

CONTROLE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA POTÁVEL PARA O CONSUMO HUMANO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MICROBIOLOGICAL QUALITY CONTROL OF DRINKING WATER FOR HUMAN CONSUMPTION: A LITERATURE REVIEW

Resumo: O principal propósito desta pesquisa foi realizar uma revisão bibliográfica relacionada a acuidade do controle de qualidade microbiológico da água potável para o consumo humano. A notabilidade do cuidado com a água para a manutenção da qualidade de vida na terra, bem como relacionar a sua notoriedade na esfera da saúde pública foram abordados neste artigo. Além disso, os riscos à saúde, veiculados pela água, são na maioria das vezes relacionados à sua ingestão contendo micro-organismos patogênicos, representados principalmente por *Escherichia coli* e outras bactérias heterotróficas aqui descritas. O controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, segue legislações e normativas atribuídos pelos órgãos regulatórios. Estes fornecem a garantia da qualidade, bem como toda a estrutura que possibilita a disponibilidade, estes, incluem parâmetros microbiológicos específicos que, garantem por meio de análises microbiológicas, maior qualidade de vida, saúde e dignidade da população.

Palavras-chave: Água potável, coliformes, saúde pública, saneamento básico, qualidade da água, indicadores microbiológicos, contaminação da água.

Abstract: The main purpose of this research was to carry out a bibliographic review related to the importance of the microbiological quality control of drinking water for human consumption. The importance of caring for drinking water for maintaining the quality of life on land, as well as relating its importance in the public health sphere were specific in this article. In addition, health risks, carried by water, are most often related to their intake containing pathogenic microorganisms, represented mainly by *Escherichia coli* and other heterotrophic bacteria mentioned here. The quality control of drinking water follows laws and regulations applicable by regulatory bodies. These provide a guarantee of drinking water quality, as well as an entire structure that makes drinking water available, these include specific microbiological parameters that guarantee, through microbiological analyzes, greater quality of life, health, and dignity of the population.

Keywords: Drinking water, coliforms, public health, basic sanitation, water quality, microbiological indicators, water contamination.

Raquel Vieira de Oliveira Leal¹

1- Graduada em Ciências Biológicas, Bacharela e Licenciada pela UniGoiás; Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Goiás.

E-mail: rvolveira5@gmail.com

Recebido em: 04/11/2021

Revisado em: 13/12/2021

Aceito em: 21/01/2022



Copyright: © 2021. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUÇÃO

A água é o componente mais abundante nos sistemas vivos e constitui mais de 70% do peso da maioria dos organismos, sendo esta insubstituível e considerada como solvente universal¹. Uma molécula de água consiste em dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (H₂O) e constitui mais da metade de toda matéria viva e mais de 90% da massa de boa parte dos tecidos vegetais².

Ela ocupa aproximadamente 75% da superfície terrestre, sendo também o constituinte inorgânico mais abundante da matéria viva. Integra cerca de dois terços do corpo humano e atinge até 98% para certos animais aquáticos, legumes, frutas e verduras³. Entretanto, ela pode receber uma grande quantidade de sais minerais que podem alterar sua composição de inodora, incolor e insípida para uma substância salgada como a água do mar.

A água é o componente mais abundante nos sistemas vivos, constituindo mais de 80% do peso vivo da maioria dos organismos vivos¹. Sua composição química consiste em dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (H₂O)². Ela ocupa aproximadamente 75% da superfície terrestre³. É considerada o constituinte inorgânico mais abundante da matéria viva, podendo esta receber uma quantidade de sais minerais que podem alterar sua composição de inodora, incolor e insípida para uma substância salgada como a água do mar^{2,3}.

A água direcionada ao abastecimento urbano tem sido determinada como uma das amplas dificuldades enfrentadas do século XXI. Adverte-se que sua abundância leva a uma falsa impressão de um recurso inesgotável,

porém, cerca de 97,5% da água disponível no planeta Terra provém de mares e oceanos salgada, sendo imprópria para o consumo humano. Da água doce, cerca de 2,5% encontram-se de forma inacessível em geleiras ou regiões subterrâneas e aquíferos, restando somente 0,007% da água em rios, lagos e na atmosfera disponível para o consumo⁴.

Mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável, atenção especial deve ser dada este fato, pois a água tratada contribui para a manutenção da qualidade de vida, saúde humana, além de melhorar perspectivas de desenvolvimento humano. Entretanto, existem diversos microrganismos patogênicos associados a doenças de veiculação hídrica e o consumo de água contaminada leva ao aparecimento de diversas doenças, que se não forem tratadas podem levar à morte.

