

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

## 3

**Atena**  
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli  
(Organizadora)



# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

## 3

**Atena**  
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli  
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

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

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Luiza Batista

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

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

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A872	Atividades de ensino e de pesquisa em química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-102-2 DOI 10.22533/at.ed.022202206  1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger. CDD 540
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química” é uma obra que tem um conjunto fundamental de conhecimentos direcionados a industriais, pesquisadores, engenheiros, técnicos, acadêmicos e, é claro, estudantes. A coleção abordará de forma categorizada pesquisas que transitam nos vários caminhos da química de forma aplicada, inovadora, contextualizada e didática objetivando a divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõem seus capítulos.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados ao desenvolvimento de protótipo de baixo custo, análise do perfil químico de extratos, degradação de resinas, quantificação de flavonoides, estudo de substâncias antioxidantes e avaliação do grau de contaminação das águas. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento, otimização e aplicação, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 3 tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas de ensino e pesquisa.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Portanto, esta obra é oportuna e visa fornecer uma infinidade de estudos fundamentados nos resultados experimentais obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática.

Jéssica Verger Nardeli

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIDA DE ÂNGULO DE CONTATO Samanta Costa Machado Silva Jorge Amim Júnior Ana Lucia Shiguihara <b>DOI 10.22533/at.ed.0222022061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
MONITORING AGEING OF RESOL TYPE PHENOLIC RESIN BY IMPEDANCE SPECTROSCOPY Anderson Ferreira Luiz Claudio Pardini <b>DOI 10.22533/at.ed.0222022062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
ANÁLISE DO PERFIL QUÍMICO DOS EXTRATOS DAS PARTES AÉREAS DE <i>Peperomia pellucida</i> Gabriela Barbosa dos Santos Manolo Cleiton Costa de Freitas Ana Carolina Gomes de Albuquerque de Freitas Leandro Marques Correia Eduardo Antonio Abreu Pinheiro Anderson de Santana Botelho Wandson Braamcamp de Souza Pinheiro <b>DOI 10.22533/at.ed.0222022063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ESTUDO DA DEGRADAÇÃO CONTROLADA DE RESINAS USADAS COMO VERNIZES EM OBRAS DE ARTE: A BUSCA POR INIBIDORES DE FOTOOXIDAÇÃO COM MECANISMO DUAL Luisa Malizia Alves Daniel Pais Pires Vieira Daniel Lima Marques de Aguiar <b>DOI 10.22533/at.ed.0222022064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
TRATAMENTO QUÍMICO NA RECUPERAÇÃO DE MERCÚRIO PRESENTES EM LÂMPADAS FLUORESCENTES Cesar Tatari Marcio Callejon Maldonato Douglas Cunha Siva <b>DOI 10.22533/at.ed.0222022065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>50</b>
QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MEL DE <i>Melipona subnitida</i> D. Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato Paulo Roberto Santos de Lima Glemilson Moita de Aguiar Ítalo Ramon Rocha Muniz Renata Almeida Farias Joaquim Rodrigues de Vasconcelos Neto Luziane Rocha da Silva Vanessa Cristina Silva Vasconcelos	



DOI 10.22533/at.ed.0222022066

**CAPÍTULO 7 ..... 55**

O USO DA ACETIL-L-CARTININA (LAC) NO DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DEPRESSÃO

Danielle Cristina Gomes  
Ascalazan Julio Bartles Marcondes  
Beatriz Stefany dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0222022067

**CAPÍTULO 8 ..... 58**

PLANTAS MEDICINAIS COM EFEITOS ANTITUSSÍGENOS E EXPECTORANTES COMO FONTE DE TRATAMENTO RESPIRATÓRIO: UMA REVISÃO

Valdiléia Teixeira Uchôa  
Deydiellen Gomes de Sousa  
Patrícia e Silva Alves  
Gilmânia Francisca Sousa Carvalho  
Herbert Gonzaga Sousa  
Antônio Rodrigues da Silva Neto  
João Paulo Rodrigues da Silva  
Katianne Soares Lopes  
Maria Lanna Souza da Silva  
Maria de Sousa Santos Bezerra  
Renata da Silva Carneiro  
Tatiana de Oliveira Lopes

