



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



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. Eloi 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 Marcelly 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

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

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 08/03/2021

Dourados - MS

<http://lattes.cnpq.br/9054579829483270>

Cristiana da Silva

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Dourados - MS

<http://lattes.cnpq.br/2680068218560864>

Thais Castro Silva

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Dourados - MS

<http://lattes.cnpq.br/9243687592026050>

Alessandra Stevanato

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de

Química

Londrina - PR

<http://lattes.cnpq.br/9881117368267928>

Adriana Pereira Duarte

Fundação Universidade Federal do Mato
Grosso do Sul

Instituto de Química

Campo Grande - MS

<http://lattes.cnpq.br/1602556930305658>

Cláudio Rodrigo Nogueira

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Dourados - MS

<http://lattes.cnpq.br/1917715172933893>

Janksyn Bertozzi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de

Química

Londrina - PR

<http://lattes.cnpq.br/8529424268926357>

Valéria da Silva Cavania

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Resumo: Este trabalho contempla a síntese e caracterização espectroscópica de dois complexos de paládio(II) com ligantes fosfínicos do tipo $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{L}_p)]$ {isc= isonicotinamida; L_p = difenil(*p*-toluil)fosfina (1) e a tri(*p*-toluil)fosfina (2)}. Os dados provenientes da espectroscopia no infravermelho, ressonância magnética nuclear de ^1H , análise térmica e condutividade molar foram conclusivos quanto a proposição da geometria quadrado-planar do átomo de paládio(II), como a natureza de complexos mononucleares neutros. Estes dados esclareceram o modo de coordenação do ligante nitrogenado e dos ligantes fosfínicos com Pd(II).

PALAVRAS - CHAVE: Isonicotinamida. Difenil(*p*-toluil)fosfina. Tri(*p*-toluil)fosfina.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF PALLADIUM(II) COMPLEXES WITH PHOSPHINE LIGAND

ABSTRACT: This work contemplates the synthesis and spectroscopic characterization of two complexes of palladium(II) with phosphine ligands of the type $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{L}_p)]$ {isc = isonicotinamida; L_p = diphenyl(*p*-toluyl)phosphine (1) and tri(*p*-toluyl)phosphine (2)}. The data

from infrared spectroscopy, ^1H nuclear magnetic resonance, thermal analysis and molar conductivity were conclusive regarding the proposition of the square planar geometry of the palladium(II) atom, as the nature of neutral mononuclear complexes. These data clarified the method of coordination of the nitrogenous ligand and phosphine ligands with Pd(II).

KEYWORDS: Isonicotinamide. Diphenyl(*p*-toluyl)phosphine. Tri(*p*-toluyl) phosphine.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, um número cada vez maior de compostos metálicos têm mostrado propriedades biológicas e biomédicas muito interessantes e promissoras. Em relação aos complexos de paládio (Pd), estes têm sido investigados devido ao seu potencial biotecnológico, principalmente como novos agentes antibacterianos e antitumorais (GUERRA, *et al.*, 2010).

Dentre os íons metálicos mais promissores na síntese de novos compostos de coordenação com atividade antitumoral, o paládio se destaca, pois faz parte do grupo da platina e a sua química de coordenação é muito similar à platina (Pt) (RAU, *et al.*, 1996). O estado de oxidação mais importante para este grupo é sem dúvida o 2+. Geralmente, os complexos de Pd(II) são quadráticos planos e diamagnéticos. Por causa do baixo número de oxidação, o mecanismo de substituição de ligantes nestes complexos quadrado-planares ocorre pelo mecanismo associativo (HUHEEY, *et al.*, 1993) (Figura 1).

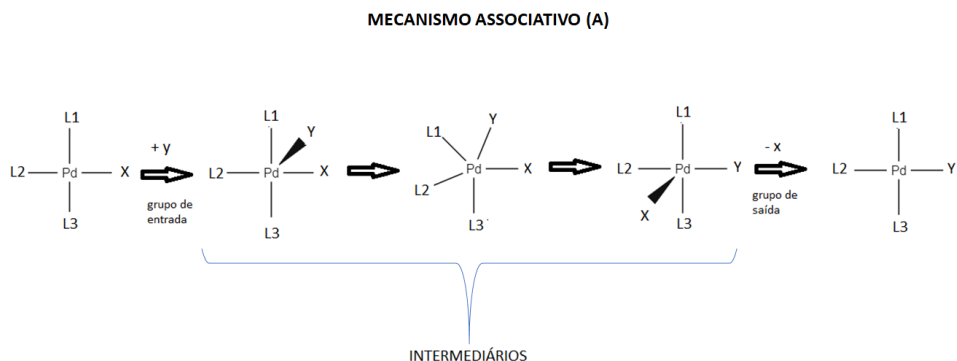


Figura 1 - Mecanismo associativo de substituição de ligantes em complexos d^8 .

