



10º Encontro de Ensino Pesquisa e Extensão

Patrocínio, MG, outubro de 2023

AVALIAÇÃO DE pH, TURBIDEZ, SDT E COR DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO EM CIDADES DO TRIÂNGULO MINEIRO

Geovanna Oliveira Higino de Paula; Maria Clara Bernadino Dos Santos; Wilson
Joaquim Boitrago; Claudia Maria Tomás Melo; Eduardo Santos Almeida
Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberlândia
Modalidade: Pesquisa
Formato: Artigo
Agência Financiadora: FAPEMIG
eduardoalmeida@iftm.edu.br

Resumo:

A água desempenha um papel fundamental na produção cervejeira, influenciando diretamente o produto final. Manter um pH adequado, entre 5,0 e 5,5, é essencial para a produção de cerveja. Por outro lado, regulamentações da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelecem que o pH da água para consumo humano deve situar-se entre 6 e 9, evidenciando a necessidade de equilibrar os requisitos de produção cervejeira com os padrões de segurança alimentar. Além disso, conforme a mesma portaria, a turbidez deve ser mantida abaixo de 5 NTU, os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) abaixo de 500 mg L⁻¹ e a cor abaixo de 15 uH. O nosso estudo englobou dez municípios do Triângulo Mineiro, revelando variações nas características de suas águas de abastecimento. Destacam-se como as cidades com pH mais próximo do ideal para a produção cervejeira, Monte Carmelo (5,33 ± 0,88), Patrocínio (5,30 ± 0,19) e Uberlândia (5,48 ± 0,78). Por outro lado, Araguari (4,37 ± 0,54), Iturama (5,99 ± 0,52), Monte Carmelo, Patrocínio e Uberlândia estão fora das regulamentações recomendadas pela legislação em relação ao pH. As concentrações de turbidez, SDT e cor estão dentro das regulamentações em todas as cidades analisadas. A análise enfatiza que para o cumprimento das normas de segurança alimentar é necessário ajustar o pH da água de abastecimento para garantir um bom processo produtivo e qualidade sensorial da cerveja.

Palavras-chave: Análise; Físico-químicas; Cerveja.

Introdução

Um dos ingredientes fundamentais na produção cervejeira é a água, sendo mais de 90% da sua composição. A fabricação de cerveja consome uma quantidade significativamente maior de água do que o próprio volume de cerveja produzido. Nesse processo, são empregados dois tipos essenciais de água em uma cervejaria. A primeira é

a água de serviço, utilizada em operações, instalações e equipamentos que não têm contato direto com o produto, como a geração de vapor para aquecimento e resfriamento. A segunda é a água cervejeira, empregada no tratamento do malte antes da moagem, transferência de produtos em elaboração e no enxágue final para a lavagem de garrafas, latas e barris. A quantidade de água necessária para produzir 1 litro de cerveja pode variar consideravelmente, dependendo do tipo de instalação. Em cervejarias mais antigas ou de menor porte, a proporção pode chegar a 10 litros de água por litro de cerveja produzida. Em contraste, em fábricas maiores e mais modernas, essa relação pode ser reduzida para cerca de 3,2 litros de água por litro de cerveja, graças a processos mais eficientes e tecnologias avançadas (Bortoli, et al., 2013; Rebello, 2009; Junior e Barros, 2020; Salimbeni, Meneguetti e Rolim, 2016; Rosa e Afonso, 2015, Muxel, 2022). Na produção cervejeira, as características organolépticas, microbiológicas e físico-químicas da água desempenham um papel crucial para garantir a qualidade excepcional do produto final. Entre esses atributos, um dos fatores determinantes é manter um pH adequado da água, que se situa geralmente entre 5,0 e 5,5 (Rebello, 2009; Torre, 2022). Se alcalino o pH poderá dissolver grandes quantidades de materiais indesejáveis (taninos, polifenóis, sílica) das cascas do malte (Bortoli, et al., 2013; Torre, 2022) o que traz uma adstringência indesejável à bebida. Alguns ácidos orgânicos utilizados para o ajuste do pH podem conferir sabores à bebida como a acidez acética provinda do ácido acético, a láctica do ácido lático e a cítrica oriunda do ácido cítrico (Muxel, 2022). A qualidade da água na produção cervejeira também está intrinsecamente relacionada com regulamentações de saúde pública. A Portaria do Ministério da Saúde nº 888 de 2021 estabelece diretrizes específicas para a qualidade da água, o que impacta diretamente a produção cervejeira. Essa regulamentação determina que o pH da água destinada ao consumo humano deve estar na faixa de 6 a 9. A discrepância entre os valores de pH recomendados para a produção cervejeira e os valores de pH definidos pela regulamentação sanitária enfatiza a necessidade de usar água que seja adequada tanto para o processo de fabricação quanto para atender aos padrões de segurança alimentar (Muxel, 2022).

