MINISTÉRIO DA SAÚDE

CURSO BÁSICO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

MÓDULO III: QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

AULA 1: PADRÃO DE POTABILIDADE

2ª edição

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA
VENDA PROIBIDA

Brasília – DF
2025

MINISTÉRIO DA SAÚDE
Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente
Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental
e Saúde do Trabalhador

CURSO BÁSICO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

MÓDULO III: QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

AULA 1: PADRÃO DE POTABILIDADE

2ª edição

Brasília – DF
2025

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA
VENDA PROIBIDA

2020 Ministério da Saúde.

Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Sem Derivações 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.
A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: bvsms.saude.gov.br/bvs.

2ª edição – 2025 – versão eletrônica

Elaboração, distribuição e informações:
MINISTÉRIO DA SAÚDE
Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente
Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental
e Saúde do Trabalhador
Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental
SRTVN, Quadra 701, lote D, Edifício PO700, 6º andar
CEP: 70719-040 – Brasília/DF
Site: www.saude.gov.br/svs
E-mail: cgvam@saude.gov.br

Ministro de Estado da Saúde:
Alexandre Rocha Santos Padilha

Secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente:
Mariângela Batista Galvão Simão

Edição-geral:
Agnes Soares da Silva – DVSAT/SVSA
Eliane Ignotti – CGVAM/DVSAT/SVSA

Elaboração:
Fernanda Barbosa de Queiroz – CGVAM/SVSA
Tiago de Brito Magalhães – CGVAM/SVSA

Organização:
Carolina Ventura da Silva – CGVAM/DVSAT/SVSA
Darwin Renne Florencio Cardoso – DVSAT/SVSA
Fernanda Barbosa de Queiroz – CGVAM/DVSAT/SVSA

Colaboração:
Adriana Rodrigues Cabral – CGVAM/DVSAT/SVSA
Aristeu de Oliveira Júnior – CGVAM/DVSAT/SVSA
Camila Vicente Bonfim – CGVAM/DVSAT/SVSA
Daniela Buosi Rohlfs – DVSAT/SVSA
Demetrius Brito Viana – CGVAM/DVSAT/SVSA
Jamyle Calencio Grigoletto – CGVAM/DVSAT/SVSA
Luiz Felipe Lomanto Santa Cruz – CGVAM/DVSAT/SVSA
Magda Machado Saraiva Duarte – CGVAM/DVSAT/SVSA
Pedro Henrique Cabral de Melo – CGVAM/DVSAT/SVSA
Renan Neves da Mata – CGVAM/DVSAT/SVSA
Rosane Cristina de Andrade – CGVAM/DVSAT/SVSA
Thais Araújo Cavendish – CGVAM/DVSAT/SVSA

Revisão técnica:
Carolina Ventura da Silva – CGVAM/DVSAT/SVSA
Demetrius Brito Viana – CGVAM/DVSAT/SVSA
Fernanda Barbosa de Queiroz – CGVAM/DVSAT/SVSA
Gabriela Vieira Capobiango – CGVAM SVSA
Jaqueline Francischetti – CGVAM/DVSAT/SVSA
Thaís Uchôa de Assunção Schilling – CGVAM/DVSAT/SVSA
Tiago de Brito Magalhães – CGVAM/DVSAT/SVSA

Projeto gráfico:
Milena Hernández Bendicho – GAB/SVSA

Diagramação:
Fred Lobo – CGEVSA/Daevs/SVSA

Revisão textual:
Tatiane Souza – CGEVSA/Daevs/SVSA

Normalização:
Daniel Pereira Rosa – Editora MS/CGDI
Daniela Ferreira Barros da Silva – Editora MS/CGDI

Ficha Catalográfica

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.

Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano : módulo III : qualidade da água para consumo humano : aula 1 : padrão de potabilidade [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2025.

24 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web: bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_modulo3_aula1_potabilidade_2ed.pdf
ISBN 978-65-5993-891-9

1. Qualidade da água. 2. Padrão de potabilidade. 3. Água para consumo humano. I. Título.

CDU 37.017.4:628.15

Catalogação na fonte – Coordenação-Geral de Documentação e Informação – Editora MS – OS 2025/0195

Título para indexação:
Basic course on drinking water quality surveillance: module III: drinking water quality: lesson 1: drinking water quality standard

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 4

1 INTRODUÇÃO 5

2 PADRÃO DE POTABILIDADE 7

2.1 Padrão microbiológico 8

2.1.1 Turbidez da água pós-filtração ou pós-desinfecção 9

2.1.2 Esporos de Bactérias Aeróbias – EBA 11

2.1.3 Concentração residual de desinfetante e tempo de contato – CT 11

2.1.4 Coliformes totais e *Escherichia coli* 13

2.1.5 Residual de desinfetante 16

2.2 Padrão para substâncias químicas 17

2.3 Padrão radiológico 20

2.4 Padrão organoléptico de aceitação para consumo humano 22

REFERÊNCIAS 23

APRESENTAÇÃO

Este curso é uma iniciativa do Ministério da Saúde e tem como objetivo a qualificação dos técnicos responsáveis pelo desenvolvimento das ações básicas de vigilância da qualidade da água para consumo humano nos estados e municípios. O conteúdo é dividido em módulos que abordam conceitos, definições e normas legais relacionadas à temática, além de assuntos práticos como identificação das formas de abastecimento de água, interpretação de resultados de análises de qualidade da água, fluxo de coleta de dados etc.