Fonte: Adaptado (HOUSECROFT, 2013).

Nesse mecanismo há a formação de um complexo intermediário com número de coordenação elevado, acomodando 5 ligantes. Após a formação da ligação com o novo ligante ocorre a liberação do grupo de saída. Ao compararmos elementos químicos da mesma família (ou grupo) como é o caso da família 10, a oxidação de M(II) a M(IV) é geralmente mais difícil para o paládio do que para platina, mas a oxidação de Ni(II) a (IV) é ainda muito

mais difícil, devido à maior eletronegatividade do níquel (1,75) em comparação ao paládio (1,35) e a platina (1,44). Estudos comparativos sobre as velocidades de substituição de ligantes em complexos idênticos de Ni(II), Pd(II) e Pt(II) mostraram que as velocidades são 5×10^6 (Ni), 1×10^5 (Pd) e 1 (Pt) (HUHEEY, *et al.*, 1993; ROCHA, 2013). Assim, é interessante a estratégia de incorporação de ligantes menos lábeis e volumosos, como por exemplo, fosfinas no arcabouço molecular de complexos de Pd(II), pois dificultam a formação de intermediário pentacoordenado, diminuindo dessa forma, a cinética de substituição pelo mecanismo associativo, possibilitando que estes complexos tenham maiores chances de atingirem seus alvos farmacológicos (FERREIRA, *et al.*, 2012).

A utilização de ligantes fosfínicos terciários é bastante promissora, uma vez que estas moléculas apresentam caráter p-aceitador e σ -doador, o que os tornam bons ligantes espectadores, já que a ligação metal-fósforo é fortalecida pela retrodoação ou retroligação de densidade eletrônica dos orbitais d, preenchidos do metal, para os orbitais d vazios do átomo de fósforo (GODOY NETTO, 1999; ROCHA, 2013; SHRIVER, 2008; SILVA, 2010), como ilustrado na Figura 2.

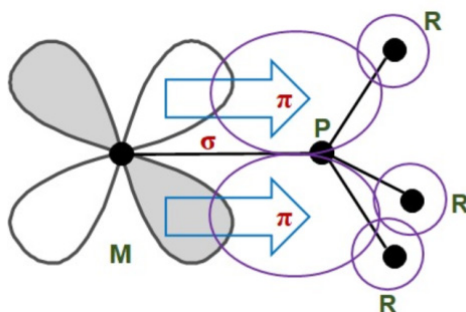


Figura 2 - Esquema representativo da ligação entre metais e ligantes fosfínicos terciários

Fonte: Adaptado (SHRIVER, *et al.*, 2008).

Cabe ressaltar que a natureza dos ligantes tem efeito considerável na reatividade dos complexos (AZIZ, *et al.*, 2018). Ligantes nitrogenados como isonicotinamida e fosfínicos são extremamente pesquisados. Os ligantes fosfínicos empregados nesse trabalho foram a difenil(*p*-toluil)fosfina (DPPPh₃) e a tri(*p*-toluil)fosfina (Pt₃), e o ligante nitrogenado usado foi a isonicotinamida (isc).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi a síntese e a caracterização dos complexos mononucleares de paládio(II) do tipo $[PdCl_2(isc)(L_p)]$ {isc= isonicotinamida; L_p = difenil(*p*-toluil)fosfina (**1**) e a tri(*p*-toluil)fosfina (**2**)}.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Comentários gerais

As sínteses foram realizadas à temperatura ambiente. O complexo precursor $[\text{PdCl}_2(\text{MeCN})_2]$ foi preparado conforme descrito em BEGO, *et al.*, 2009. O ligante nitrogenado isonicotinamida e as fosfinas difenil(*p*-toluil)fosfina e tri(*p*-toluil)fosfina foram adquiridos da Sigma-Aldrich. Os solventes acetonitrila, metanol e pentano, de pureza analítica, foram adquiridos da marca Synth. O solvente deuterado usado foi DMSO- d_6 da marca Sigma-Aldrich. Os solventes e reagentes foram utilizados sem purificação prévia.

