

# ELEMENTOS DE QUÍMICA

CARMEN LÚCIA VOIGT  
(ORGANIZADORA)



Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Elementos de Química

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Rafael Sandrini Filho  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E38	Elementos de química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-507-5 DOI 10.22533/at.ed.075190208  1. Química – Estudo e ensino. I. Voigt, Carmen Lúcia.  CDD 540.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O grande desenvolvimento do nosso planeta, em diversas áreas, é devido principalmente ao desenvolvimento e utilização da Química.

A Química possui papel fundamental no desenvolvimento tecnológico, pois a utilização dos conceitos e técnicas dessa ciência permite a obtenção de novas substâncias, além de preocupar-se com a prevenção de danos e exploração sustentável do meio ambiente.

Os trabalhos selecionados para este volume oportunizam reflexão e conhecimento na área da Química, abrangendo aspectos favoráveis para ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Temas específicos são abordados em técnicas como eletrocatalise e degradação fotocatalítica.

A toxicidade de compostos e análise de contaminantes emergentes é apresentada nos trabalhos com enfoque em tratamento de água e efluentes. Além disso, trabalhos tratam de síntese e sensores eletroquímicos.

Inovações na química criam aplicações e soluções em diversas áreas, e pesquisas como as expostas neste volume contribuem para avanços tecnológicos.

Com base nestes experimentos, convidamos você a ampliar ainda mais seus conhecimentos sobre Química e suas aplicações.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ADSORÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS UTILIZANDO A ESTRUTURA METAL-ORGÂNICA [Cu <sub>3</sub> (BTC) <sub>2</sub> ·(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> ] <sub>n</sub>	
Kátia Cristina Silva de Freitas Renata Pereira da Silva Suzana Pereira Vila Nova Sandra Rodrigues de Souza Claudia Cristina Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0751902081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ATIVIDADE ELETROCATALÍTICA DO GRAFENO DOPADO COM NITROGÊNIO NA REAÇÃO DE REDUÇÃO DO OXIGÊNIO PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL	
Raquel Alves Corrêa Lima Raimundo Ribeiro Passos Leandro Aparecido Pocrifka Luiz Kleber Carvalho de Souza Alúcio José Cordeiro Pinto Júnior Vera Lúcia da Silva Marinho Consuelo Alves da Frota	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0751902082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE <i>IN VIVO</i> DO ALCALOIDE APORFÍNICO GUATTERIOPSISCINA DE <i>Guatteria friesiana</i>	
Valéria Lima Silva Veras Chistiane Mendes Feitosa Ronaldo dos Santos Sousa Junior Emmanoel Vilaça Costa Hercilia Maria Lins Rolim Felipe Cardoso de Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0751902083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CICLAMATO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS MEDIANTE EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM E POSTERIOR DERIVATIZAÇÃO QUÍMICA	
Camila Santos Dourado Fabiana Casarin Maria Vitória dos Santos Villa Bande Ana Cristi Basile Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0751902084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
ESTUDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA DE UM IGARAPÉ DE MANAUS UTILIZANDO UM REATOR FOTOCATALÍTICO HETEROGÊNEO SOLAR	
Quelren Benacon Lima Marinho Andrey Marcos Pinho da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0751902085</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>52</b>
SENSOR ELETROQUÍMICO BASEADO EM POLÍMEROS DE IMPRESSÃO MOLECULAR PARA DETECÇÃO DO ÓXIDO DE CARIOFILENO	
Igor Medeiros de Assis	
Walter Ricardo Brito	
DOI 10.22533/at.ed.0751902086	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>66</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>67</b>

## DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CICLAMATO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS MEDIANTE EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM E POSTERIOR DERIVATIZAÇÃO QUÍMICA

### **Camila Santos Dourado**

Universidade de Brasília, Instituto de Química,  
Brasília – DF.

### **Fabiana Casarin**

Universidade de Brasília, Instituto de Química,  
Brasília – DF.

### **Maria Vitória dos Santos Villa Bande**

Universidade de Brasília, Instituto de Química,  
Brasília – DF.

### **Ana Cristi Basile Dias**

Universidade de Brasília, Instituto de Química,  
Brasília – DF.

