

ANÁLISES DE ÁGUA: UM ESTUDO SOBRE OS MÉTODOS E PARÂMETROS QUE GARANTEM A POTABILIDADE DESSA SUBSTÂNCIA FUNDAMENTAL PARA A VIDA

Marcelo Franco Leão¹, Eniz Conceição Oliveira², José Claudio Del Pino³

RESUMO: A utilização da água é permanente, especialmente no que se refere ao consumo, pois os seres vivos necessitam de sua ingestão diária, o que a torna condição para a continuidade da vida. Este estudo relata uma investigação desenvolvida nas aulas de Química Analítica do curso de Engenharia de Alimentos da UNEMAT de Barra do Bugres-MT. A pesquisa ocorreu no primeiro semestre de 2014 e envolveu 20 estudantes. Trata-se de pesquisa descritiva e exploratória, cujo objetivo foi entender o processo de tratamento para tornar a água potável e avaliar se a água consumida na instituição é de boa qualidade e livre de contaminações. Os pontos de coleta foram os bebedouros da Universidade, o Laboratório de Química e o cavalete de entrada na instituição. As análises de pH, cloro residual livre, cor, turbidez, coliformes totais e fecais foram realizadas no laboratório de análises da Estação de Tratamento de Água da cidade e serviram para fornecer resultados que foram confrontados com parâmetros da legislação vigente. Não foi possível realizar a análise de agrotóxicos contidos na água devido a falta de equipamentos apropriados. Os resultados indicam ser essa água própria para o consumo.

Palavras-chave: Análises de água. Saúde. Parâmetros de qualidade.

1 INTRODUÇÃO

Ninguém consegue sobreviver por muito tempo sem água, pois ela, além de alimentar, também é responsável pela hidratação do corpo, e isso a torna indispensável. Quando pensamos em água tratada normalmente nos vem à cabeça o tratamento de uma água que estava poluída, para que volte a ser limpa e considerada potável. No entanto, independente da fonte de procedência, o ideal é realizar os processos de purificação e de análises para identificar suas características e ter segurança de que estejam de acordo com as condições consideradas ideais para o consumo.

Encontrar a água na forma pura no ambiente torna-se um problema, pois muitas substâncias se misturam a ela com facilidade pelo fato de ser solvente natural muito eficiente (LEÃO, 2011). No entanto, para que essa substância seja consumida com segurança, ela precisa ser tratada e apresentar qualidade, sem qualquer mistura que altere ou interfira em suas propriedades.

1 Graduado em Química Licenciatura Plena com habilitação em Física pela UNISC. Pós-Graduado em Orientação Educacional (Dom Alberto) e em Relações Raciais na Educação e na Sociedade Brasileira (UFMT). Mestre em Ensino pelo Centro Universitário UNIVATES. Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Tutor do curso de licenciatura em Química do Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT/UAB. Professor do Centro de Educação de Jovens e Adultos “15 de outubro” de Barra do Bugres-MT.

2 Graduada em Química Licenciatura Plena pela UFRGS. Pós-Graduada em Educação Química pela UFRGS. Mestra e Doutora em Química pela UFRGS. Professora e coordenadora do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas da Univates.

3 Graduado em licenciatura em Química e em Química Industrial pela PUCRS. Pós-Graduado em Química pela UPF e em Ensino de Química pela UCS. Mestre em Ciências Biológicas-Bioquímica pela UFRGS. Doutor em Engenharia de Biomassa pela UFRGS. Pós-doutor pela Universidade de Aveiro-Portugal. Professor do PPGEnsino da Univates.

O tratamento de água é feito a partir da água doce encontrada na natureza, que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microrganismos. Por essa razão, a água é levada para a Estação de Tratamento de Água (ETA), onde ocorre o devido tratamento para torná-la potável.

Diante do exposto, optou-se em desenvolver este estudo por possibilitar a estudantes de Química Analítica compreender as técnicas empregadas pela ETA no tratamento da água, algo que tem aplicação prática e que possibilita verificar as etapas de análise necessárias para que a substância seja distribuída com segurança para o consumo da população. Essa experiência pedagógica ocorreu durante as aulas de Química Analítica, componente curricular do 2º semestre do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Estado de Mato Grosso, *Câmpus* de Barra do Bugres-MT.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A água é uma substância incolor, insípida e inodora encontrada nas formas sólida, líquida ou gasosa na natureza. Sua fórmula molecular é H_2O , ou seja, é constituída por dois átomos de hidrogênio, cujo símbolo é H, e um átomo de oxigênio, de símbolo O. Esses elementos estabelecem ligações covalentes e suas moléculas estabelecem pontes de hidrogênio. Os pontos de fusão (PF) e ebulição (PE) são, respectivamente, 0°C e 100°C nas condições normais de temperatura e pressão. A água cobre mais de dois terços da superfície terrestre e sem ela não existiria vida na terra (LEÃO, 2011).