Apenas as características organolépticas não são suficientes para a garantia da qualidade da água. Assim, é necessária uma análise laboratorial para garantir a sua qualidade. Outro fator importante, refere-se à ocorrência de que muitas doenças que são transmitidas por veiculação hídrica. O controle da qualidade da água potável por meio de análises merece atenção devido a sua importância para a saúde pública^{3,4}.

Essa revisão da literatura justifica-se pela necessidade de conhecimento por parte dos profissionais de saúde e população, notoriedade da compreensão referente aos parâmetros utilizados para assegurar a qualidade da água, bem como a magnitude da preservação ambiental diante a escassez hídrica e saúde.

MATERIAIS E MÉTODOS

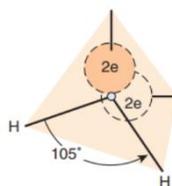
Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, onde foi realizado um levantamento de fontes e referências de pesquisas em livros, revistas, sites, artigos disponíveis nos bancos de dados literários nacionais, de forma que a estratégia de busca foram os que constatavam as palavras-chaves: água potável, coliformes, saúde pública, saneamento básico, qualidade da água, indicadores microbiológicos e contaminação da água. As publicações selecionadas compreendem os anos de 2005 a 2021.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Água

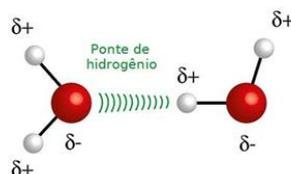
A água é a matéria-prima de mais elevado volume empregada, considerando de forma global a produção farmacêutica, de biotecnologia, correlatos, alimentação e cosméticos. É utilizada de forma direta ou indiretamente, com fundo potencial de impacto na qualidade do produto e segurança da saúde humana, também é considerada como solvente universal. A molécula da água é dipolar, contendo em sua estrutura uma distribuição irregular de elétrons entre os átomos de hidrogênio (Figura 1), tem como característica a formação de pontes de hidrogênio com outras moléculas polares agindo como solvente (Figura 2)⁵.

Figura 1: Imagem ilustrativa da molécula da água



Fonte: Bioquímica ilustrada de Harper, 2014.

Figura 2: Formação de pontes de hidrogênio



Fonte: Google, 2021.

No organismo humano, ela tem distribuição entre os compartimentos tanto intra quanto extracelular. Aproximadamente 40% da água corporal é intracelular, sendo representada pelos espaços intersticiais (líquido nos espaços teciduais), o restante é extracelular, incluindo os líquidos no plasma, como sangue e linfa⁶.

Mesmo quando considerando as formas purificadas e tratadas de água, produzidas por sistemas bem planejados, utilizadas como insumos ou fluidos de processo, podem ocorrer problemas. Estes derivam, em grande parte, da consideração equivocada de que a água em sua forma pura, é inerte e estável. A água consiste em um meio de crescimento que,

embora não seja rico em nutrientes, apresenta variações em suas características microbianas⁵.

“A qualidade da água se tornou uma questão de interesse para a saúde pública no final do século XIX e início do século XX, foi quando a qualidade deixou de ser associada apenas a aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, o gosto e o odor”⁷. No ano de 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU), elaborou um plano intitulado como Declaração Universal dos Direitos da Água, com o intuito de abranger todos cidadãos, para que se esforcem a desenvolver o respeito aos direitos e obrigações perante a lei, tendo este, medidas progressivas de ordem tanto nacional quanto internacional. Destacado em seu artigo 2º, a declaração assegura a necessidade da água para a vida, sendo esta considerada um direito universal e fundamental⁸.

Art. 2º - A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado do Art. 3º da Declaração dos Direitos do Homem.

Para que a água seja considerada potável, é necessário que ela atenda aos padrões estabelecidos para parâmetros físicos (cor e turbidez), químicos (cloro livre e pH), microbiológicos (contagem de Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e *Escherichia coli*), organolépticos (Sabor, Odor e Aspecto), protozoários (*Giardia spp.*) cianobactérias, cianotoxinas e radioatividade^{8,9}.

Legislação

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Nesta portaria estão descritas as atividades que devem ser exercidas pelo fornecedor ou por solução alternativa coletiva do abastecimento de água, tendo como finalidade verificar se a água fornecida ao consumo da população é potável, de forma assegurar a manutenção desta condição. As ações adotadas pelos órgãos de saúde pública, visam avaliar se a água consumida pela população apresenta qualidade para tal ou oferece risco à saúde pública. Para garantir a qualidade, é necessário monitoramento constante das análises, além de controlar e validar os ensaios realizados⁹. (BRASIL, 2011).

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, em seu Anexo XX à Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, menciona as exigências e definições estabelecidas para que a água seja considerada potável, bem como o seu padrão de potabilidade. Em seu Art. 5º são adotadas diversas definições, as quais são aqui mencionadas¹⁰:

II – Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade neste Anexo e que não ofereça riscos à saúde.

III – Padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo.

A água potável, que é a destinada ao consumo humano e deve atender os parâmetros microbiológicos especificados na

legislação brasileira, que tem por finalidade assegurar que esta esteja isenta de micro-organismos com potencial patogênico, além de evitar que a água ofereça risco à saúde humana¹¹. Ela deve atender às normas e padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde. Quanto ao controle de qualidade microbiológico, deve apresentar ausência de coliformes termotolerantes e/ ou *Escherichia coli* e ausência de bactéria do grupo coliformes totais ambos em 100 ml de água⁹.

Fontes de captação para abastecimento público

O Ministério da Saúde é o órgão responsável por definir as características adequadas que a água deve apresentar para que possa ser consumida sem causar danos à saúde. A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, descreve os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água, bem como o seu padrão de potabilidade. No capítulo II desta legislação, Art. 5º, estão definidos também, algumas definições importantes sobre fontes e sistemas de abastecimento da água⁹:

- VI - sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;
- VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

Por definição, a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, descreve a água potável

é aquela própria para o consumo humano, seus indicadores biológicos, microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, devem atender ao padrão de potabilidade e não oferecer risco à saúde. É um líquido límpido, incolor, insípida (isenta de sabor) e insossa (isenta de sal), é essencial para a manutenção da sobrevivência humana. Deve apresentar uma certa quantidade específica de sais minerais dissolvidos que são úteis para a saúde. Ainda, cita que água deve estar isenta de metais tóxicos e micro-organismos incluindo bactérias, fungos e protozoários⁹.

O processo de tratamento da água envolve diversas etapas. Este se inicia pela coleta, passa pelo tratamento e posteriormente pela distribuição. O Tratamento da água é minucioso, requer investimento elevado, e todas as etapas, incluindo também o uso de equipamentos para as análises e mão de obra especializada para realização das análises. No Brasil, as principais fontes de água potável mais habituais encontradas são as nascentes dos rios, lagos, represas de abastecimento de água, cisternas, poços artesianos e até mesmo a extração de água subterrânea de aquíferos. Em locais mais desertos, é feita a captação da água da chuva para o consumo e uso doméstico^{9,11,12}.

Métodos de tratamento

A importância de que a água atenda as especificações das legislações, justifica-se pelo fato de que os limites das concentrações dos contaminantes especificados, sejam seguros para a ingestão. Os coliformes totais são rigidamente controlados e regulados na água potável de abastecimento urbano e, embora

não seja exigida sua total ausência, ele não se aplica a *E. coli*, esta não deve ter nenhum vestígio na água⁵.

A água antes de ser tratada é chamada de água bruta. É captada em rios ou poços tubulares profundos, apresenta aspecto turvo e com uma coloração que varia do amarelo ou marrom claro ao marrom escuro. A turbidez da água ocorre devido a presença de partículas de material que ficam em suspensão. Estas partículas são representadas pela argila, areia, microalgas, microrganismos, dentre outros, enquanto a coloração é ocasionada pela presença de substâncias orgânicas dissolvidas. Nas estações de tratamento de água, estas substâncias são removidas tornando a água própria para o consumo humano¹³.

Quantidade e qualidade da água são razões importantes para o estabelecimento dos benefícios à saúde. O tratamento da água é capaz de reduzir a incidência a curto prazo e a prevalência a médio prazo de diversos agravos, como a doença diarreica. Este problema de saúde pública atinge com maior facilidade e frequência, crianças com menos de cinco anos de idade. Dentro desta faixa etária, as crianças com menos de dois anos e dependendo do estado de saúde da criança, pode levar a morte, devido a complicações que a criança pode apresentar, como a desidratação e o seu impacto nutricional negativo, levando a um quadro de anemia, perda de peso e agravo na imunodeficiência¹⁴.

Outras doenças que são veiculadas pela ineficiência ou inexistência do saneamento básico são representadas pelos microrganismos: *Vibrio cholerae* (Cólera), *Giardia lamblia* (Giardíase), *Salmonella typhi*

(Febre tifoide), *S. enterica* (Paratifoide), *Leptospira interrogans* (Leptospirose), *Entamoeba histolytica* (Amebíase), Hepatite A - HAV (Hepatite infecciosa) e *Ascaris lumbricoides* (Ascaridíase)⁴.

Dentre as enfermidades relacionadas com a água, destacam-se aquelas transmitidas pela ingestão de água contaminada, denominadas portanto "enfermidades de veiculação hídrica" e a ocorrência destas doenças podem ser minimizadas e até mesmo evitadas, mediante a adoção de práticas de saneamento¹³. O tratamento da água é a melhor forma de reduzir a morbimortalidade de doenças de veiculação hídrica¹².