**RESUMO:** O ciclamato (CIC) é um edulcorante sintético vastamente consumido pela população em diversos produtos. Diante de sua presença expressiva em águas naturais e de sua toxicidade, o CIC foi classificado como um contaminante emergente de águas naturais. A determinação do CIC em águas se torna complexa diante do intenso efeito matriz e da baixa absorvidade molar da espécie, quando do uso de instrumentos mais simples, como a espectrometria de absorção no UV-VIS são utilizados para sua determinação. Como consequência, utilizam-se detectores de alto desempenho de alto custo e métodos complexos e onerosos. Assim, esse presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade da determinação espectrofotométrica do CIC. O

procedimento baseou-se na formação do ácido ciclâmico em meio ácido, e em seguida, uma micro extração por emulsão dessa espécie para a fase orgânica, clorofórmio (CLF) com Rodamina B (RhB). Esse complexo par-iônico de intensa coloração foi detectado na região visível (560 nm). O método apresentou resposta analítica para as concentrações de CIC variando de 5 - 20 mg L<sup>-1</sup>, com incrementos de 2,5 mg L<sup>-1</sup> e resposta linear satisfatória ( $y = 0,1641 + 0,0064 x$ ) com  $R^2 = 0,9933$ , (n=3). Ensaios de interferência reacional foram realizados com uma solução aquosa ternária contendo CIC, cafeína e sacarina em concentrações de 15 mg L<sup>-1</sup>. Tais estudos apresentaram seletividade adequada para o CIC, com erro relativo em torno de 3 %, tornando-se um método adequado para a quantificação de CIC em matrizes aquosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ciclamato, contaminantes emergentes, derivatização química, extração assistida por ultrassom.

### SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF CYCLAMATE IN SURFACE WATERS BY ULTRASSOM-ASSISTED EXTRACTION AND POSTERIOR CHEMICAL DERIVATIZATION

**ABSTRACT:** Cyclamate (CYC) is a synthetic sweetener widely consumed by the population in several products. Given its expressive presence

in natural waters and its toxicity, CYC was classified as an emerging contaminant of natural waters. The determination of CYC in water becomes complex due to the intense matrix effect and low molar absorptivity of this specie when simpler instruments, such as UV-VIS absorption spectrophotometry, are used for its determination. As a consequence, high-performance detectors and complex and onerous methods are commonly used. Thus, this present study aimed to study the feasibility of the spectrophotometric determination of CYC. The procedure was based on the formation of the cyclamic acid in acidic medium, and then a micro-emulsion extraction of this species for the organic phase, chloroform (CLF) with Rhodamine B (RhB). The ion-pair complex of highly colored formed was detected in the visible region (560 nm). The method presented analytical response for CYC concentrations ranging from 5-20 mg L<sup>-1</sup>, with increments of 2.5 mg L<sup>-1</sup> and satisfactory linear response ( $y = 0.1641 + 0.0064 x$ ) with  $R^2 = 0.9933$ , ( $n = 3$ ). Reaction interference assays were performed with a ternary aqueous solution containing CYC, caffeine, and saccharin at concentrations of 15 mg L<sup>-1</sup>. These studies showed adequate selectivity for the CYC, with a relative error around 3%, becoming an adequate method for the quantification of CYC in aqueous matrices.

**KEYWORDS:** cyclamate, emerging contaminants, chemical derivatization, ultrasonic assisted extraction.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os adoçantes artificiais são vastamente utilizados em diversos alimentos, bebidas, formulações farmacêuticas em substituição ao açúcar. Os edulcorantes não nutritivos de alta intensidade de dulçor são utilizados principalmente em dietas de restrição calórica, para o controle dos níveis de açúcar no sangue de diabéticos e prevenção e/ou redução da cárie dentária (ARBELÁEZ et al., 2015a). Nesta classe estão inclusos a sacarina, aspartame, sucralose, alitame, neotame e o CIC (PRAVEENA; CHEEMA; GUO, 2019). Apesar da segurança consolidada desses compostos como aditivos alimentares, estudos evidenciaram níveis de concentrações preocupantes desses compostos em diversos compartimentos de águas naturais, principalmente em águas superficiais (PRAVEENA; CHEEMA; GUO, 2019).

Diante da estabilidade química desses compostos, eles são considerados persistentes em sistemas aquáticos, capazes de interferir na fotossíntese e ainda causar alterações no sistema endócrino humano, através da desregulação do processo de quebra do açúcar. Além disso, com relação ao CIC, estudos sobre os riscos toxicológicos dessa espécie indicaram efeitos carcinogênicos aos seres humanos provenientes do seu subproduto de metabolização: a cicloexilamina (TRAN et al., 2014). Diante dessa problemática, esses compostos foram recentemente incluídos na lista de novos contaminantes emergentes de águas naturais (RICHARDSON; KIMURA, 2016).

Para quantificação desses compostos em matrizes ambientais são comumente empregadas técnicas de separação de modo a proporcionar maior disponibilidade do analito para a detecção com menor interferência da matriz (ARBELÁEZ et al., 2015b).