DOI 10.22533/at.ed.0222022068

**CAPÍTULO 9 ..... 71**

ESTUDO DA CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO IBUPROFENO UTILIZANDO A CELULOSE

Matheus Londero da Costa  
Joana Bratz Lourenço  
William Leonardo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0222022069

**CAPÍTULO 10 ..... 77**

DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICAS DE COMPOSTOS COM ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM AMOSTRAS DE CHÁS

Miguel Oliveira Silva Santos  
Débora de Andrade Santana  
Hebert Matos Miranda  
Samantha de Souza Cunha  
Valesca Juliana Silveira Ferreira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.02220220610

**CAPÍTULO 11 ..... 87**

CONTEÚDO FENÓLICO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FARINHA INTEGRAL DE AMARANTO

Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães  
Walter Nei Lopes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.02220220611

**CAPÍTULO 12 ..... 95**

AValiação DO GRAU DE CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS E A DETERMINAÇÃO QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA IMARUÍ DO COMPLEXO LAGUNAR

Jair Juarez João  
Cintia Souza da Silva

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>109</b>
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA AZITROMICINA USANDO REATOR COM RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA	
Rosecler Ribeiro Franzon	
Sabrina Grando Cordeiro	
Ani Caroline Weber	
Bruna Costa	
Gabriela Vettorello	
Bárbara Parraga da Silva	
Aline Botassoli Dalcorso	
Eduardo Miranda Ethur	
Lucélia Hoehne	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02220220613</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>118</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA PREVISÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ENERGIA DE IMPACTO EM COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COMMINGLED REFORÇADOS COM FIBRA DE CARBONO	
Ricardo Mello Di Benedetto	
Edson Cocchieri Botelho	
Antonio Carlos Ancelotti Junior	
Edric João Gomes Putini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02220220614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>126</b>
ANÁLISE QUANTITATIVA DE CIANETO EM AMOSTRAS DE MANDIOCA	
Igor Feijão Cardoso	
Paulo Sérgio Taube Júnior	
Júlio César Amaral Cardoso	
Sorrel Godinho Barbosa de Souza	
Márcia Mourão Ramos Azevedo	
Emerson Cristi de Barros	
José Augusto Amorim Silva do Sacramento	
Anna Beatriz Farias dos Santos	
Thalia Nascimento Figueira	
Gabriela Polato Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02220220615</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>138</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>139</b>

## ESTUDO DA DEGRADAÇÃO CONTROLADA DE RESINAS USADAS COMO VERNIZES EM OBRAS DE ARTE: A BUSCA POR INIBIDORES DE FOTOOXIDAÇÃO COM MECANISMO DUAL

*Data de aceite: 01/06/2020*

*Data de Submissão: 06/03/2020*

### **Luisa Malizia Alves**

Laboratório de Estudos em Ciências da Conservação – LECiC. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, Rio de Janeiro, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6139103453788181>

### **Daniel Pais Pires Vieira**

Núcleo de Ciências Químicas – NCQ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, IFRJ campus Rio de Janeiro (Maracanã), Rio de Janeiro, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8564684974338964>

### **Daniel Lima Marques de Aguiar**

Laboratório de Estudos em Ciências da Conservação – LECiC. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, Rio de Janeiro, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8696195502605413>

[aguiaardlm@eba.ufrj.br](mailto:aguiaardlm@eba.ufrj.br)