O tratamento da água para consumo humano tem por finalidade primeira torná-la potável. Procura-se tornar a água atrativa e segura para o consumo humano, sendo que os principais objetivos do tratamento são de ordem sanitária, que visam a retirada de microrganismos e substâncias que representam risco à saúde, organoléptica, que não devem apresentar turbidez, odor, sabor e cor, além da econômica, que visam a redução da corrosividade, dureza, ferro, íons, dentre outros⁹.

Vários processos e operações são responsáveis pelo tratamento da água bruta até conseguir chegar no padrão de potabilidade apresentados na figura 3. O processo de tratamento da água é indispensável para oferecer uma água de qualidade à população. Este, é realizado por meio das estações de tratamento de água (ETAs), sendo que o processo de tratamento de água é dividido em etapas descritas na tabela 1.

Figura 3. Processos de tratamento da água

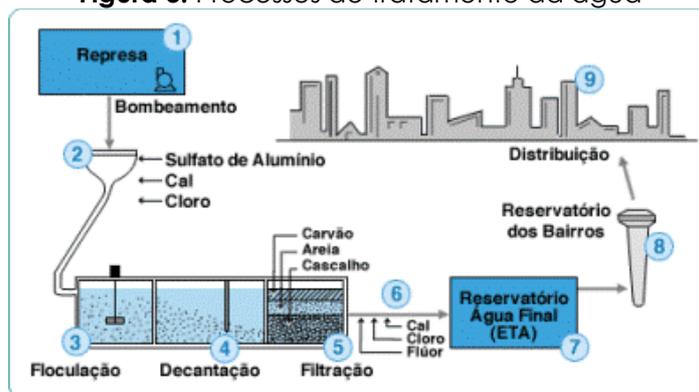


Tabela 1. Etapas do processo de tratamento da água.

Etapa	Descrição
Captação	A água é captada por um sistema de grades que impede a entrada de elementos macroscópicos grosseiros no sistema como peixes, folhas, troncos, dentre outros.
Coagulação	São adicionados coagulantes, como o sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante. A água é agitada de forma violenta para tornar mais homogênea. As partículas de sujeira ficam desestabilizadas eletricamente e mais fáceis de agregar, formando assim os flóculos.
Floculação	Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, esta irá acarretar a formação de flocos com as partículas.
Decantação	A água não é mais agitada. Passa por tanques onde os flocos vão se depositando no fundo, separando-se então da água. <ul style="list-style-type: none"> O lodo depositado no fundo dos tanques é conduzido para os tanques de depuração, normalmente, este lodo é conduzido para restaurar a vegetação áreas degradadas. A água é direcionada para filtros.
Filtração	A água decantada passa por um filtro contendo cascalho, areia, antracito (carvão mineral), onde são retirados os flocos que não foram decantados na fase de decantação e de alguns microrganismos.
Cloração	Após a filtração, a água está limpa, porém, ainda pode conter microrganismos causadores de doenças (Coliformes e <i>E. coli</i>). Ela recebe o cloro, que mata estes e outros microrganismos. O cloro age como desinfetante, extinguindo ou inativando os microrganismos e bactérias de vida livre, e como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes.
Fluoretação	O flúor é adicionado à água, para ajudar na prevenção de cáries em crianças.
Reservação	A água tratada é direcionada e armazenada em grandes reservatórios, antes da distribuição.
Distribuição	Nesta etapa, a água tratada é distribuída para as residências, comércio, hospitais, escolas e indústrias a partir dos reservatórios de água potável.

Fonte: Adaptado¹³.

A correção do pH é realizado com a adição de cal hidratada. Este procedimento é necessário para prevenir uma possível corrosão futura da rede de encanamento que irá distribuir a água tratada. A combinação de métodos físicos e químicos usados no tratamento da água garantem sua empregabilidade em diversos setores. Os métodos de análise química geram respostas mais rápidas, permitindo a solução ágil de imprevistos. É importante que a água potável atenda as especificações da legislação vigente, pois, justifica-se pelo fato de que os limites das concentrações dos contaminantes especificados, nos níveis considerados, são seguros para ingestão o que é importante para impedir que traços contaminantes estejam presentes⁹.

***Escherichia coli*, coliformes totais e bactérias heterotróficas**

A água potável deve ser isenta de microrganismos patogênicos e de bactérias que indicam contaminação fecal. Tradicionalmente, os indicadores de contaminação fecal estão no grupo de bactérias denominadas coliformes, onde a principal representante desse grupo de bactérias é conhecida de *Escherichia coli*. Representando um importante indicador microbiológico de contaminação fecal recente no meio ambiente¹⁵.

