

Análises físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro - BA

RESUMO

A distribuição de água segura para consumo humano é fundamental para a manutenção da saúde da população. Assim, este trabalho teve como principal objetivo avaliar a qualidade da água fornecida em instituições públicas de ensino no município de Porto Seguro/BA. Durante o mês de março de 2019, as amostras foram coletadas em três pontos distintos de quatro diferentes instituições. As análises de pH, turbidez, cloreto, coliformes totais e termotolerantes foram realizadas e seus resultados foram confrontados com os parâmetros da Portaria GM/MS nº 888/2021. Dos doze pontos analisados, seis apresentaram resultado positivo para contaminação com coliformes totais e termotolerantes. Os valores de turbidez e as concentrações de cloreto encontravam-se de acordo com os parâmetros estabelecidos, e oito pontos analisados tiveram pH menor que o estabelecido pela legislação. Concluímos que alguns pontos analisados não atendem os requisitos de potabilidade preconizados, e requerem ações de adequação.

PALAVRAS-CHAVE: Água potável. Parâmetros de qualidade da água. Portaria nº 888/2021. Padrão de potabilidade.

Laiara Souza Herphs
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia –
Campus Porto Seguro
laiarahd@gmail.com

Maria Lair Sabóia de Oliveira
Lima
<http://orcid.org/0000-0002-7824-8108>
Instituto Federal do Sertão
Pernambucano - Campus
Salgueiro
maria.lair@ifsertao-pe.edu.br

Patrícia Maria Azevedo Xavier
<https://orcid.org/0000-0002-3178-6873>
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia –
Campus Porto Seguro
patriciamaxavier@gmail.com

Allison Gonçalves Silva
<https://orcid.org/0000-0002-9002-1352>
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia –
Campus Porto Seguro
allisongoncalves@ifba.edu.br

INTRODUÇÃO

Presente em todos os seguimentos da vida, a água é um recurso natural renovável essencial para a sobrevivência dos seres humanos e para manutenção da fauna e da flora que coexistem no planeta Terra. Desse modo, fatores físicos, químicos e biológicos que acarretem em sua contaminação, podem torná-la um importante veículo de intoxicação e de transmissão de doenças (SOTO et al., 2006). Por esse motivo, a água destinada ao consumo humano necessita de monitoramento e controle de qualidade constantes que, além de obedecerem ao disposto na legislação de um país, devem estar em consonância com as diretrizes ratificadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). (BRASIL, 2017; SISAGUA, 2020).

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e a Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 2,6 bilhões de pessoas não possuem acesso ao saneamento básico, e 1,1 bilhão não são contempladas com sistemas de abastecimento de água que estejam de acordo com as normas regulamentadoras vigentes. Arelado a esses dados, elas também contabilizam que uma a cada 3 pessoas não tem água potável para consumo diário e que, além disso, mais da metade da população mundial não tem acesso a um serviço de saneamento básico seguro que abranja a sua realidade (WHO; UNICEF, 2017). Desse modo, quando analisados sob pontos de vista social e de saúde pública, esses dados são significativamente preocupantes, uma vez que grandes surtos de doenças que acometem, em especial, às populações de baixa renda, apresentam a água como veículo transmissor (PAIVA; DE SOUZA, 2018; PIMENTEL et al., 2020).

Dados da OMS estimam que 80% das doenças nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela utilização de água imprópria para consumo humano. Como exemplo dessas enfermidades, têm-se as de origens bacteriana (como a diarreia associada à *Escherichia coli*, a cólera ocasionada pelo *Vibrio cholerae* e disenteria bacteriana, causadas por bactérias do gênero *Shigella*), viral (como as transmissões do *Rotavírus* e do vírus da Hepatite A), e também as causadas por protozoários e vermes, como a amebíase e a esquistossomose (FREITAS et al., 2002; PAIVA; DE SOUZA, 2018; REDE SOCIAL DE CIDADES, 2019). Desse modo, o acesso a água com qualidade certificada é uma questão de saúde pública, e a garantia do cumprimento desse direito é um fator indispensável a saúde da população (WHO; UNICEF, 2017).

A análise da água destinada ao consumo humano permite verificar parâmetros importantes como o teor de micro-organismos (com especial atenção aos coliformes totais e termotolerantes, associados às fezes de animais de sangue quente, incluindo seres humanos) e o comportamento físico-químico das amostras. Nesse caso, existe uma infinidade de análises de natureza específica que podem ser realizadas, das quais podemos citar: pH (potencial hidrogeniônico), cloreto, fluoreto, alcalinidade, CO₂ livre, dureza, cor e turbidez, devendo estas estarem de acordo com o disposto na legislação (BRASIL, 2021).

