



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2021

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A geração de novos conhecimentos na química 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Eleonora Celli Carioca Arenare

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química 2 /
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-170-8

DOI 10.22533/at.ed.708212206

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca
(Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE BROMATOLÓGICA DO ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) E DO ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)

Natasha Alves Rocha
Valdiléia Teixeira Uchôa
Camila Alves Rocha
Maria Karina da Silva
Maciel Lima Barbosa
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Luis Fernando Guimarães Noletto
Penina Sousa Mourão
Francisco Henrique Pereira Lopes
Camila da Silva Ibiapina
Aline Estefany Brandão Lima
Marta Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.7082122061

CAPÍTULO 2..... 14

APLICAÇÃO DO FILME DE SILANOS VS/GPTMS MODIFICADOS COM A CASCA DO ALHO PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO

Iago Magella Fernandes Costa Rossi e Silva
Lhaira Souza Barreto
Mirian Sanae Tokumoto
Fernando Cotting
Franco Dani Rico Amado
Vera Rosa Capelossi

DOI 10.22533/at.ed.7082122062

CAPÍTULO 3..... 26

AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE SACARINA E MÔNOMERO ORGÂNICO - INORGÂNICO POR TITULAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA

Izabella Fernanda Ferreira Domingues
Camila Santos Dourado
Jez Willian Batista Braga
Ana Cristi Basile Dias

DOI 10.22533/at.ed.7082122063

CAPÍTULO 4..... 36

AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER

Syme Regina Souza Queiroz
José Maria Braga Pinto
Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa
Nilton Cesar Almeida Queiroz
Emerson Rodrigues Bastos Junior
Vera Lúcia Dias da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7082122064

CAPÍTULO 5	45
AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO	
Diene de Barros Ferreira	
Felipe Staciaki da Luz	
Gideã Taques Tractz	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Letícia Fernanda Gonçalves Larsson	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Everson do Prado Banczek	
DOI 10.22533/at.ed.7082122065	
CAPÍTULO 6	55
CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Moraes da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.7082122066	
CAPÍTULO 7	69
DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
DOI 10.22533/at.ed.7082122067	
CAPÍTULO 8	81
DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA	
Taís Port Hartz	
DOI 10.22533/at.ed.7082122068	
CAPÍTULO 9	85
DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7082122069	
CAPÍTULO 10	96
DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA	
Nayra Micaeli dos Santos Sousa	

Patrícia e Silva Alves
Paulo Sousa Lima Junior
Joaquim Soares da Costa Junior
Christian Rilza Silva de Melo
Nerilson Marques Lima
Antônia Maria das Graças Lopes Citó
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

DOI 10.22533/at.ed.70821220610

CAPÍTULO 11..... 104

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS POR CLAE-DAD E UV-Vis PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE TRIPLARIS GARDNERIANA WEDD. (POLYGONACEAE)

Sandra Kelle Souza Macêdo
Emanuela Chiara Valença Pereira
Isabela Araújo e Amariz
David Fernandes Lima
Jackson Roberto Guedes da Silva Almeida
Larissa Araújo Rolim
Xirley Pereira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.70821220611

CAPÍTULO 12..... 130

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO CoFe_2O_4

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220612

CAPÍTULO 13..... 142

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADOS DE BSG NA SUBSTITUIÇÃO DA SOJA COMO PROTEÍNA VEGETAL ADICIONADA

Suyanne Teske Pires
Rodrigo Geremias

DOI 10.22533/at.ed.70821220613

CAPÍTULO 14..... 150

FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE FIBRAS E CRITAIS DE NANOCELULOSE OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Renata Paula Herrera Brandelero
Evandro Martim Brandelero
Guilherme Landim Santos

DOI 10.22533/at.ed.70821220614

CAPÍTULO 15..... 161

FOTOCATALISADORES À BASE DE d-FeOOH E NiO: ESTUDO EXPERIMENTAL E ASPECTOS TEÓRICOS

Mariana de Rezende Bonesio
Francisco Guilherme Esteves Nogueira
Daiana Teixeira Mancini
Teodorico de Castro Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.70821220615

CAPÍTULO 16..... 163

RHODAMINE B PHOTODEGRADATION OVER Ag_3PO_4 /SBA-15 UNDER VISIBLE RADIATION BASED ON WLEDS LIGHT

Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Vitória Eduardo Mendes Vieira
Marta Silva de Oliveira
Maria Karina da Silva
Camila da Silva Ibiapina
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
João Ferreira da Cruz Filho
Lara Kelly Ribeiro da Silva
Aline Estefany Brandão Lima
Maria Joseíta dos Santos Costa
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.70821220616

CAPÍTULO 17..... 183

LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS

Edson Ferreira da Silva
Milena Bandeira de Melo
Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes
Sonia Salgueiro Machado
Fabiane Caxico de Abreu Galdino

DOI 10.22533/at.ed.70821220617

CAPÍTULO 18..... 195

NANOFLUIDOS DE SULFETO DE COBRE

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220618

CAPÍTULO 19.....207

NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$) OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Isabela Marcondelli Iani
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Alexandre Zirpoli Simões
Glenda Biasotto
Maria Aparecida Zaghete
Elson Longo
Leinig Antonio Perazolli

DOI 10.22533/at.ed.70821220619

CAPÍTULO 20.....220

PRODUCTION OF ROD-LIKE MORPHOLOGY OF $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$ METAL-ORGANIC FRAMEWORKS USING ONE MINUTE SONICATION

Aline Geice Silva de Oliveira
Daniela Cordeiro Leite Vasconcelos
Peter George Weidler
Wander Luiz Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.70821220620