Nesta aula, serão abordados os conceitos de qualidade da água, os principais parâmetros utilizados para verificar a qualidade da água para consumo humano e o Padrão de Potabilidade definido no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 3 de outubro de 2017, alterado pela Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021, e pela Portaria GM/MS n.º 2.472, de 28 de setembro de 2021, que resume os critérios para considerar a água para consumo humano potável no Brasil. Neste documento, será feita referência ao Anexo XX da Portaria de Consolidação n.º 5/2017 como a versão atual da norma, tendo em vista que este é apenas alterado pelas Portarias GM/MS n.º 888/2021 e 2.472/2021 e, portanto, permanece vigente.

BONS ESTUDOS!

1
INTRODUÇÃO

A qualidade da água tornou-se questão de saúde pública no final do século XIX e início do século XX, devido à compreensão da relação entre água contaminada e doença. As doenças de transmissão hídrica são caracterizadas principalmente pela ingestão de água contaminada por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral.

No dia a dia é comum se deparar com o uso de termos como "água pura", "água limpa", "água suja", entre outros, para qualificar a água.

Primeiramente, é preciso esclarecer que o significado de qualidade da água está relacionado não só às suas caraterísticas, mas também ao uso que se pretende fazer, como foi visto no Módulo 02. Seguem dois exemplos que ilustram a importância de se considerar esses dois fatores, de forma conjunta, na avaliação da qualidade da água:

> **Situação 1**: uma água esverdeada pode ser adequada para criação de peixes, mas se for distribuída à população sem passar pelo tratamento adequado, continuando com a cor perceptivelmente verde, será rejeitada pelos consumidores devido à sua cor.
>
> **Situação 2**: uma água subterrânea contendo uma concentração de nitrato de 15 mg/L poderá ser adequada para utilização agrícola ou para alguns processos industriais, no entanto, se destinada para consumo humano, poderá trazer impactos negativos à saúde da população.

Ou seja... Uma mesma água pode ser considerada "boa" para um determinado fim e "ruim" para outro. Isso porque o conceito de qualidade da água está relacionado não apenas à composição da água, mas também ao uso pretendido.

Sabe-se que a água possui elevada capacidade de carrear materiais em seu curso natural, incorporando microrganismos e compostos químicos, resultando em uma composição bastante variável ao longo do tempo.

Assim, a água bruta (não tratada) apresenta características variáveis de acordo com as estações do ano, e possui forte influência das características e dos usos do solo na região de drenagem das águas das chuvas para os rios. Destacam-se as atividades agrícolas, industriais e pecuárias desenvolvidas ao redor dos mananciais, sem esquecer das condições de saneamento básico.

Para avaliar se a qualidade de uma água é adequada para determinada finalidade, é preciso definir os parâmetros de qualidade da água importantes para o uso pretendido (os parâmetros podem ser as próprias substâncias indesejadas ou algum componente que indique a presença desses), bem como os respectivos valores de referência. Assim surgem os padrões de qualidade da água para os diversos fins, por exemplo, padrões de qualidade da água para proteção ambiental, balneabilidade e consumo humano.

Exemplos de parâmetros de qualidade da água:

Coliformes totais, *Escherichia coli* (*E. coli*), turbidez, cianobactérias, glifosato, pH, cloro residual livre, rotavírus, salmonela, *Cryptosporidium spp*., *Vibrio cholerae.*

Exemplos de padrões de qualidade de água:

Conama n.º 274, de 29 de novembro de 2000 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000): padrão de qualidade da água para balneabilidade.

Conama n.º 357, de 17 de março de 2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005): padrão de qualidade dos corpos de água superficiais.

Conama n.º 396, de 3 de abril de 2008 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008): padrão de qualidade de águas subterrâneas.

Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 3 de outubro de 2017 (Brasil, 2021b), alterado pela Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021b), e pela Portaria GM/MS n.º 2.472, de 28 de setembro de 2021 (Brasil, 2021a), padrão de qualidade de água para consumo humano.

Dos padrões citados, o de maior interesse para o nosso curso é o padrão de qualidade da água para consumo humano, também chamado de padrão de potabilidade.

2

PADRÃO DE POTABILIDADE

Em linhas gerais, o padrão de potabilidade consiste no conjunto de características que a água deve apresentar para que seja considerada própria para consumo humano. Vamos relembrar algumas definições do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b) relacionadas a esse tema.

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

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

Padrão organoléptico: "conjunto de valores permitidos para os parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde".

Para fins didáticos, o padrão de potabilidade é dividido conforme o quadro a seguir e será assim apresentado:

- Padrão microbiológico
- Padrão para substâncias químicas
- Padrão de radioatividade
- Padrão organoléptico

2.1 Padrão microbiológico

Antes de falar dos valores de referência adotados na norma de potabilidade, é importante entender as limitações relacionadas à detecção de microrganismos patogênicos em água e como estas são contornadas.