Outro fator crítico é a turbidez da água, com a Portaria nº 888 estabelecendo que ela deve ser mantida abaixo de 5 uH, garantindo a ausência de partículas sólidas em suspensão na água. Além de considerar a turbidez, os sólidos totais dissolvidos (SDT) na água também têm um impacto significativo na produção cervejeira. O limite máximo

estabelecido pela legislação para sólidos totais dissolvidos na água é de 500 mg L⁻¹. O excesso de SDT na água pode causar alterações de sabor e problemas de corrosão nos equipamentos. Em relação a análise da cor, faz-se importante a manutenção de um valor abaixo de 15 uH, para tal é crucial realizar monitoramentos regulares da cor da água. Variações na coloração podem servir como indicadores de alterações na qualidade da água e na presença de substâncias contaminantes (Matias, 2019).

Este estudo teve o objetivo de analisar pH, turbidez, SDT e cor na água de dez municípios do Triângulo Mineiro, sendo esses: Araguari, Campina Verde, Indianópolis, Ituiutaba, Iturama, Monte Carmelo, Patrocínio, Prata, Uberaba e Uberlândia, e através disso reforçar sua relevância na produção e na qualidade sensorial da cerveja e no atendimento dos parâmetros exigidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 888 de 2021.

Metodologia

Amostras de água foram meticulosamente coletadas em frascos PET previamente higienizados durante o período compreendido entre 27/12/2022 e 22/02/2023. Essas amostras foram prontamente refrigeradas a uma temperatura de 2°C em BOD (SOLAB/SL-200). Esse procedimento visou preservar a integridade das amostras para análises posteriores.

No intuito de avaliar a qualidade das amostras de água, foram selecionados parâmetros de análise essenciais, a saber: pH, turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e cor. As análises foram realizadas de acordo com o protocolo estabelecido por Almeida em 2010, seguindo estritamente as diretrizes definidas. Essas análises foram executadas nos Laboratórios Integrados do IFTM - Campus Uberlândia, valendo-se de reagentes e equipamentos disponíveis no local para garantir resultados precisos e confiáveis.

Para a determinação do pH, um pHmetro da marca GEHAKA/PG-1800 foi utilizado. A turbidez foi mensurada utilizando um turbidímetro da AKROM/KR-2000. Para a condutividade, utilizou-se um condutivímetro GEHAKA/CG-2000 para a medição. Importante destacar que, com base na condutividade elétrica (CE) determinou-se os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) por meio da fórmula (Lima, 2017):

$$\text{SDT} = 0,640 \times \text{CE}$$

Equação 1

Na equação, temos:

SDT = sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1});

CE = condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

A avaliação da cor das amostras de água foi realizada empregando um espectrofotômetro (Gehaka/UV-340G). Após a obtenção da absorvância da amostra a cor foi obtida por meio da equação de reta de uma curva de calibração ($\text{Cor (uH)} = (\text{Abs (u.A.)} - 0,0002)/0,0002$) previamente construída com o padrão de Hexacloroplatinato de Potássio (Palt-Lab 99,9%), que relaciona absorvância versus cor. Esse procedimento permitiu quantificar de forma objetiva a coloração presente nas amostras.

