

# **CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE**

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES  
(ORGANIZADOR)**

# **CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE**

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES  
(ORGANIZADOR)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-65-86002-63-8  
 DOI 10.22533/at.ed.638202403

1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia.  
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 500

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

## APRESENTAÇÃO

Atualmente, notamos grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências tecnológicas, exatas e da terra cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade. Tais saberes só se tornam possíveis por meio de autores responsáveis por desenvolver pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Permeados de tecnologia este e-book contempla estudos na área da ciência tecnológicas, exatas e da terra, mostrando a aplicabilidade destas ciências em variados temas cotidianos. Temas ligados a Medicina, saúde, agricultura e ensino, são abordados nos capítulos desta obra, entre outros temas relacionados à produção científico-metodológica nas ciências.

Para o leitor, esta obra intitulada “Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade” tem muito a contribuir com estas áreas, já que cada capítulo aponta para o desenvolvimento, e aprimoramento de pesquisas científicas envolvendo temas diversos, mostrando-se não somente uma base teórica, mas também a aplicação prática de vários estudos.

Boa leitura!

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
INFLUÊNCIA DO OXALATO NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CHUMBO COM VERMELHO DE BROMOPIROGALOL PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE ARMAS DE FOGO	
Fernanda Bomfim Madeira André Vinícius dos Santos Canuto Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha José Geraldo Rocha Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
SISTEMA EMBARCADO PARA CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA USANDO UMA ABORDAGEM BASEADA NA VISÃO COMPUTACIONAL E RNA	
Leonardo Nunes Gonçalves Joiner dos Santos Sá Carlos Augusto dos Santos Machado Alexandre Reis Fernandes Fabricio de Souza Farias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE DIABETES MELLITUS NA BAHIA: UMA ABORDAGEM COM O DFA	
Raiara dos Santos Pereira Dias Aloisio Machado da Silva Filho Edna Maria de Araújo Everaldo Freitas Guedes Florêncio Mendes Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA VARIABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NA DOCÊNCIA DE MATEMÁTICA NO 3º ANO DE UM COLÉGIO PÚBLICO	
Gilson De Almeida Dantas Luiz Márcio Santos Farias Aloísio Machado Da Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: REFLEXÕES SOB O OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Ana Paula Rohrbek Chiarello Bruna Larissa Cecco Nadia Cristina Picinini Pelinson	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 70**

USO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO DE 6º ANO DA ESCOLA PROFESSORA MARIA FIDERALINA DOS SANTOS LOPES NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA

Anne Louise Fernandes de Medeiros  
Eliel Viana Rodrigues  
Poliana Silva Costa  
Renato Araújo da Costa  
Maria Bernadete Marques Silva  
Rita do Carmo Marinho  
André Pires Costa  
Cleidiane Cardoso Assunção  
Oselita Figueiredo Corrêa  
José Francisco da Silva Costa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024037**

**CAPÍTULO 7 ..... 90**

COMO ELEVAR UM NÚMERO A UMA POTÊNCIA COM CELERIDADE

Gilberto Emanuel dos Reis Vogado  
Gustavo Nogueira Dias  
Pedro Roberto Sousa e Silva  
Eldilene da Silva Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024038**

**CAPÍTULO 8 ..... 101**

CÁLCULO DE DERIVADA DE FUNÇÕES A UMA VARIÁVEL COM UTILIZAÇÃO DOS NÚMEROS COMPLEXOS

Maurício Emanuel Ferreira Costa  
Luane Gonçalves Martins, Lates  
Aubedir Seixá Costa  
Reginaldo Barros  
Sebastião Martins Siqueira Cordeiro  
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto  
Genivaldo Passos Correa  
José Francisco da Silva Costa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024039**

**CAPÍTULO 9 ..... 120**

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO DE CAVIDADES FERRÍFERAS. MINAS DE N4 E N5, CARAJÁS, BRASIL

Adimir Fernando Rezende  
Rafael Guimarães de Paula  
Marcelo Roberto Barbosa  
Leandro Alves Caldeira Luzzi  
Iuri Viana Brandi

**DOI 10.22533/at.ed.63820240310**

**CAPÍTULO 10 ..... 135**

AValiação DO RESSECAMENTO DA CAMADA DE COBERTURA UTILIZANDO SOLO COM ADIÇÃO DE FIBRAS PET POR MEIO DE ANÁLISE DE IMAGENS

Conceição de Maria Cardoso Costa  
Tomás Joviano Leite da Silva



Jaqueline Ribeiro dos Santos  
Luís Fernando Martins Ribeiro  
Claúdia Márcia Coutinho Gurjão

**DOI 10.22533/at.ed.63820240311**

**CAPÍTULO 11 ..... 150**

**O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL**

Gustavo Nogueira Dias  
Pedro Roberto Sousa e Silva  
Washington Luiz Pedrosa da Silva Junior  
José Edimilson de Lima Fialho  
Victor Hugo Chacon Britto

**DOI 10.22533/at.ed.63820240312**

**CAPÍTULO 12 ..... 160**

**POTENCIALIDADE BACTERICIDA DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO 17-4 PH**

Rogério Erbereli  
Italo Leite de Camargo  
João Fiore Parreira Lovo  
Carlos Alberto Fortulan  
João Manuel Domingos de Almeida Rollo