Os métodos tradicionais de detecção de patógenos em água são demorados, de alta complexidade e de custo elevado. E quando se pensa no monitoramento rotineiro da qualidade da água de consumo humano, em uma lógica de prevenção de riscos, essas limitações tornam-se muito preocupantes, principalmente por não possibilitarem a obtenção de resultados em tempo oportuno para as devidas intervenções.

Nesse contexto, surgiram os parâmetros indicadores da qualidade microbiológica da água, tendo como principais características a rapidez em se obter os resultados, a simplicidade analítica e o baixo custo das análises em relação à detecção dos patógenos propriamente ditos.

Diante disso, o padrão microbiológico é composto por parâmetros indicadores que permitem verificar a qualidade microbiológica da água de forma rápida, possibilitando prevenir riscos à saúde associados ao abastecimento de água.

Vale ressaltar que a definição dos parâmetros e seus valores de referência levou em consideração as características de cada grupo de patógenos (bactérias, vírus, protozoários e helmintos) e os respectivos mecanismos preponderantes para remoção ou inativação durante o tratamento e distribuição da água para o consumo humano.

Com relação às características de cada grupo, sabe-se que os protozoários e os helmintos são bem mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes em relação às bactérias e aos vírus, por outro lado, apresentam características que tornam possível sua remoção física (por meio de processos como sedimentação e filtração).

E considerando as etapas de tratamento convencional de água (mistura rápida, coagulação, decantação/flotação, filtração e desinfecção), bactérias e vírus são mais facilmente inativados ou destruídos durante o processo de desinfecção. Nos subitens a seguir serão apresentados os parâmetros que compõem o padrão microbiológico, bem como os valores de referência de cada um deles.

2.1.1 Turbidez da água pós-filtração ou pós-desinfecção

Por definição, a turbidez é causada pela presença de materiais orgânicos ou inorgânicos não dissolvidos na água, as chamadas partículas em suspensão. Os principais materiais que conferem turbidez à água são os sólidos em suspensão (por exemplo, argila, sílica e coloides), materiais finamente divididos, microrganismos e algas.

Reconhecendo-se a limitação dos coliformes totais e *E. coli* como indicadores da remoção e da presença de protozoários, bem como as limitações já mencionadas para a análise rotineira de patógenos, a turbidez da água pós-filtração é tida como a principal forma de avaliação da eficiência de remoção de (oo)cistos de protozoários em processos convencionais de tratamento de água.

Sabe-se, ainda, que partículas em suspensão (que originam a turbidez na água) podem fornecer abrigo físico aos microrganismos, protegendo-os da ação dos desinfetantes. Portanto, para garantir a boa eficiência da etapa de desinfecção na inativação de organismos patogênicos, é importante que a água possua baixa turbidez.

Veja o que diz o artigo 28 da norma de potabilidade sobre esse parâmetro (Brasil, 2021b):

> Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso no Anexo 2 e devem ser observadas as demais exigências contidas neste Anexo.

Tal padrão tem como base a remoção de protozoários por meio da filtração e a garantia da efetividade da desinfecção da água. É importante deixar claro que, seja por meio da filtração ou não, deve-se buscar uma água com a menor turbidez possível antes da desinfecção.

Tabela 1 – Padrão de turbidez para água pós-desinfecção (para águas subterrâneas) ou pós-filtração

Tratamento da água	VMP[1]	Número de amostras	Frequência
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 uT[2] em 95% das amostras. 1,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	A cada 2 horas
Filtração em membrana	0,1 uT[2] em 99% das amostras.	1	A cada 2 horas
Filtração lenta	1,0 uT[2] em 95% das amostras. 2,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	Diária
Pós-desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT[2] em 95% das amostras. 5,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	Semanal

Fonte: Brasil, 2021b.
NOTAS:
[1]Valor máximo permitido.
[2]Unidade de turbidez.

Interpretando a Tabela 1...

Para águas subterrâneas ou superficiais submetidas à filtração rápida, o VMP é de 0,5 uT após a filtração em 95% das amostras coletadas no mês, sendo que as demais (máximo de 5% do total) não podem apresentar resultado superior a 1,0 uT. Ou seja, 95% das amostras devem ter turbidez ≤ 0,5 uT, e os resultados que porventura ultrapassarem esse valor devem possuir turbidez ≤ 1,0 uT.

Para águas subterrâneas ou superficiais submetidas à filtração em membrana, o VMP é de 0,1 uT após a filtração em 99% das amostras coletadas no mês.

Já para águas subterrâneas ou superficiais submetidas ao processo filtração lenta, o VMP é de 1,0 uT após a filtração em 95% das amostras, desde que os resultados das demais amostras coletadas no mês não ultrapassem 2,0 uT.

Para águas subterrâneas (por exemplo, de poço raso ou poço tubular profundo) não submetidas ao processo de filtração, a água deve apresentar turbidez máxima de 1,0 uT em 95% das amostras após a etapa de desinfecção. O limite máximo permitido para qualquer amostra pontual é de 5,0 uT.