CAPÍTULO 21.....231

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CARBONO POR FIAÇÃO POR SOPRO A PARTIR DE POLIACRILONITRILA

Lais Angelice de Camargo
Monica Cristina Ferro Martins
José Manoel Marconcini
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

DOI 10.22533/at.ed.70821220621

CAPÍTULO 22.....237

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA

João Otávio Donizette Malafatti
Thamara Machado de Oliveira Ruellas
Letícia Ferreira Lacerda Schildt
Marcelo Ávila Domingues
Bruna Santostaso Marinho
Mariana Rodrigues Meirelles
Elaine Cristina Paris

DOI 10.22533/at.ed.70821220622

CAPÍTULO 23.....250

QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS

Anna Maria Deobald
Maísa Silveira
Aline Machado Zancanaro

DOI 10.22533/at.ed.70821220623

CAPÍTULO 24.....263

REAÇÕES DE DESSULFURIZAÇÃO OXIDATIVA DO DIBENZOTIOFENO CATALISADA POR COMPLEXOS DE VANÁDIO, NIÓBIO E MOLIBDÊNIO

Carlos Taryk Bessa da Silva
Juliana Moreira Barreto
Paula Marcellly Alves Machado
Elizabeth Roditi Lachter

DOI 10.22533/at.ed.70821220624

CAPÍTULO 25.....274

SIMULAÇÕES DE DOCKING E DINÂMICA MOLECULAR NA BUSCA DE FÁRMACOS MODULADORES DO SISTEMA NEUROINFLAMATÓRIO EM INFECÇÕES PELO SARS-COV-2

Micael Davi Lima de Oliveira
Kelson Mota Teixeira de Oliveira
Jonathas Nunes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220625

CAPÍTULO 26.....296

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II) COM LIGANTE FOSFÍNICO

Thais Castro Silva
Alessandra Stevanato
Adriana Pereira Duarte
Cláudio Rodrigo Nogueira
Janksyn Bertozzi
Valéria da Silva Cavania
Cristiana da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220626

CAPÍTULO 27.....309

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO de Fe_3O_4/SiO_2 E SUA APLICAÇÃO NA MODIFICAÇÃO DE ELETRODO IMPRESSO DE CARBONO

Vanessa Cezar Ribas
Jacqueline Arguello da Silva
Thágor Moreira Klein
Larissa Leffa Fernandes
Vladimir Lavayen

DOI 10.22533/at.ed.70821220627

CAPÍTULO 28.....320

TUNGSTATO DE MAGNÉSIO ($MgWO_4$): UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE SÍNTESE

Vitória Eduardo Mendes Vieira
Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Marta Silva de Oliveira
Ester Pamponet Ribeiro

Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Maria Karina da Silva
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Maria Joséfa dos Santos Costa
Amanda Carolina Soares Jucá
Yáscara Lopes de Oliveira
Laécio Santos Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.70821220628

SOBRE A ORGANIZADORA.....	334
ÍNDICE REMISSIVO.....	335

QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 25/03/2021

Anna Maria Deobald

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - *Campus* Panambi Panambi – RS
<http://lattes.cnpq.br/4155945975649069>

Máisa Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - *Campus* Panambi Panambi – RS
<http://lattes.cnpq.br/9162918895659994>

Aline Machado Zancanaro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - *Campus* Panambi Panambi – RS
<http://lattes.cnpq.br/5586726444452426>

RESUMO: O presente trabalho tem o intuito de discorrer acerca dos principais métodos de análise utilizados pela área da criminalística na Química Forense. Objetiva-se elucidar questões sobrepostas na sociedade por meio de séries e filmes televisivos criminalísticos, a partir de uma análise teórica baseada em artigos científicos. Ainda, pretende-se desmistificar a ficção do cinema, expondo explicações coerentes ao utilizar-se saberes químicos na busca por respostas concretas, nessa curiosa área de atuação. A pesquisa mostrou-se eficaz pois demonstra de forma concisa e explicativa, as técnicas frequentemente utilizadas pela perícia

criminal, instruindo telespectadores a obter uma visão mais fidedigna desta ciência. Além de mostrar a grande importância que essas análises têm no bem comum da população.

PALAVRAS - CHAVE: Química Forense. Criminalística. Análise.

FORENSIC CHEMISTRY: DEMYSTIFYING CINEMATOGRAFIC CRIMINALISTIC ANALYSIS

ABSTRACT: The present work aims to discuss the main methods of analysis used by the criminalistic area of forensic chemistry. The objective is to elucidate overlapping questions in society through criminalistic television series and films, based on a theoretical analysis based on scientific articles. Yet, it is intended to demystify the fiction of cinema, exposing coherent explanations when using chemical knowledge in the search for concrete answers, in this curious area of activity. The research proved effective because it demonstrates in a concise and explanatory way the techniques often used for criminal expertise, instructing viewers to obtain a more reliable view of this science. Besides showing the great importance that these analyses have in the common good of the population.

KEYWORDS: Forensic Chemistry. Criminal. Analyze.

1 | INTRODUÇÃO

A química forense consiste em um ramo das ciências forenses, que integra a área científica, tal como o setor de química, biologia,

geologia, medicina legal e toxicologia, além da área humana, constituída por sociologia, psicologia e direito. Ela tem como finalidade atender aspectos legais ou judiciais, com base em conhecimentos prévios.

A partir dessa conceituação, pode-se destacar múltiplas áreas em que o químico forense é essencial, como a perícia criminal ou ambiental, segurança do trabalho, consumo de drogas lícitas e ilícitas, adulterações em bebidas e combustíveis, análise de alimentos e fármacos, praguicidas, etc. Alicerçado a cada área, existem diversas possibilidades de serviços a serem prestados e, conseqüentemente, de métodos e análises indicados para resolução de cada caso específico.