No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação das diretrizes que determinam os padrões de potabilidade da água é o Ministério da Saúde. Através da Portaria nº 888 de 3 de maio de 2021, a potabilidade é caracterizada como o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. Essa portaria estabelece os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que determinam a qualidade da água consumida pela população.

Em conformidade com esta portaria, é dever da empresa responsável pelo abastecimento de água para consumo humano (supridos por manancial superficial e subterrâneo), coletar no ponto de captação amostras semestrais da água bruta para análise dos parâmetros exigidos nas legislações específicas (BRASIL, 2021).

Com base nesses parâmetros, existe uma preocupação em verificar se a água distribuída, através de abastecimento público, se encontra de acordo com a lei e não oferece nenhum risco a saúde. Torna-se importante, também, a manutenção de reservatórios e filtros em condições adequadas de uso para que não ocorra alteração na qualidade da água oferecida pelo sistema de abastecimento (SCURACCHIO, 2010).

É neste contexto que se inserem as instituições de ensino, que utilizam a água de modo recorrente para as mais diversas finalidades. Em seu dia a dia, elas se estendem desde a manutenção das práticas de higiene local até o preparo e consumo de alimentos. Esta prática, quando aliada a um consumo de água que não obedeça aos padrões de potabilidade, e a um frequente compartilhamento de bebedouros, copos e talheres por crianças e adolescentes, favorece a transmissão de doenças pela via fecal-oral (FREITAS et al., 2002).

Ciente do papel social e informativo que o controle da qualidade da água oferece à população que dela usufrui, o presente trabalho tem por objetivo, contribuir no monitoramento da qualidade da água destinada ao abastecimento de instituições públicas de ensino na cidade de Porto Seguro/BA. Para tanto, elencaram-se análises microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes) e físico-químicas (pH, turbidez e cloreto), sendo os resultados disponibilizados às instituições de ensino colaboradoras, como um *feedback* do trabalho realizado. Além disso, o presente trabalho cria mais uma vertente de inserção efetiva do Instituto Federal da Bahia – IFBA, na comunidade local.

METODOLOGIA

Para o presente estudo foram consideradas quatro instituições da rede pública de ensino de Porto Seguro/BA, sendo utilizado como critério para escolha a localização geográfica das unidades dentro município. Por questões éticas, foram preservados os nomes das instituições de ensino envolvidas, sendo estas aqui referenciadas como **A**, **B**, **C** e **D**: com **A**, **B** e **C** tendo como fonte de abastecimento a Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa), e **D** com abastecimento proveniente de água de poço. A captação do material a ser analisado ocorreu durante o mês de março de 2019, sendo coletadas três amostras em cada instituição, que resultaram em um total de 12 amostras a serem avaliadas. As amostras foram obtidas da seguinte forma: em cada escola foram coletadas uma amostra no **bebedouro**, uma na **torneira da cozinha** e uma na **torneira mais próxima ao hidrômetro**.

Análises físico-químicas

Para as análises físico-químicas, as amostras foram coletadas em frascos plásticos, com capacidade para 500 mL, previamente lavados abundantemente com a mesma água a ser coletada. Após o término da coleta, os frascos foram vedados e identificados com a data, horário e o ponto de coleta, acondicionados em caixa de isopor e mantidos sob refrigeração a $4,0 \pm 0,1$ °C. As análises físico-

químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Água do Instituto Federal da Bahia – *Campus* Porto Seguro.

A turbidez foi analisada por meio de um turbidímetro portátil, da marca Hanna, de acordo com o Método 4500-CI. Os valores de pH das amostras foram determinados por leitura direta no pHmetro modelo TECNOPON AC-100 com medidas a 23 °C (BRASIL, 2013). Todas as medições foram realizadas em triplicata.

Para quantificação dos íons cloreto, foi utilizado o método de Mohr. Para tanto, a cada 50 mL da amostra a ser titulada, foram adicionados 0,5 mL de uma solução aquosa do indicador cromato de potássio (K_2CrO_4) a 5,0 %. As amostras foram tituladas com uma solução de nitrato de prata ($AgNO_3$) a 0,0141 mol/L. (VOGEL, 1992). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas, as amostras foram coletadas de acordo com as normas indicadas pelo Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e preconizadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (BRASIL, 2013). Para coleta e acondicionamento das amostras de água (100 mL) foram utilizados frascos de vidro transparentes do tipo “Schot”, de capacidade máxima de 125 mL, com boca larga e tampa de vidro esmerilhada, bem ajustada, previamente esterilizados em autoclave vertical (121 °C, 1,5 Pa, 20 minutos) e já contendo 0,1 mL de tiosulfato de sódio a 10 %. Após a coleta, os frascos foram fechados, envolvidos em papel alumínio, armazenados em recipiente térmico, conduzidos ao Laboratório de Análise de Água da instituição, e tiveram seus protocolos de análise microbiológica imediatamente iniciados.

