

## DETERMINAÇÃO DE COBRE POR ESPECTROFOTOMETRIA NA REGIÃO DO UV-VIS VIA COMPLEXO $\text{Cu}(\text{IC})_2$ : VIABILIDADE PARA ANÁLISES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS DESTILADAS

EDUARDA MOREIRA HARTMANN<sup>1</sup>; TAINA FERNANDA BARBOSA NUNES<sup>2</sup>;  
MILENE MARQUES DE FREITAS<sup>3</sup>; LUIZA LEITE LIMA<sup>4</sup>; CARLA DE ANDRADE  
HARTWIG<sup>5</sup>; DIOGO LA ROSA NOVO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduarda\\_hartmann@hotmail.com](mailto:eduarda_hartmann@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tainafnunes@gmail.com](mailto:tainafnunes@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [milene.freitas-@hotmail.com](mailto:milene.freitas-@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [limaluiza70@gmail.com](mailto:limaluiza70@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [carlahartwig@yahoo.com.br](mailto:carlahartwig@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [diogo.la.rosa@hotmail.com](mailto:diogo.la.rosa@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O cobre é um elemento químico essencial para a nutrição dos seres vivos, presente no meio ambiente e nos alimentos (FOOD CONNECTION, 2024). Entretanto, consumido em excesso pode ser demasiadamente tóxico para o organismo, causando doenças como epilepsia, melanomas e doenças psiquiátricas (AZEVEDO *et al.* 2003). Além de estar presentes no meio ambiente e em alimentos, o cobre pode estar em bebidas alcólicas, principalmente, pela lixiviação do material utilizado na construção dos alambiques. A contaminação ocorre em consequência do acúmulo de azinhave nas paredes dos destiladores, o qual pode ser solubilizado na aguardente. Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), com o Decreto Federal 2314 em 4 de setembro de 1997, estabelece que o limite máximo de cobre em bebidas alcólicas é de 5 mg/L. Contudo, vale destacar que em países do hemisfério norte, a legislação é mais restritiva para cobre em bebidas alcólicas é inferior, sendo de 2 mg/L.

Nessa perspectiva, é de extrema importância a determinação de cobre em bebidas alcólicas. Dentre as estratégias analíticas, a espectrofotometria molecular nas regiões do ultravioleta e do visível (UV-Vis) merece destaque por ser simples e de baixo custo quando comparado com outras técnicas de determinação (ARAÚJO *et al.* 2021). Essa técnica utiliza as propriedades de interação da matéria com a radiação eletromagnética (luz) para determinar características qualitativas e quantitativas de um analito. A região do espectro cujas radiações são perceptíveis pelo olho humano é conhecida como faixa do visível (Vis) com comprimento de onda variando de 780 a 380 nanômetros, enquanto a região do ultravioleta (UV) de 380 a 180 nanômetros. A determinação de cobre por espectrofotometria UV-Vis pode ser realizada pela formação de um complexo estável entre íons  $\text{Cu}^{2+}$  e o corante índigo carmim em meio alcalino (ZANONI *et al.* 2010). Assim, o presente trabalho tem como objetivo relatar um estudo preliminar voltado à avaliação de um método analítico para determinação de cobre em bebidas alcólicas destiladas, utilizando a técnica de espectrofotometria na região do UV-Vis.

### 2. METODOLOGIA

Inicialmente, foram preparados os reagentes necessários para o estudo. A solução padrão de cobre (635,5 mg/L) a partir da dissolução de 0,1596 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  em água destilada, completando o volume em balão volumétrico de 100 mL. A solução de índigo carmim (0,01 mol/L) foi preparada dissolvendo 0,0466

g do corante em água destilada e aferindo o volume em balão volumétrico de 10 mL. Para a solução tampão de carbonato pH 10, foram utilizados 1,938 g de  $\text{NaHCO}_3$  e 2,854 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dissolvidos em água destilada e completados em balão volumétrico de 500 mL. A partir da solução padrão de cobre foram preparadas soluções intermediárias de 63,5 e 6,35 mg/L, respectivamente. Todas as massas foram pesadas em balança analítica (JA100N, Sartorius, Japão).

As análises foram conduzidas em cubetas de quartzo utilizando espectrofotômetro UV-Vis (UV-M51, BEL Photonics, Itália), adicionando às amostras o volume fixo de 100  $\mu\text{L}$  da solução do índigo carmim. A partir das soluções intermediárias de cobre (6,3 mg/L e 63,5 mg/L) foram preparados os pontos para a realização das varreduras e curvas de calibração, aferidos com a solução tampão de pH 10 em volume final de 10 mL em tubos Falcon. Vale mencionar que essas condições foram adaptadas de relatos da literatura (ZANONI *et. al* 2010). As varreduras espectrais foram realizadas na faixa de 190 a 900 nm, com objetivo de identificar o comprimento de máxima absorção do complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$ . Após a determinação do comprimento de onda mais adequado, realizou-se o estudo de linearidade e da faixa de trabalho, com as concentrações de cobre variando de 0,01 mg/L a 2,0 mg/L. A influência do álcool também foi avaliada com varreduras com concentrações crescentes de etanol (10, 20, 30 e 40%). Paralelamente, um estudo da estabilidade, relacionado à formação e desprotonação do complexo em meio alcoólico foi realizado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1, apresenta a varredura espectral do complexo de  $\text{Cu}(\text{IC})_2$  considerando duas possibilidades de branco analítico para zerar o equipamento: a) 100  $\mu\text{L}$  de índigo carmim aferido com a solução tampão de pH 10 e b) apenas a solução tampão de pH 10. Na Figura 1, é possível observar, em ambos os casos, o decréscimo do sinal para o índigo carmim em cerca de 600 nm e o acréscimo do sinal para o complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$  em cerca de 720 nm, proporcional ao aumento da concentração de cobre.