Portanto, o presente artigo propõe uma discussão teórica, que tem como base variadas pesquisas bibliográficas e revisões de literatura. O tema foi escolhido pensando na abordagem midiática que a perícia criminal obteve recentemente, tal como, o popular programa televisivo "*Crime Scene Investigation (CSI)*", e o quanto os jovens foram instigados a considerá-la como opção de carreira.

Atualmente existe uma grande expectativa quanto a resolução de crimes em julgamentos, de que todo crime deverá apresentar evidências e ser solucionado facilmente, essa expectativa vem sendo chamada por especialistas de *Efeito CSI*. Contudo, a grande maioria dos julgamentos ainda não usa aspectos forenses e, muitas vezes, uma elucidação como a vista em séries de televisão não é obtida. Alguns casos foram até questionados porque muitos já foram condenados injustamente por erros que foram cometidos por peritos devido a cena do crime ter sido modificada.

Este capítulo tem por objetivo apresentar essa área da criminalística, bem como os métodos analíticos aplicados à perícia criminal, como meio de provas, para elucidação de fatos, no âmbito judicial. A exposição do conteúdo será organizada em três partes, sendo elas, introdução, referencial teórico e conclusão.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O prelúdio da química forense como suporte em investigações criminalísticas se desenvolveu a partir de contribuições de diversos cientistas, dentre eles, o principal, Mateo José Buenaventura Orfila Rotger, também conhecido como "pai da toxicologia".

Orfila foi responsável por desvendar os frequentes casos de morte por envenenamento na Idade Média. Ele adequou o "teste de Marsh", desenvolvido por James Marsh, entretanto insuficientemente eficaz, e descobriu a causa mortis do caso LaFarge, no qual uma esposa foi condenada por envenenar o marido com arsênio. Neste caso, o teste havia dado negativo na análise do conteúdo do estômago, porém ao realizar na comida e na louça obteve-se o resultado positivo, demonstrando a efetividade do teste de Marsh. (FARIAS, 2010)

A partir dessa descoberta outras técnicas foram criadas e aperfeiçoadas por distintos

cientistas, que vieram a ganhar destaque. Como exemplo do químico francês Jean Servais Stass, com um método que detectava a presença de nicotina em tecidos cadavéricos.

Entretanto, a criminalística propriamente dita, teve início com Hans Gross, um promotor de Justiça e mais tardiamente professor de Direito Penal. Gross foi o responsável por cunhar os termos "criminalística" e "criminologia", após perceber falhas no sistema de investigação e justiça, que se baseava em provas insuficientes e na prática da tortura como evidência dos fatos. (DI VITTA; MOTA, [2012]; RABESCHINI, 2014)

Tendo em vista as injúrias observadas, Gross escreveu uma obra que tinha como objetivo o estudo dos casos criminológicos. Esse propósito teria derivado da pesquisa e análise de vestígios (provas) e os respectivos resultados, advindos de métodos científicos comprovadamente eficientes.

Hodiernamente existem diversas técnicas utilizadas para o estudo de casos, dentre os métodos analíticos mais conhecidos e utilizados estão a cromatografia, espectrometria de massa, utilização do Luminol e datiloscopia.

3 | CROMATOGRAFIA

A Cromatografia é um método físico-químico de separação de misturas a partir da velocidade ou distribuição diferenciada dos componentes.

Devido à alta precisão e confiabilidade dessas técnicas, elas são muito utilizadas na detecção ou separação de substâncias que estão em pequenas quantidades em uma mistura. Assim, na área médica a cromatografia tem grande utilização na toxicologia, seja para monitorar o uso de medicamento ou para o seu uso na ciência forense, dosando drogas de abuso e auxiliando a elucidar crimes. (GOULART, 2012, p.2)

A técnica contém duas fases, sendo elas a fase móvel e a estacionária (fase fixa), que divergem conforme os diferentes tipos de interação dos compostos analisados. A partir disso faz-se a respectiva escolha do método aplicado, que pode ser realizado de forma planar ou em coluna.

Atualmente, na maioria opta-se pela utilização da cromatografia em coluna, com o uso de equipamentos laboratoriais avançados e precisos. A fase estacionária, a amostra e a fase móvel são inseridas na coluna, em seguida os componentes da mistura passarão a deslocar-se com velocidades distintas, por fim poderão ser coletados separadamente, com o apoio de um coletor de frações. Como observa-se na figura 1.

Além disso, a cromatografia em coluna é líquida quando a fase móvel for um líquido, enquanto a fase estacionária, pode ser um líquido não volátil ou um sólido. Quando há uma interação líquido-líquido ocorre um equilíbrio de partição, isto é, há a separação dos compostos com base na diferença de solubilidade dos componentes da fase móvel e estacionária. Quando a fase estacionária for sólida ocorre a adsorção, na qual os compostos

são separados a partir da interação eletrostática.