Ademais todas as análises foram realizadas em triplicata e inter-dia

Resultados/Desenvolvimento

Na Tabela 1, são apresentadas as informações referentes às datas em que as amostras de água foram coletadas, juntamente com as fontes de abastecimento correspondentes. Esses dados constituem elementos essenciais para entender a proveniência das amostras e estabelecer correlações relevantes entre as características da água e suas respectivas origens.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises de pH, turbidez, SDT e cor realizadas nas amostras coletadas. Através dos resultados obtidos, foram observadas variações nas características físico-químicas da água nos dez municípios investigados.

Durante a produção de cerveja, o pH desempenha um papel essencial e deve situar-se na faixa de 5,0 a 5,5. Analisando os resultados das medições de pH nas diversas cidades, podemos identificar aquelas que são mais adequadas para a produção cervejeira. Entre as cidades examinadas, Patrocínio ($5,30 \pm 0,19$), Monte Carmelo ($5,33 \pm 0,88$) e Uberlândia ($5,48 \pm 0,78$), apresentam os valores de pH dentro da faixa ideal. Por outro lado, a legislação, especificamente a Portaria GM/MS 888/2021,

estabelece que o pH da água destinada ao consumo humano deve estar na faixa de 6 a 9. Entre os resultados obtidos nas análises, as cidades que estão dentro desse intervalo são Campina Verde (pH $6,26 \pm 0,30$), Uberaba (pH $6,45 \pm 0,15$), Prata (pH $6,42 \pm 0,28$), Ituiutaba (pH $6,15 \pm 0,23$), Indianópolis (pH $6,18 \pm 0,21$) e Iturama (pH $5,99 \pm 0,52$). No entanto, Araguari (pH $4,37 \pm 0,54$), Monte Carmelo (pH $5,33 \pm 0,88$) e Patrocínio (pH $5,30 \pm 0,19$) apresentam valores de pH fora dessa faixa regulamentada. Entre os municípios analisados, Araguari ($4,37 \pm 0,54$) teve o menor pH estando fora da faixa determinada pela legislação, e também não adequado para produção de cerveja, e a cidade de Uberaba ($6,45 \pm 0,15$) obteve o maior pH estando dentro da legislação, mas não adequado para produção cervejeira.

É válido ressaltar que o não adequado para produção cervejeira é no caso do uso da água de abastecimento sem nenhum tratamento com ácidos ou bases para a correção do pH.

A turbidez da água, medida em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT), não é um fator muito crítico durante a produção de cerveja, mas pode impactar na qualidade do processo e do produto final. A partir dos resultados das análises nas diferentes cidades, é possível identificar aquelas mais adequadas para a produção cervejeira e também para consumo as que possuem valores mais baixos de turbidez.

Tabela 1: Data das coletas e órgãos de abastecimento.

Cidade	Data da coleta	Empresa de Abastecimento*	Esfera
Araguari	15/01/2023	SAE	Municipal
Campina Verde	04/01/2023	COPASA	Estadual
Indianópolis	03/02/2023	COPASA	Estadual
Ituiutaba	30/12/2022	SAE	Municipal
Iturama	27/12/2022	COPASA	Estadual
Monte Carmelo	11/02/2023	DMAE	Municipal
Patrocínio	22/02/2023	DAEPA	Municipal

Prata	08/01/2023	COPASA	Estadual
Uberaba	15/02/2023	CODAU	Municipal
Uberlândia	18/01/2023	DMAE	Municipal

* <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/>

Tabela 2: Resultados das Análises Físico-Químicas da Água por Município.

