais e totais os mais comumente usados para monitorar a qualidade sanitária da água. Os coliformes são bactérias gram-negativas da família *Enterobacteraceae*, estão distribuídos na natureza e se propagam com maior frequência na água, fator preocupante para a saúde pública, uma vez que estão associados a maioria das infecções intestinais humanas (ALVES *et al.*, 2018; MORAES *et al.*, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2018; BRITO *et al.*, 2020).

Logo, o objetivo do presente estudo foi realizar a análise microbiológica da água utilizada para consumo humano na comunidade ribeirinha de Santana do Arari, no município de Ponta de Pedras, Arquipélago do Marajó-PA, identificando e quantificando os marcadores de contaminação fecal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO ESTUDO

Foi realizado um estudo observacional, descritivo e de caráter transversal, a partir da análise microbiológica da água em residências da comunidade Santana do Arari no município de Ponta de Pedras no Arquipélago do Marajó-PA, no período de outubro a novembro de 2019.

O município de Ponta de Pedras tem 31.549 habitantes de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2020. Sendo, a comunidade Santana do Arari constituída por cerca de sessenta residências. Nesse sentido, considerando uma amostragem por conveniência de 10% desse total, as amostras do estudo foram coletadas nas primeiras seis residências visitadas.

A equipe do projeto realizou visitas domiciliares na comunidade, informando os moradores sobre a importância das práticas de higiene e o tratamento da água. Sendo assim, na ocasião da visita, os moradores foram convidados a colaborar com a pesquisa, permitindo a coleta da amostra de água utilizada no consumo diário em sua residência.

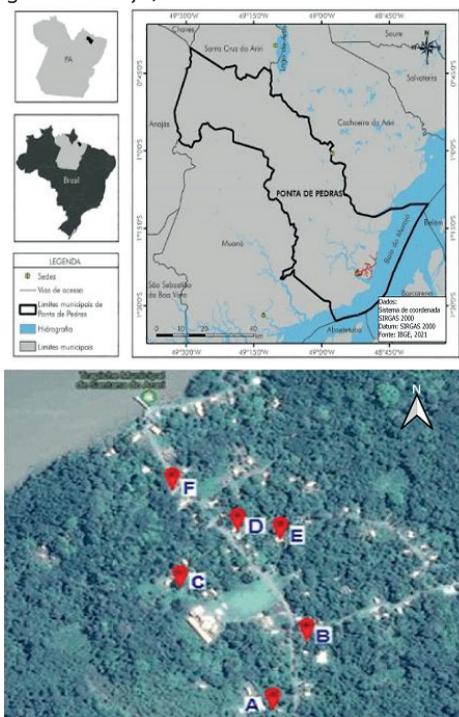
2.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Foram obtidas amostras em diferentes residências que possuíam sistema de encanamento proveniente do poço artesiano da própria comunidade, que possui seu setor de distribuição de água, sendo coletadas amostras a partir da torneira ou de recipientes (garrafas PET), contendo água armazenada para consumo, realizando a sanitização da parte externa da torneira com álcool 70%, deixando a água correr por aproximadamente dois minutos antes da coleta (BRASIL, 2013).

Cada amostra foi constituída de um volume de 200 ml de água, coletadas em frascos de vidro graduados estéreis, contendo tiossulfato de sódio a 10% para neutralizar a ação do cloro, evitando assim possível oxidação de microrganismos presentes.

As amostras foram identificadas pelas letras A (amostra com hipoclorito de sódio a 2,5%), B, C, D, E e F (estas, sem tratamento), sendo preenchida uma ficha com os dados do ponto de coleta (endereço, local coletado, mecanismo de tratamento, data e hora de coleta), no qual o endereço das residências foi indicado por pontos no mapa, conforme Figura 1.

Figura 1 – Pontos de coleta e respectivas amostras na comunidade Santana do Arari, município de Ponta de Pedras no Arquipélago do Marajó, PA



Legenda: A, B, C, D, E, F – amostras.

Fonte: Google Maps. Elaborado pelos autores.