Neste sentido, os métodos analíticos empregados normalmente possuem um preparo de amostra laborioso exigindo a *posteriori* uma separação cromatográfica aliada detectores de alto desempenho, visto a baixa absorvidade molar do CIC na região UV-Vis (HASHEMI; ZOHRABI; ABDOLHOSSEINI, 2015). Assim, procedimentos com detecções mais acessíveis apresentam alta relevância analítica.

Com a ausência de separação cromatográfica, Hashemi et al desenvolveram um método analítico para quantificação de CIC em alimentos e adoçantes de mesa através da microextração por emulsão assistida por ultrassom (ME-US) (HASHEMI; ZOHRABI; ABDOLHOSSEINI, 2015). O método apresentou recuperações acima de 99,7 % do CIC com limite de detecção de 10 ng mL<sup>-1</sup>.

Assim, o objetivo desse presente trabalho foi avaliar a adequação da ME-US para detecção do CIC visando sua determinação em águas superficiais naturais.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Reagentes

Sacarina, pureza ≥ 99 % (Sigma Aldrich); ciclamato de sódio, 98,9 %, (Sigma Aldrich); ácido sulfúrico, ≥ 98 % (Vetec); clorofórmio, grau HPLC, pureza: 99,99 % (Tedia) e Rodamina B, 98 % (Merck).

### 2.2 Equipamentos

Agitador vortex – AP 56 (Phoenix); banho ultrassom sem aquecimento -40 Hz (Eco-sonics); tubos de ensaio de 10 mL, funil de separação 125 mL; espectrofotômetro UV-Vis, modelo: Cary 8454, Agilent.

### 2.3 Condições Analíticas do Método

O método desenvolvido foi baseado nos estudos de Hashemi et al. com algumas alterações (HASHEMI; ZOHRABI; ABDOLHOSSEINI, 2015). Em 10 mL de uma solução contendo ciclamato de sódio adicionou-se 0,3 mol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e, em seguida em um tubo de ensaio com tampa (20 mL), misturou-se 3 mL de uma solução de 4,5 μmol L<sup>-1</sup> RhB B em CLF. A mistura foi homogeneizada vigorosamente em um agitador vortex por 30 s e após isso, a solução foi sonicada por 20 s. Após um min de equilíbrio da emulsão, a solução foi levada para centrifugação por 5 min a 3500 rpm. Logo após a centrifugação, na fase orgânica depositada houve a formação de um produto de coloração rosa intensa detectável em 560 nm. Assim, foi realizada uma curva de calibração para o método, na faixa de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup> de ciclamato de sódio (n = 3).

### 2.4 Estudo da Seletividade do Método

Foram preparadas soluções aquosas contendo CIC, sacarina e cafeína em concentrações de 15 mg L<sup>-1</sup> e o procedimento de determinação do CIC foi conduzido

conforme o método descrito no item 2.3

## 2.5 Aplicação Preliminar em Amostras de Águas Superficiais

As amostras de água superficial foram coletadas em dois pontos do Lago Paranoá, Brasília - DF, Brasil, com o auxílio de um frasco de polietileno, previamente ambientado com a amostra. As amostras foram fortificadas com ciclamato de sódio de modo a obter a concentração final de 10 mg L<sup>-1</sup> de CIC. O procedimento de determinação do CIC foi conduzido conforme o descrito no item 2.3.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A separação do CIC foi conduzida através da extração líquido-líquido do ácido ciclâmico, a forma neutra do CIC (Figura 1), que permitiu a migração da espécie para a fase orgânica (CLF). Com o deslocamento do equilíbrio de partição do ácido para a fase orgânica, o mesmo reage com a RhB formando um composto de cor rosa solúvel na fase orgânica e detectável em 560 nm.