Saiba mais...

No caso de águas subterrâneas não submetidas à etapa de filtração, o VMP estabelecido pós-desinfeção (tratada) tem como objetivo garantir melhor eficiência da etapa de desinfecção na inativação de organismos patogênicos.

A diferença entre os valores definidos para a filtração lenta (1,0 uT) e filtração rápida (0,5 uT) justifica-se porque, no processo de filtração lenta, a remoção de microrganismos ocorre não só pelos mecanismos físico-químicos, mas também por mecanismos biológicos, o que o torna mais eficiente.

Ressalta-se que a tabela do Anexo 2 apresenta o número mínimo de amostras/análises (relação das colunas “número de amostras” e “frequência”) em cada situação.

Para águas subterrâneas não submetidas à filtração, a tolerância de 5% das amostras acima do VMP leva em conta as variações naturais que podem ocorrer com as águas subterrâneas.

Nos casos em que existe a etapa de filtração, o critério se baseia no fato do processo estar sujeito a variações de desempenho tidas como inevitáveis, mas que devem ser mantidas sob controle.

2.1.2 Esporos de Bactérias Aeróbias – EBA

Reconhecendo-se a complexidade inerente à análise de (oo)cistos de protozoários e a dificuldade das Estações de Tratamento de Água alcançarem níveis mais restritivos de turbidez, a norma de potabilidade (Brasil, 2017) determina o monitoramento da remoção de esporos de bactérias aeróbias (EBA) como indicador auxiliar para aferir a eficiência de remoção de (oo)cistos, quando for identificada média geométrica móvel dos últimos 12 meses de monitoramento maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100 mL no ponto de captação.

A remoção de esporos de bactérias aeróbias (EBA) pode ser utilizada para verificação das metas de remoção de oocistos de *Cryptosporidium* em estações de tratamento de água de ciclo completo, por fornecer estimativas conservadoras e boa correlação com a remoção de oocistos (Estados Unidos, 2006).

Enfatiza-se que o monitoramento de EBA está associado ao atendimento do VMP de 0,5 uT na água filtrada, permitindo aferir se a unidade de filtração alcança a eficiência pretendida de remoção de (oo)cistos em condições menos restritivas em termos da turbidez da água filtrada. Uma vez verificado que a média aritmética da remoção de cada unidade de filtração da ETA (aferida com base nas amostras coletadas no mês) não alcança 2,5 log (99,7%) de eficiência de remoção de EBA, o monitoramento de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* deve ser realizado mensalmente em cada ponto de captação de água ao longo dos 12 meses seguintes, a fim de se confirmar, ou não, a contaminação da água por esses protozoários.

Estações de Tratamento de Água que realizam a (pré)oxidação na água bruta devem proceder diretamente ao monitoramento de (oo)cistos de protozoários, caso a média móvel da concentração de *E. coli* no ponto de captação seja superior a 1.000 *Escherichia coli*/100 mL, tendo em vista que o agente oxidante pode comprometer a avaliação da eficiência de remoção de EBA. Analogamente, caso não seja possível aferir a eficiência de remoção de EBA na ETA (ausência de EBA no efluente e/ou afluente), deve ser realizado o monitoramento de (oo)cistos.

Assumindo-se a avaliação da eficiência de remoção de EBA como um indicador auxiliar, que desencadeia a exigência de monitoramento de (oo)cistos, os responsáveis por SAA e SAC podem realizar diretamente o monitoramento de protozoários, em substituição ao monitoramento de EBA.

2.1.3 Concentração residual de desinfetante e tempo de contato – CT

A eficiência da remoção de vírus no processo de desinfecção é verificada por meio do parâmetro CT, que é determinado pela Concentração residual de desinfetante na saída do tanque de contato (onde é realizada a desinfecção) e pelo Tempo de contato da água com o agente desinfetante (tempo de exposição do organismo à ação do desinfetante). Trata-se de um parâmetro importante para avaliar tanto a eficiência da remoção de vírus como a de bactérias.

Entendendo melhor o CT...

No emprego da variável CT, uma dada eficiência de desinfecção pode ser alcançada por diferentes combinações de valores de C e T, ou seja, uma mesma eficiência pode ser alcançada com valores mais elevados de dose do desinfetante (C) e tempos de contato (T) mais reduzidos, ou com doses mais baixas compensadas por tempos de contato mais elevados.

Segundo o artigo 30 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b):

> [...] sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água com captação em mananciais superficiais, no controle do processo de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação, da aplicação de dióxido de cloro ou de isocianuratos clorados devem ser observados os tempos de contato e as concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato, em função, quando cabível, dos valores de pH e temperatura, expressos nos Anexos 3, 4 e 5.

Reconhecendo que mananciais subterrâneos são, em regra, mais protegidos que mananciais superficiais, conforme o artigo 31 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b):

> [...] sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água supridas por manancial subterrâneo com ausência de contaminação por *Escherichia coli* devem adicionar agente desinfetante, conforme as disposições contidas no art. 32.

