

Qualidade da água de abastecimento público em escolas da rede públicas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil

Mariano Vieira dos Santos ^{1*}, Miqueias Lima Duarte ², Tatiana Acácio da Silva ³, Keith Soares Valente ⁴, Hilma Margalhães de Oliveira ⁵

¹Graduado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Brasil. (*Autor correspondente:mariano_vieira@hotmail.com).

²Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Brasil.

³Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Brasil.

⁴Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Brasil.

⁵Graduada em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 08/06/2019 – Revisado em: 20/07/2019 – Aceito em: 31/08/2019

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável à vida e ao desenvolvimento humano, e a garantia desse recurso em quantidade e qualidade adequadas deve ser um objetivo comum às autoridades, uma vez que sua contaminação constitui um grande risco à saúde pública e provoca diversos problemas ambientais. Neste trabalho, foram avaliadas as condições de potabilidade da água fornecida em duas escolas da rede pública estadual do município de Humaitá, localizado no sul do estado do Amazonas. Amostras de água coletada nas escolas foram analisadas para parâmetros físico-químicos e biológicos e comparadas com os valores de referência estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº5/2017 do Ministério da Saúde que estabelece os padrões de qualidade da água exclusivamente para consumo humano. Os resultados obtidos indicaram as precárias condições do sistema de abastecimento público municipal; como consequência, observou-se que a água distribuída para consumo humano não se encontra em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação, podendo causar problemas de saúde para os alunos que a consomem. Nesse caso, é indicado que se realize a desinfecção da água antes do consumo, a fim de assegurar a qualidade e atender aos padrões de potabilidade.

Palavras-chave: Abastecimento de água, escolas, potabilidade, legislação.

Quality of the water supply in public schools in the city of Humaitá, Amazonas, Brazil

ABSTRACT

Water is an indispensable natural resource for life and human development and ensuring that this resource is of adequate quantity and quality should be a common objective for the authorities, since its contamination poses a major public health risk and causes a number of environmental problems. In this work, water potability conditions provided in two schools of the state public network of the city of Humaitá, located in south of the state of Amazonas, were evaluated. The water samples collected in schools were analyzed for physicochemical and biological parameters and compared to the reference values established by the Ministry of Health's Consolidation Ordinance nº 5/2017, which establishes the quality standards of water exclusively for human consumption. The results indicated the precarious conditions of the municipal public supply system; as a consequence, it has been observed that the water distributed for human consumption is not in compliance with the values established by the legislation and may cause health problems for the students who consume it. In this case, it is indicated that the disinfection of the water before consumption is carried out, in order to ensure quality and to meet the drinking standards.

Keywords: Water supply, schools, potability, legislation.

1. Introdução

A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, e, portanto, falar de sua relevância, em diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio

da biodiversidade e das relações de dependência entre os seres vivos e os ambientes naturais (Bacci; Pataca, 2008; Moura; Fermino, 2014). A água é um recurso natural que já foi considerada inesgotável, pois o ecossistema fazia crer que os mananciais de água cristalinas, abundantes e renováveis nunca terminariam, dessa forma, a sociedade passou a utilizá-la de forma desordenada (Oliveiro; Ishiki, 2014).

A falsa percepção sobre a abundância de água na superfície terrestre faz com que seja dada a devida importância para esse bem tão essencial. Apesar de a superfície da terra ser composta por 71% de água, 97% desse total é constituído por água salgada, que não pode ser utilizada na agricultura, na indústria ou para consumo humano (Tucci, 2008). Além do mais, do percentual de água doce disponível (3%), apenas 0,3% pode ser utilizado para suprimento das necessidades humanas, pois o restante encontra-se nas geleiras e aquíferos profundos, tornando-se inviável a captação para abastecimento (Tucci; Cordeiro, 2004).

Levando em consideração o percentual de água doce disponível no mundo, boa parte encontra-se imprópria para consumo humano, uma vez que os padrões de desenvolvimento não sustentável vêm favorecendo a degradação desse recurso. A consequência direta da perda de qualidade da água recai não apenas na população que a consome ou está em contato direto com ela, mas põe em risco a vida de todos os seres vivos. Segundo a OMS, a cada ano, mais de cinco milhões de pessoas morrem no mundo devido às doenças de veiculação hídrica.