**DOI 10.22533/at.ed.63820240313**

**CAPÍTULO 13 ..... 171**

**TENDÊNCIA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VIOLÊNCIA CONTRA CRIANÇAS E ADOLESCENTES NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA-BA 1998-2009**

Raiane de Almeida Oliveira  
Edna Maria de Araújo  
Roger Torlay Pires  
Aloisio Machado da Silva Filho

**DOI 10.22533/at.ed.63820240314**

**CAPÍTULO 14 ..... 194**

**EMULSÕES DE QUITOSANA/GELATINA COM ÓLEOS DE ANDIROBA E DE PRACAXI: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA SOBRE *Staphylococcus aureus***

Murilo Álison Vigilato Rodrigues  
Crisiane Aparecida Marangon  
Pedro Marcondes Freitas Leite  
Virginia da Conceição Amaro Martins  
Marcia Nitschke  
Ana Maria de Guzzi Plepis

**DOI 10.22533/at.ed.63820240315**

**CAPÍTULO 15 ..... 204**

**ANÁLISE DO POTENCIAL DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS PARA USO COMO AREIA INDUSTRIAL**

Ricardo Maahs  
Ericks Henrique Testa

**DOI 10.22533/at.ed.63820240316**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>213</b>
ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE BARES E CASAS NOTURNAS DE FREDERICO WESTPHALEN - RS	
Bianca Johann Nery	
Carine Andrioli	
Marcelle Martins	
Eduardo Antônio de Azevedo	
Willian Fernando de Borba	
Bruno Acosta Flores	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240317</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>219</b>
CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DO AUDITÓRIO DO CEAMAZON DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Thiago Morhy Cavalcante	
Yves Alexandrinho Bandeira	
Thiago Henrique Gomes Lobato	
Wellington José Figueirêdo de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240318</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>235</b>
APLICAÇÕES ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA IN VITRO DE ÓLEOS ESSENCIAS DE CITRUS SPP.: UMA BREVE REVISÃO	
Mayker Lazaro Dantas Miranda	
Cassia Cristina Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240319</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>242</b>
A ORIGEM DA ENERGIA DO SOL	
Marcelo Antonio Amorim	
Denes Alves de Farias	
Edite Maria dos Anjos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240320</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>251</b>
POLÍMEROS HIPERRAMIFICADOS COMO CARREADORES DE FÁRMACOS: UMA VISÃO SOBRE SÍNTESE, PROPOSTAS DE MECANISMOS, CARACTERIZAÇÃO E APLICABILIDADES	
Diego Botelho Campelo Leite	
Edmilson Miranda de Moura	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240321</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>265</b>
PREY-PREDATOR MODELING OF CO <sub>2</sub> ATMOSPHERIC CONCENTRATION	
Luis Augusto Trevisan	
Fabiano Meira de Moura Luz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240322</b>	

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>276</b>
EXPERIMENTOS PARA A FEIRA DE CIÊNCIAS MEDIADOS PELO DIAGRAMA V	
Lucas Antônio Xavier	
Breno Rodrigues Segatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240323</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>289</b>
O USO DA COMPUTAÇÃO COGNITIVA NO COMBATE AO CÂNCER	
Fábio Arruda Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240324</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>296</b>
FERMENTAÇÃO SEMI - SÓLIDA PARA PRODUÇÃO DE LIPASE POR <i>Geotrichum candidum</i> UTILIZANDO TORTA DE MILHO	
Janaína dos Santos Ferreira	
Elizama Aguiar-Oliveira	
Sílvio Aparecido Melquides	
Mariana Fronja Carosia	
Eliana Setsuko Kamimura	
Rafael Resende Maldonado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240325</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>308</b>
ANÁLISE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS E O DESEMPENHO DO MREC	
Matheus Amaral da Silva	
Kevin Levrone Rodrigues Machado Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240326</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>319</b>
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE MINERAIS EM AMOSTRAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	
Júlia de Oliveira Martins	
Rudinei Moraes Junior	
Anagilda Bacarin Gobo	
Alessandro Hermann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240327</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
LEVANTAMENTO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E A VLNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ATINGIDOS POR INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE JAGUARI - RS	
Thomás Lixinski Zanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240328</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>346</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO COM OPERADOR $\Delta^{2p}$ COM TERMO NÃO LINEAR	
Ricardo Eleodoro Fuentes Apolaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240329</b>	

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>355</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>356</b>

## INFLUÊNCIA DO OXALATO NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CHUMBO COM VERMELHO DE BROMOPIROGALOL PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE ARMAS DE FOGO

Data de aceite: 17/03/2020

### Fernanda Bomfim Madeira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Química  
Seropédica-RJ

### André Vinícius dos Santos Canuto

Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Divisão  
de Homicídios  
Rio de Janeiro-RJ

### Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Química  
Seropédica-RJ

### José Geraldo Rocha Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Química  
Seropédica-RJ

**RESUMO:** O chumbo (Pb) e o antimônio (Sb) estão entre os principais elementos investigados para a identificação de resíduos de armas de fogo (GSR). A determinação destes elementos pode ser realizada por análise espectrofotométrica com o vermelho de bromopirogalol. Para tal, é necessário o mascaramento de um destes elementos empregando um agente complexante seletivo. Neste trabalho foi investigado a influência do oxalato na determinação espectrofotométrica

do chumbo com o vermelho de bromopirogalol, visando a sua utilização como agente mascarante do antimônio. O efeito do oxalato foi avaliado a partir das curvas de absorvância versus concentração de Pb (II) em misturas com e sem a adição de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . As medidas de absorvância foram realizadas em  $\lambda = 630$  nm, que corresponde ao comprimento de onda de máxima absorção do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol. Foi observado que no pH comumente empregado na determinação do chumbo (pH=5,0), o oxalato inviabilizou a determinação. No entanto, em pH 8,0 o oxalato não interferiu, pois a formação do complexo passa a ser favorecida, sendo esta, portanto, uma condição recomendada para o mascaramento do antimônio e determinação do chumbo com o vermelho de bromopirogalol em amostras de GSR.

**PALAVRAS-CHAVE:** GSR, química forense, balística, antimônio

### INFLUENCE OF OXALATE ON THE SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF LEAD WITH BROMOPYROGALLOL RED FOR GUNSHOT RESIDUE ANALYSIS

**ABSTRACT:** Lead (Pb) and antimony (Sb) are among the main investigated elements for gunshot residue (GSR). The determination of

these elements can be performed by spectrophotometric analysis with bromopyrogallol red. This requires masking one of these elements employing a selective complexing agent. This work investigated the influence of oxalate on the spectrophotometric determination of lead with bromopyrogallol red, aiming its use as antimony masking agent. The effect of oxalate was evaluated from the absorbance versus Pb (II) concentration curves in mixtures with and without the addition of  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Absorbance measurements were taken at  $\lambda = 630 \text{ nm}$ , which corresponds to the maximum absorption wavelength of the Pb (II) complex with bromopyrogallol red. It was observed that at pH commonly used in the determination of lead (pH = 5.0), oxalate made the determination unfeasible. However, at pH 8.0 oxalate did not interfere, as the formation of the complex is favored, which is therefore a recommended condition for antimony masking and determination of lead with bromopyrogallol red in GSR samples.

**KEYWORDS:** GSR, forensic chemistry, ballistics, antimony

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo o Atlas da Violência (2018), no Brasil, entre 1980 e 2016, cerca de 910 mil pessoas foram mortas com o uso de armas de fogo (AF). Os dados preliminares divulgados pelo Mapa da Violência (2016), indicaram que em 2014 o número de vítimas de homicídios por AF foi cerca de 42.300, um aumento de 2,2% em relação ao ano de 2004. Os assassinatos por armas de fogo corresponderam a 72% de todos os 56 mil homicídios registrados no país em 2014.

Na tentativa de provar que uma pessoa realizou um disparo com AF, a detecção de resíduos na mão do suspeito pode ser de grande importância (REIS *et al.*, 2004). No momento da produção de um tiro, os componentes da carga propelente e iniciadora sofrem combustão ou decomposição e a força expansiva da liberação dos gases provoca a deflagração do projétil através do cano da AF. Os resíduos de arma de fogo (GSR) são projetados para fora em forma de nuvem, atingindo e se fixando nas mãos, braços, cabelos e roupas do atirador, além de se espalharem pela cena do crime. Por meio destes resíduos, é possível estabelecer um vínculo com o disparo através de análise química das partículas encontradas (TOCHETTO, 2009).

O GSR pode ser identificado pela detecção de compostos orgânicos e inorgânicos presentes no material coletado. No que diz respeito aos inorgânicos, o GSR contém Pb, Ba, Sb, Ca, Si, Cu, Fe, K, Sr, Ni, entre outros elementos. Contudo, a presença simultânea de Pb, Ba e Sb, em resíduos coletados nos locais onde os GSR são projetados, tem sido utilizada para a caracterização de um GSR (DALBY *et al.*, 2010).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem sido bastante empregada para a identificação de GSR (ROMOLO *et al.*, 2019). Esta identificação é realizada por meio da combinação da análise da morfologia e composição química das partículas

individualmente, sendo atualmente o método mais confiável e sensível para detecção de GSR, especialmente para aqueles oriundos de cartuchos contendo Pb, Ba e Sb. Contudo, é uma técnica de alto custo e querendo longo tempo de análise.

A espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), ablação a laser acoplada ao ICP-MS (LA-ICPMS), espectrometria de absorção atômica (AAS) e a análise por ativação neutrônica (NAA) estão entre as técnicas alternativas empregadas para a análise de GSR (WALLACE, 2018; D HERINGER & RANVILLE, 2018). No entanto, apesar dos baixos limites de detecção, o custo de manutenção destas técnicas é relativamente alto, dificultando a aplicação em laboratórios de química forense. Portanto, é importante o desenvolvimento de metodologias que empregam técnicas de baixo custo e acessíveis à perícia policial.

A espectroscopia de absorção no UV-VIS é amplamente utilizada em laboratórios de análises físicas, químicas, bioquímicas, farmacológicas, etc. Pode ser empregada como uma técnica qualitativa e quantitativa, tem baixo custo operacional e de aquisição, é de fácil operação, produz resultados de interpretação bastante simples com alta confiabilidade (PERKAMPUS, 2013).