**RESUMO:** No âmbito da conservação e da restauração de pinturas é desejável que uma obra sofra a menor intervenção possível. Deste modo, a compreensão do comportamento fotooxidativo de resinas/vernizes ajuda o conservador-restaurador a fazer escolhas

adequadas, sempre em busca da salvaguarda dos bens patrimoniais. Em termos gerais, as oxidações induzidas por fótons podem provocar alterações cromáticas (amarelecimento), de solubilidade e de plasticidade (enrijecimento), suficientes para determinar uma intervenção na obra. Neste contexto, uma estratégia interessante para a manutenção da higidez estrutural dos vernizes, diz respeito a utilização de substâncias que atuem de duas formas: (i) interagindo preferencialmente com os fótons irradiados e (ii) estabilizando os radicais, eventualmente formados. Esses aditivos são genericamente chamados de inibidores de fotooxidação, embora tenham mecanismos distintos de evitar a degradação dos vernizes. Nesse contexto, a busca por substâncias que pudessem atuar, simultaneamente, como absorvedores de fótons e estabilizadores de radicais poderia ser uma grande contribuição para a área de conservação e restauração de pinturas. Este trabalho trata do estudo da degradação controlada da resina Regalrez 1094 através da irradiação de diferentes tipos de lâmpadas e da avaliação de inibidores de fotooxidação. O primeiro passo do trabalho foi realizar uma pesquisa de campo no âmbito do Rio de Janeiro (Brasil) para mapear os tipos de lâmpadas utilizadas em museus cariocas.

Simultaneamente, foi feito um estudo prospectivo sobre potenciais inibidores de fotooxidação sintéticos com provável mecanismo dual. Os experimentos foram realizados a partir filmes finos de Regalrez 1094 (10%, xileno) depositados sob lâminas de vidro (inertes,  $S_{SE} = 0 \text{ m}^2/\text{g}$ ). O envelhecimento acelerado foi conduzido através da irradiação dos filmes finos por diferentes tipos de lâmpadas e o envelhecimento foi acompanhado através das absorções típicas de carbonilas ( $\nu_{C=O} \sim 1700\text{-}1800 \text{ cm}^{-1}$ ) na espectroscopia de infravermelho médio (FTIR).

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação e Restauração; Pinturas; Inibição; Nitroimidazóis; Regalrez 1094.

## STUDY OF CONTROLLED DEGRADATION OF RESINS USED AS VARNISHES IN ART WORKS: THE SEARCH FOR PHOTOOXIDATION INHIBITORS WITH DUAL MECHANISM

**ABSTRACT:** In paintings conservation and restoration field, it is desirable that a painting undergo minimal intervention. Thus, the understanding of the photooxidative behavior of resins/varnishes helps the conservator-restorer to make the proper choices, always in search of safeguarding heritage assets. In general terms, oxidations induced by photons can cause chromatic changes (yellowing), and solubility and plasticity changes (stiffness), and these changes are sufficient to determine an intervention in the painting. In this context, an interesting strategy for maintaining the structural health of varnishes, concerns the use of substances that act in two ways: (i) preferentially interacting with photons and (ii) stabilizing radicals eventually formed. These additives are generically called photooxidation inhibitors, although they have different mechanisms to prevent the degradation of varnishes. In this context, the search for substances that could act simultaneously as photon absorbers and radical stabilizers could be a great contribution to the painting conservation field. This work deals with the study of the controlled degradation of Regalrez 1094 resin through the irradiation of different types of lamps and the evaluation of photooxidation inhibitors. The first step of the work was to conduct a field research in the scope of Rio de Janeiro (Brazil) to map the types of lamps used in museums in Rio. At the same time, a prospective study was carried out on potential synthetic photooxidation inhibitors with a probable dual mechanism. The experiments were carried out using Regalrez 1094 thin films (10%, xylene) on glass slides (inert,  $S_{SE} = 0 \text{ m}^2/\text{g}$ ). Accelerated aging was conducted through the irradiation of the thin films by different types of lamps and aging was accompanied by typical carbonyl absorptions ( $\nu_{C=O} \sim 1700\text{-}1800 \text{ cm}^{-1}$ ) in medium infrared spectroscopy (FTIR).