Os fatores ambientais, sociais e culturais que atuam no espaço e no tempo sobre as populações condicionam e determinam o processo de transmissão das doenças (Barcellos; Quitério, 2006). Os grupos sociais que vivem em áreas com carência de serviços de saneamento ambiental estão sujeitos a potencializar efeitos adversos na saúde por meio de contaminantes, locais de proliferação de vetores e poluentes (Razzolini; Gunther, 2008; Cesa; Duarte, 2010).

Considerando que a água de consumo é um dos principais veículos de transmissão de doenças, é de suma importância sua avaliação de forma continuada (Scalize et al., 2014). Em função das consequências provocadas pelas diferentes formas de contaminação, a qualidade da água tornou-se uma questão de saúde pública (Grumicker et al., 2018) e é definida em função de características físicas, químicas e biológicas, sendo que os valores máximos permitidos desses parâmetros são estabelecidos em função do uso do recurso hídrico (Costa et al., 2012).

No Brasil, o padrão de potabilidade da água está estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, além de estabelecer as competências e responsabilidades das autoridades de saúde pública, nas três esferas de gestão, e dos responsáveis por sistema ou solução alternativa e coletiva de abastecimento de água para consumo humano. Mais recente, a Portaria de consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (Brasil, 2017), faz uma “consolidação” das normas existentes sobre as ações e sobre os serviços do Sistema Único de Saúde (SUS).

No município de Humaitá, localizado no sul do estado do Amazonas, a água disponibilizada para abastecimento público é proveniente do sistema de aquífero Aluvionar, possuindo nível estático pouco profundo e de fácil acesso por carga contaminante (Duarte et al., 2016). A água é captada em poços rasos por um sistema de bomba submersa e distribuída em escolas, hospitais e residências sem tratamento prévio. Em função da inexistência do sistema de saneamento básico municipal, torna-se preocupante a qualidade de água disponibilizada para consumo humano no município.

Considerando a importância da disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para o suprimento das necessidades humanas, neste trabalho foram avaliadas as condições de potabilidade da água distribuída no município de Humaitá e as condições de potabilidade da água servida em duas escolas da rede pública do município, comparando os resultados com os limites estabelecidos pela Portaria de consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde (Brasil, 2017).