Ao término da coleta, as amostras foram refrigeradas e armazenadas em caixa térmica e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (UNIFAMAZ), Belém (PA), dentro do período de 24 horas.

2.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Foi realizado, baseando-se pelo Manual Prático de Análise de Água da Funasa de 2013, a técnica dos tubos múltiplos e número mais provável (NMP), seguindo os parâmetros do padrão microbiológico estabelecido pela portaria vigente GM/MS nº 888/2021 que a água para consumo humano não ofereça risco à saúde, devendo estar isenta de coliformes totais e fecais em cada 100ml de água (BRASIL, 2021a).

A análise foi realizada em três etapas: teste presuntivo, teste confirmatório e identificação fenotípica.

O teste presuntivo busca a identificação de coliformes presentes na água a partir da técnica dos tubos múltiplos, por meio da visualização de produção de gás em tubo invertido (tubo de Durham) e ainda é utilizado o caldo lactosado como meio de cultura de enriquecimento, juntamente com diluições das amostras coletadas. Os tubos com positividade passam para o teste confirmatório.

Assim, no teste presuntivo, foi realizada a transferência de alíquotas das amostras de água para em 15 tubos de ensaios (18x180 cm) por amostra, contendo no fundo o tubo de Durham, sendo divididos em três diluições (1:1, 1:10, 1:100), incubados a 35°C durante 24 a 48 horas e realizado a análise do crescimento (positivo) de coliformes totais, evidenciado pela produção de gás (retida no tubo de Durham).

Para as amostras consideradas positivas no teste presuntivo, é necessária a confirmação, sendo assim, foram submetidas ao teste confirmatório apenas as amostras que estiveram produção de gás, a partir do repique com alça de platina dos tubos positivos para tubos contendo o meio de enriquecimento, caldo Lactosado Verde Brilhante Bile (LVBB) e caldo EC, sendo incubados a 35°C e 44°C respectivamente, durante 24 a 48 horas. O teste foi considerado positivo pela observação da produção de gás nos tubos de Durham evidenciando crescimento de coliformes totais e coliformes fecais, respectivamente.

Os resultados foram expressos em Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra, sendo o NMP determinado a partir da combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições 1:1, 1:10 e 1:100 no teste confirmatório.

A identificação fenotípica das bactérias, ocorreu a partir do semeio das amostras positivas no teste confirmatório em placas, contendo Ágar MacConkey (semeadura qualitativa), seguidos de incubação a 35°C por 24 horas e foram selecionadas Unidades Formadoras de Colônias (UFC) para repique em tubos de séries bioquímicas (RUGAI, LMI, CITRATO DE SIMMONS, RAMNOSE e MIO) e testes bioquímicos miniaturizados (Bactray 1[®] e Bactray 2[®] - Laborclin Produtos para Laboratórios Ltda.), em que verificou-se as reações metabólicas e características morfológica das colônias, para posterior identificação do perfil fenotípico.

3 RESULTADOS

A partir do teste presuntivo, as amostras B, C, D e E (66,6%) apresentaram resultado positivo indicado pela produção de gás, enquanto as amostras A e F não obtiveram crescimento bacteriano (TABELA 1), indicando ausência de coliformes não prosseguindo para a fase confirmatória.

Tabela 1 – Resultado do teste presuntivo das amostras coletadas

Amostras	Número de tubos positivos (produção de gás)		
	Diluição 1:1	Diluição 1:10	Diluição 1:100
A	0	0	0
B	4	0	1
C	5	5	5
D	5	5	5
E	5	3	1
F	0	0	0

Fonte: Dados da pesquisa

No teste presuntivo, observa-se que nas amostras positivas ocorreu a proliferação de coliformes totais e fecais no teste confirmatório, conforme os dados descritos da Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado do teste confirmatório das amostras B, C, D, E

Amostras	Coliformes	Combinação de tubos positivos	NMP/100ml	Avaliação
B	Totais	3-0-1	11	Imprópria
	Fecais	4-0-1	17	Imprópria
C	Totais	5-5-5	1600	Imprópria
	Fecais	5-5-5	1600	Imprópria
D	Totais	5-5-5	1600	Imprópria
	Fecais	5-5-5	1600	Imprópria
E	Totais	5-3-1	110	Imprópria
	Fecais	5-2-0	50	Imprópria

Fonte: Dados da pesquisa.