O íon Pb (II) em solução aquosa é incolor. Portanto, para ser determinado por espectrofotometria, é necessário que ele reaja com alguma substância capaz de formar um produto colorido ou que ele reaja com alguma substância colorida, a fim de ser determinado a partir da quantidade consumida desta substância.

O vermelho de bromopirogalol, ácido 2-(2,7-dibromo-4,5,6-trihidroxi-3-oxo-3H-xanten-9-il) benzenossulfônico (Figura 1), é um ácido fraco orgânico que tem sido empregado como reagente metalocrômico na determinação espectrofotométrica do Pb (II), devido à formação de complexo metálico com este íon (SANTOS *et al.*, 2015; DUPHAR *et al.*, 1973). Sua coloração em solução aquosa varia de vermelho a laranja, dependendo do pH do meio e de sua concentração. Duphar e colaboradores (1973) estudaram a formação do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol e observaram que este é um complexo estável de coloração azul ( $\lambda_{\text{máx}} = 630 \text{ nm}$ ) com estequiometria de formação 1:1 e constante de formação no valor de  $1,91 \times 10^6$  (25 °C), em pH = 5,5.

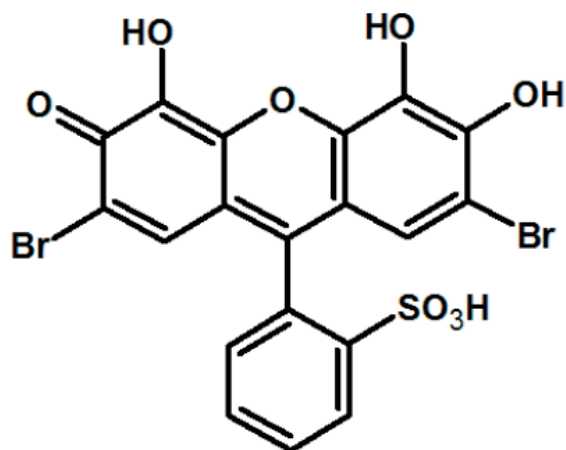


Figura 1. Estrutura molecular do vermelho de bromopirogalol.

Santos e colaboradores (2015) utilizaram o vermelho de bromopirogalol para a determinação espectrofotométrica de Pb (II) em efluentes de uma fábrica de baterias, em pH 4-5, na razão de 6:2 v/v de solução de vermelho de bromopirogalol  $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  e solução de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $1 \times 10^{-4}$  a  $5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ . Segundo os autores, as análises apresentaram características espectrais satisfatórias. Os autores observaram que o complexo apresenta deslocamento batocrômico em relação ao vermelho de bromopirogalol ( $\lambda_{\text{máx}} = 555 \text{ nm}$ ), isto é, a banda de absorção máxima do agente complexante puro, muda para outra banda de comprimento de onda maior ( $\lambda_{\text{máx}} = 630 \text{ nm}$ ).

O Sb, um dos metais mais abundantes do GSR, também forma complexo de estequiometria 1:1 com o vermelho de bromopirogalol, porém em pH neutro. A absorvância máxima do complexo produzido ocorre em  $\lambda = 615 \text{ nm}$  (RATH *et al.* 1997).

Por complexar com o Pb e o Sb, a utilização do vermelho de bromopirogalol na determinação destes elementos em GSR pouparia tempo e quantidade de amostra. Tal realização poderia ser alcançada, por exemplo, empregando análise por injeção em fluxo combinada ou não com métodos de análise multivariada. Restaria investigar as condições de análise adequadas para a determinação dos dois analitos de modo a minimizar possíveis interferências que um possa exercer sobre o outro.

O Sb precipita em meio onde a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  é menor que  $3,0 \text{ mol L}^{-1}$ , na forma de cloreto do antimônio (quando o cloreto está presente), ou como óxidos hidratados de antimônio (VOGEL, 1996). Isso poderia inviabilizar a sua determinação com o vermelho de bromopirogalol, que requer meio reacional de menor acidez, a menos que seja empregado um agente complexante para permitir a sua solubilização. Rath e colaboradores (1997) empregaram o tartarato para tal finalidade em fármacos. No entanto, no presente estudo, em que se busca determinar Pb, o tartarato não poderia ser utilizado, pois precipita com o Pb (II). Por esta razão, é necessário



complexante alternativo.

O oxalato é um potencial candidato para este fim, pois é capaz de dissolver o Sb (III) e não precipitar com o Pb (II). Ele forma complexos com o Pb (II) na razão estequiométrica de 1:1 e de 1:2, sendo este último o mais estável, e complexo na razão 1:3 com o Sb (III) (KING, 1981; SKOOG, 2005). Por formar complexos com o Pb (II), o oxalato, contudo, poderia impedir a reação do Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol.