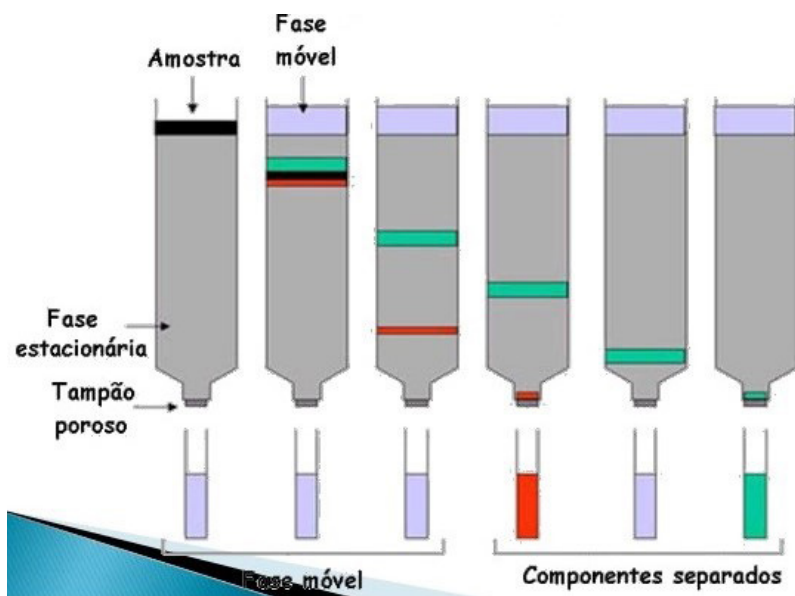


Figura 1: Cromatografia em coluna

Fonte: Fernando Acosta Gómez (2008)

Por conseguinte, a cromatografia gasosa ocorre quando a fase móvel estiver em estado gasoso, e a fase estacionária for líquido não volátil ou sólido. Quando existe interação gás-líquido, ocorre equilíbrio de partição, e gás-sólido resulta em equilíbrio de adsorção.

Com a utilização de um detector de frações é realizado o monitoramento da vazão de cada composto, que em seguida é transferido a um cromatograma ou gráfico, e por fim pode-se descobrir qual o composto químico presente na mistura analisada.

3.1 Espectrometria de massa (MS)

No passado, uma análise baseada unicamente na MS era rara em investigações forenses. O uso da MS foi, em grande medida, limitado por sua capacidade de lidar somente com moléculas relativamente pequenas e voláteis, idealmente puras. Contudo, a MS moderna eliminou completamente essa inconveniência, sendo atualmente capaz de lidar com praticamente todos os tipos de moléculas em todos os tipos de matrizes e ambientes, mesmo quando os analitos alvos estão presentes em misturas químicas altamente complexas. (CÔRREA, 2015, p.27)

Quando em conjunto com a cromatografia gasosa, a espectrometria de massa torna-se ainda mais eficiente. Essa técnica é utilizada para o estudo de átomos, moléculas e fragmentos, que são ionizados e têm seus íons separados, com base em suas diferentes razões: massa/carga (m/z). Pode detectar a presença de drogas de abuso na urina, cabelo e sangue, confirmar suspeita de presença de substância tóxica em alimentos, observar se determinada substância foi inserida intencionalmente em determinados acidentes, tal como incêndios, entre tantas outros. (ROMÃO, 2010)

Para a análise utiliza-se um espectrômetro de massas, onde a amostra é introduzida. Essa inserção pode ser feita com um líquido, sólido ou gás, no entanto uma quantidade pequena da amostra deve estar previamente convertida em vapor, para que se forme um fluxo de moléculas, que serão submetidos a níveis mais baixos de pressão, variando de poucos milímetros de mercúrio a micrômetros de mercúrio. Para que o fluxo de entrada seja constante o vapor atravessa o escapamento molecular e, em seguida entra na câmara de ionização. No caso de a amostra ser não-volátil, utilizam-se outros métodos, como o da sonda direta. Ela é acoplada na ponta de uma sonda, que é inserida por meio de uma comporta em vácuo na câmara. A sonda pode sofrer aquecimento, para que o vapor da amostra seja liberado próximo a fonte de ionização.

As unidades de injeção de amostra mais versáteis são construídas conectando-se um cromatógrafo a um espectrômetro de massa. Essa técnica de introdução de amostra possibilita que uma mistura complexa de componentes seja separada pelo cromatógrafo, e o espectro de massa de cada componente pode, então, ser determinado individualmente[...]. Na espectrometria de massa/cromatografia de gás (GC-MS), o fluxo gasoso que sai de um cromatógrafo é admitido, por meio de uma válvula, em um tubo, onde atravessa um escapamento molecular. Parte do fluxo gasoso é, então, admitido na câmara de ionização do espectrômetro de massa. Dessa forma, é possível obter o espectro de massa de todo componente de uma mistura injetada no cromatógrafo de gás. Na verdade, o espectrômetro de massa cumpre o papel de detector. Da mesma forma, a espectrometria de massa/cromatografia de líquido de alta performance (HPLC-MS, ou mais simplesmente LC-MS) acopla um instrumento de HPLC em um espectrômetro de massa por meio de uma interface especial. As substâncias que eluem da coluna HPLC são detectadas pelo espectrômetro de massa, e seus espectros de massa podem ser mostrados, analisados e comparados aos espectros padrão encontrados na biblioteca digital contida no instrumento. (LAMPMAN et al, 2016.p. 401)

Na câmara de ionização as moléculas são transformadas em íons em fase gasosa, que são acelerados por um campo eletromagnético. O método mais recorrente é a ionização por elétrons. Um feixe de elétrons com muita energia é emitido e colide no fluxo de moléculas, retirando um elétron e criando um cátion. Os íons são direcionados para as placas aceleradoras, com o apoio de uma placa repelente, com potencial elétrico positivo. Por ser aplicado uma diferença de potencial muito elevada nas placas aceleradoras, gera-se um feixe de íons positivos, que se desloca rapidamente.

Esse feixe de íons entra em um analisador de massa, onde os íons são separados de acordo com sua razão: massa/carga. Ao final, eles são contados pelo detector, a partir da produção de uma corrente relativa à quantidade de íons que o alcança. O resultado é registrado por um sistema de dados, que transfere o sinal em um gráfico. Esse processo está exposto na figura abaixo.