Para análise de coliformes totais e termotolerantes foi utilizada a metodologia *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* de autoria da *American Public Health Association* (APHA, 2002). A técnica de tubos múltiplos permite a quantificação por número mais provável (NMP) de micro-organismos, e é dividida em duas fases para identificação dos coliformes totais (uma presuntiva e outra confirmativa), e duas fases para a identificação dos coliformes termotolerantes (uma presuntiva - a mesma empregada para os coliformes totais – e outra complementar), conforme apresentado a seguir.

Para cada uma das 12 amostras coletadas, destinaram-se 15 tubos de ensaio previamente limpos e com tampões adequados. Estes tubos foram separados em três grupos de cinco a fim de obtermos diferentes padrões de diluição. Antes de serem esterilizados em autoclave vertical (121 °C, 1,5 Pa, 15 min.), todos os tubos de ensaio receberam o meio de cultura correspondente e um pequeno tubo invertido para coleta de gás (tubo de Durham). Os grupos foram separados como segue:

- Primeiro grupo: 5 tubos com 10 mL de caldo Lauril Triptose comercial de concentração dupla (26 g de meio de cultura para 1000 mL de água destilada), em temperatura ambiente, e acréscimo de 10 mL da amostra a ser analisada, resultando em uma diluição de 1:1;

- Segundo grupo: 5 tubos com 10 mL de caldo Lauril Triptose comercial de concentração simples (13 g de meio de cultura para 1000 mL de água destilada), em temperatura ambiente, e acréscimo de 1 mL da amostra a ser analisada, resultando em uma diluição de 1:10;

• Terceiro grupo: 5 tubos com 10 mL de caldo Lauril Triptose comercial de concentração simples (13 g de meio de cultura para 1000 mL de água destilada), em temperatura ambiente, e acréscimo de 0,1 mL da amostra a ser analisada, resultando em uma diluição de 1:100.

Após o preparo dos ensaios, os tubos foram tampados e incubados a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$, em BOD, durante 24 horas. Foram considerados positivos para a presença de coliformes totais, aqueles que apresentaram formação de um gás (retido no tubo de Durhan) e formação de uma coloração amarelada (BRASIL, 2013; CETESB, 2018).

Para confirmação dos ensaios realizados na fase presuntiva, os tubos que apresentaram resultado positivo (formação de gás retido no tubo de Durhan) no primeiro, segundo e terceiro grupos, foram repicados para novos tubos de ensaio contendo meio de cultura verde brilhante Bile a 2,0 % (40 g do meio de cultura dissolvidos em 1000 mL de água destilada), um tubo de Durhan em seu interior e um tampão, com esterilização do conjunto realizada em autoclave vertical (121°C , 1,5 Pa, 15 min). Para o repique, utilizou-se uma alça de platina previamente flambada e fria. Os tubos foram incubados a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$, em BOD, durante 48 horas. Foram considerados positivos para coliformes totais aqueles onde ocorreu a formação de um gás nos tubos de Durhan (CETESB, 2018).

Deste modo, o cálculo do NMP pode ser realizado com o número real de tubos positivos confirmados obtidos em cada grupo, com **número de tubos positivos do 1º grupo (x): número de tubos positivos do 2º grupo (y): número de tubos positivos do 3º grupo (z)**. O padrão **x:y:z** é comparado com os valores tabelados fornecidos pela FUNASA e fornece o NMP de coliformes totais presentes nas amostras analisadas (BRASIL, 2013).

A fase complementar serviu para identificação dos coliformes termotolerantes, na qual foi feito o repique dos tubos positivos no primeiro, segundo e terceiro grupos da fase presuntiva para outros tubos de ensaio, contendo meio de cultura comercial EC (caldo EC - 37 g do meio de cultura dissolvidos em 1000 mL de água destilada), um tubo de Durhan em seu interior e um tampão, com esterilização do conjunto realizada em autoclave vertical (121°C , 1,5 Pa, 15 min). Para o repique, utilizou-se uma alça de platina previamente flambada e fria. Os tubos foram incubados a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$, em BOD, durante 24 horas. Foram considerados positivos para coliformes termotolerantes aqueles onde ocorreu a formação de um gás nos tubos de Durhan (BRASIL, 2013; CETESB, 2018) O cálculo do NMP de coliformes termotolerantes foi realizado de modo análogo ao realizado na fase confirmativa para coliformes totais (BRASIL, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as coletas, foram observadas características físicas dos locais de estudo, como infraestrutura, manutenção e higiene de cada ponto de coleta. Todas as instituições analisadas possuem construções antigas, tendo apenas uma delas recebido reformas estruturais recentemente. Em todos os casos, não foi constatada as trocas constantes de filtros e limpezas de caixas d'água utilizadas para armazenamento de água. Desse modo, mesmo a água sendo oriunda de uma fonte com certificação (Embasa), é possível que haja comprometimento na

qualidade da água utilizada nas instituições. Não foram observadas ocorrências de obras durante o período das coletas.