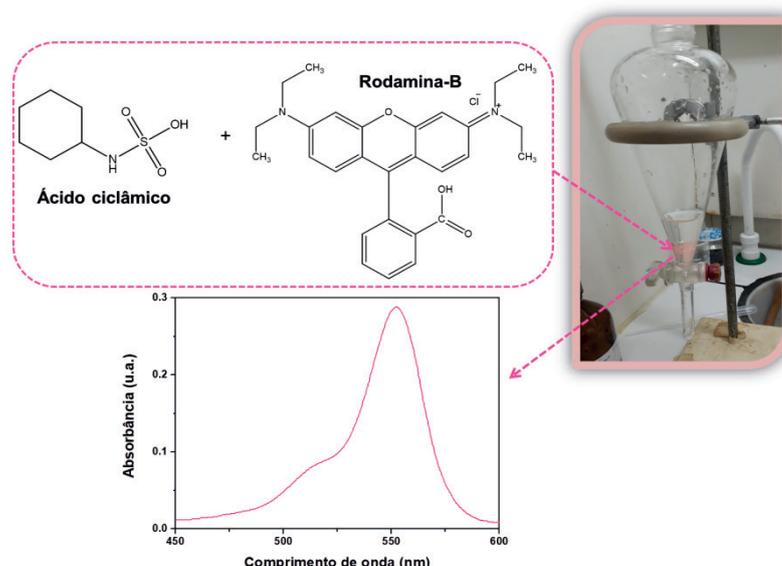


Figura 1. Esquema da reação entre ácido ciclâmico e RhB para a formação do produto detectável por UV-Vis e espectro de absorção do par iônico formado (ciclamato de sódio 15 mg L<sup>-1</sup>).

### 3.1 Otimização dos Parâmetros do Método

Primeiramente variou-se a concentração da RhB, reagente colorimétrico responsável pela formação do par-iônico. Foram preparadas soluções de RhB em CLF nas seguintes concentrações: 1,0, 1,5, 2,0, 4,5, 5 e 20  $\mu\text{mol l}^{-1}$ . Para acidificar a solução de CIC 15 mg L<sup>-1</sup> adicionou-se 0,3 mol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e essa concentração permaneceu fixa em todos os ensaios. O efeito obtido pode ser visualizado na Figura 3 a qual ilustra um sinal analítico de maior magnitude para a concentração de 4.5  $\mu\text{mol l}^{-1}$  de RhB. Assim, essa concentração foi mantida para os testes posteriores.

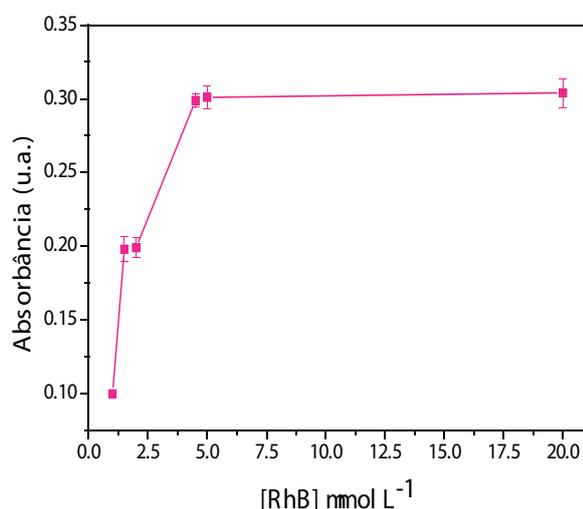


Figura 2. Efeito da concentração de RhB sobre a absorbância do par iônico formado.

Com relação ao tempo reacional de emulsificação no US foram estudados os tempos de 5, 10 e 20 s, sendo que em 20 s foi possível obter maior magnitude de sinal analítico (0,32 u.a.) com maior estabilidade da emulsão formada. Modos de agitação também foram testados: agitação magnética e agitação por vortex por 30 s. A agitação por vortex demonstrou maior intensidade (0.33 u.a.) na formação do produto com menor perda de solução em comparação à agitação magnética, a qual utiliza uma barra magnética de agitação.

### 3.2 Parâmetros Analíticos e Seletividade do Método

Os parâmetros analíticos do método foram estimados para as condições estudadas. Conforme observado na Figura 3, foi possível obter uma faixa linear de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup> de CIC para  $n = 3$  com  $R^2 = 0.9933$  e limite de detecção = 750  $\mu\text{g L}^{-1}$  que foi calculado conforme a equação 1, em que  $s$  é o desvio padrão dos resíduos da regressão e  $b1$  é a inclinação da curva analítica obtida para o método:

$$LOD = \frac{3,3 s}{b1} \text{ (Equação 1)}$$

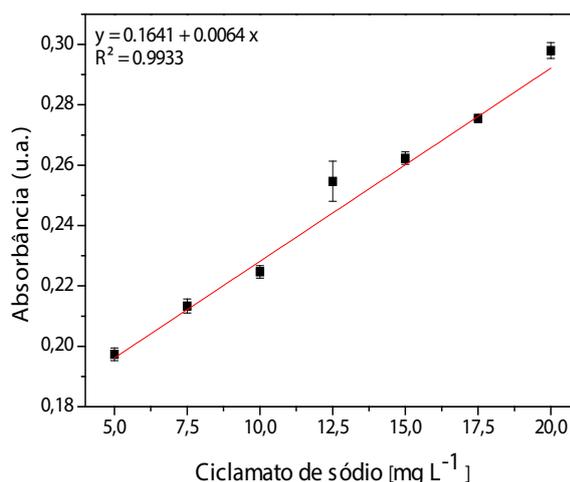


Figura 3. Curva analítica para determinação do CIC por derivatização química.