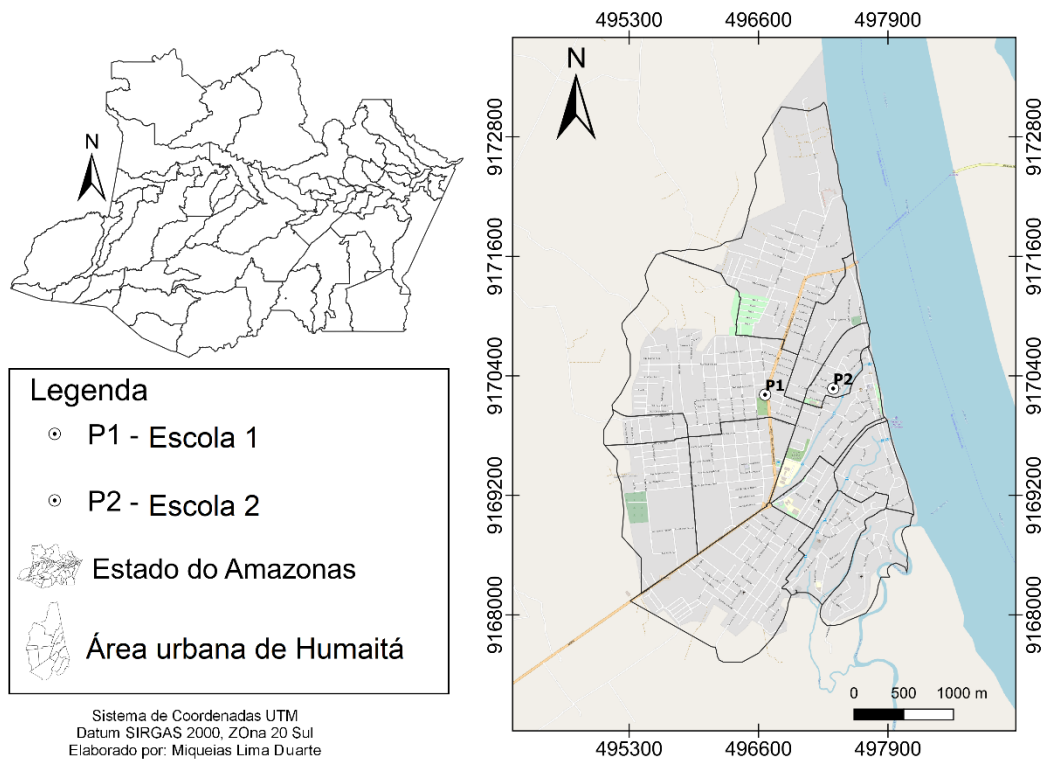
2. Material e Métodos

2.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá, localizado ao sul do estado do Amazonas (Figura 1), a área urbana do município fica situado na margem esquerda do rio Madeira, e distante 591,1 km da capital amazonense. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), a população estimada no município para o ano de 2018 era de 54.001 habitantes, com área de 33.211,68 km² e densidade demográfica de 1,34 hab.km⁻².

A amostragem de água foi realizada em duas escolas da rede pública do município de Humaitá, aqui denominadas Escola 2 (P2 da Figura 1) e Escola 1 (P1 da Figura 1), sendo que a primeira contempla o nível médio e a segunda contempla os níveis fundamental e médio e ambas possuem atividade nos períodos matutino, vespertino e noturno.

Figura 1. Mapas do estado do Amazonas e do município de Humaitá, com localização das escolas avaliadas.



2.2. Coleta e análise dos dados

Para a caracterização das condições do sistema de abastecimento público municipal, foi realizado um levantamento de dados em campo, no qual foi identificado o sistema de captura e armazenamento de água, e realizado um registro fotográfico, bem como identificado os possíveis pontos de amostragem de água. Em seguida, foi realizado uma revisão de literatura sobre a temática a partir de artigos e resumos obtidos junto ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Também foram consultados relatórios da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, bem como relatórios obtidos junto à Companhia Humaitaense de Águas e Saneamento Básico – COHASB.

Para a caracterização da qualidade da água distribuída nas escolas, foi realizada uma visita em cada instituição para coleta de amostras de água. As amostras foram coletadas, em frascos plásticos esterilizados (frascos de 100 mL), na torneira do bebedouro central das instituições por volta das 7h30min na Escola 2 e às 9h na Escola 1. Em seguida, os frascos foram lacrados e acondicionados em caixa de isopor, conforme metodologia descrita no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011), sendo posteriormente encaminhados ao Laboratório de Água, Petróleo e Efluentes - LAPEF do município de Porto Velho, RO, no qual após 24 horas deu-se início as análises laboratoriais.

Os parâmetros físicos avaliados foram: temperatura, cor aparente, turbidez, odor, gosto, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica; entre os parâmetros químicos, foram avaliados: pH, alumínio, cloreto, manganês, dureza, ferro, amônia, sulfato, sulfeto de hidrogênio, surfactantes, nitrato, zinco e cloro residual livre; finalmente, os parâmetros biológicos avaliados foram: coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

O pH da água foi determinado por um pHmetro portátil, Modelo HI 98108 (Hanna®), a temperatura e condutividade foram obtidas com uso de um termômetro digital, Modelo HI 98304 (Hanna®), os teores de cloro foram determinados com uso de um calorímetro digital com um medidor de cloro residual livre e cloro total, Modelo HI 93734 (Hanna®), a turbidez foi determinada com uso de um turbidímetro digital portátil, Modelo TB-1000P (MS Tecnopon®). O alumínio, ferro, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria, a dureza na água foi determinada por titulação com EDTA, o sulfeto foi determinado pelo método colorimétrico do azul de metileno, a cor aparente foi determinada pelo método platina-cobalto, e os sólidos totais dissolvidos (STD) foram determinados pelo método gravimétrico. Já o sulfeto, nitrogênio amoniacal total e nitrato foram determinados conforme método descrito nas normas técnicas da Standard Methods 23st (APHA, 2017). Os coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli* foram determinados pelo método de tubos múltiplos (APHA, 2017). Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria de consolidação n° 5 de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde (Brasil, 2017).