**KEYWORDS:** Conservation and Restoration; Paintings; Inhibition; Nitroimidazoles; Regalrez 1094.

# 1 | INTRODUÇÃO

## 1.1 Aspectos gerais das resinas e vernizes

Ao contrário do que se espera, os termos “verniz” e “resina” não são sinônimos. Por definição, resinas são substâncias sólidas (ou altamente viscosas), que se apresentam como pré-polímeros, enquanto os vernizes são obtidos através da reação de polimerização de resinas, em condições específicas. Em outras palavras, vernizes são filmes hidrofóbicos obtidos a partir de resinas. Em relação à origem, resinas/vernizes podem ser classificados como naturais ou sintéticas, a depender se são frutos de bioprospecção ou se derivam de reações de síntese. Outra classificação possível no escopo das resinas/vernizes diz respeito à estrutura química dessas substâncias. Desta forma, há vernizes naturais derivados de triterpenos (Mastic e Dammar) e outros, também naturais, derivados de diterpenos, como o Sandarac (de la Rie, 1987). Em linha, há vernizes sintéticos derivados do ácido acrílico (Paraloid B72), de ciclohexanonas (MS2A) e de resinas completamente hidrofóbicas, tal qual o Regalrez 1094 (de la Rie, 1990). As estruturas dos monômeros das resinas anteriores estão listados na Figura 1.

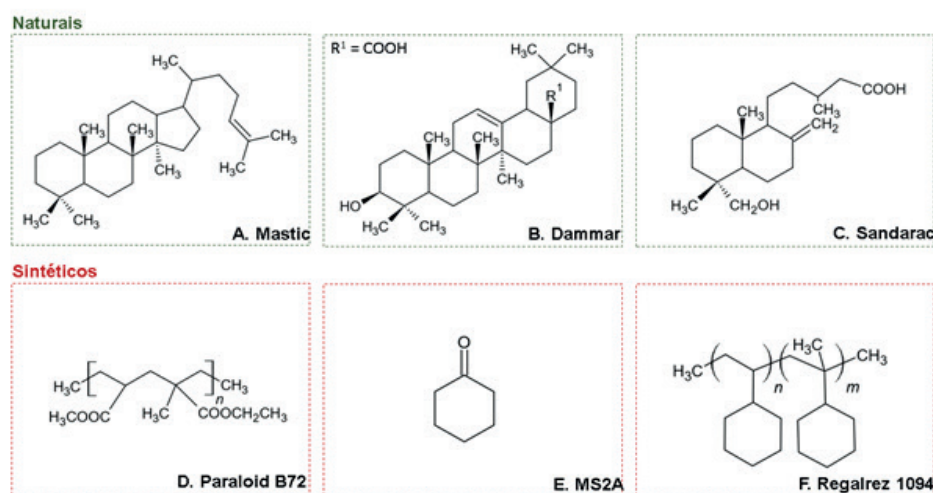


Figura 1. Estrutura química dos monômeros de resinas naturais e sintéticas.

Embora, de maneira geral, as resinas naturais tenham maior qualidade estética e sejam conhecidas por produzir vernizes mais brilhantes e com maior saturação de cor, elas sofrem oxidação mais rapidamente, o que provoca alterações cromáticas (amarelecimento), de solubilidade e, conseqüentemente, de conservação das obras que as contém. Entre as resinas sintéticas, as ciclohexanonas (Figura 1E) e as resinas hidrocarbônicas (Figura 1F) possuem propriedades ópticas mais similares às resinas naturais que os vernizes acrílicos e vinílicos (de la Rie, 1987).

Não obstante, a origem e a estrutura química sejam absolutamente importantes na compreensão dos fenômenos relacionados aos vernizes de pinturas, outra propriedade

importante é a massa molecular do polímero (de la Rie, 1987). Desta forma, os vernizes podem ser classificados em vernizes de alto (> 1kDa) e baixo peso molecular (< 1kDa). O peso molecular afeta diversas características de um verniz. A viscosidade, por exemplo, é determinada pelo peso molecular e tem grandes efeitos na estética final de uma obra envernizada, uma vez que vernizes de baixo peso molecular nivelam-se melhor na superfície pictórica (Berns e de la Rie, 2003). Em linhas gerais, quanto menor o peso molecular, menor a viscosidade, maior a capacidade de nivelamento do verniz, maior o índice de refração e maior o brilho e saturação de cores (de la Rie e McGlinchey, 1990).