Segundo Conte e Leopoldo (1999), é preciso considerar que a qualidade dos recursos hídricos vem sendo comprometida pelo uso, muitas vezes inadequado, ao longo da história do ser humano e de seu desenvolvimento. Esse comprometimento passou a ser acentuado com o advento da industrialização, do desenvolvimento tecnológico, como a exploração demográfica e com a concentração da população em áreas urbanas, gerando um produto de qualidade degradada e de reutilização imediata inviabilizada economicamente, com conseqüente poluição do meio ambiente.

Outra preocupação refere-se ao abastecimento de água para a população. Os estudos de Dias (2001) alertam sobre as condições caóticas do abastecimento de água e saneamento básico no Brasil e nos países em desenvolvimento. Segundo o autor supracitado, cerca de um bilhão e 200 milhões de pessoas não têm acesso à água potável e um bilhão e 800 milhões não têm acesso a serviços adequados de saneamento.

Na maioria das cidades brasileiras, contudo, segundo Leão (2011), existem sistemas de tratamento e abastecimento de água. As Estações de Tratamento da Água são responsáveis por captá-la nos rios, lagos ou outras fontes e realizar seu tratamento por meio da adição de algumas substâncias para eliminar microrganismos, o mau cheiro, o gosto ruim e as impurezas que nela existem. Ainda, realizam o recolhimento e a distribuição para o consumo das pessoas.

A água própria para o consumo é a potável. Esse fato está relacionado devido a ela apresentar qualidades especiais e não conter impurezas, como microrganismos, parasitas, ovos ou larvas de animais, nem substâncias tóxicas, como detergentes, mercúrio ou agrotóxicos. A água turva, com cheiro ou sabor, indica a presença de misturas que podem representar riscos à saúde de quem a ingerir (BARROS, 2006).

De acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a potabilidade é o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. Essa portaria estabelece parâmetros referentes à cor, pH, cloro residual livre, turbidez, agrotóxicos, entre outros aspectos físico-químicos.

A cor é uma característica física que a água apresenta quando contém substâncias dissolvidas, ou em estado coloidal, na maioria dos casos de natureza orgânica (BRASIL, 2004). A cor pode

originar-se de minerais ou vegetações naturais, como substâncias metálicas, húmus, turfa, tanino, algas e protozoários ou, ainda, de despejos industriais. Vale lembrar que a cor varia de acordo com o pH.

De acordo com Russell (1994), o pH corresponde à concentração hidrogeniônica em uma solução, a qual pode variar mais de 10 mol/L, a menos de 1×10^{-1} mol/L. A escala do pH apresenta valores entre 0 e 14. Essas medidas expressam o grande intervalo de acidez de uma maneira mais conveniente. Assim sendo, o pH mede a concentração de H^+ (íons de hidrogênio) de uma solução ou alimento, representada também pela seguinte equação: $-\log_{10} [H^+]$. Analisando a equação, nota-se que quanto mais alta for a carga de H^+ , menor é o pH, sendo o meio analisado considerado ácido.

Nesse tipo de análise, podem ser utilizados procedimentos eletrométricos ou colorímetros. Nos métodos eletrométricos são usados aparelhos potenciômetros, com determinação precisa, simples e direta (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

A turbidez é uma característica física da água que apresenta substâncias em suspensão. A transparência da água é reduzida, e isso ocorre por ela conter sólidos suspensos, finamente divididos. Pode ser provocado também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias, como zinco, ferro, manganês e areia resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2004).

A determinação da turbidez pelo método nefelométrico é adotado nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis. O método é baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior será a turbidez da amostra analisada. O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, constituído de um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (BRASIL, 2004).