2.2 Sínteses

Sínteses dos complexos de paládio(II) do tipo $[\text{PdCl}_2(\text{L}_\text{N})(\text{L}_\text{P})]$ onde L_N = isonicotinamida (isc) e L_P = difenil(*p*-toluil)fosfina (DPPh₃)(1) e tri(*p*-toluil)fosfina (Pt₃)(2).

Inicialmente, foram adicionadas 0,0500 g (0,19 mmols) de $[\text{PdCl}_2(\text{CH}_3\text{CN})_2]$ dissolvidos em 15 mL de CH_3OH , levando a formação de uma solução de coloração marrom alaranjado. Em seguida foi adicionada lentamente uma solução contendo 0,0246 g (0,20 mmols) do ligante nitrogenado isonicotinamida e ligante fosfínico apropriado (0,0552 g (0,19 mmols) difenil(*p*-toluil)fosfina(1) ou 0,0660 g (0,21 mmols) tri(*p*-toluil)fosfina (2)) dissolvidos em 3 mL de $\text{CH}_3\text{OH}/\text{CH}_2\text{Cl}_2$ na razão molar de 1:1, conduzindo a formação de uma suspensão amarelo. A suspensão foi mantida por agitação magnética durante 2 h, havendo a formação de um sólido amarelo, o qual foi isolado a partir de uma filtração simples e lavado com pentano e seco sob vácuo. Os rendimentos dos complexos: (1) 57% e (2) 60%. A temperatura de decomposição dos complexos: (1) 230 °C e (2) 253 °C.

2.3 Caracterização dos complexos

Medidas de temperatura de fusão ou decomposição

As temperaturas de decomposição foram medidas em um aparelho digital da marca Alpha Life Science.

Espectroscopia vibracional na região do infravermelho (IV)

Os espectros vibracionais na região do IV foram obtidos no espectrofotômetro JASCO FT/IR 4100 na região de 4000 - 400 cm^{-1} , resolução de 4 cm^{-1} empregando-se a técnica de pastilha em KBr.

Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN)

Os espectros de RMN de ^1H foram obtidos no espectrômetro da Bruker Avance Neo-500 MHz, utilizando-se DMSO- d_6 para solubilizar as amostras e como padrão interno para os experimentos de ^1H .

Análise térmica (TGA-DSC)

As curvas termogravimétricas TGA-DSC foram obtidas empregando-se o equipamento STA 449 F3 Jupiter, em cadinhos de α -alumina para amostra e referência, que serão aquecidos desde a temperatura ambiente até 1200 °C, obedecendo a uma razão de aquecimento de 20 °C.min⁻¹. O ar sintético foi utilizado como atmosfera do forno, com vazão média de 150 mL.min⁻¹.

Condutividade (CM)

As condutividades foram medidas com um condutivímetro MS Tecnopon usando soluções de 1,0 x10⁻³ mol. L⁻¹ em DMSO.