Na identificação fenotípica (TABELA 3), as amostras positivas (B, C, D e E) para coliformes totais e fecais apresentaram um perfil 100% sugestivo de *Klebsiella pneumoniae*. Além disso, na amostra B do caldo lactosado verde brilhante bile (coliformes totais), também teve crescimento de uma bactéria Gram-negativa (BGN) produtora de H₂S, sendo necessário a realização de outras provas por métodos automatizados para a identificação.

Tabela 3 – Resultado da identificação fenotípica

Amostras	Análises
A	Sem Contaminação
B	Sugestivo de <i>Klebsiella pneumoniae</i> e um microrganismo produtor de H ₂ S
C	Sugestivo de <i>Klebsiella pneumoniae</i>
D	Sugestivo de <i>Klebsiella pneumoniae</i>
E	Sugestivo de <i>Klebsiella pneumoniae</i>
F	Sem contaminação

Fonte: Dados da pesquisa.

4 DISCUSSÃO

A Portaria GM/MS nº 888/2021, estabelece que a qualidade de água a ser consumida pela população deve estar isenta de microrganismos patogênicos e atender os padrões de potabilidade. No presente estudo, foi constatado que 66,6% das amostras de água encontraram-se fora dos padrões de potabilidade, pela presença de bactérias do grupo coliformes, principalmente dos coliformes fecais. Na análise do perfil fenotípico, a predominância de enterobactérias encontradas foi sugestiva de *Klebsiella pneumoniae*, o que difere de estudos da literatura científica que relatam contaminação fecal por *Escherichia coli* provenientes do sistema de distribuição da água destinada ao consumo em território brasileiro (MEIRA *et al.*, 2018; MOTTA; NEUMANN, 2020).

Em concordância aos achados do presente estudo, a literatura científica relata possível contaminação por material fecal em água destinada ao consumo humano pela presença de enterobactérias, sendo a espécie de *Klebsiella pneumoniae* predominante em relação as outras bactérias do grupo coliformes, podendo desencadear sérios riscos à saúde da população (ANTONY; RENUGA, 2012; ROJAS *et al.*, 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2016).

A *Klebsiella pneumoniae* é uma BGN oportunista, uma vez que acomete, frequentemente indivíduos hospitalizados e/ou imunocomprometidos, sendo responsável pela maioria das infecções nosocomiais bacterianas. Além disso, faz parte da família das enterobactérias e possui potencial para invadir o tecido epitelial, causar pneumonia grave, ainda infecções gastrointestinais, visto que a colonização no trato gastrointestinal é um reservatório significativo para risco de transmissão e infecção.

O meio ambiente, provavelmente atua como um reservatório para a aquisição humana de *Klebsiella pneumoniae*, seja como colonização ou infecção, pois é frequentemente encontrada na água, esgoto e solo (MARTIN; BACHMAN, 2018).

Ademais, no presente estudo, observou-se uma BGN produtora de H_2S , entretanto, não foi possível a identificação do perfil fenotípico na metodologia empregada no estudo, sendo necessária a realização de provas laboratoriais adicionais por métodos automatizados para a identificação.

A presença de bactérias do grupo de coliformes classifica as amostras como impróprias para o consumo humano e/ou indicam falhas higiênicas ao longo do processamento e possibilidade da presença de microrganismos patogênicos, sinalizando que a água não é segura para consumo, sendo de grande relevância a pesquisa destes para avaliar a qualidade da água (ALVES *et al.*, 2018; MORAES *et al.*, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2018; BRITO *et al.*, 2020).