3. Resultados e Discussão

3.1. Cenário do abastecimento de água municipal

A responsabilidade pela oferta do serviço de abastecimento de água do município de Humaitá é da Companhia Humaitaense de Águas e Saneamento Básico – COHASB. A autarquia municipal, fundada no ano de 2003, tem o desafio de atender a toda a população urbana através de um conjunto de sistemas hidráulicos e instalações responsáveis pelo suprimento de água (Castro, Silva e Formiga, 2016).

A água captada para abastecimento municipal provém do sistema constituído por coberturas aluvionares

recentes e antigas, que compõem o sistema de aquífero mais importante do estado do Amazonas, sendo fonte de abastecimento de vários núcleos urbanos (Maia, 2010). Segundo informações obtidas junto à COHASB, o sistema de abastecimento é constituído por 25 poços tubulares e seis reservatórios para distribuição de água no município. A profundidade média dos poços é de 20 metros, sendo que o nível estático médio da água nesses poços é de aproximadamente 10 m, com máximo de 15,3 m e 1,5 m de profundidade, medida em relação à superfície do terreno no local. A água que é captada dos poços é bombeada diretamente para abastecimento público, não existindo sistema de tratamento, nem mesmo acompanhamento da qualidade físico-química e biológica (COHASB, 2018).

Esse sistema de aquífero, por ser um sistema livre e, em consequência, mais raso e pouco protegido por camadas superficiais de solo, pode ser facilmente alcançado por poluentes, sendo mais susceptível à contaminação (Duarte et al., 2016). Além disso, conforme as informações disponíveis na 23ª edição do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2017, esse sistema pode ser descrito como precário, uma vez que não conta com procedimentos e infraestrutura para o tratamento de água, consistindo apenas de captação e distribuição direta para a população.

Na Figura 2 é apresentado um retrato das condições do sistema de abastecimento de água no município. É possível notar que o poço de captação de água (Figura 2a) não obedece aos padrões mínimos de proteção exigidos pela NBR 12.244 (ABNT, 2006). A legislação estadual que trata sobre a outorga para captação de água subterrânea (Resolução CERH nº 01, de 19 de julho de 2016), estabelece que os poços tubulares instalados no estado devem possuir requisitos mínimos, tais como: equipamentos de medição de volume (hidrômetro), dispositivo para coleta de amostra de água, tubo auxiliar de medição de nível da água e laje de proteção do poço, além de instituir área cercada nos locais de extração de água subterrânea, conforme estabelecido na NBR 12.244 (IPAAM, 2019), no entanto, não foi observado o cumprimento das exigências mínimas de instalação nos poços utilizados para captação de água para abastecimento público no município. Da mesma forma que o sistema de armazenamento (Figura 2b), uma caixa de concreto com capacidade para 300 mil litros de água; ambos se encontram em condições de abandono.

Figura 2 - Sistemas de captação (a) e armazenamento (b) de água no município de Humaitá.



As precárias condições do abastecimento público de água em Humaitá foram retratadas por Tartari et al. (2014); os autores descreveram que, apesar de o município não possuir um sistema adequado de tratamento e distribuição de água, a análise da qualidade da água oferecida em escolas da rede pública é boa. Entretanto, a inexistência de sistema de coleta e tratamento de efluentes poderia afetar a qualidade de água distribuída, uma vez que a fonte de abastecimento público é proveniente de aquífero livre (pouco profundo).

Quatro anos mais tarde, Costa, Oliveira e Valente (2018) apontaram a contaminação da água distribuída para abastecimento público no município. Os autores observaram que vários parâmetros de qualidade estavam em desacordo com os valores estabelecidos na legislação brasileira, com destaque para a presença de coliformes termotolerantes, indicando poluição por fossa séptica, sistema de deposição de resíduos comum no município. Como consequência, o Índice de Qualidade da Água encontrado pelos autores foi “Ruim”, indicando a necessidade de tratamento e adequação do sistema de distribuição de água do município.