Os coliformes podem ser encontrados e visualizados quando são realizados testes cromogênicos em amostras de água. Os coliformes totais são representados por um grupo de bactérias que contém bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos,

não formadores de esporos, oxidase-negativa, que são capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C entre 24 a 48 horas. Este grupo contém os seguintes gêneros que são representados por: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*^{15,16}.

Coliformes fecais ou coliformes termo tolerantes são bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a temperaturas a 44°C em 24 horas, sendo que a principal espécie representante deste grupo é a *E. coli*. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em visto da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água^{15,16}.

O grupo de bactérias heterotróficas (Figura 4), é definido genericamente como sendo constituído por microrganismos que utilizam carbono orgânico como fonte de nutrientes. Elas são utilizadas para a avaliação da qualidade microbiológica em redes de distribuição de água, fornecendo informações sobre a qualidade bacteriológica de uma forma ampla, visando assim avaliar a integridade da rede de distribuição¹⁷.

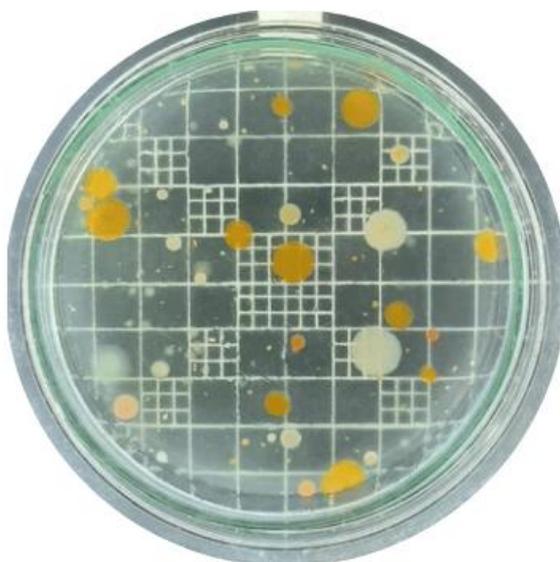
As bactérias do grupo coliforme possuem uma enzima denominada β -galactosidase, que metabolizam a porção nutriente do composto β -d-galactopiranoside presente em meios de cultura específicos denominados cromogênios para a análise, que

por vez liberam a porção indicadora ortonitrofenol que torna o meio de cultura com coloração amarelada, caracterizando assim a presença de coliformes totais¹⁶.

As bactérias do grupo *E. coli*, possui em sua estrutura uma enzima denominada β -d-glucuronidase, que metabolizam a porção nutriente β -d-glucoronide do MUG presente no

meio de cultura, liberando assim a porção indicadora 4-metil-umbeliferona que torna o meio azul fluorescente (Figura 5), quando exposta à luz ultravioleta em um comprimento de onda de 365nm¹⁶. Este grupo de bactérias é considerado o indicador mais específico de contaminação fecal recente e de eventual presença de microrganismos patogênicos^{15,16}.

Figura 4. Bactérias heterotróficas



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 5. Análise de presença e ausência de *Escherichia coli* (fluorescente) e coliformes totais.



Fonte: arquivo pessoal.

Os padrões de aceitabilidades estão descritos na Portaria GM/MS nº 2.472, de 28 de setembro de 2021, esta, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Seu capítulo V, que refere-se ao padrão de potabilidade, em seu Art. 27 cita⁹:

A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto nos Anexos 1 a 8 e demais disposições deste Anexo. (Origem: PRT GM/MS 2472, Art. 27, Art. 28).

Ainda de acordo com a legislação mencionada, a contagem destas bactérias deve ser realizada de acordo com um plano elaborado por responsáveis pelo Sistema de Abastecimento de água para o consumo humano e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para o consumo humano, que devem ser realizados pelo menos uma amostra semestral da água bruta em cada ponto de captação com vistas a uma gestão preventiva de risco.

O plano de amostragem deve obedecer os requisitos mencionados na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 em seu art. 44, cujas coletas devem seguir uma distribuição uniforme no decorrer de um ano, as amostras dos pontos de coleta no sistema de devem ser representativas, onde há uma combinação entre pontos estratégicos e abrangência espacial, ou seja, locais de grande circulação, locais de grupos populacionais de risco, como por exemplo, hospitais, além de locais que apresentam vulnerabilidade do próprio sistema de distribuição, como pontas de rede, locais afetados por obras, queda de pressão⁹.

O principal intuito do plano de amostragem é investigar e identificar possíveis

de irregularidades para que se possam tomar devidas providências para reestabelecer a integridade do sistema de distribuição, representados pelos reservatórios e redes de distribuição. A quantidade mínima de amostras coletadas na rede de distribuição e nos pontos de consumo devem seguir as orientações mencionadas no Anexo 14 e 15 da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.