Diante disso, observa-se que nos resultados obtidos a contaminação da água pode ser indicativa de falhas higiênicas e/ou formas de armazenamento inadequados, uma vez que as amostras com presença de coliformes totais e fecais estavam armazenadas em recipientes de garrafa PET reutilizada antes da coleta. As águas provenientes de fontes de tratamento antes de serem engarrafadas para serem armazenadas, raramente contém microrganismos patogênicos, a contaminação ocorre a partir da proliferação de microrganismos, nas garrafas plásticas, uma vez que a propriedade do plástico permite a passagem de O_2 e os nutrientes liberados dos plásticos são possíveis contribuintes para o aumento da multiplicação bacteriana na água (ROSENBERG, 2003; SILVA *et al.*, 2017).

Contudo, dentre as amostras coletadas, duas (33,4%) não obtiveram contaminação por coliformes (A e F), apresentando-se próprias para consumo, sendo que a amostra A encontrava-se com hipoclorito de sódio (solução a 2,5%), refletindo a importância do tratamento simplificado da água para consumo humano e de boas práticas de higienização de recipientes destinados ao armazenamento, ainda mais, a amostra F foi coletada diretamente da torneira o que indica a contaminação das garrafas utilizadas para estocagem, excluindo a possibilidade de propagação de microrganismos diretamente do ponto de distribuição da água na comunidade.

A falta de conhecimento e/ou orientação da população em alguns pontos da comunidade de Santana do Arari, compromete o armazenamento adequado da água destinada para o consumo, bem como a falta de higienização correta dos recipientes usados como reservatório, contribuindo para o aumento da contaminação e disseminação de doenças de veiculação hídrica. Desse modo, é de extrema importância a aferição de potabilidade da água por meio da análise microbiológica, sendo recomendado pela Vigilância Sanitária a contagem padrão de bactérias não excedendo 100 UFC/ml, a fim de garantir a ausência de microrganismos nocivos à saúde pública.

As gestões estadual e municipal devem realizar um planejamento em saúde na comunidade de Santana do Arari para contribuir na educação sanitária e ambiental permanente e continuada da população, a partir do investimento da divulgação de informações acerca das doenças transmitidas pela água, medidas higiênicas, bem como formas de prevenção e cuidado no armazenamento da água destinada ao consumo, esse trabalho pode ser feito por membros da Equipe Saúde da Família, juntamente aos Agentes Comunitários de Saúde, na implementação de projetos e campanhas sobre a temática.

Vale considerar no presente estudo, a pequena amostragem de água para consumo humano analisada (seis amostras), devido ao local de estudo ter baixo índice populacional, optou-se por uma amostragem por conveniência considerando 10% do número de residências existentes na comunidade (60 residências). Contudo, torna-se relevante a realização desta pesquisa, visto que a maioria das amostras analisadas estavam impróprias para consumo humano, o que reflete diretamente na saúde pública local.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pela análise microbiológica da água, pode-se concluir que a falta de higienização dos recipientes utilizados no armazenamento da água consumida foi o principal meio de contaminação observado em quatro amostras que se encontravam fora dos padrões de potabilidade, o qual reflete no risco iminente de aumento na incidência de doenças de veiculação hídrica. Na amostra coletada diretamente da torneira não foi observado crescimento bacteriano. Além disso, a utilização de hipoclorito de sódio (solução a 2,5%) conferiu a desinfecção e eliminação de microrganismos, sendo considerada própria para consumo humano, ressaltando a importância de programas de educação em saúde em comunidades que não possuem acesso a saneamento básico adequado e de uma ação efetiva do poder público.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. G. S. *et al.* Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Rev Cient Sena Aires**, v. 7, n. 1, p. 12-17, 2018.
- ANTONY, R. M.; RENUGA, F. B. Microbiological analysis of drinking water quality of Ananthanar channel of Kanyakumari district, Tamil, Nadu, **Índia. Rev Amb Água**, v. 7, n. 2, p. 42-28, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888**, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: MS, 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 7 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico – Doenças tropicais negligenciadas**. Brasília: MS, 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/3/boletim_especial_doencas_negligenciadas.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos. **Programa Abrace o Marajó:** Plano de Ação 2020-2023. Brasília: MMFDH. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2020-2/outubro/abrace-o-marajo-conheca-o-plano-de-aco-es-do-programa-ate-2023/19.10.2020VersoFINALPlanodeAcaoAbraçoMARAJO20202023.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2020.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** Brasília: SNIS. 2020b. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água.** Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Grupo de Estudo e Pesquisa Trabalho e Desenvolvimento na Amazônia. **Relatório Analítico do Território do Marajó.** Belém: UFPA/MDA. 2012. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/ra/ra129.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2020.