Nas instituições de ensino **A**, **B** e **C** a coleta teve que ser realizada no ramo mais próximo a torneira de entrada, não sendo procedente do tanque de armazenamento, pois, na ponta da rede onde está instalado o registro não havia torneira. Foi observado também a presença de vazamento no bebedouro desta instituição. A instituição de ensino **D** é abastecida por água subterrânea, sendo coletada a água na saída do poço. Nas torneiras das cozinhas, apenas a instituição **B** possuía filtro bacteriostático.

De acordo com informações fornecidas pela direção das instituições, embora as limpezas das caixas d'água devam ser realizadas a cada seis meses, esta frequência nem sempre tem sido respeitada. No tocante aos bebedouros, não obstante possuíssem filtros, os mesmos não eram trocados conforme orientação dos fabricantes. Quanto ao aspecto visual, todas as instituições possuíam boas condições de limpeza em seus ambientes de uso coletivo.

Com a finalidade de relacionar as informações recebidas sobre as características estruturais das instituições como os pontos de coleta, fontes de abastecimento e formas de disponibilização e armazenamento, optou-se por três tipos de análises físico-químicas (turbidez, pH e teor de cloreto) e dois tipos de análises microbiológicas. Embora existam outros parâmetros de qualidade da água que são importantes, escolheu-se estes devido a praticidade e relevância de seus resultados. Os parâmetros citados serão discutidos a seguir.

Parâmetros Físico-Químicos

A turbidez da água é influenciada pela presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a sua transparência, ou seja, é a medida de interferência da passagem da luz através do líquido analisado. Ela também está relacionada às características do sedimento, tais como: tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica, sendo este último um forte indicativo da presença de micro-organismo (BRASIL, 2006).

Os valores de turbidez, obtidos nas análises das águas coletadas em três pontos de consumo das instituições de ensino, apresentaram-se na faixa de 0,06 a 1,64 uT. Estes valores comprovaram que as amostras analisadas se encontravam em conformidade com o valor máximo permitido (VMP) da Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021, que determina como VMP de turbidez na água para consumo humano o valor máximo de 5,0 uT.

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios e o desvio padrão obtidos nas análises das amostras de água. Destaca-se que na instituição **A**, as amostras de água coletadas no bebedouro, cozinha e torneira apresentaram os valores mais elevados de turbidez, enquanto nas instituições **B** e **C**, apenas as torneiras das cozinhas possuíam valores mais elevados. Já na instituição **D**, os valores de turbidez mais elevados foram no bebedouro e torneira de entrada.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão de turbidez das amostras analisadas:

Instituições de Ensino	Valores de Turbidez (uT)		
	Bebedouro	Cozinha	Torneira
A	1,59 ± 0,735	1,30 ± 0,170	1,52 ± 0,573
B	0,43 ± 0,085	1,64 ± 0,106	0,29 ± 0,028
C	0,26 ± 0,021	1,08 ± 0,053	0,06 ± 0,085
D	1,43 ± 0,693	0,10 ± 0,148	1,23 ± 0,184

Fonte: Os autores.

A turbidez também consiste em um indicador sanitário da eficiência da filtração durante o processo de tratamento. Por ter implicação direta na qualidade da água a ser distribuída, a turbidez é um dos parâmetros fundamentais de controle em uma estação de tratamento de água, sendo caracterizado pela presença de partículas em suspensão (MORAIS et al., 2016). Sendo assim, os altos índices de turbidez interferem nos processos usuais de desinfecção, atuando como um “escudo” para micro-organismos patogênicos, minimizando assim a ação desinfetante (BRASIL, 2006, 2013; CASTANIA, 2009).

O pH representa a concentração de íons hidrogênio no meio líquido, sendo de grande importância nos processos de tratamento de água. Em águas de abastecimento, elevados valores de pH aumentam a possibilidade de incrustações, enquanto valores baixos de pH podem contribuir para sua corrosividade (BRASIL, 2006). Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento, o pH é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar a coagulação/floculação da água, e também o controle de desinfecção (BRASIL, 2013).

Os valores médios de pH obtidos nas análises da água dos 12 pontos das instituições de ensino, apresentaram-se na faixa de 5,0 a 6,27. Das amostras analisadas nas instituições, todas possuíam ao menos um ponto em desacordo com a Portaria nº 888/2021, que determina que, para a água de consumo humano, os valores de pH devem permanecer na faixa de 6,0 a 9,5.