Este trabalho tem como objetivo investigar a influência do oxalato na determinação espectrofotométrica do Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol por meio da análise das curvas de absorvância versus concentração de Pb (II), obtidas em  $\lambda_{\text{máx}} = 630 \text{ nm}$ , para fins de determinação do chumbo em GSR.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. O vermelho de bromopirogalol foi adquirido da Merck (São Paulo, Brasil). A solução padrão de chumbo empregada foi de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  de concentração  $1000 \text{ mg L}^{-1} \text{ Pb}$ , em  $\text{HNO}_3$  ( $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ), adquirida do Scharlau (Barcelona, Espanha). Água destilada foi utilizada para o preparo das soluções. A solução de ácido nítrico (65% m/m) foi adquirida da Quimex (Lima, Peru). O ácido bórico foi adquirido da Isofar (Rio de Janeiro, Brasil). O hidróxido de sódio foi adquirido da Impex Química (Barcelona, Espanha). O oxalato de sódio foi adquirido de VETEC Química Fina (Rio de Janeiro, Brasil), assim como a solução de ácido acético (80% m/m).

As soluções padrão de Pb de concentração  $1,0 \times 10^{-4}$  à  $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  foram preparadas pela diluição da solução padrão comercial de concentração  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  em balões volumétricos de 25,00 mL, empregando micropipeta automática de volume variável na faixa de 1000 à 5000  $\mu\text{L}$ .

A solução de vermelho de bromopirogalol  $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  foi preparada pela dissolução de 28,7 mg do reagente comercial em 100 mL de solução etanol/água 50% v/v. Esta solução foi armazenada à  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  e utilizada 48 horas após o seu preparo. A solução de oxalato de sódio foi preparada pela dissolução de 2,50 g de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  em 100,00 mL de água. Foi necessário aquecer até  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  por alguns minutos para auxiliar a dissolução. A solução tampão de pH 5,0 de concentração  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  foi preparada pela mistura de soluções de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$   $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{NaOH}$   $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ , conforme Lurie (1975). A solução tampão de pH 8,0 de concentração  $0,12 \text{ mol L}^{-1}$  foi produzida pela mistura de soluções de  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{HNO}_3$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , conforme Lurie (1975).

## 2.2 Estudo do efeito do oxalato na formação do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol

Para a investigação do efeito do oxalato na determinação espectrofotométrica foi realizada a determinação das absorvâncias de soluções do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol na presença e na ausência de oxalato, em pH 5,0 e 8,0. A modificação do pH se deve ao fato do oxalato e do vermelho de bromopirogalol sofrerem hidrólise em solução, influenciando na formação dos complexos do íon Pb (II) com estas substâncias.

Para tal, foi realizada a transferência de uma alíquota de 2,00 mL de solução padrão de chumbo de concentração  $1,0 \times 10^{-5}$  à  $5,0 \times 10^{-4}$  mol L<sup>-1</sup> para balões volumétricos de 10,00 mL. A seguir, foi feita a adição de 2,00 mL de solução de vermelho de bromopirogalol de concentração  $5,0 \times 10^{-4}$  mol L<sup>-1</sup>, 2,00 mL de solução tampão de pH 5,0 e água destilada o suficiente para completar 10,00 mL. Após, a leitura da absorvância destas soluções foram realizadas em  $\lambda = 630$  nm, que corresponde ao  $\lambda$  de máxima absorção do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol, empregando um espectrofotômetro UV/Vis (modelo SP-22, Biospectro, Brasil). Foram utilizadas cubetas de vidro óptico com o caminho de 10 mm. Estas soluções foram preparadas e analisadas em triplicata. O procedimento foi repetido com a solução tampão pH 8,0.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar que em pH 5,0 ocorreu variação da absorvância da solução com a variação da concentração de Pb (II), sendo possível utilizar este pH na determinação deste íon (Figura 2A). Duphar e colaboradores (1973) já haviam relatado que em pH 5,5 é possível fazer esta determinação. Contudo, na presença de oxalato, não foi observado variação significativa na absorvância (Figura 2B), demonstrando que o oxalato foi prejudicial nesta determinação no pH considerado. Possivelmente, o oxalato forma complexos estáveis com o íon Pb (II) neste pH, inibindo a sua complexação com o vermelho de bromopirogalol.

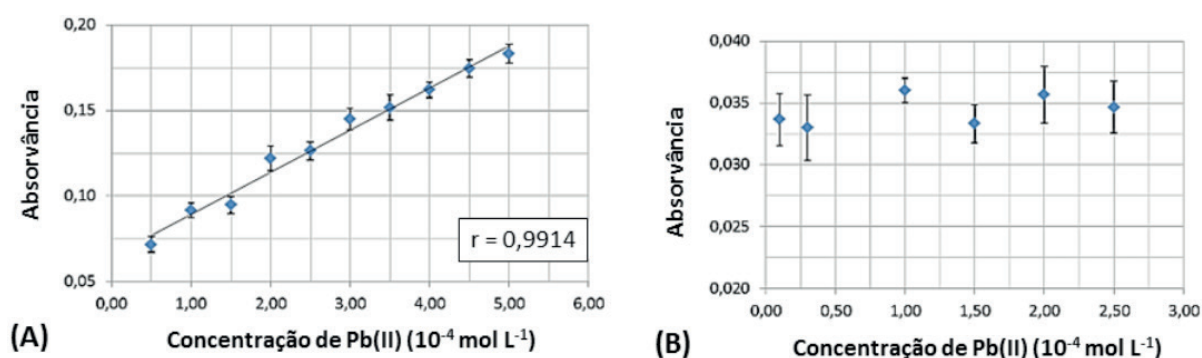


Figura 2. Curvas de absorvância versus concentração de chumbo em pH 5,0 (A) sem e (B) com oxalato.