Outro problema observado por esses autores foi a existência de poços, denominados cacimbas, instalados nas residências da população. Esses poços, construídos sem nenhum tipo de controle, não possuem registro junto à prefeitura, o que impossibilita a avaliação da qualidade da água utilizada. Ainda, os poços “clandestinos” são considerados os principais pontos de entrada de contaminantes, podendo comprometer a qualidade da água distribuída para consumo (Foster; Hirata, 2006).

3.2. Abastecimento de água nas escolas

Os resultados obtidos para os parâmetros avaliados na escola 1 e 2, e os Valores Máximos Permitidos (VMP) no padrão de potabilidade conforme estabelece a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde (Brasil, 2017), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise físico-química e biológica das amostras de água e Valores Máximos Permitidos (VMP) pela legislação brasileira.

Parâmetro/unidade	Escola 1	Escola 2	VMP
-----Físicos-----			
Cor aparente (uH)	<0,1	<0,1	15
Turbidez (uT)	1,3	1,5	5
Odor/intensidade ¹	Não objetável	Não objetável	6
Sólidos totais dissolvidos (mg.L ⁻¹)	79	23	1.000
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	116	49	Sem valor de referência
Gosto/intensidade ¹	Não objetável	Não objetável	6
-----Químicos-----			
pH	6,0	5,2	6,0 – 9,0
Alumínio (mg.L ⁻¹)	0,73	0,15	0,2
Cloreto (mg.L ⁻¹)	3,6	3,6	250
Manganês (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	0,1
Dureza (mg.L ⁻¹)	14	16	500
Ferro (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	0,3
Amônia (como NH ₃) (mg.L ⁻¹)	<0,01	0,82	1,5
Sulfato (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	250
Sulfeto de hidrogênio (mg.L ⁻¹)	0,20	0,20	0,1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	0,5
Nitrato (mg.L ⁻¹)	5,5	4,1	10
Zinco (mg.L ⁻¹)	2,2	<0,01	5
Cloro residual livre (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	5
-----Biológicos-----			
Coliformes totais a 36 C° (NMP/100mL)	Ausente	3,2 x 10²	Ausência

Coliformes termotolerantes a 45 C° (NMP/100mL)	Ausente	Ausente	Ausência
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	Ausente	Ausente	Ausência

¹Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso pode ser uma característica desejável em água tratada.

Como já mencionado, o abastecimento de água em ambas as instituições avaliadas, assim como em todo o município de Humaitá, é proveniente de poços instalados em um sistema de aquífero livre, pouco profundo. Nessas instituições, a água captada dos poços é armazenada em caixas d'água e distribuída para o suprimento das necessidades gerais, ou seja, não passa por nenhum sistema de tratamento antes do consumo. A precariedade do sistema de abastecimento de água do município foi confirmada pela análise físico-química que indicou ausência de cloro residual livre na água de consumo distribuída em ambas as instituições, ou seja, a água distribuída para consumo não passa por uma simples adição de cloro para desinfecção.

Vale ressaltar que na Portaria de Consolidação n°5, em seu Art. 15, parágrafo quarto, estabelece que é de competência do responsável pelo fornecimento de água para consumo humano por meio de veículo transportador assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg.L⁻¹. A manutenção dessas concentrações tem por finalidade garantir a desinfecção da água ao longo de todo sistema de distribuição de água.

No que se refere aos parâmetros físicos de qualidade da água, em ambas as escolas os valores observados estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação n° 5 (Anexo XX). No entanto, alguns parâmetros químicos (pH, alumínio e sulfeto de hidrogênio) e biológicos (coliformes totais) apresentaram valores acima dos limites estabelecidos na legislação.

Em relação ao pH, verificou-se que apenas a água distribuída na Escola 2 apresentou valores abaixo do VPM estabelecido pela norma brasileira, não se enquadrando nos valores recomendados para consumo humano (pH entre 6 a 9). Esses valores de pH, embora sejam favoráveis para aumentar a ação bactericida do cloro residual, uma vez que a dissociação do cloro gera mais ácido hipoclorito (agente bactericida potente), que íon de hipoclorito (agente bactericida fraco); a maior acidez representa um risco importante de corrosividade dos materiais que constituem as tubulações, não somente diminuindo a vida útil dos mesmos, como podendo deteriorar a qualidade da água pela dissolução de produtos oriundos da corrosão do meio externo, como consequência da quebra da estanqueidade das tubulações (Soares et al., 2016).