Na instituição **A**, todos os pontos de coleta estiveram em desacordo com a referida Portaria. Na instituição **B**, apenas a torneira próxima a caixa d’água apresentou pH inferior a 6,0. A instituição **C** também demonstrou apenas a torneira próxima ao hidrômetro com o pH inferior ao preconizado pela Portaria vigente. Na instituição de ensino **D**, onde a água é oriunda de poço, todos os pontos estiveram em desacordo com a Portaria, com o pH inferior a 6,0, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão do pH das amostras coletadas

Instituições de Ensino	Valores de pH		
	Bebedouro	Cozinha	Torneira
A	5,95 ± 0,007	5,91 ± 0,057	5,92 ± 0,014
B	6,19 ± 0,035	6,27 ± 0,035	5,44 ± 0,021
C	6,00 ± 0,007	6,22 ± 0,014	5,65 ± 0,028
D	5,13 ± 0,007	5,15 ± 0,014	5,17 ± 0,007

Fonte: Os autores.

Os valores de pH contribuem para o menor e maior grau de solubilidade das substâncias, além de definir o potencial de toxicidade de diversos compostos

químicos (BRASIL, 2005). Águas distribuídas à população em valores muito baixos ou muito elevados de pH, podem causar irritação a pele ou aos olhos dos indivíduos ao entrarem em contato direto (MORAIS et al., 2016).

Enfatiza-se ainda que baixos valores de pH implicam em potencial corrosividade, sendo prejudicial às tubulações e aos equipamentos que compõem o sistema de abastecimento público de água (BRASIL, 2005; MORAIS et al., 2016). Como observado na Tabela 2, os valores de pH de oito amostras (75%) de água analisadas pelo presente trabalho não se enquadraram nos limites estabelecidos pelo padrão brasileiro de potabilidade, podendo ocasionar os problemas supracitados.

Com relação aos ânions cloreto, em geral eles estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações variáveis, na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que conferem e pelo efeito laxativo que podem provocar. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2013).

Nas águas subterrâneas, o cloreto é proveniente da percolação da água através de rochas e solos. Nas águas superficiais, o cloreto é oriundo das descargas de esgotos sanitários. Cada ser humano expele, através da urina, cerca de 4,0 g de cloreto por dia. Isto representa 90 a 95% do cloreto humano excretado, sendo o restante expelido pelo suor. Essas quantidades fazem com que os esgotos apresentem concentrações que ultrapassam 15 mg/L (CETESB, 2017, 2018).

A determinação da concentração de cloreto na água tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição por esgotos domésticos e resíduos industriais (PORTAL DE TRATAMENTO DA ÁGUA, 2008). Vários são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas, dentre os quais destacamos as indústrias de petróleo, farmacêuticas e curtumes. Altos níveis de cloreto também são encontrados nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da cunha salina. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução conduz a elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água (CETESB, 2017).

As concentrações de cloreto obtidas nas análises da água coletada apresentaram-se na faixa de 0,92 a 1,37 mg/L, estando estes valores em conformidade com o preconizado pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Os valores médios e desvio padrão estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão de cloreto das amostras coletadas:

Instituições de Ensino	Concentração de Cloreto mg/L		
	Bebedouro	Cozinha	Torneira
A	1,14 ± 0,29	1,22 ± 0,099	1,03 ± 0,325
B	1,23 ± 0,474	1,16 ± 0,262	1,37 ± 0,820
C	1,36 ± 0,028	1,25 ± 0,085	1,26 ± 0,219
D	0,92 ± 0,453	1,43 ± 0,085	0,91 ± 0,325

Fonte: Os autores.

Os dados analisados mostram que a quantidade de cloreto encontrado nas amostras foi abaixo de 5 mg/L, não representando nenhum perigo à saúde do corpo escolar. Vale ressaltar que águas com concentração de 250 mg/L podem ter

um sabor salino detectável, isso se o cátion que propicia equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na^+). No caso do cátion predominante ser o cálcio ou o magnésio, o sabor torna-se perceptível em concentrações acima de 1000 mg/L. É o caso de algumas regiões árabes onde a população se adaptou a consumir água contendo 2000 mg/L de cloreto (MORAIS et al., 2014).

Parâmetros Microbiológicos

Presentes nos sistemas digestivos de humanos e animais, as bactérias do grupo coliforme (como as dos gêneros *Scherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* e *Edwardsiella*, sendo as mais conhecidas, as do gênero *Escherichia*) constituem um interessante indicativo de contaminação fecal, uma vez que os seres humanos eliminam, diariamente, bilhões destas bactérias. Isto faz com que, nos esgotos domésticos, elas sejam muito provavelmente encontradas. Deste modo, se há contaminação da água por esgoto doméstico, estes coliformes se farão presentes, tornando a água imprópria para consumo humano (BRASIL, 2006).