No entanto,

> [...] quando o manancial subterrâneo apresentar contaminação por *Escherichia coli*, no controle do processo de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação, da aplicação de dióxido de cloro ou de isocianuratos clorados, devem ser observados os tempos de contato e as concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato, em função, quando cabível, dos valores de pH e temperatura, expressos nos Anexos 6, 7 e 8 deste Anexo.

Nas tabelas dos Anexos 3 a 8, são apresentados os valores de tempo mínimo de contato correspondentes a cada concentração do residual do desinfetante, em função também da temperatura e do pH da água, para os processos de cloração, cloraminação e desinfecção com dióxido de cloro. A aplicação de compostos isocianuratos clorados deve seguir as diretrizes para utilização de cloro residual livre.

As exigências de CT para sistemas e soluções com captação em mananciais subterrâneos são inferiores às estabelecidas para aqueles com captação em mananciais superficiais, tendo em vista que águas subterrâneas tendem a apresentar menores níveis de contaminação microbiológica.

Saiba mais...

Os valores de C e T são dependentes da temperatura da água: à medida que a temperatura aumenta, os requerimentos de CT tornam-se menores.

Para a cloração com residuais de cloro livre, os valores de CT variam conforme o pH da água. Em pH mais elevados, a eficiência da cloração diminui, exigindo valores maiores de CT.

No caso da cloração com residuais de cloro combinado (cloraminação) e da desinfecção com dióxido de cloro, o pH exerce pouca influência: na faixa de valores de pH de 6 a 9, são definidos valores de C e T únicos para cada valor de temperatura da água.

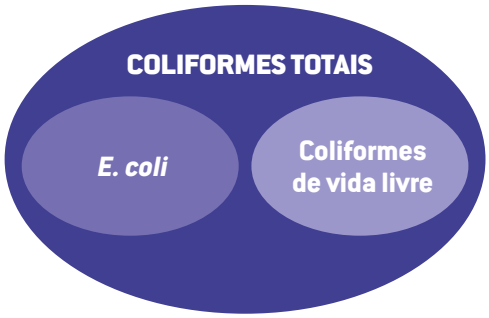
2.1.4 Coliformes totais e *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* (chamada, de forma abreviada, de *E. coli*) é reconhecidamente o indicador mais preciso de contaminação fecal na água, por isso é amplamente utilizado para verificação da qualidade microbiológica da água de consumo humano.

Já os coliformes totais não indicam esse tipo de contaminação com a mesma precisão, pois existem gêneros e espécies desse grupo que são de vida livre, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, sem possuir qualquer relação com poluição da água por material fecal.

A Figura 1 ilustra esquematicamente os grupos de bactérias.

Figura 1 – Esquema ilustrativo de coliformes totais e *E. coli*



Fonte: adaptado de Von Sperling, 1996.

Por outro lado, a análise de coliformes totais possui grande importância como indicador da eficiência do tratamento da água, na etapa de desinfecção, conforme veremos adiante.

Vamos ao que diz a norma de potabilidade sobre esses dois parâmetros.

> Segundo o artigo 27 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017, a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto na norma e seus anexos (Brasil, 2021b).

Tabela 2 – Padrão bacteriológico da água para consumo humano

Formas de abastecimento		Parâmetro		VMP[1]
SAI		*Escherichia coli* [2]		Ausência em 100 mL
SAA e SAC	Na saída do tratamento	Coliformes totais [3]		Ausência em 100 mL
	Sistema de distribuição e pontos de consumo	*Escherichia coli* [2]		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais [4]	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo.
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

Fonte: Brasil, 2021b.
NOTAS:
[1]Valor máximo permitido.
[2]Indicador de contaminação fecal.
[3]Indicador de eficiência de tratamento.
[4]Indicador da condição de operação e manutenção do sistema de distribuição de SAA e pontos de consumo e reservatório de SAC em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada (indicador de integridade).

Interpretando a Tabela 2...

Note que a tabela é dividida em "SAI" e "SAA e SAC". A primeira linha da tabela se aplica à água fornecida por meio de Soluções Alternativas Individuais (SAI), normalmente não submetidas a tratamento prévio, apenas tratamento domiciliar. Já a segunda parte se refere às águas fornecidas por meio de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Soluções Alternativas Coletivas (SAC), para as quais são definidas exigências de tratamento mínimo.

A água destinada ao consumo humano por meio de sistema e soluções alternativas coletivas e individuais deve apresentar ausência de *Escherichia coli*. Isso porque a presença dessa bactéria indica elevada probabilidade de a água conter microrganismos patogênicos e, por conseguinte, causar doenças na população.

Na ausência de tratamento (mais precisamente, antes da etapa de desinfecção), o uso de coliformes totais para avaliação da qualidade da água pode levar a interpretações imprecisas ou duvidosas. Por isso é importante que nesses casos a avaliação seja realizada com base na verificação da presença de *E. coli*.

Por sua vez, na saída do tratamento, a análise de coliformes totais é suficiente para verificar a eficiência de tratamento quanto à qualidade bacteriológica da água tratada. Esse entendimento parte do princípio de que os coliformes totais se apresentam em maior número e possui maior resistência aos processos de desinfecção em relação à *E. coli* e às bactérias patogênicas.