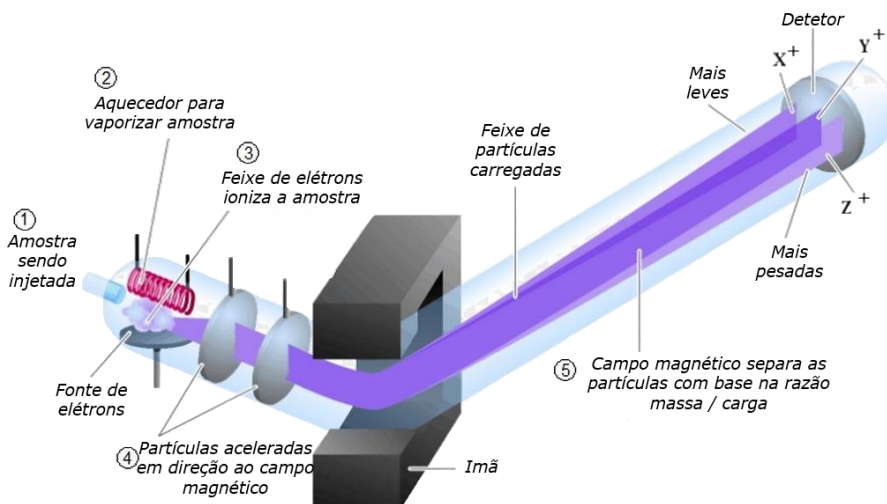


Figura 2: Espectrômetro de massas

Fonte: Carlos Alberto Teixeira (2014)

3.2 Luminol (LUM)

O Luminol é um reagente químico, formado por átomos de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio ($C_8H_7N_3O_2$), diluído em um agente oxidante, geralmente o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Frequentemente é utilizado em análises forenses por sua propriedade quimioluminescente, isto é, a produção da luz proporcionada por uma reação química (Figura 3). Auxilia na descoberta do local em que o crime foi realizado, na identidade dos envolvidos a partir da análise de DNA, além da arma utilizada na execução do delito.



Figura 3: Luminol em contato com a hemoglobina

Fonte: Beatriz Brambilla (2019)

Um dos principais métodos para a obtenção do LUM é por meio da reação da hidrazina com o ácido 3-nitroftálico (Figura 4), mediante aquecimento com a posterior redução do grupamento nitro do 5-nitroftalhidrazina para a formação do produto final. (PAULA e VASCONCELLOS, 2017)

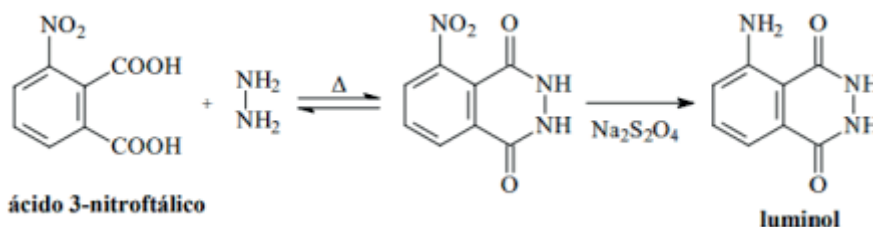


Figura 4: Síntese do Luminol

Fonte: Beatriz Brambilla (2019)

O reagente pode ser utilizado na detecção de fluidos humanos, como o sangue e o sêmen. É tão eficiente e sensível que pode detectar provas de crime em até seis anos após a limpeza dos vestígios, além de detectar o sangue em uma diluição de 1:1.000.000, em diversas superfícies, como madeira, azulejos, cerâmicas, laminados, etc. No momento de realização do teste o local analisado deve estar escuro para melhor observação da luz fluorescente após aplicação do LUM.

Para que a reação de quimioluminescência funcione e a luz fluorescente apareça é preciso que além do agente oxidante, utilize-se um meio aquoso, com solventes próticos ou dipolares apróticos. Além disso, um catalisador redox (como metais de transição),

preferencialmente em meio básico. Na detecção de sangue, o catalisador indicado é o íon ferro, presente nos grupos “heme” da hemoglobina. O mecanismo desta reação está representado na figura 5.