Coliformes são bactérias Gram-negativas, não formam esporos, são anaeróbias facultativas e se apresentam em forma de bastonetes. Os coliformes totais são representados por quatro gêneros: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* e *Klebsiella*, todos da família *enterobacteriaceae* (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Como indicador de contaminação fecal tem-se a *E. coli*, por ser uma enterobactéria. A *E. coli* causa diarreias e pode estar acompanhada de vômitos, febre e dores abdominais. Sua presença indica que a água está em condições de higiene insatisfatórias (FORSYTHE, 2002).

3 METODOLOGIA

O estudo configura-se como um relato de experiência, desenvolvido nas aulas de Química Analítica do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *câmpus* Deputado Estadual Renê Barbour, de Barra do Bugres-MT. Trata-se de pesquisa descritiva e exploratória, realizada no mês de março de 2014, que envolveu os 20 acadêmicos que estavam matriculados na disciplina. Os objetivos do estudo são: entender o processo de tratamento para tornar a água potável e avaliar se as amostras analisadas atendem aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos exigidos pela legislação.

A primeira estratégia adotada foi realizar visita a campo no local em que é coletada a água que abastece a cidade e, posteriormente, na ETA da cidade. A visita em ambos os locais foi orientada pela química responsável do Departamento de Água e Esgoto (DAE), vinculado a Prefeitura Municipal de Barra do Bugres-MT. As explicações voltaram-se aos processos físico-químicos e microbiológicos necessários para a água chegar com qualidade nas residências dos barrabugrenses. A linguagem

utilizada pela profissional foi acessível e permitiu que os estudantes tivessem acesso a informações importantes sobre a realidade local.

Cada etapa do processo de tratamento da água realizado pela ETA foi verificada. A química responsável oportunizou que os estudantes realizassem análises da água bruta, captada no Rio dos Bugres, e da água após o tratamento. Os aprendizados construídos por meio da visita foram discutidos em aula em outro momento. A profundidade do rio que abastece a cidade foi monitorada durante uma semana. Organizou-se então a proposta de investigação da qualidade da água na Universidade.

Anterior ao momento de coleta, foram repassadas várias orientações sobre a proposta de investigação, como proceder para coletar amostras, a importância da validação dos resultados e os cuidados necessários para que os erros do pesquisador não comprometam os resultados das análises. O procedimento, roteiro, reagentes e equipamentos necessários foram previamente preparados. Para coletar as amostras, foi solicitado que abrissem a torneira, lavassem seu bico por meio da fricção da própria mão e, posterior a isso, deixassem escorrer água por aproximadamente um minuto antes de abrir os recipientes e realizar a coleta.

Os pontos de coleta foram os bebedouros e o Laboratório de Química pertencentes à Universidade, além do cavalete de entrada de água na instituição. A Figura 1 ilustra o momento da coleta em um dos bebedouros. Os estudantes foram separados em cinco grupos contendo quatro integrantes cada. Um grupo ficou responsável por coletar as amostras do bebedouro do Bloco A, outro grupo pelo bebedouro do Bloco B, outro pelo bebedouro do Bloco C, outro grupo coletou no Laboratório de Química e o quinto grupo coletou as amostras no cavalete (ponto de saída próximo ao registro que recebe o abastecimento de água tratada pela ETA).

Figura 1 - Coleta da amostra para análise



Fonte: Dos autores (2014).

Em cada ponto de coleta foram retiradas três amostras para os testes físico-químicos (triplicata), que foram acondicionadas em garrafas PET novas de 500 mL, e outras três para as análises microbiológicas, acondicionadas em frascos de vidro com tampa rosqueada, o que permitiu fechá-los hermeticamente. Os recipientes foram previamente esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica contendo gelo picado para garantir o isolamento do meio até chegar no Laboratório da ETA.

As análises físico-químicas realizadas levantaram as seguintes características: pH, cloro residual livre, cor e turbidez. Já as análises microbiológicas realizadas foram as de coliformes totais e fecais. Todos os procedimentos de análises foram realizados no Laboratório de Análises da ETA da cidade.