3 | RESULTADOS

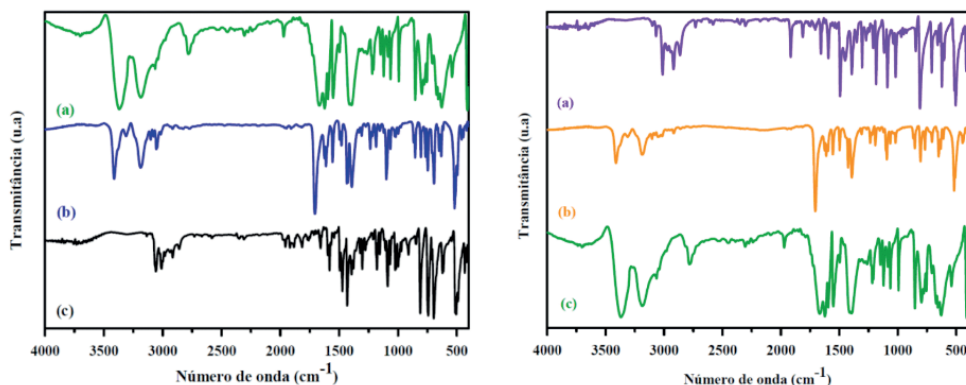
A obtenção dos complexos

A estratégia para obtenção dos complexos mononucleares de fórmula geral [PdCl₂(L_N)(L_P)], onde L_N= isonicotinamida (isc) e as fosfinas L_P= difenil(*p*-toluil)fosfina (DPPPh₃) e L= tri(*p*-toluil)fosfina (Pt₃), envolveu inicialmente a reação entre o precursor [PdCl₂(CH₃CN)₂] com os ligantes adicionados ao mesmo tempo, na razão de 1:1:1, em metanol/diclorometano, conforme o esquema das sínteses.



Espectroscopia vibracional no infravermelho

Os espectros dos complexos **1 e 2** estão apresentados na Figura 3 e contemplam os espectros com os seus respectivos ligantes das sínteses.



Espectros A

Espectros B

Figura 3 - Espectros **A**: (a) isonicotinamida (b) complexo **1** e (c) difenil(*p*-toluol)fosfina em pastilha de KBr. Espectros **B**: (a) tri(*p*-toluol)fosfina, (b) complexo **2** e (c) isonicotinamida, em pastilha de KBr.

Fonte: Autores.

A coordenação do ligante isonicotinamida ficou evidenciada pelas presenças de bandas atribuídas às frequências vibracionais para complexo **1**: 3406 F $\nu(\text{N-H})$, 3169 F $\nu(\text{N-H})$, 1707 F $\nu(\text{C=O}) + \nu_{\text{as}}(\text{N-H}_2)$ e 992 f ϕ (ϕ (respiração do anel)), para complexo **2**; 3416 F $\nu(\text{N-H})$, 3178 F $\nu(\text{N-H})$, 1898 F $\nu(\text{C=O}) + \nu_{\text{as}}(\text{N-H}_2)$ e e 1045 f ϕ (ϕ (respiração do anel)). A coordenação do ligante isonicotinamida com o Pd(II), através do nitrogênio do anel piridínico, ocorreu devido ao deslocamento da respiração do anel (ϕ) para complexo **1** (1064 f) para complexo **2** (1045 f), quando comparado com a respiração do anel do ligante livre de 992 f. Outro fator importante, que existe na literatura que complexos de Pd(II) coordenados com Isonicotinamida, coordenam-se pelo anel piridínico (STEVANATO, 2009; DE SOUZA, *et al.*, 2010).

A coordenação dos ligantes fosfínicos foram verificadas no complexo **1** pelas bandas 748 F (γCH), 690 F (γ_{anel}) e 510 F (γ) e para o complexo **2** as bandas 707 F (γCH), 650 F (γ_{anel}) e 518 F (γ). Já a coordenação do átomo de paládio com o cloro, ocorre entre 298 cm^{-1} , (NAKAMOTO, 1986) e não foi possível obter abaixo dessa frequência pelo equipamento utilizado.

Diante das bandas supracitadas foi possível observar a presença dos ligantes na estrutura dos complexos. Para consolidar as evidências da coordenação dos ligantes, será abordada a ressonância magnética nuclear dos mesmos.

Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

Os espectros de RMN de ^1H dos complexos 1-2 estão representados na Figura 4. Os valores de deslocamentos químicos de RMN de ^1H estão contidos na Tabela 1 e atribuídos segundo o esquema de numeração indicado.

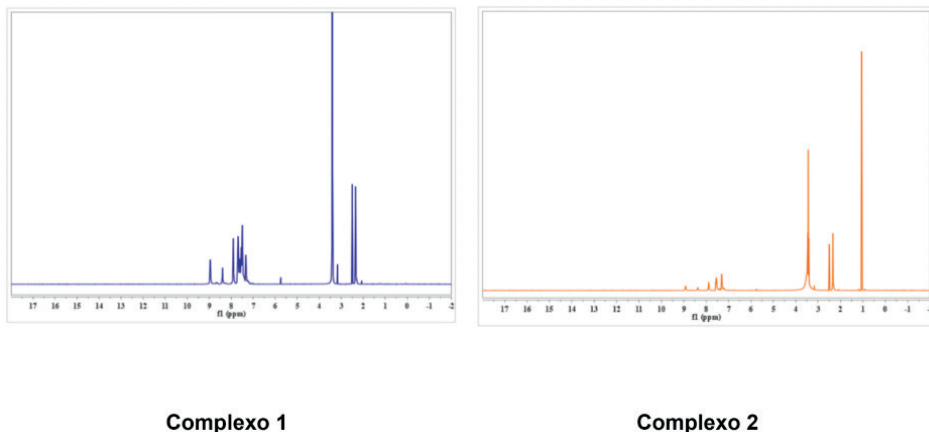


Figura 4 - Espectros de RMN- ^1H dos complexos 1 e 2 em $\text{DMSO}-d_6$.