Padrão de qualidade microbiológico da água potável

De acordo com Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde a contagem padrão das bactérias não deve exceder 500 unidades formadoras de colônias por um mililitro de amostra. Estas análises devem atender os parâmetros impostos pela legislação, visando pesquisar e identificar eventuais microrganismos patogênicos bem como quantificá-los. A análise bacteriológica da água é realizada em água de poço e água tratada, sendo que a contagem é realizada em placas (quantificação) e o índice de coliformes totais e de *Escherichia coli* são analisadas, a presença e ausência. Sendo assim, o principal objetivo de atender estas exigências é evitar que a água ofereça risco à saúde humana (500/UFC/ml)⁹.

Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A água potável deve apresentar ausência de coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli* em 100 ml de amostra e ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100 ml. A tabela 2 representa o padrão microbiológico para água potável descrito⁹.

Tabela 2. Padrão Microbiológico para Água Potável.

Parâmetro	Valor máximo permitido
Água para consumo humano	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotoleráveis	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatório e rede)	
Coliformes totais	Sistemas que abastecem menos de 20 mil habitantes por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL
	Ou
	Sistemas que abastecem a partir de 20 mil habitantes por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2021.

Contaminação

A água consiste em um meio de crescimento microbiano sob baixos níveis de nutrientes ela é amplamente utilizada, desde o preparo de formulações do produto, processo de reagentes, uso como agente extrator, limpeza, alimento, meio de troca térmica, além de insumo para água altamente purificada, vapor, entre outras. Do ponto de vista farmacêutico, existem diversos tipos de água utilizados nas indústrias farmacêuticas, biotecnologia, correlatos e cosméticos⁵.

A água potável é o principal insumo para a produção dos diversos tipos de água empregados no âmbito farmacêutico. É a partir dela que são produzidos os outros tipos de água

exigidos para que se possam dar continuidade no processo de produção, por exemplo, a água para purificada, também denominada água *bulk*, que é o principal insumo utilizado para obtenção da água para injeção, cujo limite máximo de microorganismos permitido é de 100 UFC/mL⁵.

A água tratada pode ser contaminada no ponto de origem, distribuição pelas tubulações, reservatórios particulares, podendo ser domiciliares ou empresariais. O tratamento do esgoto nas Estações de Tratamento de Esgotos contribui tanto para a promoção da saúde, como também evitam e auxiliam na redução da contaminação das fontes de captação água. A falta de deposição final adequada dos esgotos, podem provocar doenças e poluição da água^{11,13}.

Dentre as causas mais frequentes da contaminação da água nesses reservatórios são

a vedação imprópria das caixas d'água e cisternas, e falta de limpeza e desinfecção regular e periódica¹¹. As principais fontes de contaminação da água podem ser causadas por compostos orgânicos, elementos químicos tóxicos ou nutrientes e microrganismos indesejáveis⁹. Podendo ser contaminada no ponto de origem, durante a sua distribuição e, principalmente, nos reservatórios particulares, sejam eles de empresas ou domiciliares, sendo que as causas mais frequentes da contaminação da água nesses reservatórios são a vedação inadequada das caixas de água e cisternas, e a carência de um programa de limpeza e desinfecção regular e periódica⁴.

A água conservada em reservatórios sem a devida vedação, também consiste em meio de proliferação de insetos, agravando as condições ambientais, o que pode levar a proliferação de insetos que transmitem doenças como a dengue^{2,3,7}.

Índices de qualidade físico-químico e microbiológico

A avaliação da qualidade da água é uma combinação de métodos físico-químico e microbiológico, tendo como principal objetivo investigar e certificar os padrões de potabilidade, ou seja, garantir as condições de qualidade da água para o consumo humano estabelecidos na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Os parâmetros físico-químicos analisados são: odor, sabor, aspecto, alcalinidade total, cor, turbidez, pH, ferro, nitrato, cloreto, fosfato, sulfato, sódio e bicarbonato. Outras análises, descritas na Portaria, refere-se as análises microbiológicas da água. Esta, impõe o monitoramento de Coliformes totais e *Escherichia Coli*, *Clostridium*,

Salmonella, além de protozoários de vida livre como a *Giardia spp.* levando o paciente a apresentar um quadro diarreico e cólicas abdominais⁹.

Água e saneamento básico

O saneamento básico é primordial para o estabelecimento e manutenção da qualidade de vida da população. Dentre os seus pilares, está a importância para o tratamento, abastecimento e manutenção da qualidade da água, visto que esta, é imprescindível à vida, além de ser a principal forma de veiculação de doenças. Diante do exposto, estabelece assim, um fator de grande preocupação dos órgãos gestores. No decorrer da história, a água teve suas precisões de uso modificadas e a tecnologia proporcionou o estabelecimento de padrão de qualidade mais exigente e determinou os volumes necessários às diversas atividades¹⁸.