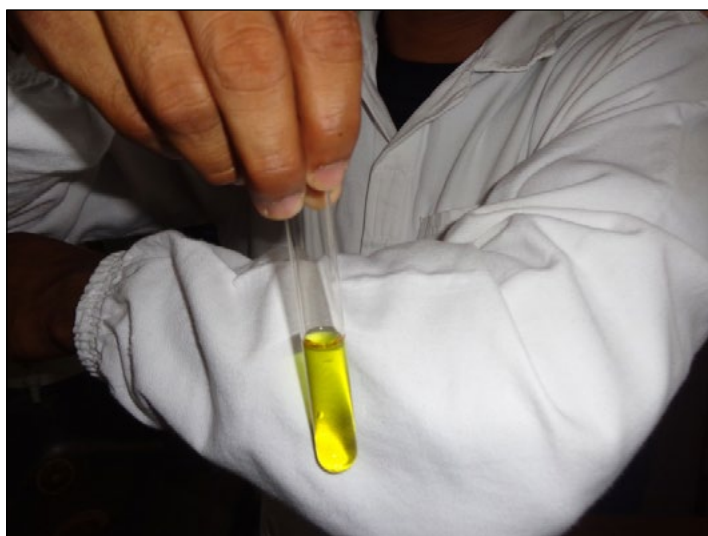
O pH das amostras foi determinado de forma direta e simples, usando um pHmetro devidamente calibrado. O procedimento consistiu em transferir para um béquer uma quantidade suficiente de água para a imersão dos eletrodos do aparelho. O pH foi determinado conforme as instruções do fabricante (Marconi modelo AT 355).

Para determinar a turbidez, foi utilizado um turbidímetro (marca Quimis e modelo Q-279PiR-TUR). O aparelho foi previamente calibrado com uma amostra de água destilada para obter melhor leitura. Essa análise foi realizada para determinar a transparência da água devido à presença de matérias em suspensão. O teste avalia a turbidez a partir da medida de quantidade de luz refletida, dando a ordem de grandeza dos sólidos em suspensão.

A cor foi determinada pelo método de comparação visual com o disco de cor, também chamado de método colorimétrico (BRASIL, 2004). Utilizaram-se 50 mL de cada amostra em um tubo de Nessler, que foram comparados com a cor padrão de 50 mL de água destilada contida em outro tubo de Nessler.

Para determinar o teor de cloro residual livre também foi adotado o método colorimétrico (BRASIL, 2004). Em um tubo de ensaio, utilizaram-se em torno de 5 mL de água da amostra e três gotas de ortotolidina. Ao adicionar a ortotolidina, observa-se uma coloração amarela característica, cuja intensidade varia de acordo com a concentração, o que pode ser observado na Figura 2. Antes de um minuto fez-se a leitura do teor de cloro por meio de comparador colorimétrico.

Figura 2: Coloração característica da reação entre ortotolidina e o cloro residual livre



Fonte: Dos autores (2014).

Para as análises microbiológicas foram utilizados *kits* Colilert (IDEXX Laboratories), que servem para detecções e confirmativas de coliformes totais e coliformes fecais de água tratada. A composição do Colilert faz com que os microrganismos investigados, caso presentes na amostra, alterem a cor do sistema inoculado. Cada recipiente continha em torno de 200 mL de água, o qual recebeu o *kit*. O procedimento pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3: Análises microbiológicas utilizando o kit Colilert



Fonte: Dos autores (2014).

As amostras foram incubadas a 35°C por 24 horas, fornecendo resultados que podem apresentar a mesma coloração amarelada (resultado negativo) ou alterar a cor, confirmando coliformes totais. Caso o resultado fosse positivo, procede-se submetendo a amostra a luz UV, conhecido como teste de fluorescência, que confirma a presença de contaminação fecal (*E. coli*).

Para concluir a atividade, foi solicitado relatório contendo as percepções que tiveram ao realizar as visitas a campo e os procedimentos de análise da água. Também foi aplicado um questionário composto por três questões abertas sobre a relação entre o processo de tratamento de água e a Química Analítica e sobre a importância da realização de análises químicas para a indústria alimentícia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais constatações da investigação realizada pelos estudantes foram trazidas para este artigo e são transcritas a seguir.

A nascente do rio dos Bugres está localizada no município de Santo Afonso-MT, e passa pela cidade de Denise-MT antes de chegar em Barra do Bugres-MT, onde desagua no rio Paraguai. A profundidade média no local em que a água é coletada na cidade foi de 5,56 m durante a semana de monitoramento. Cada bomba de captação suga em torno de 350 milhões de litros de água bruta por minuto, o que possibilita tratar 1 milhão de litros de água a cada três horas, ou seja, 84 L/s são tratados na ETA de Barra do Bugres.