Fonte: Autores.

Observando os espectros de RMN- ^1H dos complexos 1 e 2 (Figura 4) notou-se a presença de três conjuntos de sinais do ligante isonicotinamida, um simpleto entre 8,37-8,39 ppm, e dois sinais alargados entre 8,92-8,95 e 7,89-7,90 ppm referentes aos hidrogênios do ligante nitrogenado.

Núcleo de ^1H	Complexo 1	Complexo 2	Esquema de Numeração adotado
	RMN- ^1H (ppm)		
	isc	isc	
H_8	8,39 s; [2H],	8,37 s; [2H],	
H_3, H_5	7,90 sl; [2H],	7,89 sl; [2H],	
H_2, H_6	8,95 sl; [2H],	8,92 sl; [2H],	
	DPPH₃	Pt₃	
$\text{H}(\text{CH}_3)$	2,35 sl; [3H],	2,35 sl; [9H],	
H_{fenil}	7,70 - 7,32 m [14H]	7,57 - 7,19 m [12H]	

multiplicidade: s=simpleto, m=multipeto, sl= sinal alargado

Tabela 1 -Dados de RMNde ^1H (ppm) dos complexos 1 e2

Fonte: Autores

Outro dois sinais alargados estão associados ao anel piridina, em um sistema AA'XX, em que os sinais de H₂ e H₆ são menos blindados que H₃ e H₅, pela proximidade do átomo de nitrogênio.

A presença dos ligantes fosfínicos é evidenciada pelo complexo **1** em 7,70-7,32 *m*, atribuído pela integração dos seus quatorze hidrogênios, enquanto o complexo **2** em 7,57- 7,19 *m*, atribuído pela integração dos seus doze hidrogênios. As metilas das fosfinas estão atribuídas ao sinal alargado de 2,53 ppm, com integração para o complexo **1** de três hidrogênios e para complexo **2** de nove hidrogênios.

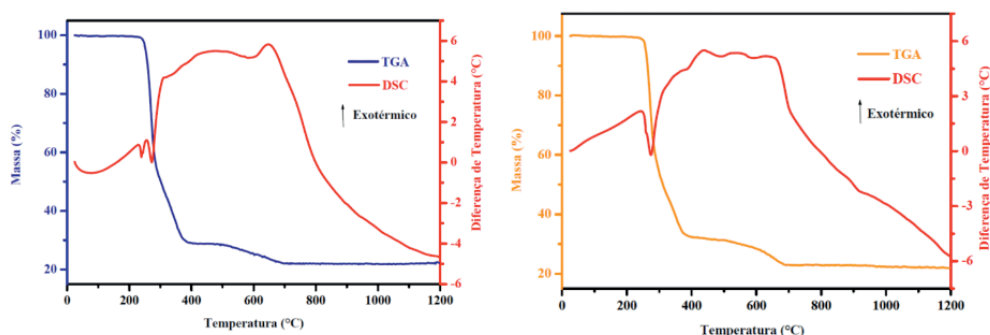
Assim confirmando as estruturas de complexos mononucleares de paládio(II) ligado ao ligante nitrogenado *trans* a sua fosfina apropriada, e o paládio ligado a dois ligantes cloridos *trans*.

Análise Térmica

A termogravimetria (TGA) constitui uma técnica complementar no estudo de complexos, pois a mesma confirma a estequiometria entre o metal e os ligantes e também proporcionando dados referentes ao comportamento térmico. A análise térmica diferencial (DSC) fornece informações sobre a variação de entalpia durante um processo físico ou químico enquanto a amostra é aquecida ou resfriada. Esses processos são detectados como picos endotérmicos ou exotérmicos na curva DSC (IONASHIRO, *et al.*, 2014).