Cidades	pH	Turbidez (UNT)	SDT (mg L ⁻¹)	Cor (uH)
Araguari	4,37±0,54	2,8±0,3	52,4±10,8	0,8±0,3
Campina Verde	6,26±0,30	0,8±0,3	111,3±10,8	0,5±0,1
Indianópolis	6,18±0,21	2,3±0,3	102±8,4	2,3±0,6
Ituiutaba	6,15±0,23	1,1±0,4	73,5±4,4	1,2±0,2
Iturama	5,99±0,52	0,5±0,3	82,08±7,9	3,2±0,9
Monte Carmelo	5,33±0,88	5,8±0,5	28,6±5,5	0,8±0,4
Patrocínio	5,30±0,19	4,6±0,7	33,7±4,5	0,8±0,1
Prata	6,42±0,28	1,2±0,6	56,5±7,6	2,5±1,3
Uberaba	6,45±0,15	1,4±0,7	163,8±8,2	1,5±0,6
Uberlândia	5,48±0,78	2,4±0,8	64,4±8,1	0,9±0,1
Portaria 888/2021	6 a 9	5	500	15

A turbidez das águas analisadas apresentou ordem crescente de valores de acordo com as seguintes cidades: Iturama (0,5±0,3), Campina Verde (0,8±1,0), Ituiutaba (1,1±0,4), Prata (1,2±0,6), Uberaba (1,4±0,8), Indianópolis (2,3±0,3), Uberlândia (2,4±0,8), Araguari (2,8±0,3), Patrocínio (4,6±0,7) e Monte Carmelo (5,8±0,5). Em

relação à legislação, a turbidez da água para consumo humano é regulamentada limite máximo de 5 UNT (Portaria GM/MS 888/202). Entre os resultados obtidos nas análises, todas as cidades atendem a esse padrão, uma vez que seus valores de turbidez estão abaixo do limite estabelecido.

Outro parâmetro relevante é a quantidade de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) na água. De acordo com a legislação, o limite estabelecido para SDT em água destinada ao consumo humano é de 500 mg L⁻¹. Dentre as cidades analisadas os SDT apresentaram ordem crescente de valores de acordo com as seguintes cidades: Monte Carmelo (28,6±5,5), Patrocínio (33,7±4,5), Araguari (52,4±10,8), Prata (56,5±7,6), Uberlândia (64,4±8,1), Ituiutaba (73,5±4,4), Iturama (82,8±7,9), Indianópolis (102±8,4), Campina Verde (111,3±10,8) e Uberaba (163,8±8,2). Podemos afirmar que todos os municípios estão em conformidade com o limite regulamentar máximo de 500 mg L⁻¹ (Portaria GM/MS 888/202) indicando que as águas estão adequadas para consumo humano.

A medição da cor é um indicador importante da qualidade da água, com um limite regulatório máximo de 15 unidades de Hazen (uH) para águas destinada ao consumo humano. Dentre as cidades analisadas a cor apresentou ordem crescente de valores de acordo com as seguintes cidades: Campina Verde (0,5±0,1), Patrocínio (0,8±0,1), Araguari (0,8±0,3), Monte Carmelo (0,8±0,4), Uberlândia (0,9±0,1), Ituiutaba (1,2±0,2), Uberaba (1,5±0,6), Indianópolis (2,3±0,6), Prata (2,5±1,3), Iturama (3,2±0,9) observamos que todas as cidades analisadas estão dentro desse limite, indicando que suas concentrações de substâncias coloridas estão dentro dos padrões aceitáveis de qualidade.

É necessário destacar que as águas analisadas foram coletadas em um único ponto em cada cidade selecionada para o estudo, o que não torna os valores representativos das cidades como um todo. Para isso, seria necessária uma coleta mais ampla em diversos pontos das cidades.