A água é um bem público e indispensável a vida, além disso, ela tem uma importância amplamente reconhecida para a saúde pública. Outro fator importante mencionado refere-se ao acesso à água tratada, o autor relata que mais de um bilhão de pessoas no mundo não tem acesso à água tratada, destas, mais de 19 milhões situam-se no Brasil^{13,19}.

Com o aumento da população, houve um aumento significativo de fábricas, indústrias, desperdícios, mais irrigação nas lavouras dentre outros. O consumo de água aumentou cerca de seis vezes e mais de um bilhão de pessoas ainda vivem sem acesso a fontes de água de qualidade, estima-se ainda que mais de dois bilhões de pessoas ainda vivem sem saneamento básico¹⁸.

Outro fator importante e preocupante, refere-se à falta de água na maioria das bacias do Nordeste, São Paulo, Bahia e algumas regiões do Rio Grande do Sul. O país apresenta um percentual de 16% de água doce do planeta distribuída de forma desigual. Cerca de 68% dos recursos hídricos estão na região Norte, 3% dos recursos hídricos estão na região do

Nordeste e cerca de 6% destes recursos estão no Sudeste, onde a população é maior se comparada à região Norte (Figura 6). Diante desta escassez, para que se possa evitar a crise de água, é necessário evitar o desperdício, bem como interromper fontes poluidoras além de criar formas de captação, controle e distribuição da água²⁰.

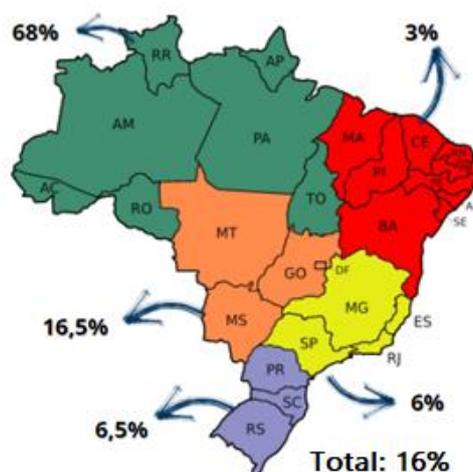


Figura 6. Mapa representativo da distribuição dos recursos hídricos distribuídos no Brasil

Fonte: Google maps. Editado por: Renato Oliveira

O total de internações no Brasil referente a doenças diarreicas, chegou a 487.726, e procedimentos ambulatoriais chegou a 533.884, ambos no ano de 2018. Tais números, representaram em média um gasto de mais de R\$ 216,8 milhões ao ano do Sistema Único de Saúde com internações com estas doenças²¹. No ano de 2018, foram registradas mais de 230 mil internações e 2.180 óbitos decorrentes de doenças provocadas por veiculação hídrica²².

No Estado de Goiás, cerca de 240 municípios possuem água tratada e que esta é fiscalizada pela Secretaria de Estado e Saúde de Goiás (SES-GO). O Programa Estadual de

Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano (Vigiágua) é o responsável por monitorar a qualidade oferecida em todo o Estado, estes, seguem as orientações da Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde²³.

No ano de 2019, nos referidos meses de janeiro a setembro, foram registrados mais de 128 mil casos de doença diarreica aguda somente no Estado de Goiás, conforme informações registradas no Sistema de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas. A diarreia é um dos principais sintomas atribuídos à ingestão de água ou

alimentos contaminados, que também podem levar a sintomas de anorexia, vômitos, náuseas e febre, que leva a custos com saúde²³.

O saneamento inadequado ou a falta dele gera gastos com a saúde. O controle e a prevenção estão relacionados com as condições do meio ambiente, ausência ou insuficiência de serviços de saneamento ambiental básico, representados ao acesso à população a água potável de qualidade e rede esgoto²³.

Diante deste cenário, o saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Pode-se dizer que saneamento é um conjunto de ações que visam controlar doenças, transmissíveis ou não, além de propiciar conforto e bem-estar. Ele está vinculado diretamente às condições de saúde e vida da população, caracterizando-se como um direito básico do cidadão²⁴.

CONCLUSÃO

A água é um elemento primordial para a manutenção da vida e de todos os ecossistemas do planeta. O acesso à água potável é um direito fundamental do ser humano, ela é essencial para a manutenção da vida na terra, ela é considerada uma importante fonte de veiculação de doenças. Além disso ela representa um requisito mínimo de boas condições de saúde.