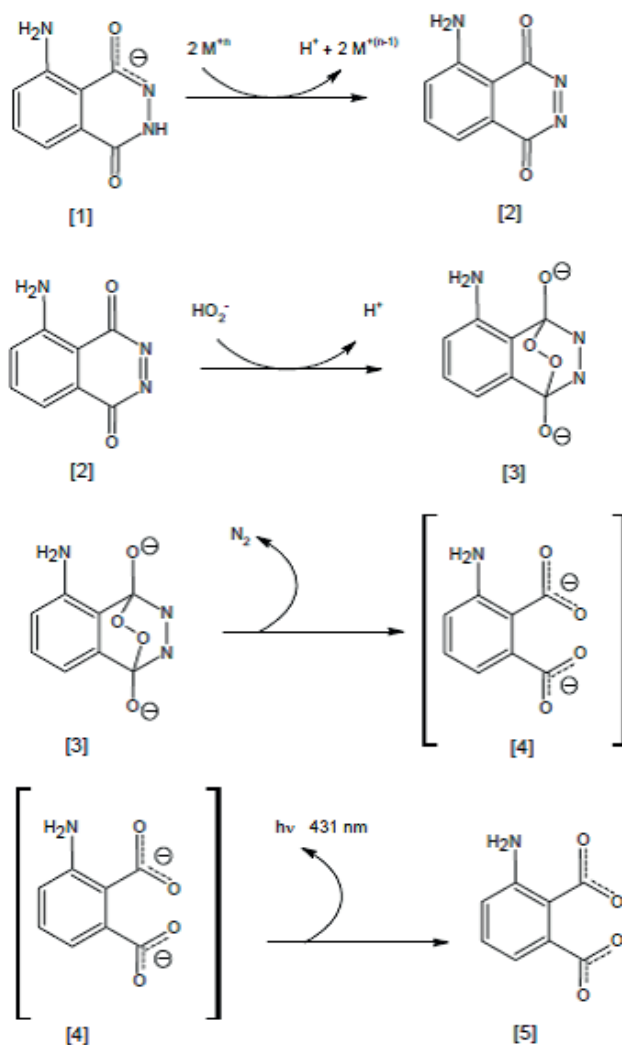


Figura 5: Reação de oxidação do luminol

Fonte: Ana Gabrielle do Nascimento Camara (2017)

O catalisador (íon ferro) oxida o LUM (composto 1, figura 5), convertendo-o em diazoquinona (composto 2), que em seguida sofre ataque pelo ânion proveniente do peróxido de hidrogênio hidrolisado, quebra a dupla ligação entre os nitrogênios e entre os

carbonos com os oxigênios, formando o endo-peróxido (composto 3). Esse, por sua vez, perde uma molécula muito estável de nitrogênio e forma o diânion do ácido 3-aminoftálico no estado excitado (composto 4). Quando o elétron excitado pela reação retorna ao estado fundamental, ele sofre liberação de fótons, por meio da emissão de energia em forma de luz (na cor azul), com aproximadamente 430 nm de comprimento de onda.

Apesar de toda sua eficiência, alguns fatores podem interferir na reação. Entre eles estão alvejantes, detergentes, desinfetantes/antissépticos com presença de permanganato de potássio ou iodo na sua composição e antioxidantes utilizados em alimentos e bebidas.

3.3 Datiloscopia

A datiloscopia é o processo de identificação de pessoas a partir da impressão digital, criado em 1891 por Juan Vucetich e introduzido na medicina legal no Brasil em 1903, trouxe aos métodos de identificação uma maior segurança. Baseia-se em um método prático e preciso, que auxilia na descoberta de quem esteve presente na cena do crime, tornando-os suspeitos e, mais tardiamente, podendo revelar o autor do caso em investigação, que ao tocar em um objeto ou local, deixa o formato das papilas dérmicas ou cristas no local por meio do suor de suas mãos. (PEREIRA, 2010)

O sistema Vucetich se baseia em três características, sendo elas, a perenidade das cristas papilares que se formam ainda no útero, elas perduram a vida inteira, não desaparecem e se regeneram, e cada ser humano tem um conjunto de cristas diferentes.

Existem variadas técnicas para detectar uma impressão digital oculta, a chamada impressão papilar latente (IPL), como a Técnica do Pó, do vapor de lodo, do Nitrato de Prata, Cianacrilato e Ninidrina. Sendo que a Técnica do Pó é mais de 90% das vezes optada nas perícias papiloscópicas. Neste capítulo trazemos três tipos de análise.

3.4 Técnica do Pó

Nesta técnica são utilizados pincéis e pó. Ela é efetiva quando a impressão for recente, isto é, de até 48 horas, pois nesse meio-tempo ainda há depósito de gorduras e água no local. Além do mais necessita ser realizada em uma superfície lisa como metal, vidro, plástico, ou em superfícies porosas, como papel e madeira sem tratamento.

O pó a ser utilizado na técnica deve ser escolhido levando em consideração a cor da superfície em que está à impressão digital, devendo contrastar com a mesma. A temperatura, umidade e o aspecto da área também interferem na escolha. Caso seja necessário a utilização de um pó de cor branca, pode-se optar pelo pó dióxido de titânio, composto também por caulim e talco. Se preciso um pó de cor preta uma boa opção seria o pó dióxido de manganês, composto também por óxido de ferro, negro-de-fumo e resina. Entretanto, como citado anteriormente, essa escolha varia de acordo com a natureza da superfície em análise.

Para a execução são necessários um pincel e muita cautela ao aplicar o pó previamente escolhido, para não prejudicar os resultados. Assim, ocorre interação entre o

pó e a água ou/e gorduras na superfície, revelando a visualização da IPL, que ocorre logo em seguida. Esta interação entre os compostos da impressão e o pó é de caráter elétrico, tipicamente forças de van der Waals e ligações de hidrogênio. (AMICCI, entre 2005 e 2020)



Figura 6: Técnica do pó

Fonte: Dreamsit

3.5 Técnica do vapor de iodo

A técnica que usa vapor de iodo é preferencialmente aplicada em superfícies porosas e metálicas de objetos pequenos. Atualmente utiliza-se um kit que facilita sua aplicação, entretanto antigamente era feita em um saco plástico selado, onde o objeto era colocado juntamente com cristais de iodo e após era realizada a agitação do saco, gerando liberação de calor e sublimando os cristais de iodo. (CHEMELLO, 2006)

Essa sublimação resulta na liberação de vapor de iodo que, quando em contato com a IPL absorve-se na gordura, por meio de uma reação de halogenação, quebrando as duplas ligações dos ácidos graxos e ligando-se aos carbonos. A dissolução do vapor na gordura promove a coloração marrom/amarelado, tornando visível a digital. Geralmente após a formação da IPL, usa-se um produto fixador que impede que a impressão sublime novamente. É muito importante a fotografia forense, principalmente nesse caso, pois a impressão pode desaparecer rapidamente (ALVES; FIELD'S, 2010). A figura 7 representa a utilização dessa técnica em papel.