Berns e de la Rie (2002) observaram os efeitos dos vernizes de baixo e alto peso molecular em pinturas, e assim compararam seu desempenho. Os vernizes naturais, em geral de baixo peso molecular, possuem características ópticas vantajosas para as pinturas, aumentando a saturação da cor e do brilho. Para as resinas sintéticas, a chave para um bom desempenho óptico está relacionada irreversivelmente com a capacidade de nivelamento do verniz. Desta forma, vernizes sintéticos de baixo peso molecular podem possuir um resultado similar ao alcançado por vernizes naturais, famosos por sua qualidade estética (de la Rie e McGlinchey, 1990). Resinas com pesos moleculares similares, também possuem características similares, mesmo sendo quimicamente diferentes (de la Rie, 1987). Em suma, a substituição de vernizes naturais por outros sintéticos não é uma tarefa trivial para o conservador-restaurador de pinturas, uma vez que o profissional precisará escolher certas características em sacrifício de outras.

## 1.2 O comportamento dos vernizes frente à luz e uso de inibidores de fotooxidação

Ciente de que vernizes naturais e sintéticos não são perfeitamente intercambiáveis, a compreensão e controle dos processos oxidativos emerge como um aspecto central da conservação de pinturas. Os mecanismos particulares de degradação dos vernizes diferem levemente entre si. Em linhas gerais, ao serem atingidos por fótons mais energéticos (< 380nm), são gerados radicais que, por sua vez, iniciam reações danosas aos vernizes (Nikafshar et al., 2017). Neste contexto, duas estratégias importantes são usadas: (i) uma que trata do controle do ambiente – aspectos relacionados à iluminação (incidência de fótons) das obras – e outra (ii) que faz uso de aditivos químicos (inibidores de fotooxidação) que são capazes de mitigar as alterações químicas induzidas por luz.

### 1.2.1 Adequação dos espaços de guarda/exposição

A primeira estratégia utilizada por conservadores-restauradores na preservação de pinturas diz respeito, justamente, à adequação dos espaços de guarda/exposição das obras.

Segundo a revista *Lighting for Museums and Galleries* (2017), um dos maiores desafios enfrentados pelas instituições de guarda é o equilíbrio entre a qualidade da

iluminação, o controle dos danos causados por ela e os custos relacionados à energia elétrica. De fato, a luz é a causa de danos em diversos materiais. Lâmpadas tradicionais (incandescentes, fluorescentes e halógenas), são emissoras radiação ultravioleta (UV) e infravermelho (IV), mesmo quando utilizadas com filtros protetores e, conseqüentemente, podem prejudicar as obras. Uma alternativa de iluminação mais eficiente é a lâmpada LED (Light-emitting diode), que emite níveis negligenciáveis de radiação UV e IV, sendo mais indicada para ambientes sensíveis.

Em 1990, o *Canadian Conservation Institute (CCI)* publicou diretrizes acerca dos locais nos quais as pinturas são armazenadas e expostas. O controle da iluminação desses espaços é necessário, uma vez que o efeito da luz sobre as obras é cumulativo e irreversível. Para diminuir o risco às coleções, os níveis de luz devem ser mantidos próximos do mínimo e as fontes de irradiação UV devem ser filtradas. Os profissionais da conservação preventiva atuam na gestão das condições do ambiente, alterando e controlando aspectos relacionados a incidência de fótons nas obras.

### 1.2.2 Utilização de inibidores de fotooxidação

De forma geral, vernizes de pinturas podem ser oxidados através de dois mecanismos distintos: (i) Termooxidações – que acontecem em função do aumento da temperatura e (ii) Fotooxidações, que resultam da interação com radiação eletromagnética (Mallégol *et al.*, 2000). Desse modo, para os casos em que as medidas de conservação preventiva (seção 1.2.1) não são suficientes, conservadores-restauradores lançam mão de aditivos químicos que ajudam na estabilização dos vernizes. Nesse contexto, inibidores de fotooxidação são definidos aqui como substâncias orgânicas capazes de mitigar os efeitos das oxidações induzidas pela irradiação luminosa nos vernizes de pinturas.