Conforme descrito anteriormente, a inativação de vírus e bactérias ocorre pelo processo de desinfecção da água. No entanto, pelo fato de vírus serem, em geral, mais resistentes aos desinfetantes do que as bactérias, a ausência de coliformes totais na água tratada indica, de forma confiável, a inativação de bactérias patogênicas. Já a inativação dos vírus está mais intimamente ligada ao CT, conforme visto antes.

Continuando...

Em se tratando do sistema de distribuição (reservatórios e rede), a presença de *E.coli* já é mais do que suficiente para condenar a qualidade da água distribuída, pois indica contaminação fecal decorrente de falhas no tratamento ou na sua distribuição.

A presença de coliformes totais, por sua vez, não indica com segurança a ocorrência de contaminação fecal, entretanto, o parâmetro é tido como um bom indicador de integridade do sistema de distribuição devido à sua grande capacidade de sinalizar vulnerabilidades (por exemplo, a existência de infiltrações na rede).

Nesse sentido, a presença de coliformes totais é tolerada em 5% das amostras analisadas mensalmente no sistema de distribuição pelo prestador de serviço (ou ausência em 95% das amostras examinadas no mês).

Veja um exemplo prático: uma amostra coletada no sistema de distribuição apresentou como resultados a presença de coliformes totais e a ausência de *E. coli*. Nesse caso, pode-se dizer que não há indícios de contaminação da água com material fecal, mas há sinais de problemas de integridade da rede, os quais devem ser corrigidos, na lógica de prevenção de riscos. Ou seja, é muito importante a interpretação conjunta dos resultados de coliformes totais e *E. coli*.

2.1.5 Residual de desinfetante

Até o momento, foi visto como os parâmetros auxiliam na verificação da eficiência do tratamento da água para remover e inativar os patógenos. No entanto, mesmo quando o tratamento é bem realizado, a qualidade da água pode se deteriorar em função de problemas de integridade da rede de distribuição, levando muitas vezes ao que se chama de recontaminação, que é a contaminação da água tratada.

E para prevenir esse fenômeno é muito importante garantir a manutenção de residuais dos desinfetantes na água ao longo de sua distribuição.

Sabe-se que a concentração desses residuais decresce em função de reações com substâncias orgânicas e inorgânicas presentes na água, como amônia, sulfetos, matéria orgânica, íons ferro e íons manganês. Por isso, muitas vezes são observados baixos teores de cloro residual livre nas

chamadas *pontas de rede*. Nesses casos, quando um ponto único de aplicação do desinfetante não é suficiente, é necessário adicionar pontos ao longo do sistema de distribuição.

Veja o que diz a norma de potabilidade sobre o assunto.

O artigo 31 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b) estabelece que "os sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água supridas por manancial subterrâneo com ausência de contaminação por *Escherichia coli* devem adicionar agente desinfetante, conforme as disposições contidas no art. 32".

Segundo o artigo 32 do da norma "é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo".

O artigo 33, por sua vez, diz que "no caso do uso de ozônio ou radiação ultravioleta como desinfetante, deverá ser adicionado cloro ou dióxido de cloro, de forma a manter residual mínimo no sistema de distribuição (reservatório e rede) e no ponto de consumo, de acordo com as disposições do art. 32".

Resumindo...

Para se considerar uma água como potável do ponto de vista microbiológico, é preciso, além de atender às exigências descritas até aqui, garantir a manutenção do residual de desinfetante ao longo de todo o sistema de distribuição, de forma preventiva à recontaminação da água na rede.

Portanto, uma água com concentração de residual desinfetante inferior ao mínimo definido no artigo 32 para o sistema de distribuição é considerada não potável.

2.2 Padrão para substâncias químicas

O padrão para substâncias químicas possui uma abordagem diferente da adotada para microrganismos patogênicos, o que se deve às diferentes características das doenças e dos agravos causados pelos agentes microbiológicos e químicos.

Em se tratando do consumo de água, enquanto os microrganismos patogênicos causam efeitos adversos agudos (como diarreia) a partir do consumo pontual de uma água com presença de patógenos, as substâncias químicas (orgânicas ou inorgânicas) têm como principal desfecho os efeitos crônicos (por exemplo, câncer) a partir da ingestão continuada da água durante a vida.

Como forma de proteção à saúde associada à presença dessas substâncias na água de consumo, são determinados os chamados **Valores Máximos Permitidos (VMP)**.

A interpretação desses valores de referência significa que, em tese, é possível consumir uma água com presença de substâncias potencialmente causadoras de doenças crônicas em concentrações inferiores ao VMP por toda a vida sem que ocorra efeito adverso à saúde. Por outro lado, se a concentração dessas substâncias na água for superior ao VMP, a sua ingestão durante toda a vida representa alta probabilidade de desenvolvimento dos respectivos agravos.

Veja o que diz a norma de potabilidade sobre as substâncias químicas.

Segundo o artigo 36 do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017 (Brasil, 2021b), "a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos 9 e 10 e demais disposições deste Anexo".

Explorando um pouco mais...