Observou-se que o teor de alumínio encontrado na água de consumo oferecida aos alunos na Escola 1 foi cerca de 265% maior do que o valor estabelecido pela legislação vigente. Esse valor é preocupante, uma vez que estudos relataram a neurotoxicidade do alumínio na água de consumo humano, causando alterações mais pronunciadas no tecido cerebral, incluindo alterações espongiiformes e a incidência do mal de Alzheimer (L-Rahman, 2003; Ferreira et al., 2008).

A concentração de sulfeto de hidrogênio foi cerca de 240% acima do VPM estabelecido pela legislação na Escola 1 e cerca de 200% superior ao VPM na Escola 2. Essas concentrações podem agregar odor e sabor à água, causando rejeição por parte do consumidor, ou até mesmo provocar efeito laxativo (Matthiensen; Oliveira, 2015; CETESB, 2017). Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rocha pela oxidação de sulfeto, já as fontes antrópicas responsáveis por concentrações de sulfato nas águas dizem respeito a descarga de efluente industrial e esgoto domésticos (CETESB, 2017), esse último pode ser o principal responsável pelas altas concentrações de sulfato de hidrogênio na água de consumo distribuídas nas escolas da rede pública municipal.

Em relação aos parâmetros biológicos, a norma brasileira cita que, no caso de resultado positivo para coliformes totais, a análise de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* deve ser realizada. O grupo dos coliformes totais consiste em bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporuladas, aeróbios ou

anaeróbios facultativos, com capacidade de fermentar a lactose produzindo gás, em 24 a 48 horas a 35°C. O grupo dos coliformes termotolerantes tem a mesma definição dos coliformes totais, entretanto, restringem-se a bactérias capazes de fermentar a lactose produzindo gás, em 24 a 44,5-45,5°C (Sales et al., 2015). A análise do grupo dos coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* serve como indicador de contaminação fecal tanto de origem humana quanto de animais de sangue quente (Leão et al., 2018).

Neste estudo, os resultados foram positivos apenas para a presença de coliformes totais na água da Escola 2, não tendo sido detectada presença dos demais parâmetros. Apesar dos resultados não indicarem a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* na água distribuída nas escolas, a presença de coliformes totais reflete as precárias condições higiênico-sanitárias da água distribuída, podendo indicar falhas no sistema de tratamento de água ou distribuição, uma vez que esses organismos podem ser encontrados em diversos ambientes naturais, mas não em água potável (Santos, Silva e Fortuna, 2016).

De acordo com a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2017, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, o saneamento básico municipal engloba um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações de abastecimento de água, esgoto sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. A ausência desses serviços associados a vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero podem ser os fatores responsáveis pelas alterações em alguns parâmetros observados.

A falta de um sistema de abastecimento de água adequado e sistemas de esgoto precário são considerados obstáculos para o controle do desenvolvimento do surto de doenças e epidemias. A ocorrência de surtos epidemiológicos está fortemente associada a ausência de saneamento básico municipal (Valdevino et al., 2010; Barçante et al., 2014). O Guia de Vigilância em Saúde elaborado pela Secretaria de Vigilância em Saúde enumera uma série de doenças que são impulsionadas pela falta de saneamento básico, o que torna evidente a necessidade de investimento público para melhoria da infraestrutura dos serviços de abastecimento de água para consumo humano, coleta e tratamento de esgoto e resíduos sólidos, no sentido de prover a população de condições adequadas de saneamento básico, contribuindo para a prevenção, controle e redução dos riscos e casos de doenças (Brasil, 2017).

4. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo revelam o precário cenário do sistema de abastecimento público de água no município, onde o sistema de captura e armazenamento de água encontra-se em condições de abandono. Apesar de não existir sistema de coleta e tratamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos no município, o que aumentam as chances de contaminação das águas por esgoto doméstico, observou-se que a água subterrânea captada do sistema de aquífero e distribuída para abastecimento nas escolas é naturalmente de boa qualidade, uma vez que mesmo não passando por nenhum tipo de tratamento, apresentou valores aceitáveis de turbidez e cor; baixos teores de sólidos; ausência de gosto e odor; parâmetros químicos dentro da normalidade (com exceção do alumínio e pH em uma das escolas, e sulfeto de hidrogênio), bem como ausência de coliformes termotolerantes e *E. coli*.

No entanto, esses indicadores não descartam a necessidade de se estabelecer um sistema adequado de tratamento e distribuição para garantir água de qualidade para a população, de modo a minimizar riscos à saúde da população que a consome. O estabelecimento de um sistema de tratamento de água municipal é necessário para corrigir alguns parâmetros que estão fora da normalidade, tais como pH ligeiramente elevado e presença de coliformes totais na escola 2, e sulfeto de hidrogênio acima dos limites permissíveis em ambas as instituições. Dessa forma, é de suma importância o controle e monitoramento da qualidade da água disponibilizada nos bebedouros dessas instituições, uma vez que o risco é agravado pelo fato de envolver crianças e adolescentes que podem apresentar maior vulnerabilidade à ação de micro-organismos patogênicos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas – UFAM, pelo apoio logístico para o desenvolvimento desse estudo, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES pela bolsa de estudo ao segundo e terceiro autor.

6. Referências

APHA. (2017). **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 23rd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (2006). **NBR 12.244:2006. Poço tubular - construção de poço tubular para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro. 5p.

Bacci, D. C.; Pataca, E. M. (2008). Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226.

Barçante, J. M. P.; Barçante, T. A.; Narciso, T. P.; Braz, M. S.; Silva, E. C. (2014). Ocorrência de doenças veiculadas por água contaminada: um problema sanitário e ambiental. **Ambiente & Educação**, v. 19, n. 2, p. 6-17.

Barcellos, C; Quitério, L. A. (2006) Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n.1, p.170-1771.

Brasil. (2017). **Guia de Vigilância em Saúde**. Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde. v. 1. Ed. 2. Brasília – DF. 705p.

Brasil. (2017). Portaria Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 b. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de Potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 825p.

Brasil. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. (2011). Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 32p.

Castro, E. H.; Silva, J. L.; Formiga, J. O. (2016). Estudo preliminar da potabilidade da água, para o consumo, da rede de abastecimento do município de Humaitá-AM. **XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste**, 7.

Cesa, M. V.; Duarte, G. M. (2010). A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 63-78.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2011) **Guia**

Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 326p. CETESB/ANA. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerc/handle/ana/263>, Acessado em: 24 de julho de 2019.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2017). **Apêndice E: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade.** 57p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>, Acessado em: 24 de julho de 2019.

COMPANHIA HUMAITAENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - COHASB. (2018). **Relatório técnico dos poços.** Humaitá-AM, 2 p. (Relatório não publicado).

Costa, C. L.; Lima, R. F.; Paixão, G. C.; Pantoja, L. D. M. (2012). Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 2, p. 171-180.

Costa, T. A. C. R.; Oliveira, B. O. S.; Valente, K. S. (2018). Avaliação da qualidade da água de poços cacimba e rasos no município de Humaitá-AM. **Revista EDUCamazônia**, v. 20, n. 1, p. 157-172.

Duarte, M. L.; Zanchi, F. B.; Neves, J. R. D.; Costa, H. S.; Jordão, H. C. (2016). Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 402-413.

El-Rahman, S. S. A. (2003). Neuropathology of aluminum toxicity in rats (glutamate and GABA impairment). **Pharmacological Research**, v. 47, n. 3, p. 189-194.

Ferreira, P. C.; Piai, K. A.; Takayanagui, A. M. M.; Segura- Muñoz, S. I. (2008). Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 16, n. 1. p. 1-7.

Foster, S.; Hirata, R. (2006). **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data.** Lima: WHO/PAHO/HPECEPIS, 81 p.