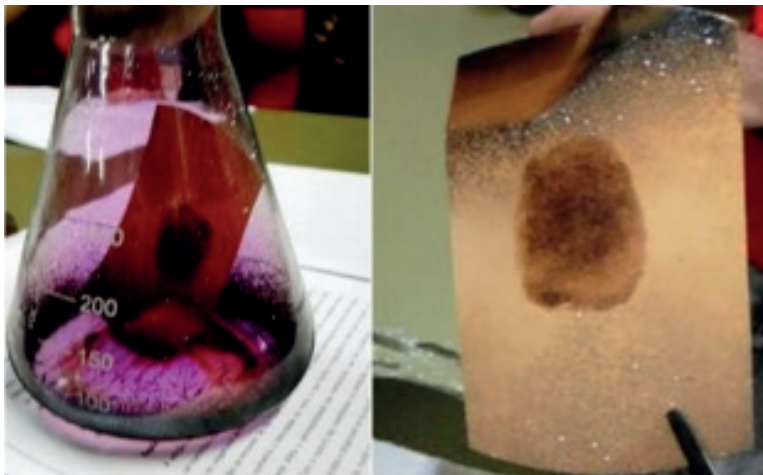
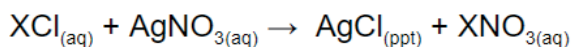


Figura 7: Experimento da técnica de vapor de iodo

Fonte: Experimentando química (2017)

3.6 Técnica do nitrato de prata

Técnica usada desde 1891, baseada na reação entre o nitrato de prata e os íons cloreto presentes na IPL. Atualmente é realizada com a solução 5% de nitrato de prata dentro de um frasco spray, que é borrifado sobre a superfície a ser analisada. Após trinta segundos terá ocorrido a reação, que libera cloreto de prata. Em seguida o objeto é inserido em uma câmera escura onde ocorre a secagem e, por fim, uma lanterna aceleradora de nitrato de prata promove a redução dos íons da prata em prata metálica, aparentando a IPL sobre um fundo escuro. (CHEMELLO, 2006) A equação química que representa esta técnica pode ser vista abaixo.



Segundo Araújo (2000, apud SILVA, 2015) antigamente o plano investigado era afundado em uma cuba contendo a solução de nitrato de prata, após era secado na câmera escura e para completar a análise e a reação ele era exposto à luz solar pelo tempo necessário para ocorrer a redução dos íons.

Normalmente essa técnica é utilizada em superfícies porosas e plásticos ou madeira envernizada. Em ambas as formas de realização da técnica, o resultado da IPL com coloração escura deve ser fotografado rapidamente, pois em pouquíssimo tempo toda a superfície torna-se preta. Todavia a impressão pode ser novamente observada ao adicionar-se uma solução de 10% de tiosulfato de sódio ou quando colocada em um local totalmente escuro.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao abordar o tema tratado neste capítulo, espera-se contribuir na aprendizagem acerca dos métodos utilizados para elucidação de casos na perícia criminal, e esclarecer dúvidas no que tange a cenas vistas pela população em séries e filmes de ficção científica. Adicionalmente, a finalização deste trabalho mostrou-se eficiente no auxílio a estudantes que têm interesse na área criminalística da Química Forense, ampliando o conhecimento e construindo sua opinião crítica.

Observa-se que na prática as técnicas utilizadas por peritos criminais são mais complexas do que quando retratadas na televisão. Exigem mais tempo do que é apresentado nas séries e filmes, conhecimentos químicos avançados, bom manuseio de materiais de laboratório, equipamentos de proteção individual e materiais específicos para obtenção certa dos resultados.

Todavia, as análises praticadas para elucidação de fatos são tão importantes quanto os resultados homologados pelo tribunal do júri, pois levam a provas concretas que auxiliam na sentença final. Por isso, é de grande importância e influência na vida populacional o conhecimento desta ciência, pois interfere nos direitos humanos e na liberdade individual. A televisão nos mostra uma versão "embelezada" da perícia criminal, que muitas vezes precisa "criar" novas maneiras de realizar seu trabalho.

Por fim, ao realizar o estudo para o proposto capítulo, observou-se a carência de materiais disponíveis que abordam o assunto. Sendo indispensável a ampliação de pesquisas teóricas científicas e, também, uma maior divulgação sobre o tema então relatado.

REFERÊNCIAS

ALVES, Aline Joyce Vargas; FIELD'S, Karla Amâncio P. **Química forense: a ciência que desvenda crimes como meio de contextualização do ensino de química**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Resumo. Brasília: 2010. p. 1-1

AMICCI, Priscila. **Identificação criminal**. Disponível em: artigo2.pdf (eduvaleavare.com.br). Acesso em: 28 dez. 2020

ARAÚJO, C. J. **Identificação Papiloscópica**. Brasília: SENASP/ANP, 2000

BRAMBILLA, Beatriz. **Luminol**. Química Forense. 2019. Disponível em: Luminol - Química Forense (science.blog). Acesso em: 29 dez. 2020.

BRAMBILLA, Beatriz. **Síntese do luminol**. Química Forense. 2019. Disponível em: Síntese do Luminol - Química Forense (science.blog) . Acesso em: 29 dez. 2020.

CAMARA, Ana Gabriele do Nascimento. **Luminol: a química na ciência forense**. PET QUÍMICA. 2017. Disponível em: Luminol: a química na ciência forense. I PET Química UFC. Acesso em 29 dez. 2020.