Foram obtidas as curvas termogravimétricas (TGA) e de análise térmica diferencial (DSC) para os complexos [PdCl₂(isc)(DPPPh₃)] (**1**) e [PdCl₂(isc)(Pt₃)] (**2**), conforme a Figura 5.

Nas curvas termogravimétricas, foram enfatizadas decomposições consecutivas em duas etapas, como apresentado na Tabela 2, levando à formação de óxido de paládio.



(a) Complexo **1** (mi= 4,7065 mg)

(b) Complexo **2** (mi = 3,3963 mg)

Figura 5 - As curvas TGA e DSC dos complexos **1** e **2**.

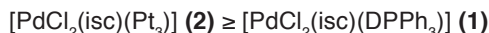
Fonte: Autores.

Complexos	Etapa	$\Delta T(^{\circ}C)$	Atribuição	Obtido $\Delta m(\%)$	Calculado $\Delta m(\%)$	endo($^{\circ}C$)	exo($^{\circ}C$)
1	1	104-373	-isc	69,79	69,21	241	
			-DPPPh ₃				272
	2	373-940	-2 Cl + 0.5 O ₂	8,51	9,54		652
Resíduo			PdO	21,70	21,26		
2	1	106-418	-isc	68,74	70,63		
			-Pt ₃				277
	2	418-991	-2Cl + 0.5 O ₂	9,54	9,09		662
Resíduo			PdO	21,74	20,27		

Tabela 2 - Perdas de massa e intervalos de temperatura de decomposição observadas nas curvas TGA/DSC dos complexos **1** e **2**.

Fonte: Autores.

A estabilidade térmica é proposta de acordo com o início de cada termodecomposição. Pela curva TGA, o complexo [PdCl₂(isc)(Pt₃)] (**2**) (106 °C) sofre decomposição em temperatura próxima ao complexo [PdCl₂(isc)(DPPPh₃)] (**1**) (104 °C), sendo então o mais estável.



A partir dos dados das curvas TGA-DSC, algumas tendências interessantes puderam ser observadas. As curvas TGA-DSC mostraram que ocorre a primeira perda do ligante nitrogenado e fosfínico entre as temperaturas de 104-428 °C e na segunda etapa a perda de duas moléculas de cloro e a incorporação de O₂ no intervalo de temperatura de 373-991°C, obtendo como resíduo final óxido de paládio(II) (PdO).

4 | CONDUTIVIDADE MOLAR

A condutividade molar tem como característica determinar o número de cargas que existem em um complexo e comparar os dados obtidos experimentalmente com os existentes na literatura (GEAR, 1971). As condutividades molares dos complexos **1** e **2** em DMSO foram 1,567 Ω cm².mol⁻¹ e 1,607 Ω cm².mol⁻¹, estão de acordo com a natureza não eletrolítica (GEAR, 1971), conforme a Tabela 3.

Complexos	Condutividade $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ (0 horas)	Condutividade $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ (72 horas)	Condutividade $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ (120 horas)	Condutividade $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ (168 horas)
1	1,567	2,220	2,693	2,194
2	1,607	2,160	2,403	2,160

Tabela 3 - Resultados das análises de condutividades dos complexos 1 e 2.

Fonte: Autores.

Os valores obtidos foram significativamente parecidos aos observados dos complexos de Pd(II) não eletrólito (apresentando valores de $2-24 \Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) (SILVA, *et al.* 2015; MOURA, *et al.* 2015; COUTO ALMEIDA, *et al.*, 2014; MOURA, *et al.* 2020), já os complexos de caráter eletrólito apresentaram valores altos para condutividade molar. Para verificar a estabilidade dos complexos foi realizado um estudo através das medidas de condutividade molar com o tempo (as soluções foram protegidas da luz) (Figura 6).

A Figura 6 mostra o estudo da condutividade molar dos complexos no intervalo de tempo, em dias. Nota-se que mesmo com o passar do tempo a condutividade molar não mudou para complexos não eletrólitos, comportando entre a faixa de $2-24 \Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, assim evidenciou que as estruturas se mantiveram intactas e estáveis.