Pela Figura 3 foi possível observar que a presença do oxalato em solução parece não interferir na determinação da concentração de chumbo devido à boa correlação linear ( $r = 0,9975$ ) entre os valores de absorvância e as concentrações de Pb (II), como rege a Lei de Lambert-Beer. Isso deve ocorrer porque o aumento do pH leva ao aumento da concentração da forma desprotonada (forma ativa) do vermelho de bromopirogalol (Figura 4) e, conseqüentemente, a formação do complexo de Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol pode estar sendo mais favorecida em relação aos complexos do íon Pb (II) com o oxalato.

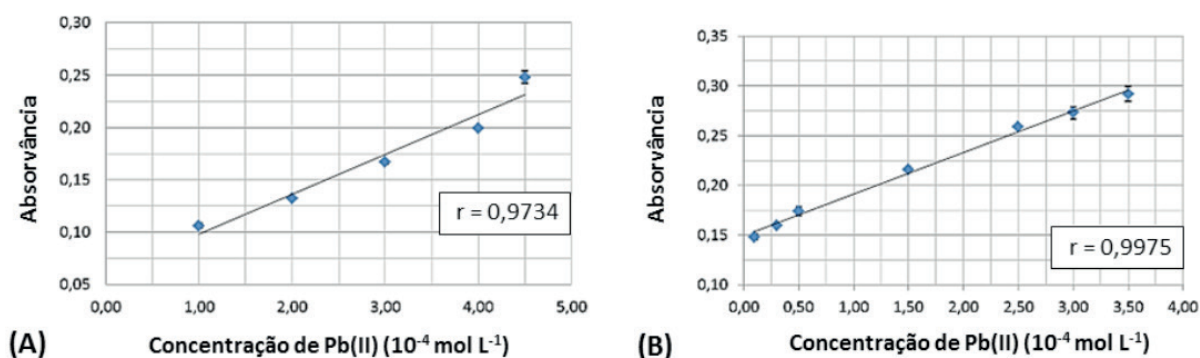


Figura 3. Curvas de absorvância versus concentração de chumbo em pH 8,0 (A) sem e (B) com oxalato.

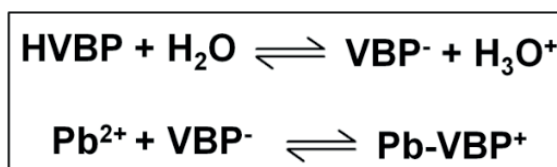


Figura 4. Esquema da reação de hidrólise do vermelho de bromopirogalol (HVBP) formando o vermelho de bromopirogalato (VBP<sup>-</sup>) e formação do complexo com o íon Pb (II).

A influência do oxalato na formação do complexo do íon Pb (II) com o vermelho de bromopirogalol em pH 5,0 e 8,0 pode ser melhor entendida pela curva de distribuição representada na Figura 5. Nesta figura, a curva em verde e em azul representam, respectivamente, a fração molar do oxalato ( $\alpha_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}$ ) em relação ao oxalato total e a fração molar do vermelho de bromopirogalato ( $\alpha_{\text{VBP}^-}$ ) em relação ao vermelho de bromopirogalol total na solução. Vale ressaltar que as formas aniônicas  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  e  $\text{VBP}^-$  são as formas ativas para formar complexos com o Pb (II). Para a construção do diagrama foram empregados os valores de  $K_{a1} = 5,6 \times 10^{-2}$  (25 °C) e  $K_{a2} = 5,42 \times 10^{-5}$  (25 °C) para as hidrólises ácidas do  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (SKOOG *et al.*, 2005) e  $K_a = 2,4 \times 10^{-7}$  (25 °C) para a hidrólise ácida do vermelho de bromopirogalol (scifinder.cas.org, 2015).