Ciente de que a fotooxidação de vernizes deriva de reações com processos radicalares, em amplo aspecto, os mecanismos envolvidos na inibição da fotooxidação de vernizes acontecem de duas formas: No primeiro caso, o inibidor de fotooxidação degrada-se preferencialmente durante a irradiação, preservando a estrutura do verniz. Esse tipo de inibidor de fotooxidação é chamado de UVLS – *Ultraviolet Light Stabilizer* e é representado pelo Tinuvin 1130 – Figura 2A (Nikafshar *et al.*, 2017).

Em uma segunda hipótese o inibidor de fotooxidação estabiliza o radical já formado na superfície pictórica. Esse mecanismo de ação é representado por um grupo de substâncias aminadas e conhecidas como HALS – *Hindered Amine Light Stabilizers* (Step *et al.*, 1994), sendo o representante mais comum o Tinuvin 292 (Figura 2B), amplamente utilizado por conservadores e restauradores.

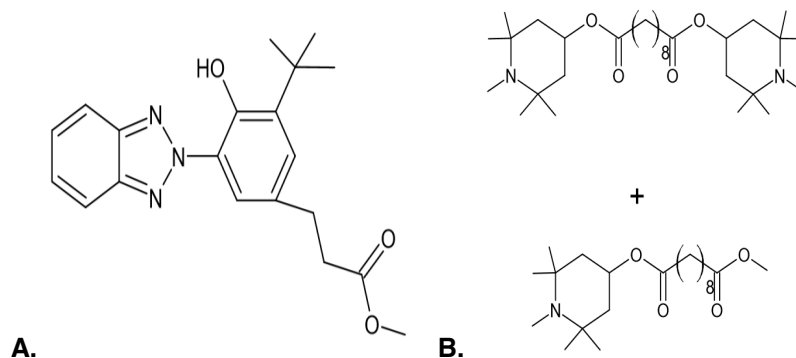


Figura 2. Estrutura química dos componentes do Tinuvin1130(A) e Tinuvin 292(B).

Compostos do tipo UVLS apresentam como principal característica sistemas altamente conjugados, o que faz com que as transições HOMO-LUMO ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) tenham valores de energia relativamente baixos (Abbaz *et al.*, 2018). No caso dos compostos do tipo HALS, o mecanismo de proteção está ligado à formação de nitróxidos estáveis (R-N-O), oriundos da interação do composto HALS com outras espécies radiculares mais reativas (Turro *et al.*, 1994). É fato, entretanto, que no escopo da conservação e da restauração de pinturas os inibidores de fotooxidação do tipo HALS são utilizados, ao passo que UVLS não.

### 1.2.3 Os novos inibidores de fotooxidação: Em busca do mecanismo dual

*Per se* os mecanismos de inibição da fotooxidação dos vernizes de pinturas não são competitivos, mas potencialmente sinérgicos entre si. Desta maneira, não há impedimento teórico para que uma única molécula apresente condições estruturais para atuar como UVLS e HALS, simultaneamente. Uma classe de substâncias potencialmente úteis para esse fim são os nitroimidazóis. Derivados nitroimidazólicos são substâncias aromáticas com comprovada atividade antioxidante no ensaio de DPPH - 2,2-difenil-1-picril-*hidrazil* (Olender, 2009) e com alguns membros, como o metronidazol (Figura 3), que apresentam absorções na faixa de 200-400nm (Das & Dhua, 2014). Em outras palavras, a classe de substâncias apresenta viabilidade no “manejo” de radicais e também é capaz de absorver fótons mais energéticos ( $< 380$  nm). Desta forma, derivados nitroimidazóis, especialmente o metronidazol, são potencialmente interessantes pois atuariam a partir de um mecanismo dual.

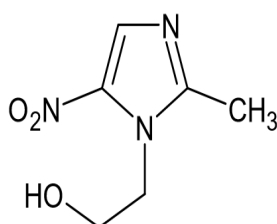


Figura 3. Estrutura química do metronidazol.