Embora suas presenças acarretem perigos à saúde humana, a sua detecção laboratorial é relativamente simples. Bactérias que pertencem a esse grupo fermentam lactose do meio de cultura, produzindo gases que podem ser observados nos tubos de ensaio. Esta fermentação se dá devido a presença de enzimas β -galactosidases, que têm aptidão para fermentar a lactose presente no meio, transformando-a em ácido e gás, detectáveis nos testes microbiológicos com caldos específicos e tubos de Durhan (BRASIL, 2013).

Das 12 amostras de água coletadas das instituições de ensino de Porto Seguro/BA, seis apresentaram coliformes totais e termotolerantes. Na instituição **A** foram encontrados coliformes na torneira do bebedouro e na torneira próxima ao hidrômetro. Na instituição **B** foram encontrados coliformes nas torneiras da cozinha e na torneira próxima a caixa d'água. Na instituição **C** foram encontrados coliformes na torneira próxima ao hidrômetro. Na instituição **D** foram encontrados coliformes na torneira de saída da água do poço. Aqui, vale ressaltar que as instituições **A** e **B** apresentaram coliformes em pontos de coleta críticos, uma vez que bebedouros e torneiras de cozinhas são águas ingeridas diretamente ou utilizada no preparo de alimentos. Deste modo, as amostras coletadas nas quatro instituições de ensino apresentaram desacordo com as normas de potabilidade regulamentadas pela Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde. Embora as instituições aparentassem boas condições de higiene e limpeza dos locais coletivos, a constatação de coliformes totais nas águas de consumo das torneiras ressalta a presença desse grupo de bactérias como indicador de condições precárias higiênico-sanitárias. Os dados referentes aos coliformes totais e termotolerantes estão descritos na Tabela 4.

A presença de grupos coliformes inicia um debate sobre possíveis falhas no sistema de tratamento de distribuição de água e as condições das instituições de ensino, uma vez que os micro-organismos podem ser encontrados em diversos ambientes naturais, mas não na água potável (MICHELINA et al., 2006).

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas em NMP/100mL

Fonte: Os autores.

	Ponto	Presuntivo	Totais	Termotolerantes
A	Bebedouro	13	13	13
	Cozinha	Ausente	Ausente	Ausente
	Torneira	4	4	4
B	Bebedouro	Ausente	Ausente	Ausente
	Cozinha	4	4	4
	Torneira	70	70	70
C	Bebedouro	Ausente	Ausente	Ausente
	Cozinha	Ausente	Ausente	Ausente
	Torneira	2	2	2
D	Bebedouro	Ausente	Ausente	Ausente
	Cozinha	Ausente	Ausente	Ausente
	Torneira	4	4	4

Apesar das instituições **A**, **B** e **C** utilizarem água de abastecimento público, as condições estruturais devem ser levadas em consideração quanto ao nível de contaminação, pois todas as construções dessas instituições são antigas. A contaminação da água pode estar relacionada também a captação do sistema público, estando na maioria das vezes relacionada à má higiene da tubulação e dos tanques (caixas d'água) onde ocorre o acondicionamento da água que alimenta as torneiras das instituições de ensino. A precariedade da limpeza e manutenção periódica dos reservatórios também favorece a presença e sobrevivência de micro-organismos patogênicos aos seres humanos. Em algumas situações, a simples limpeza na caixa d'água e seu correto isolamento podem reduzir o risco de contaminação por coliformes totais e termotolerantes (ROCHA et al., 2010).

A instituição de ensino **D** faz uso de água proveniente de poço, sendo evidenciado, na amostra de água de torneira, presença de coliformes totais e termotolerantes. Este fato pode ser justificado pela grande possibilidade de contaminação devido à concentração de fossas sépticas na região ou pela água da chuva que, ao percolar o solo, arrasta consigo substâncias dissolvidas que podem ser rapidamente conduzidas ao lençol freático. Vale ressaltar que a possível presença de *Escherichia coli* (conhecida por ser um dos termotolerantes mais evidentes e associadas à contaminação) na água é considerada indicativa de contaminação fecal recente, já que esta bactéria encontra dificuldades para se multiplicar fora das condições entéricas (MICHELINA et al., 2006).

Ao buscarmos trabalhos acadêmicos correlatos ao tema proposto, constatamos que, infelizmente, os resultados encontrados são compatíveis com a realidade de outras instituições de ensino do país.

Nas análises realizadas em seis escolas da rede pública do município de Belém do Brejo do Cruz (PB), quatro apresentaram água não potável do ponto de vista bacteriológico, devido à presença de coliformes totais e/ou termotolerantes

(SANTANA et al., 2015). Na cidade de Teixeira de Freitas (BA), na análise de 36 amostras de água coletadas em diferentes instituições de ensino, restou demonstrado que nove não se encontravam dentro do padrão que estabelece ausência de bactérias do grupo coliforme (ROCHA et al., 2010). Um trabalho realizado em 21 pontos (bebedouro, poço, torneira) em uma instituição de ensino em Maringá (PR), detectou a presença de coliformes totais em mais de 28% dos 19 bebedouros analisados, sendo 100% das amostras com ausência de *Escherichia coli* (CAMPOS et al., 2017).