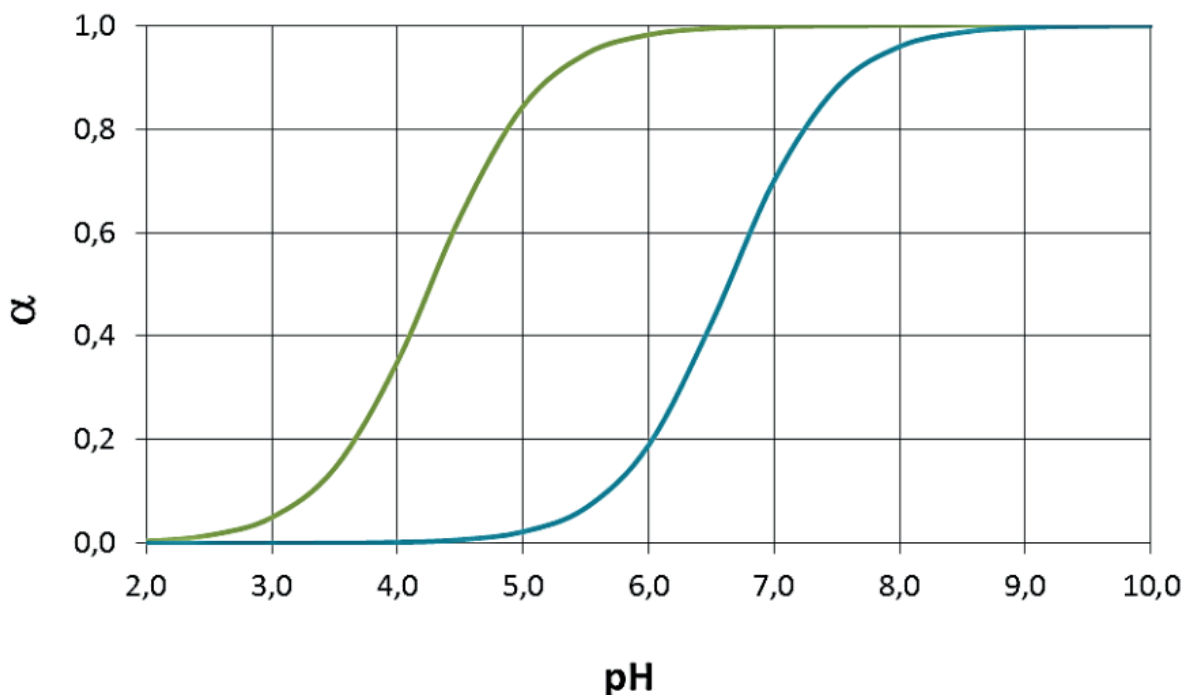


Figura 5: Curva de distribuição do  $C_2O_4^{2-}$  (em verde) e do  $VBP^-$  (em azul) em função do pH.

Em pH 5,0 cerca de 85% do oxalato na solução está na forma ativa para complexar com o Pb (II), enquanto apenas uma pequena fração do vermelho de bromopirogalol está na forma  $VBP^-$ . Neste caso, irá predominar a formação dos complexos de Pb (II) com o oxalato, inibindo a formação do complexo  $Pb-VBP^+$ , como representado na Figura 4. Em pH 8,0, tanto as frações molares do  $C_2O_4^{2-}$  e do  $VBP^-$  aumentam, porém o aumento da fração do  $VBP^-$  é maior, se aproximando da fração molar do  $C_2O_4^{2-}$ . Neste caso o  $VBP^-$  é capaz de competir com o oxalato para a formação de complexo com o Pb (II).

Considerando os valores de  $\alpha$  usados na construção da Figura 5 e os valores das constantes de formação dos complexos de  $Pb-VBP^+$  (em pH 5,5) e  $Pb(C_2O_4)_2^{2-}$  como sendo  $1,91 \times 10^6$  (25 °C) (SKOOG *et al.*, 2005) e  $2,04 \times 10^6$  (25 °C) (scifinder.cas.org, 2015), respectivamente, é possível estimar, por meio de cálculos teóricos, os valores das constantes de estabilidade condicionadas ao pHs investigados para estes complexos (Tabela 1).

Ligante	pH 5,0	pH 8,0
$Pb(C_2O_4)_2^{2-}$	$1,72 \times 10^6$	$2,04 \times 10^6$
$Pb-VBP^+$	$6,35 \times 10^5$	$2,60 \times 10^7$

Tabela 1. Valores teóricos das constantes de estabilidade condicionais dos complexos em pH 5,0 e 8,0 (à 25 °C).

Nota-se, pela Tabela 1, que constante de formação do complexo  $Pb(C_2O_4)_2^{2-}$

é maior do que a do Pb-VBP<sup>+</sup> em pH 5,0, indicando que o complexo Pb(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub><sup>2-</sup> se forma preferencialmente nesta condição. Por esta razão, não foi observada variação da absorvância neste pH pelo aumento da concentração de íons Pb (II) nas soluções analisadas com o vermelho de bromopirogalol (Figura 2). Porém, em pH 8,0 o complexo Pb-VBP<sup>+</sup> é mais estável que o Pb(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub><sup>2-</sup>, permitindo um aumento detectável na absorvância das soluções vermelho de bromopirogalol com o aumento da concentração de Pb (II) (Figura 3).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente estudo verificou-se que é possível usar o oxalato na determinação de chumbo em amostras de resíduos de armas de fogo através de análise espectrofotométrica com o vermelho de bromopirogalol. Verificou-se que em pH 8,0 esta determinação é viável uma vez que a formação do complexo Pb-VBP<sup>+</sup> é favorecida. Por outro lado, foi constatado que em pH 5,0 não é possível usar o oxalato para esta determinação porque a formação do complexo Pb-VBP<sup>+</sup> é inibida por predominar a formação de complexo de Pb (II) com o oxalato.

Recomenda-se o uso de microssistemas para as análises químicas de GSR para a quantificação de Pb com os reagentes utilizados neste trabalho, pois, nos casos reais, a quantidade de GSR produzida e coletada é geralmente baixa, dificultando a aplicação da técnica.

#### REFERÊNCIAS

ATLAS, DA VIOLÊNCIA. “Ipea e FBSP.” (2018).

DALBY, O.; BUTLER, D.; BIRKETT, J. W. **Analysis of gunshot residue and associated materials – a review**. Journal of Forensic Sciences, v. 55, n. 4, p. 924-943, 2010.

DA VIOLÊNCIA, MAPA. “Homicídio de Mulheres no Brasil. 2015.” (2016).