CHEMELLO, Emiliano. **Química**, Artigos e livros de química. Disponível em: Ciência Forense: impressões digitais (quimica.net). Acesso em: 28 dez. 2020

COMO os químicos forenses revelam impressões digitais?. Blogspot. 2017. Disponível em: Experimentando Química : Como os Químicos Forenses Revelam Impressões Digitais? (experimentandoquimicatic.blogspot.com) . Acesso em: 29 dez. 2020.

CORRÊA, Deleon Nascimento. **Espectrometria de massas ambiente aplicada às ciências forenses: dos documentos às drogas de abuso**. Orientador: Prof. Dr. Marcos. 2015. Tese (Doutorado em Ciências) - Doutorado Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, 2015.

FARIAS, Robson Fernandes de. **Introdução à química forense**. 3 ed. Campinas-SP: Átomo, 2010.

GÓMEZ, Fernando Acosta. **Técnicas de purificación y caracterización de proteínas**. Slideshare. 2008. Disponível em: Tecnicas De Purificación Y Caracterización De Proteínas (slideshare.net). Acesso em: 29 dez. 2020.

GOULART, Daniel Silva. **Aplicações das técnicas de cromatografia no diagnóstico toxicológico**. Orientador: Prof. Dr. Maria Clorinda Soares Fioravanti. 2012. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.

IMPRESSÕES digitais latentes. Dreamstime. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-impress%C3%B5es-digitais-latentes-1-image1234491>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MOTA, Leandro; DI VITTA, Patrícia Busko. **Química forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário**. [2012?] Disponível em: Química_Forense_utilizando_métodos_analíticos_em_favor_do_poder_judiciário_p_df (oswaldocruz.br). Acesso em: 20 out. 2020.

PAULA, Washington Xavier; VASCONCELLOS, Flávia Armani. **Aplicação forense do luminol: uma revisão**. Revista criminalística e medicina legal, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p. 28-36, 2017.

PAVIA, Donald L et al. **Introdução a espectroscopia**. 5 ed. Washington :Cengage Learning, 2016. 716.

PEREIRA, Cinthia Bonetto Cabrera. **A utilização da química forense na investigação criminal**. Orientador: Prof. Dr. Idélcio Nogueira da Silva. 2010. Trabalho de conclusão de curso - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2010.

RABESCHINI, Andre Gomes. **Criminalística Forense**. Boletim Jurídico, Uberaba/MG, 1 dez.2014. Disponível em <https://www.boletimjuridico.com.br/artigos/direito-penal/3313/criminalistica-forense>. Acesso em 20 out 2020

ROMÃO, Wanderson. **Novas aplicações da espectrometria de massas em química forense**. Orientador: Prof. Dr Marcos Nogueira Eberlin. 2010. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Doutorado Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, 2010.

TEIXEIRA, Carlos Alberto. **Laboratório ThoMson, da Unicamp, e Agilent iniciam parceria em química forense**. O Globo. 15 nov. 2014. Disponível em: Laboratório ThoMson, da Unicamp, e Agilent iniciam parceria em química forense - Jornal O Globo. Acesso em: 29 dez. 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço galvanizado 6, 14, 15, 16, 17, 20, 24

Adsorção de íons 8, 130, 131, 133

Agente Antimicrobiano 183

Análise 6, 7, 1, 2, 5, 6, 8, 14, 29, 32, 38, 39, 40, 43, 58, 60, 64, 82, 83, 85, 93, 96, 98, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 125, 127, 135, 136, 137, 146, 162, 200, 241, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 260, 263, 267, 268, 269, 276, 280, 281, 289, 296, 300, 303, 306, 307, 308, 312, 321

Análise Termogravimétrica 85

B

Biofilmes 7, 81, 82, 83, 84

Biomassa 85, 87, 88, 91, 93

C

Capacidade de Retenção 142, 144, 146, 147, 148

Catálise heterogênea 55, 57

Compósitos 6, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 159, 164, 197, 203

Compostos voláteis 7, 96, 100, 101

Condutividade térmica 195, 196, 197, 198, 200, 203, 204

Controle de qualidade 3, 4, 105, 106, 126, 127

Co-Precipitação 130, 131, 132, 133, 134, 139, 162

Criminalística 250, 251, 252, 261, 262

D

Decantação 2, 4, 6, 7, 11, 87, 153

E

Eletroquímica 5, 14, 17, 18, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 311

Energia ultrassônica 220

F

Fibras vegetais 36, 37, 40, 44, 152

Filmes 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 81, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 237, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 261, 318

Fotocatálise 161, 164, 177, 180, 181, 208, 329

I

Inibidores de corrosão 16, 45, 46

Inibidor verde 15, 47, 52

L

Legislação 2, 4, 121, 124, 125, 126, 127, 143

M

Método de síntese 209, 210, 214, 323, 327, 328, 329, 330

Morfologia 13, 36, 38, 41, 43, 130, 133, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 220, 309, 310, 312, 314, 316

N

Nanopartículas magnéticas 130, 131, 132, 133, 137, 139, 309, 310, 311

P

Plastificantes 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246

Polímeros Naturais 150, 151

Pré-tratamento 14, 15, 16, 23, 328

Propriedades Mecânicas 10, 15, 36, 39, 43, 151, 152, 237, 238, 241, 243, 245, 246, 247

Q

Química Forense 10, 250, 251, 261, 262

Química Verde 2, 12, 45, 334

Quimiometria 5, 26

R

Revestimentos 81, 196, 197, 241, 310

S

Secagem 2, 4, 7, 8, 11, 58, 98, 107, 153, 260, 329

T

Titulação espectrofotométrica 6, 26, 28, 29

V

Voltametria 69, 309

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)