Ao contrário dos trabalhos citados anteriormente, o estudo realizado em escolas municipais de ensino infantil do município de Ribeirão Preto (SP), obteve resultados satisfatórios quanto à condição higiênico-sanitária da água analisada. Nas 60 amostras analisadas não foram constatadas coliformes totais e termotolerantes seguindo o NMP, estando, assim, dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (CASTANIA, 2009).

Das bactérias encontradas nas águas analisadas quase a totalidade é representada por *Escherichia coli*, causando muita preocupação aos entes públicos. Tal microrganismo pode causar doenças simples como gastroenterite ou evoluir para casos letais, principalmente em crianças, idosos e gestantes, os quais possuem maior fragilidade do sistema imunológico (BRASIL, 2010). Esse fato reforça a necessidade de monitoramento constante da qualidade microbiológica da água consumida em escolas, principalmente aquelas usadas para ingestão direta e na preparação de alimentos.

Da resposta à comunidade escolar

O ambiente escolar é considerado a segunda casa da criança, onde a mesma passa um terço do seu dia, fazendo-se necessário um acompanhamento e monitoramento da qualidade da água utilizada nas instituições de ensino, sobretudo quando utilizadas para o consumo direto.

Apesar da legislação brasileira que regulamenta a qualidade da água ter melhorado bastante nos últimos anos, a fiscalização da qualidade microbiológica da água consumida nas unidades escolares nem sempre apresenta merecido rigor. Durante a análise da água utilizada nas escolas, deve-se atentar que a contaminação poderá ocorrer na fase de captação da água do sistema público, na má condição de higiene da tubulação de distribuição e/ou nos locais de armazenamento das unidades de ensino.

Com o fito de subsidiar a atuação dos responsáveis pela administração das instituições de ensino, finalizadas as inspeções e análises da qualidade da água coletada, foram confeccionados, revisados e entregues às instituições de ensino, laudos técnicos contendo: os dados de parâmetros físico-químicos (pH, turbidez e cloreto) e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes), os valores de referência conforme especificações da Portaria de Consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde, os pontos de coleta da água, a conclusão e as providências recomendadas.

De acordo com os dados obtidos, principalmente no que tange aos coliformes, foram dadas orientações no tocante à importância da limpeza regular dos locais de armazenamento, bem como a trocas dos sistemas de filtragem, buscando minimizar ou até mesmo erradicar esta problemática. Segue abaixo o modelo de

Laudo de Análise de Água utilizado para a consolidação dos dados obtidos no presente trabalho.

Figura 1. Modelo de Laudo de Análise de Água.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Bahia

MODELO DE LAUDO DE ANÁLISE DE ÁGUA

CLIENTE: Instituição de Ensino XXX
 DATA DA COLETA:
 PONTOS DE COLETA

Amostras				
Parâmetros físico-químicos e microbiológicos	Valores de Referência *	Bebedouro	Torneira da cozinha	Torneira do Hidrômetro
pH				
Turbidez (uT)				
Cloreto (mg/L)				
Coliformes Totais				
Coliformes Termotolerantes				
Resultados				

Os valores apresentados representam a média de três medições independentes (triplicata) com cada amostra de água.
 *Valores de referência representam os limites máximos para cada parâmetro físico-químico e microbiológico conforme especificações da Portaria de consolidação nº 5, de 03 de outubro de 2017, do Ministério da Saúde.
 Fonte: Laboratório de Química – IFBA – Campus Porto Seguro

CONCLUSÃO: Própria ou Imprópria
PROVIDÊNCIAS RECOMENDADAS:

Porto Seguro, ___/___/___

Responsável: _____

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o mês de março de 2019, constatou-se que a água consumida por quatro instituições de ensino de Porto Seguro/BA apresentou água contaminada por coliformes totais e termotolerantes.

Diante do exposto, é possível concluir que, embora três das instituições de ensino recebam água tratada do abastecimento público, em mais de 75% dos pontos analisados a água oferecida está em desacordo com os parâmetros da Portaria de consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde, representando um risco potencial de atuação de veiculadores de doenças e tornando necessário a revisão de procedimentos para proteção da água durante todo o processo de distribuição e armazenamento.

A relação de parceria dessas instituições analisadas com órgãos relacionados à área da saúde, através de atuação preventiva e proativa de todos os agentes envolvidos, poderá reduzir drasticamente os riscos à saúde por contaminação hídrica nas instituições de ensino do município de Porto Seguro, sobretudo com o

correto tratamento e manejo da água, bem como com a adoção de limpezas periódicas dos reservatórios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições de ensino pela cessão das amostras de água e ao Instituto Federal da Bahia – Campus Porto Seguro pelo apoio nas análises realizadas.