D HERINGER, R; RANVILLE, J. F. **Gunshot residue (GSR) analysis by single particle inductively coupled plasma mass spectrometry (spICP-MS)**. Forensic Science International, n. 288, p. 20-25, 2018.

DHUPAR, S. C.; SRIVASTAVA, K. C.; BANERJI, S. K. **Complex Formation of Lead (II) with Bromopyrogallol Red**. Journal of the Chinese Chemical Society, v. 3, n. 20, p. 145-150, 1973.

DOS SANTOS, M. B.; DE SOUZA, L. M. M.; ANTONIASSI, B. **Determinação de Chumbo Utilizando como Reagente Espectrofotométrico o Vermelho de Bromopirogalol (BPR)**. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 4, p. 1057-1071, 2015.

<https://scifinder.cas.org/scifinder/> Último acesso em: 7/07/2015.

KING, E. J. **Análise Qualitativa: reações, separações e experiências**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1981.

LURIE, J. **Handbook of Analytical Chemistry**. Mir Publishers, Moscow: 1975.

PERKAMPUS, H. **UV-VIS Spectroscopy and its Applications**. Springer Science & Business Media, 2013.

RATH, S.; JARDIM, W. F.; DÓREA, J. G. **A simple spectrophotometric procedure for the determination of antimony (III) and (V) in antileishmanial drugs**. Fresenius' journal of analytical chemistry, v. 4, n. 358, p. 548-550, 1997.

REIS, E. L. T. dos; SARKIS, J. E. de S.; RODRIGUES, C. NETO; O. N.; VIEBIG, S. **Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo**. Química Nova, v. 27, n. 3, p. 409-413, 2004.

ROMOLO, F. S.; BAILEY, M. J.; DE JESUS, J., MANNA, L.; DONGHI, M. **Unusual sources of Sn in GSR. An experimental study by SEM and IBA**. Science & Justice, v. 2, n. 59, p. 181-189, 2019.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos da Química Analítica**. 8ª edição. Editora Cengage Learning, 2005.

TOCHETTO, D. **Balística Forense: aspectos técnicos e jurídicos**. 5ª Edição, Editora Millennium, 2009.

VOGEL, A. I. **Qualitative Inorganic Analysis**. Editora: Longman, 7ª Edição, 1996.

WALLACE, J. S. **Chemical analysis of firearms, ammunition, and gunshot residue**. Crc Press, 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço inoxidável 17-4 PH 173

Agricultura 356

Análise química 2, 216, 219, 222

Astronomia 146, 254, 255, 256, 262

Aterro sanitário 148, 150

Auditório 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246

### B

Balística 1, 10

### C

Cálculo integral 162

Camada de cobertura 147, 148

Cavidades naturais 132, 146

Ciência da computação 301, 302, 303, 304, 307

Consumo de energia 11, 12, 14, 40, 46, 47, 48

Criança e adolescente 184

Cubo da soma 102, 109, 110, 111

### D

Definição sonora 231, 236, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245

Dfa 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 36

Diabetes mellitus 24, 35, 36

Diagrama v 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 299, 300

Doença celíaca 331, 332, 335, 336

### E

Educação estatística 37, 53, 54

Ensino da matemática 65, 112, 162

Ensino de ciências 82, 83, 85, 87, 88, 91, 92, 93, 99

Envelhecimento por precipitação 172, 173, 181

Espectrometria de absorção atômica 3, 331, 332, 336

### F

Fermentação semi-sólida 308, 310, 311, 313, 314, 315, 316

Fitopatógenos 247

Formação de professores 56, 63, 96, 165, 170

Fusão 221, 254, 257, 260, 261, 302

## G

Gerenciamento 14, 23, 225, 226, 227, 230, 338, 355, 356

## H

Hiperramificados 263, 265, 266, 267, 270, 273, 274

Hospitalização 24, 32, 34

## I

Inundações 337, 338, 339, 340, 341, 343, 349, 351, 353, 354

Isolamento sonoro 70

## L

Lei 12.305/2010 226

Lipase 308, 309, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319

## M

Medicina 168, 263, 273, 301, 304, 305, 307

Medidas de dispersão 37, 187

Método alternativo 113, 114, 130

Método científico 288, 289, 290, 299

Modelagem matemática 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Modelo presa-predador 277

Monitoramento sismográfico 132, 133, 134, 138

## O

Óleo de pracaxi 207, 208, 209, 212, 213

## P

Perfil socioeconômico 337, 338, 341, 349, 353

Polímeros 213, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 271, 272, 273, 274

## Q

Quadrado da soma 102, 104, 106, 107

Química forense 1, 3

Quitosana 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213

## R

Reciclagem 226, 229, 230

Recomendação 26, 320, 321, 322, 324, 325, 326, 329

Ruído de impacto 70, 71, 72, 76, 78, 80

## S

Sedimentologia 216, 219



Sistema embarcado 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22

Sistemas 12, 15, 22, 23, 35, 70, 71, 72, 73, 77, 79, 80, 147, 167, 168, 190, 203, 248, 263, 264, 265, 272, 274, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 320, 321, 322, 323, 325, 329, 356, 357

## T

Taxa de fotossíntese 277

Teorema 114, 115, 116, 117, 118, 120, 122, 125, 126, 130, 292

## U

Uso de recurso tecnológico 82

## V

Violência 2, 9, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**