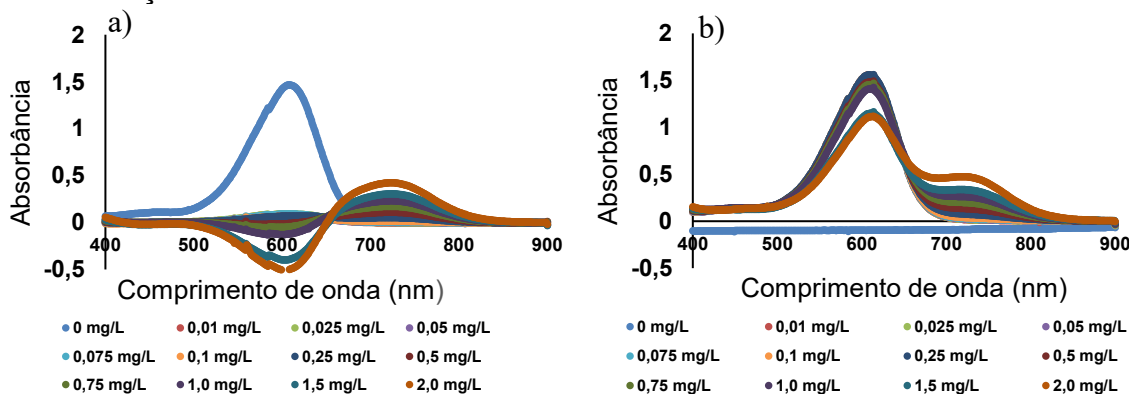


Figura 1. Varredura espectral do complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$  utilizando a) solução tampão e índigo b) apenas solução tampão.

Na Figura 2, é apresentada uma curva de calibração após selecionar o comprimento de onda de maior absorção para o complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$ , em torno de 720 nm, considerando duas estratégias analíticas para zerar o equipamento: a) 100  $\mu\text{L}$

de índigo carmim aferido com a solução tampão de pH 10 e b) apenas a solução tampão de pH 10. Os resultados apresentaram sensibilidades próximas pelo coeficiente angular (0,2151 e 0,2264) e elevados coeficientes de correlação (0,9957 e 0,9958). Porém, apesar da curva zerando o equipamento apenas a solução tampão de pH 10 ter apresentado uma sensibilidade levemente superior, a estratégia zerando o equipamento com 100 µL de índigo carmim aferido com a solução tampão de pH 10 favoreceu uma melhor definição do pico máximo de absorção do complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$ .

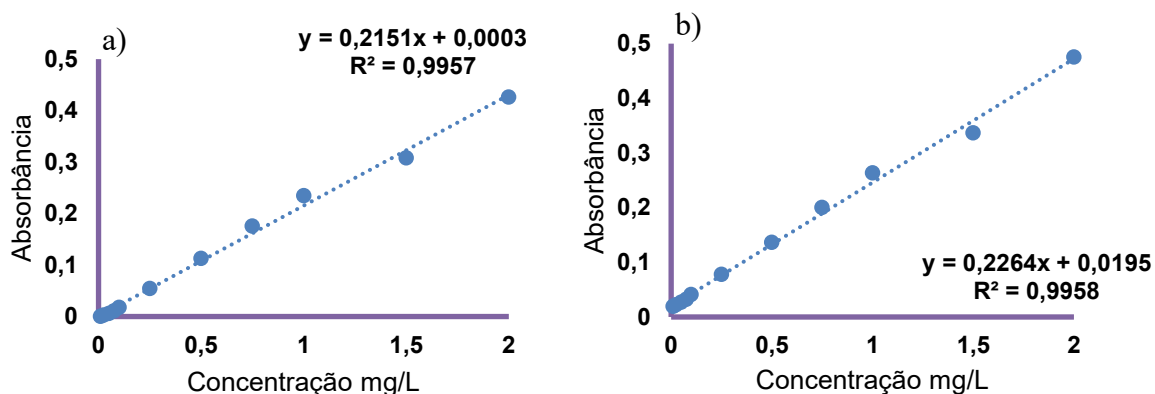


Figura 2. Calibração zerando o equipamento: a) solução tampão e índigo b) apenas a solução tampão de pH 10.