BRITO, E. O. *et al.* Água de consumo em dois bairros do Município de Oriximiná-PA. **Braz J An Environ Res**, v. 3, n. 4, p. 4310-4324, 2020.

COHEN, A.; COLFORD, J. J. M. Effects of boiling drinking water on diarrhea and pathogen-specific infections in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. **Am J Trop Med Hyg**, v. 97, n. 5, p. 1362-1377, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população.** 2020. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatis-%20ticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e%3E> Acesso em: 6 ago. 2020.

MARTIN, R. M.; BACHMAN, M. A. Colonization, infection, and the accessory genome of *Klebsiella pneumoniae*. **Front Cell Infect Microbiol**, v. 8, n. 4, 2018.

MEIRA, I. A. *et al.* Pesquisa de coliformes na água de consumo das creches da rede municipal de ensino de Teixeira de Freitas, BA. **Rev Hig Alim.**, v. 32, n. 278/279, p. 92-96, 2018.

MORAES, M. S. *et al.* Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita. **Eng Sanit Amb.**, v. 23, n. 3, p. 431-435, 2018.

MOTTA, M. B.; NEUMANN, E. Hazard assessment and categorization of microbiological risk in a water treatment and distribution system located in a municipality in the interior of Minas Gerais, Brazil. **Rev Amb Água**, v. 15, n. 3, p. 1-12, 2020.

NASCIMENTO, E. D. *et al.* Contaminação da água de reservatórios do semiárido potiguar por bactérias de importância médica. **Rev Amb Água**, v. 11 n. 2, p. 1-14, 2016.

ROJAS, T. *et al.* Formación de biopelículas y susceptibilidad antimicrobiana entre coliformes aislados en agua potable embotellada en Carabobo, Venezuela. **Bol Malariol Salud Amb**, v. 52, n. 1, p. 87-97, 2012.

ROSENBERG, F. A. The microbiology of bottled water. **Clin Microbiol Newsl**, v. 25, n. 6, p. 41-44, mar. 2003.

SECO, B. M. S. *et al.* Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina. **Semina Ciên Biol Saúde**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2012.

SILVA, B. N. *et al.* Água mineral de garrafas: os perigos da contaminação pós-utilização. Mostra Científica da Farmácia, 1. 2017. **Anais[...]**, Quixada, 2017.

SILVEIRA, C. A. *et al.* Análise microbiológica da água do rio Bacacheri, em Curitiba (PR). **Eng Sanit Amb.**, v. 23, n. 5, p. 933-938, 2018.

1 Biomédica; Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0002-8266-3849. E-mail: flavialcouthino@hotmail.com

2 Biomédica; Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0003-4074-2861. E-mail: glenacristina@gmail.com

3 Biomédica; Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0003-1688-4974. E-mail: costalidyane13@gmail.com

4 Biomédica; Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0003-2394-7857. E-mail: madunascimento3@gmail.com

5 Farmacêutica; Doutora em Doenças Tropicais; Professora do Curso de Biomedicina no Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0002-5830-0810. E-mail: sylviawar@gmail.com

6 Biomédica; Doutora em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários; Professora do Curso de Biomedicina no Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0001-7732-2401. E-mail: renatahermes@gmail.com

7 Biomédica; Doutora em Neurociências e Biologia Celular; Professora do Curso de Biomedicina no Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Belém, PA, Brasil. ORCID: 0000-0002-0490-3704. E-mail: daniellefeio@gmail.com

Recebido em: 30 de Outubro de 2021

Avaliado em: 5 de Setembro de 2021

Aceito em: 10 de Setembro de 2021



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>



Este artigo é licenciado na modalidade acesso abertosob a Atribuição-Compartilha Igual CC BY-SA