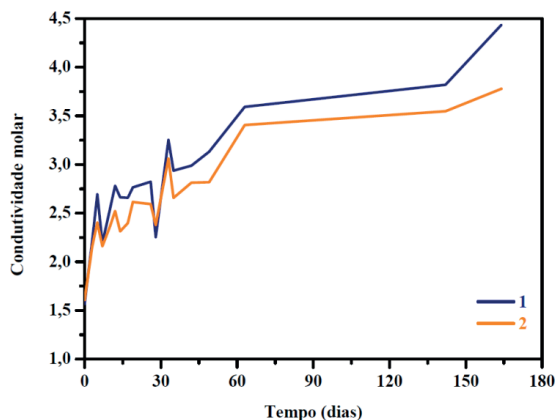


Figura 6 - Estudo de estabilidade da condutividade molar versus tempo em dias dos complexos 1 e 2.

Fonte: Autores.

Proposta Estrutural

Com os dados apresentados neste trabalho, foi possível propor que os complexos $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{DPPPh}_3)]$ (**1**) e $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{Pt}_3)]$ (**2**) apresentaram as seguintes estruturas no estado sólido, conforme a Figura 7.

É esperado para os complexos mononucleares, com um ambiente quadrado planar ao redor do átomo de paládio, com seus sítios de coordenação ocupados por dois ligantes clorídicos, uma molécula de fosfina (difeníl(*p*-toluíl)fosfina ou tri(*p*-toluíl)fosfina) e o ligante nitrogenado isonicotinamida, provavelmente arranjados em uma configuração *trans* para minimizar as repulsões.

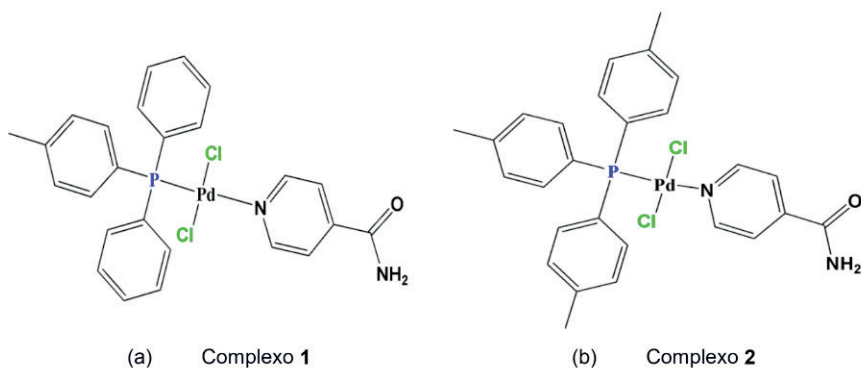


Figura 7 - Estrutura proposta para os complexos $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{DPPPh}_3)]$ (**1**) e $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{Pt}_3)]$ (**2**) no estado sólido

Fonte: Autores

5 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos e analisados utilizando as técnicas de espectroscopia vibracional na região do infravermelho (IV), espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN de ^1H), análise térmica (TGA/DSC) e condutividade, foi possível propor as estruturas dos complexos mononucleares de paládio(II) como: $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{DPPPh}_3)]$ (**1**) e $[\text{PdCl}_2(\text{isc})(\text{Pt}_3)]$ (**2**).

A espectroscopia na região do infravermelho foi de grande importância pois através desta ferramenta foi possível identificar os grupos funcionais e os modos de coordenação dos ligantes. Para os complexos **1** e **2**, o deslocamento no anel piridínico indicou a coordenação de ligantes nitrogenados através do anel.

Com a espectroscopia de ressonância magnética nuclear foi possível destacar que os ligantes que se coordenaram ao paládio(II). Evidenciando que os dois complexos possuem estruturas semelhantes, diferindo apenas os seus ligantes fosfínicos.

Por meio da análise das curvas de TGA/DSC foi possível demonstrar a estabilidade térmica e estequiometria dos compostos. De acordo com o início de cada termodecomposição

dos compostos **1** e **2**, propõe-se a seguinte estabilidade:



A análise térmica indicou a decomposição dos compostos **1** e **2** em duas etapas levando a formação de óxido de paládio (PdO).

A condutividade molar, evidenciou a estabilidade e a formação de complexos neutros mononucleares, de acordo com os valores de condutividade molar de **1** (1,567 $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) e **2** (1,607 $\Omega \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$).