Na Figura 3, é apresentada a varredura espectral contendo concentrações crescentes de etanol (0, 10, 20, 30 e 40%) para a concentração de 0,1 mg/L de cobre, a fim de avaliar alguma influência do solvente no sinal de absorbância do complexo  $\text{Cu}(\text{IC})_2$ . As medidas foram realizadas em triplicata, sendo considerada a média das absorbâncias em cada condição. Concentrações de 10%, 20%, 30% e 40% de etanol apresentaram um acréscimo no sinal de absorbância ( $0,2428 \pm 0,002$ ;  $0,2779 \pm 0,009$ ;  $0,2965 \pm 0,003$  e  $0,3172 \pm 0,007$ , respectivamente) quando comparadas com a absorbância em meio aquoso ( $0,2107 \pm 0,002$ ). Nesse sentido, a adição de álcool na curva de calibração pode ser necessária durante a determinação. Quando avaliado o tempo de estabilidade para a aquisição do sinal, foi possível observar que a determinação de cobre por UV-Vis via formação do complexo com o índigo carmim já em meio alcoólico, pode ser realizada após aproximadamente 10 minutos, e logo em seguida, a absorbância se mantém constante até os 30 minutos avaliados. Estudos adicionais serão realizados para confirmar esse comportamento em diferentes concentrações de etanol e de cobre.

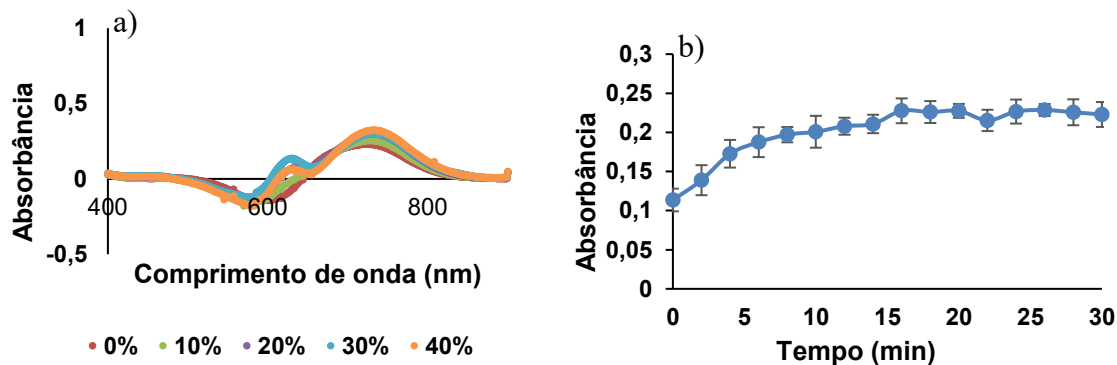


Figura 3. a) varredura espectral de 0,1 mg L<sup>-1</sup> de cobre via formação do complexo com índigo carmim em meio etanólico b) estabilidade do complexo com 0,1 mg L<sup>-1</sup> de cobre via formação do complexo com índigo carmim em 10% de etanol.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados, a determinação de cobre em bebidas alcoólicas destiladas por espectrofotometria na região do UV-Vis via formação do complexo com índigo carmim pode ser uma alternativa viável. Os resultados terão impacto direto e prático para avaliar a conformidade com a legislação vigente. Assim, o método desenvolvido pode ser um valioso recurso para a indústria, permitindo a busca pela excelência do produto destinado ao consumidor, facilitando o cumprimento das normativas de qualidade e aprimorando o controle do processo produtivo. Por fim, é importante destacar o papel da iniciação científica para o futuro da pesquisa. Ela não apenas enriquece o conhecimento de alunos e professores, mas estimula a inovação, contribuindo para gerar novos saberes que contribuem para o avanço da ciência.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, H; CATÃO, A; PADILHA, M; CASSELLA, R; ADEMÁRIO, I; BADDINI, A. L; BENTO, R; LUIS, A; PAGE, J; RAICES, R. **Análise instrumental: uma abordagem prática**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2021.
- AZEVEDO, S. M; CARDOSO, M. D. G; PEREIRA, N. E; RIBEIRO, C. D. F.S; SILVA, V. D. F; AGUIAR, F. D. C. Levantamento da Contaminação por Cobre nas Aguardentes de Cana-de-Açúcar produzidas em Minas Gerais. **Editora da Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, v.27, n.3, p. 618 - 624, 2003.
- REDAÇÃO FISA. **Alimentos que contém cobre: qual a quantidade permitida no Brasil?** Food Connection, São Paulo, 22 mar. 2024. Acessado em 11 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/artigos/alimentos-que-contem-cobre-qual-quantidade-permitida-no-brasil>
- ZANONI, T, B; CARDOSO, A. A; ZANONI, M. V. B; FERREIRA, A. A. P. **Exploratory study on sequestration of some essential metals by indigo carmine food dry**. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, São Paulo, v.460, n.4, p. 724 – 729, 2010.