A tabela do Anexo 9 mencionado nesse artigo traz os valores de referência para as substâncias químicas, conforme subdivisão a seguir: substâncias inorgânicas; substâncias orgânicas; agrotóxicos; desinfetantes e produtos secundários da desinfecção.

Já o Anexo 10 traz os valores de referência para três tipos de cianotoxinas (Cilindrospermopsinas, Microcistinas e Saxitoxinas), toxinas produzidas por algumas espécies de cianobactérias e que podem causar gastroenterite, hepatoenterite, irritações na pele, alergias, problemas com a visão, entre outros agravos à saúde humana.

Para se considerar uma água como potável em relação às substâncias químicas é preciso que as substâncias que compõem os anexos 9 e 10 não sejam detectadas ou que sejam encontradas em concentração inferiores aos respectivos VMPs.

Ainda, na lógica de prevenção de riscos relacionados às substâncias químicas na água, o parágrafo 1º do artigo 36 determina que, "no caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar o Anexo XXI da Portaria de Consolidação n.º 5/2017, não podendo ultrapassar o VMP expresso no Anexo 9 deste Anexo".

Na norma de potabilidade constam ainda duas abordagens específicas direcionadas à análise conjunta de nitrato e nitrito e a produtos secundários da desinfecção:

> Art. 39. A soma das razões das concentrações de nitrito e nitrato e seus respectivos VMPs, estabelecidos no Anexo 9, não deve exceder 1.
>
> § 1º O critério definido no caput deste artigo é expresso pela seguinte inequação: (Concentração nitrato/VMP nitrato) + (Concentração nitrito/VMP nitrito) ≤1.
>
> § 2º O critério definido no caput deste artigo não exime o cumprimento dos VMP estabelecidos individualmente para nitrito e nitrato.

Devido à ocorrência simultânea de nitrito e nitrato na água e à possibilidade de conversão entre as duas formas no organismo humano, a avaliação desses parâmetros deve ser realizada também de forma conjunta. Ou seja, a concentração de nitrato dividida pelo VMP do nitrato, somada à concentração de nitrito dividida pelo VMP do nitrito não deve exceder a 1, entretanto, os VMP específicos também devem ser atendidos:

$$\left(\frac{\text{Concentração nitrato}}{\text{VMP nitrato}}\right) + \left(\frac{\text{Concentração nitrito}}{\text{VMP nitrito}}\right) \leq 1$$

Dessa forma, devem ser atendidos o VMP individual (de nitrato e de nitrito) e o valor máximo definido para a soma das razões das concentrações.

> Art. 40. O cumprimento do padrão de potabilidade de subprodutos da desinfecção deve ser verificado com base na média móvel dos resultados das amostras analisadas nos últimos doze meses, de acordo com o plano de amostragem definido neste Anexo.
>
> Parágrafo único. A média móvel de que trata o caput deste artigo deve ser computada individualmente para cada ponto de amostragem.

Conforme o disposto no art. 40, o cumprimento do padrão de potabilidade de subprodutos da desinfecção deve ser verificado com base na média móvel dos resultados das amostras analisadas nos últimos 12 meses, computada individualmente para cada ponto de amostragem.

Esse dispositivo não estabelece que os pontos de coleta sejam fixos, entretanto, a avaliação do atendimento do padrão de potabilidade deve ser realizada considerando os dados de monitoramento de cada ponto, separadamente. Isso se deve ao fato de que há grande variabilidade da formação dos subprodutos da desinfecção em função das características da água, das condições climáticas e da localização do ponto de coleta no sistema de distribuição.

Busca-se, assim, refletir a situação em cada ponto do sistema de distribuição e, consequentemente, uma avaliação desagregada, tendo em vista a população abastecida localizada nas proximidades desse ponto. Vale acrescentar que as amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

Saiba mais...

A seleção das substâncias para compor o padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde e a determinação dos respectivos valores máximos permitidos (VMP) teve como referência metodológica a Avaliação Quantitativa de Risco Químico (AQRQ), levando em consideração, conjuntamente, aspectos de toxicidade e de avaliação da exposição associados a cada substância.

É importante ressaltar que, embora rigorosamente, qualquer ocorrência de resultado acima dos VMPs se constitua violação do padrão de potabilidade, os riscos em questão se referem a efeitos crônicos à saúde decorrentes da exposição continuada (toda a vida) a determinada substância. Portanto, à exceção dos casos com resultados muito acima dos VMPs (por exemplo, em função de acidentes com cargas perigosas), eventuais violações não necessariamente implicam agravos à saúde.

2.3 Padrão radiológico

Veja o que diz o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b) sobre radioatividade.