Grumicker, M. G.; Batista-Silva, V. F.; Bailly, D.; Silva, A. F. G.; Ruaro, R.; Moraes, A. R. (2018). Qualidade da água de poços artesianos em um assentamento do município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. **RG&AS**. v. 7, n.1, p. 807-821.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). **Humaitá-AM.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/humaita/panorama>, Acessado em: 21 de março de 2019.

IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. (2019). **Outorga de água. Requisitos – Outorga para captação de água subterrânea.** Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/outorga-de-agua/>, Acesso em: 20 de março de 2019.

Leão, R. C.; Gonçalves, Á. C.; Santos, C. T. B.; Andrade, A. A.; Silva, M. C. S.; Silva, M. B. O. (2018). Ocorrência de enteroparasitos e coliformes termotolerantes nas mãos de manipuladores de alimentos de um hospital de ensino. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26. n. 2. p. 211-215.

Maia, M. A. M. (2010). **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Manaus-AM, p. 59-71.

Matthiensen, A.; Oliveira, M. M. (2015). Principais problemas de qualidade da água subterrânea da região do Alto Uruguai Catarinense (e subsídios para resolvê-los). **Comunicado Técnico 531**. EMBRAPA. p. 1-9.

Medeiros, C. M.; Lima, M. O.; Guimarães, R. M. (2016). Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 695-708.

Moura, D.; Fermino, F. S. (2014). Aspectos da qualidade da água para abastecimento público na represa Paulo de Paiva Castro/Sistema Cantareira-São Paulo/SP. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**. v. 4, n. 2, p. 96-109.

Olivo, A. M.; Ishiki, H. M. (2014). Brasil frente à escassez de água. **Colloquium Humanarum**, v. 11, n. 3, p.41-48, 2014.

Razzolini, M. T. P.; Gunther, W. M. R. (2008). Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1. p. 21-32.

Sales, W. B.; Tunala, J. F.; Vasco, J. F. M.; Ravazzani, E. D. A.; Caveião, C. (2015). Ocorrência de Coliformes Totais e Termotolerantes em pastéis fritos vendidos em bares no centro de Curitiba-PR. **DEMETRA**. v. 10. n. 1. p. 77-85.

Santos, C. R.; Silva, K. D. A.; Fortuna, J. L. (2016). Pesquisa de coliformes na água das caixas d'água de poços semiartesianos no município de Teixeira de Freitas-BA. **Interbio**. v. 10, n. 2, p 57-68.

Scalize, P. S.; Barros, E. F. S.; Soares, L. A.; Hora, K. E. R.; Ferreira, N. C.; Baumann, L. R. F. (2014). Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Ambiente & Água**. v. 9, n. 4, p. 696-707.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. (2019). **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2017**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>, acesso em 08 de junho de 2019.

Soares, S. S.; Arruda, P. N.; Lobón, G. S. Scalize, P. S. (2016). Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 37, n. 1, p. 119-130.

Tartari, R.; Nascimento, I. L.; Frozzi, J. C.; Nascimento, L. J. L. N.; Figueiredo, M. C.; Fabiano, M. (2014). Avaliação da qualidade físico-química da água em uma escola localizada ao sul do Amazonas: proposta de ensino e conscientização ambiental. **Revista EDUCAmazônia**. v. 12, n. 1, p. 127-146.

Tucci, C. E. M.; Cordeiro, O. M. (2004). Diretrizes estratégicas para ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil. **REGA - Global Water Partnership South America**, Santiago, v. 1, n. 1, p. 21-35.

Tucci, C. M. (2008). Águas urbanas. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 97-112.

Valdevino, A. A. F.; Medeiros, J. C. L.; Nascimento, A. P.; Pessôa, A. P. (2010). Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. **Informe Gepec**, v. 14, n. 2, p. 166-181.

Informações adicionais

Como referenciar este artigo: Santos, M.V., Duarte, M.L., Silva, T.A., Valente, K.S., Oliveira, H, M (2019). Qualidade da água de abastecimento público em escolas da rede públicas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, n.1, p.02-12.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença Creative Commons - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), no qual, os artigos podem ser compartilhados desde que o devido crédito seja aplicado de forma integral ao autor (es) e não seja usado para fins comerciais.