Conclusão

A análise de algumas características físico-químicas das águas nas dez cidades do Triângulo Mineiro investigadas, revela informações importantes para a produção de

cerveja e para a conformidade com as regulamentações de qualidade da água para consumo humano. Na faixa de pH mais adequada para a produção cervejeira (5,0 a 5,5) destaca-se as águas das cidades de Uberlândia, Monte Carmelo e Patrocínio como ideais. Essas mesmas cidades, mais Araguari apresentam valores de pH abaixo da faixa estabelecida pela legislação para consumo humano (de 6 a 9).

A turbidez da água, está dentro dos padrões aceitáveis em todas as cidades analisadas, atendendo ao limite regulatório máximo de 5 UNT. Isso é um indicativo positivo quanto à qualidade da água.

Em relação a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) foi observado que todas as amostras estavam em conformidade com o limite máximo (500 mg L₋₁) estabelecido pela legislação, indicando que as águas estão adequadas para consumo humano em relação a esse parâmetro.

Além disso, a análise da cor da água revelou que todas as cidades estão dentro dos padrões regulatórios estabelecidos, assegurando a conformidade com os requisitos de qualidade da água destinada ao consumo humano.

Portanto, considerando os parâmetros analisados, observa-se que fontes de águas de uma mesma região, no caso o Triângulo Mineiro, apresentam características diferentes, seja devido a forma de captação, superficial ou subterrânea, ou devido a forma de tratamento/abastecimento.

Referências

ALMEIDA, O. A.; Qualidade da Água de Irrigação. Embrapa, Cruz das Almas – BA, 2010.

BORTOLI, Daiane A. da S.; SANTOS, Flávio dos; STOCCO, Nádía M.; ORELLI Jr., Alessandro; TOM, Ariel; NEME, Fernanda F.; NASCIMENTO, Daniela Defavari do. Leveduras e Produção de Cervejas – **Revisão. Bioenergia em Revista: Diálogos**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 45-58, jan./jun. 2013.

JUNIOR, A. A. M.; DE BARROS, Z. X. Utilização Racional De Água Em Cervejaria Brasileira. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 35, n. 2, p. 287-294, abril-junho, 2020.

LIMA, Lucas Cardoso; OLIVEIRA, Jonas Faria Dionísio de; SIQUEIRA, Juliano Curi de; FIA, Ronaldo; MATOS, Mateus Pimentel de. Determinação da concentração de sólidos dissolvidos totais por meio da medição da condutividade elétrica. In: XLVI

MATIAS, W. G. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://limaens.paginas.ufsc.br/files/2019/01/S%C3%B3lidos.pdf>>.

Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017, 30 de julho a 03 de agosto de 2017, Maceió - AL, Brasil. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Maceió, Brasil: [Editora], 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa N° 65, de 10 de dezembro de 2019. Diário Oficial da União, Publicado em: 11/12/2019, Edição: 239, Seção: 1, Página: 31. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>. Acesso em: <30 jan. 2023.>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sctie/farmacia-popular%20old/legislacao/prc-5-portaria-de-consolida-o-n-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf/view>>. Acesso em: 30/01/2023.

MUXEL, A. A. Química da Cerveja. 1ª Edição. Curitiba - PR: Editora Appris, 2022.

REBELLO, F. F. P. Produção De Cerveja. Revista Agrogeoambiental, Dezembro de 2009.

ROSA, N. A., Afonso, J.C. A Química da Cerveja. Química Nova na Escola, São Paulo-SP, Vol. 37, N° 2, p. 98-105, Maio 2015.

SALIMBENI, J. F.; MENEGUETTI, M. P. D. R. R. D.; ROLIM, T. F. Caracterização Da Água e Sua Influência Sensorial Para Produção De Cerveja Artesanal. Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade São Francisco, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química. Campinas, 2016.

TORRE, L. Ciência da Cerveja - A Química dos Processos Cervejeiros. 1ª Edição. Porto Alegre - RS: Editora Krater, 2022.