> Art. 37. Os níveis de triagem usados na avaliação da potabilidade da água, do ponto de vista radiológico, são os valores de concentração de atividade que não excedam 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1,0 Bq/L para beta total.
>
> § 1º Caso os níveis de triagem de beta total sejam superados, deverá ser subtraída a contribuição do emissor beta K-40 (isótopo de Potássio com massa atômica 40 u).
>
> § 2º Caso as concentrações de atividades de alfa ou de beta total, após a subtração do K-40, permaneçam acima dos níveis de triagem citados neste artigo, outra amostra deverá ser coletada e analisada para alfa e beta total.
>
> § 3º Se os novos valores obtidos continuarem acima dos níveis de triagem, consultar regulamento específico (POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/012:2020) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para saber como proceder nessa situação.
>
> § 4º A CNEN poderá solicitar à análise específica de radionuclídeos naturais e/ou artificiais potencialmente presentes na água, assim como outras informações relevantes, conforme especificado em sua POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/012:2020.
>
> § 5º A CNEN avaliará sobre a potabilidade do ponto de vista radiológico, com base na dose total estimada devido à ingestão de água contendo todos os radionuclídeos presentes.
>
> § 6º Até que a CNEN avalie a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, nenhuma medida de restrição ao abastecimento com base no aspecto radiológico deve ser adotada, considerando as elevadas incertezas que podem estar associadas às técnicas para determinação de alfa e beta total.
>
> § 7º A amostra para avaliação radiológica deve ser coletada semestralmente na rede de distribuição de SAA ou no ponto de consumo de SAC.

Esse artigo está alinhado com as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), consoante POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/012:2020, aprovada por meio da Resolução n.º 260/2020 (Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2020). O padrão de potabilidade expresso na norma, quanto aos parâmetros radiológicos, é definido em termos da atividade alfa total e beta total. Caso os níveis de triagem estabelecidos para atividade alfa total e beta total sejam superados, devem ser adotados procedimentos complementares, conforme Posição Regulatória da Cnen. Considerando as características locais, a Cnen poderá definir a necessidade de especiação dos radionuclídios presentes na amostra, bem como solicitar outras informações que possam auxiliar na elaboração de um diagnóstico específico.

Ressalta-se que, até que a Cnen avalie a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, nenhuma medida de restrição ao abastecimento com base no aspecto radiológico deve ser adotada, considerando as elevadas incertezas que podem estar associadas às técnicas para determinação de alfa e beta total.

2.4 Padrão organoléptico de aceitação para consumo humano

Algumas características da água podem afetar sua aceitação para consumo devido a estímulos sensoriais (como gosto ou odor), mesmo que não necessariamente impliquem riscos à saúde.

No sentido de prevenção de riscos, é importante que a água tenha aspecto agradável (transparência e limpidez) e não apresente gosto e odor que desestimule seu consumo, evitando, assim, a busca por soluções alternativas de abastecimento, muitas vezes impróprias para consumo.

Nesse contexto, destaca-se o padrão organoléptico (antes chamado de padrão de aceitação para consumo humano), que consiste no conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação da água para consumo humano.

Veja o que diz o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017 (Brasil, 2021b, art. 38) sobre esse tema.

> "A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo 11 e demais disposições deste Anexo".
>
> Um exemplo é o VMP estabelecido para o parâmetro turbidez, de 5,0 uT no sistema de distribuição da água. Isso significa que uma água com turbidez acima de 5,0 uT pode causar rejeição da população pela sua aparência turva, mesmo que não ofereça riscos à saúde.
>
> É importante lembrar que o artigo 32 se refere ao residual mínimo de cloro que deve estar presente na água no sistema de distribuição para combater à recontaminação (0,2 mg/L), e o Anexo 11 apresenta o VMP para o parâmetro cloro residual livre (5,0 mg/L), valor acima do qual oferece riscos à saúde da população. No entanto, embora não conste na norma, orienta-se que o residual de cloro livre deve ser mantido abaixo de 2,0 mg/L para evitar possível rejeição da população devido ao cheiro forte, mesmo que não ofereça riscos à saúde.

> **Saiba mais...**
>
> Ressalta-se que algumas das substâncias que compõem este padrão podem representar risco à saúde, porém em concentrações acima daquelas suficientes para provocar rejeição ao consumo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: MS, 2017. Anexo XX: Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: http://www.portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS n.º 2.472, de 28 de setembro de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: MS, 2021a. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-2.472-de-28-de-setembro-de-2021-349269922. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: MS, 2021b. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-*-321540185. Acesso em: 6 maio 2025.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (Brasil). **Resolução n.º 260, de 28 de maio de 2020**. Aprova a Posição Regulatória 3.01/12, Níveis de Investigação e de Referência para Radioatividade em Água Potável, que estabelece níveis de referência e de investigação para situação de exposição crônica do público (exposição existente) decorrente da presença de radionuclídeos na água usada para consumo humano. Brasília, DF: Cnen, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-a-informacao/atos-normativos-cnen/comissao_deliberativa/resolucoes/2020/260. Acesso em: 6 maio 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Conama, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA n.º 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF: Conama, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, DF: Conama, 2000.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Regulations: long term 2 enhanced surface water treatment rule. **Federal Register**, v. 71, n. 3, 5 jan. 2006. Final rule. Disponível em: https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2006-01-05/pdf/06-4.pdf. Acesso em: 7 maio 2025.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996. v. 1.

Conte-nos o que pensa sobre esta publicação.
Clique aqui e responda a pesquisa.

Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde
bvsms.saude.gov.br

Ouv SUS 136
Ouvidoria-Geral do SUS

SUS

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Governo Federal