As estratégias de vigilância e controle de qualidade da água relacionados aos padrões de potabilidade são fundamentais para atender as exigências dos órgãos responsáveis por este. Não basta ela estar disponível para o

consumo humano, é necessário que ela apresente qualidade e esteja no mínimo dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira e em consonância com os preceitos da Organização Mundial de Saúde.

A água contaminada oferece risco à população, o que deixa os consumidores susceptíveis à contaminação por doenças de veiculação hídrica, o que leva a maiores gastos com a saúde pública. O conhecimento da população sobre a importância da qualidade da água é essencial para minimizar os impactos relacionados à saúde e doença, no que se refere aos cuidados primários que cada indivíduo deve estabelecer cotidianamente e nas exigências junto aos órgãos competentes, para o Estado seja o provedor realmente de água apropriada para o consumo humano como garantia do direito à vida.

REFERÊNCIAS

1. David LN, Michael MC. Princípios de bioquímica. 6ª edição. Porto Alegre: Artmed; 2014.
2. Peter HR, Ray EF, Susan EE. Biologia vegetal. 8ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
3. Marcelo L. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª edição. Campinas: Átomo; 2010.
4. Mirian UY, Lúcia ERC, Lilian CCO, July O. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. [internet]. 2013 Jun [citado em 1 abr. 2013]; 37(3):312-320. Disponível em: http://www.saocamillo-sp.br/pdf/mundo_saude/106/1827.pdf
5. Terezinha JAP, Telma MK, Antônio FP. Controle biológico de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos. 4ª edição. São Paulo: Atheneu; 2015.
6. Colleen S, Allan DM, Michael L. Bioquímica médica básica de Marks: uma abordagem clínica. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed; 2007.
7. Marcelo BF, Carlos MF. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.

- [internet]. 2005 Jun [citado em 25 out. 2004]: 10(4): 993-1004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/WW5yn576ZGbM3FQN DWYKFKB/?format=pdf&lang=pt>
8. BRASIL. Declaração Universal dos Direitos da Água. Portal da Legislação: Leis Ordinárias. 1992. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>
9. BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>
10. BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Anexo XX à Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>
11. Devid LF. Controle de qualidade microbiológico da água filtrada disponível nos bebedouros da UniRV-Universidade de Rio Verde [trabalho de conclusão de curso]. Goiás: Universidade de Rio Verde, Curso de Farmácia, Departamento de Farmácia; 2016.
12. Agência Nacional de Águas (ANA), HIDROWEB. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de água. Disponível em: <www.ana.gov.br> Acesso em: 17/03/2021.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde. Portal da Legislação: Leis Ordinárias. 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_agua_consumo_humano.pdf
14. Josiane TMQ, Léo H, Sara RS. Análise da Correlação de Ocorrência da Doença Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória-ES. [internet]. 2008 [citado em 23 jul. 2008]: 18(3): 479-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902009000300012>
15. Janine MPRB, Maria RM, Mayra P, Grazielle B, Carlos AB. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. [internet]. 2006 [citado em 03 jan. 2005]: 30(5): 950-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000500019>
16. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água/Fundação Nacional de Saúde. 4ª edição. Brasília: Funasa; 2013.
17. Romero CF, Rafaela AL. 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 2012 Out 12; 3(2): 91-95. Acesso em 15/02/2021. In: PubMed: ISSN 2179-6750.
18. Fernando P, Taiara D. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. [internet]. 2020 jun [citado em 15 mar. 2020]: 13 (1): 08-5. Disponível em: <https://doi.org/10.21727/teccen.v13i1.2200>
19. Kettelin AA, Iara MA, Larissa OFB, Luana GFOM, Mariza FSS. Qualidade microbiológica da água para consumo humano no loteamento Nova Esperança: Litoral sul da Paraíba e sua importância para a saúde pública. [internet]. 2020 jun [citado em 15 mar. 2020]: 3 (1): 08-15. ISSN 2317 7160.
20. BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. 1ª edição. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.
21. Natália C, Pedro L. Saneamento no Brasil: em cinco anos, doenças por falta de saneamento custam R\$ 1 bi ao SUS [Internet]. Folha de São Paulo: FSP; 171 de out. 2019. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/noticias/e-m-cinco-anos-doencas-por-falta-de-saneamento-custam-r-1-bi-ao-sus>
22. Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATASUS [Internet]. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>> Acesso em: 02/03/2021.
23. Felipe C. Saúde alerta: Água tratada evita doenças. Secretaria de Estado da Saúde de Goiás, 2019 [Internet]. Governo do Estado de Goiás;. [citado em 08 out. 2019]. Disponível em: <https://www.saude.go.gov.br/noticias/102-agua-tratada-evita-doencas>
24. Organização Pan-Americana da Saúde [Internet]. Organização Mundial da Saúde; [citado em 2021 Mar 15]. Disponível em: http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=885&Itemid=672