Os processos do tratamento são: captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoreação e posteriores análises.

Os resultados coletados com a realização dos experimentos estão apresentados no Quadro 1. Após a obtenção dos valores, foi trabalhado em sala como fazer o tratamento estatístico e como apresentar tais informações. Os dados foram confrontados com a legislação vigente no país.

Quadro 1: Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas

Característica	Bebedouro Bloco A	Bebedouro Bloco B	Bebedouro Bloco C	Laboratório	Parâmetro legislação
Cloro (mg/L)	0 ± 0	0 ± 0	0,3±0,05	0 ± 0	0,7 máx.
Cor (uH)	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 a 15
pH	5,14±0,13	5,33±0,09	5,18±0,17	5,35±0,21	5 a 10
Turbidez (NTU)	0,22±0,08	0,47±0,23	0,30±0,16	0,38±0,25	5 máx.
Coliformes totais	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes fecais	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2014).

Ao analisar os resultados obtidos na investigação, percebe-se que os valores obtidos atenderam todos os padrões estabelecidos pela portaria, sendo, assim, considerada água própria para o consumo humano. Todas as características levantadas encontram-se em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, estando, portanto, própria para o consumo humano (PORTARIA, nº 518, de 25/03/2004).

A presença de cloro residual livre nas amostras coletadas no bebedouro do Bloco C, em torno de 0,3 mg/L, pode estar atrelada ao fato de que nesse setor da Universidade a água da rede é ligada antes no bebedouro, ou seja, não passa pela caixa/reservatório. Nos demais setores o encanamento passa antes na caixa para depois ser distribuída a água. Vale lembrar que as análises prévias realizadas na ETA com a água que saía na estação sempre apresentavam cloro residual, que é bastante reativo, além de atuar na desinfecção.

A análise microbiológica não indicou a presença de coliformes, ou seja, mesmo sendo os bebedouros locais propícios para a proliferação de microrganismos, ter sido tratada com cloro e apresentar essa faixa de pH deve ter contribuído para a desinfecção.

Não foi possível realizar a análise de agrotóxico devido às condições não permitirem. A ETA informou que as análises periódicas sobre essa característica são realizadas em São Paulo por não haver laboratórios que realizem a análise no Estado de Mato Grosso. A química responsável do DAE informou também que essa análise é bastante complexa, mesmo sendo realizada fora do Estado, pois os cuidados devem ser redobrados para que as amostras cheguem refrigeradas após o longo percurso e grande intervalo de tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo sobre as análises físico-químicas e microbiológicas da água, assim como os parâmetros e métodos utilizados para torná-la potável, possibilitou entender o rigor metodológico necessário para realizar análises químicas, a necessidade do controle de qualidade dos alimentos e sua importância para a manutenção da vida.

A instrumentalização da química por meio de pesquisas e experimentos foi um fator muito importante para que o ensino se efetivasse.

Trabalhar de forma a conciliar o ensino da Química em sala de aula com a prática cotidiana vivenciada pelos alunos é uma alternativa aplicável e que traz benefícios para o processo de ensino e aprendizagem, pois faz com que o aluno demonstre mais interesse pela disciplina e pelo tema e, sobretudo, torna-o consciente da preservação desse precioso recurso, o que deve ser tarefa de todos.

REFERÊNCIAS

BARROS, C. - **Ciências e meio ambiente** / Carlos Barros, Wilson Roberto Paulino. [ed. reform.] São Paulo: Ática, 2006.

BRASIL. **Manual prático de análise de água**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2004.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518**, de 25 de março de 2004.

CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P.R. Avaliação de recursos hídricos: Rio pardo, um exemplo. **Rev.Ciência Geográfica-Ensino-Pesquisa-Método**. AGB (Associação dos geógrafos Brasileiros), set/dez. 1999, vol III, nº14, p.25.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e praticas** -7ª ed. São Paulo: Gaia, 2001

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. [s. ed.]. Traduzido por: Maria Caroline Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. [s. ed.]. São Paulo: Atheneu, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: IAL, 2005.

LEÃO, M. F. . **Análise da água realizada pelos alunos do Centro de Educação de Jovens e Adultos de Barra do Bugres**. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. VII, p. 1539-1548, 2011.

RUSSEL, J. B. **Química geral**, 2 ed., vol. 1 e 2. São Paulo: McGraw Hill, 1994.