Physical-chemical and microbiological analysis of water intended for human consumption in public education institutions in the city of Porto Seguro - BA

ABSTRACT

The distribution of safe water for human consumption is essential for maintaining the health of the population. Thus, this work had as main objective to evaluate the quality of the water supplied in public educational institutions in the city of Porto Seguro/BA. During the month of March 2019, samples were collected at three different points in four different institutions. Analyses of pH, turbidity, chloride, total and thermotolerant coliforms were carried out and their results were compared with the parameters of Ordinance GM/MS nº 888/2021. Of the twelve points analyzed, six showed a positive result for contamination with total and thermotolerant coliforms. The turbidity values and chloride concentrations were in accordance with the established parameters, and eight points analyzed had a pH lower than that established by law. We conclude that some points analyzed do not meet the recommended potability requirements, and require adaptation actions.

KEYWORDS: Water quality parameters. Ordinance nº 888/2021. Standard of potability.

REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** American Public Health Association. Washington DC, 2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual de educação para o consumo sustentável.** Brasília: MEC/MMA/IDEC, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água Para Consumo Humano.** Brasília, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças Transmitidas por Alimentos.** Brasília, 2010.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água.** Funasa. Brasília, 2013.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021.** Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 30 de nov. 2022.
- CAMPOS, D. A. G. et al. Avaliação Da Qualidade Da Água Destinada Ao Consumo Humano Em Instituição De Ensino. **Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 289–298, 2017.
- CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto., p. 145, 2009.
- CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo**, v. Apêndice E, n. Série Relatórios, p. 287, 2017.
- CETESB. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. **Cetesb L5.202**, n. 11, p. 29, 2018.
- FREITAS, V. P. et al. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, p. 51–58, 2002.
- MICHELINA, A. DE F. et al. Qualidade Microbiológica de Águas de Sistemas de Abastecimento Público da região de Araçatuba, SP. **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, n. 147, p. 90–95, 2006.
- MORAIS, K. DE A. et al. Determinação de Cloreto em Água Mineral Comercializada em Teresina-PI. **Química e sociedade: Motores da sustentabilidade.** 54º Congresso Brasileiro de Química. Natal, 2014.
- MORAIS, W. A. et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 361–367, 2016.
- PAIVA, R. F. DA P. DE S.; DE SOUZA, M. F. DA P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 1–11, 2018.
- PIMENTEL, J. M. F. et al. Internações hospitalares por doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado na Bahia, de 2010 a 2016. **Brazilian Journal of**

Health Review, v. 3, n. 4, p. 7945–7957, 2020.

PORTAL DO TRATAMENTO DE ÁGUA. **Determinação de Cloreto na Água**, 13/11/2008 Disponível em:

<<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-de-cloretos/>>

Acesso em 05/03/2019.

REDE SOCIAL DE CIDADES. Doenças de veiculação hídrica. **Portal Rede Social de Cidades**, 19/11/2019. Disponível em:

<<https://www.redesocialdecidades.org.br/doencas-de-veiculacao-hidrica>>

Acesso em 15/09/2020

ROCHA, E. S. et al. Análise Microbiológica da Água de Cozinhas e/ou Cantinas das Instituições de Ensino do Município De Teixeira de Freitas (BA). **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 34, n. 3, 2010.

SANTANA, F. B. F. et al. Análise microbiológica e bromatológica da água em bebedouros de escolas públicas em Belém do Brejo do Cruz-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 145, 2015.

SCURACCHIO, P. A. Qualidade Da Água Utilizada Para Consumo Em Escolas no Município de São Carlos - SP. **Universidade Estadual Paulista**, p. 57, 2010.

SISAGUA. Boletim de indicadores de qualidade da água para consumo humano.

Sistema de informação da vigilância em saúde da Qualidade da Água para consumo humano, 21/08/2020. Disponível em:

<<http://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua/sisagua>> Acesso em: 27/09/2020.

SOTO, F. R. et al. Monitoramento da qualidade da água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do Município de Ibiuna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, n. 2, p. 106–111, 2006.

VOGEL, A. I. **Análise Química Quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, 1992.

WHO; UNICEF. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2017.

Organização panamericana de Saúde, 12/07/2017. Disponível em:

<https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839> Acesso em: 11 abr. 2019.

Recebido: 14/10/2020

Aprovado: 30/11/2022

DOI: 10.3895/rts.v19n55.13305

Como citar: HERPHS, L.S. et al. Análises físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro-BA. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 19, n. 55, p.329-344, jan./mar., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfr.edu.br/arts/article/view/13305>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