AGRADECIMENTOS

Aos autores agradecemos e a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo apoio e suporte durante a pesquisa e ao Grupo de Metalo-Supramoléculas e Compostos de Coordenação (GMSCC) pelas sugestões. Agradecimento a aquisição do equipamento TGA-DSC via Agência FINEP, contrato 04.13.0448.00/2013. Agradecimento ao LabRMN/INQUI-UFMS e Finep. Agradecemos as Universidades parceiras do trabalho UTFPR-Londrina e UFMS.

REFERÊNCIAS

AZIZ, I. *et al.* Synthesis, characterization, DNA interaction study, antibacterial and anticancer activities of new palladium(II) phosphine complexes, **Russian Journal of General Chemistry**, v. 88, n. 3, p. 551-559, 2018.

BEGO, A. M. *et al.* Immunomodulatory effects of palladium(II) complexes of 1,2,4-triazole on murine peritoneal macrophage. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, p. 437-440, 2009.

COUTO ALMEIDA J DO *et al.*, Complexes of platinum and palladium with β -diketones and DMSO: synthesis, characterization, molecular modeling, and biological studies. **Journal of molecular structure**, v. 1075, p. 370-376, 2014.

DE SOUZA R. A *et al.*, Antimycobacterial and antitumor activities of Palladium(II) complexes containing isonicotinamide (isn): X-ray structure of *trans*-[Pd(N₃)₂(isn)₂]. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v.45, p. 4863-4868. 2010.

FERREIRA, J. G.; *et al.* Structure and antimycobacterial activity of the novel organometallic [Pd(C-bzan)(SCN)(dppp)]compound, **Inorganic Chemistry Communication**, v. 23, p. 63-66, 2012.

GEARY, W. J. The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds. **Elsevier**, v. 7, p. 81-122. 1971.

GODOY NETTO, A. V. de. **Síntese e caracterização estrutural de compostos de coordenação de paládio(II) contendo pirazóis e pseudohaletos**. 1999. 132 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1999.

GUERRA, W; FONTES, A. P. S.; PEREIRA-MAIA, E. C. Síntese e caracterização de um novo complexo bimetalico de Pd(II) contendo o antibiótico oxitetraciclina. **Eclética Química**, v.35, n. 4, p. 39-44, 2010.

HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. *Química Inorgânica*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HUHEEY, J. E.; KEITER, E. A.; KEITER, R. L. *Coordination chemistry: reactions, kinetics and mechanisms*. In: _____. **Inorganic chemistry: principles of structure and reactivity**. 4 th ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1993. Cap. 13, p. 537-576.

IONASHIRO, M.; *et al.* **Giolito Fundamentos de Termogravimetria a Análise Térmica Diferencial / Calorimetria Exploratória Diferencial**. São Paulo: VÉSPER. 2014.

MOURA, T, R, DE *et al.* Synthesis, characterization and antitumor activity of palladium(II) complexes of imidazolidine-2-thione. **Transition Metal Chemistry**, p. 565-574, 2017.

MOURA, T, R, DE *et al.* Palladium(II) complexes bearing 1-iminothiolate-3,5-dimethylpyrazoles: synthesis, cytotoxicity, DNA binding and enzymatic inhibition studies. **New Journal of Chemistry**. V. 44, p. 19891-19901, 2020.

NAKAMOTO, K. **Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds**. 4th ed. New York: **John Wiley & Sons**, 1986.

RAU, T.; VAN ELDIK, R. Mechanistic insight from kinetic studies on the interaction of model palladium (II) complexes with nucleic acid components. **Metal Ions in Biological Systems**, v. 32, p. 339-378, 1996.

ROCHA F. V. **Síntese, caracterização e estudo da atividade antitumoral de complexos de paládio(II) com ligantes sulfurados e trifenilfosfina**. 2013. 145 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Araraquara-SP, 2013.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. **Química Inorgânica**. Tradução de Roberto de Barros Faria. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, C. da. **Investigação estrutural e atividade tuberculostática de complexos mononucleares e binucleares de Paládio (II)**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

SILVA, C, DA.; *et al.* Pyrazolyl Pd(II) complexes containing triphenylphosphine: synthesis and antimycobacterial activity. **Polyhedron**. v. 100, p. 10-16, 2015.

STEVANATO, A. **Investigação estrutural e efeitos imunológicos e tuberculostáticos de complexos de paládio (II)**. 2009. 177 f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP, 2009.

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)