A seletividade do método foi investigada através da análise de uma solução ternária contendo CIC, sacarina e cafeína em concentração de 15 mg L<sup>-1</sup>. Observou-se um erro relativo de 3 % da concentração de CIC inicial corroborando a seletividade do método a espécie conforme pode ser observado na Tabela 1.

Ensaio	Absorbância (550 nm)	CIC [mg L <sup>-1</sup> ]
1	0,264	15,60
2	0,266	15,91
3	0,260	14,97

Tabela 1. Concentração de ciclato encontrada nos ensaios de seletividade.

### 3.3 Aplicação em Amostras de Águas Superficiais

A aplicabilidade do método em amostras de águas superficiais naturais foi investigada através de estudos de recuperação do CIC (10 mg L<sup>-1</sup>), em que foi possível observar recuperação em torno de 60 % (n=3). Esses resultados demonstraram a mínima interferência da matriz na determinação e corrobora a potencialidade do procedimento para aplicação em amostras de águas superficiais a partir de um método simples e de baixo custo.

## 4 | CONCLUSÕES

O método apresentou boa seletividade ao CIC com erro de quantificação satisfatório em torno de 3 %. As figuras de mérito do método foram adequadas com limite de detecção satisfatório e possibilidade de ampliação da faixa linear com maiores aprimoramentos dos parâmetros experimentais. A estratégia demonstrou-se como um procedimento simples, de baixo custo e sem a necessidade de separação por cromatografia, possibilitando a determinação do CIC por espectrofotometria UV-Vis.

Esse estudo demonstrou a potencialidade do método ME-US para a determinação do CIC em águas superficiais e aponta direções como algumas propostas para trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ARBELÁEZ, P. et al. **Determination of high-intensity sweeteners in river water and wastewater by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** *Journal of Chromatography A*, [s.l.], v. 1393, p. 106–114, 2015a. ISBN: 0021-9673, ISSN: 18733778, DOI: 10.1016/j.chroma.2015.03.035.

**Determination of high-intensity sweeteners in river water and wastewater by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** *Journal of Chromatography A*, [s.l.], v. 1393, p. 106–114, 2015b. ISSN: 18733778, DOI: 10.1016/j.chroma.2015.03.035.

HASHEMI, M.; ZOHRABI, P.; ABDOLHOSSEINI, S. **Spectrophotometric determination of cyclamate in artificial sweeteners and beverages after ultrasound-assisted emulsification microextraction.** *Analytical Methods*, [s.l.], v. 7, n° 6, p. 2594–2602, 2015. ISSN: 17599679, DOI: 10.1039/c4ay02903h.

PRAVEENA, S. M.; CHEEMA, M. S.; GUO, H. R. **Non-nutritive artificial sweeteners as an emerging contaminant in environment: A global review and risks perspectives.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, [s.l.], v. 170, n° August 2018, p. 699–707, 2019. ISBN: 0002015943, ISSN: 10902414, DOI: 10.1016/j.ecoenv.2018.12.048.

RICHARDSON, S. D.; KIMURA, S. Y. **Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues.** *Analytical Chemistry*, [s.l.], v. 88, n° 1, p. 546–582, 2016. ISBN: 0003-2700, ISSN: 15206882, DOI: 10.1021/acs.analchem.5b04493.

TRAN, N. H. et al. **Suitability of artificial sweeteners as indicators of raw wastewater contamination in surface water and groundwater.** *Water Research*, [s.l.], v. 48, n° 1, p. 443–456, 2014. ISBN: 1879-2448 (Electronic)r0043-1354 (Linking), ISSN: 00431354, DOI: 10.1016/j.watres.2013.09.053.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CARMEN LÚCIA VOIGT** Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação lato sensu; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acetilcolinesterase 21

### C

Células a combustível 10

### E

Eletrocatalisadores 12

Eletrodo de pasta de carbono 59

### F

Fotorreatores 40

### G

Grafeno dopado com nitrogênio 11

### O

Óxido de cariofileno 54

### Q

Química 2, 5, 2, 8, 9, 10, 21, 30, 33, 51, 52, 64, 66

### T

Tecnologia 10, 40, 66

### V

Voltametria 55

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-507-5