Neste trabalho a espectroscopia na região do infravermelho médio (FTIR) foi utilizada para monitorar as fotooxidações induzidas por três diferentes fontes luminosas (lâmpadas de LED, incandescente e de ultravioleta) e para comparar a eficiência de inibição do metronidazol em comparação ao Tinuvin 292, uma HALS clássica usada na conservação e na restauração de pinturas.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Preparação das amostras

As amostras foram preparadas a partir de dispersões 10% de Regalrez 1094 e 6,0 mM de inibidor de fotooxidação (Tinuvin 292 e o metronidazol). Em linha, foram feitos testes de solubilidade em diferentes temperaturas (ambiente, 40°C, 50°C e 60°C) para que todas as substâncias estivessem corretamente dispersas/solubilizadas. As dispersões adequadas foram aplicadas sobre lâminas de vidro (7,5x2,5 cm) e a polimerização aconteceu em temperatura e iluminação ambiente. Todos os insumos sólidos foram pesados em balança analítica. Volumes menores que 1,0 mL foram transferidos com o auxílio de um pipetador automático.

### 2.2 Construção das câmaras de envelhecimento acelerado

Foram construídas 3 câmaras utilizando MDF (Caixa – 6 mm e tampa – 3 mm de espessura), possuindo 30cm x 30cm x 30cm cada uma. Nas caixas foram feitas instalações elétricas para ligamento das lâmpadas, com fio, tomada e bocal de cerâmica para lâmpadas comuns. Para cada câmara foi utilizado um tipo de lâmpada diferente. Estas foram:

- 1 Lâmpada incandescente 150W. Marca: GE; Potência: 150W; Tensão: 127V; Fluxo Luminoso: 2.505 lumens; Temperatura média: 60°C
- 1 Lâmpada de LED 17W - equivalente à 120W. Marca: Ouxolux; Modelo: Alta Potência; Potência: 17W; Tensão: Bivolt; Temperatura de cor: 6500k; Fluxo Lumino: 1800 Lumens; Temperatura média: 25°C
- 1 Lâmpada de UV 13W. Marca: GMY; Modelo: 13W pl Eletrônica; Potência: 13W; Tensão: Bivolt; Radiação: 253,7 nm; Temperatura média: 40°C

### 2.3 Experimentos de degradação controlada

As lâminas de vidro foram irradiadas livremente em suas respectivas câmaras de envelhecimento na seguinte configuração:

- Regalrez 1094/Xileno 10%
- Regalrez 1094/Xileno 10% + Tinuvin 292 6mM
- Regalrez 1094/Xileno 10% + Nitroimidazol/Butanona 6mM

Foram realizados/monitorados três ciclos de envelhecimento para todos os experimentos:

- Ciclo 1: 820h (~34 dias)
- Ciclo 2: 1640h (~68 dias)
- Ciclo 3: 2460h (~102 dias)

## 2.4 Monitoramento dos experimentos de degradação controlada

Os espectros de infravermelho médio foram adquiridos através de um espectrômetro Bruker Alpha em modo de reflectância total atenuada (para a amostra dos inibidores puros) e reflectância externa, no caso das amostras de vernizes (com e sem inibidor de fotooxidação). Todos os espectros foram coletados de 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  em modo de transmitância. O pós-processamento dos dados espectrais foi feito com o software OPUS (nativo do equipamento) e Qtiplot.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Monitoramento dos experimentos de degradação controlada.

Para todos os espectros adquiridos por reflectância externa foi observado uma banda  $\sim 2350 \text{ cm}^{-1}$ , que foi atribuída ao  $\text{CO}_2$  atmosférico.

O conjunto de espectros das amostras frescas (Figura 4) não permite observar as bandas relativas aos inibidores de fotooxidação (Tinuvín 292 e metronidazol), com exceção da banda da carbonila de éster ( $\nu_{\text{C=O}} \sim 1750 \text{ cm}^{-1}$ ) originária do Tinuvín 292. A baixa sensibilidade do módulo de reflectância externa para inibidores de corrosão ( $\sim 6\text{nM}$ ) permite inferir que as eventuais alterações moleculares observadas nos espectros derivam de modificações estruturais do próprio Regalrez 1094.

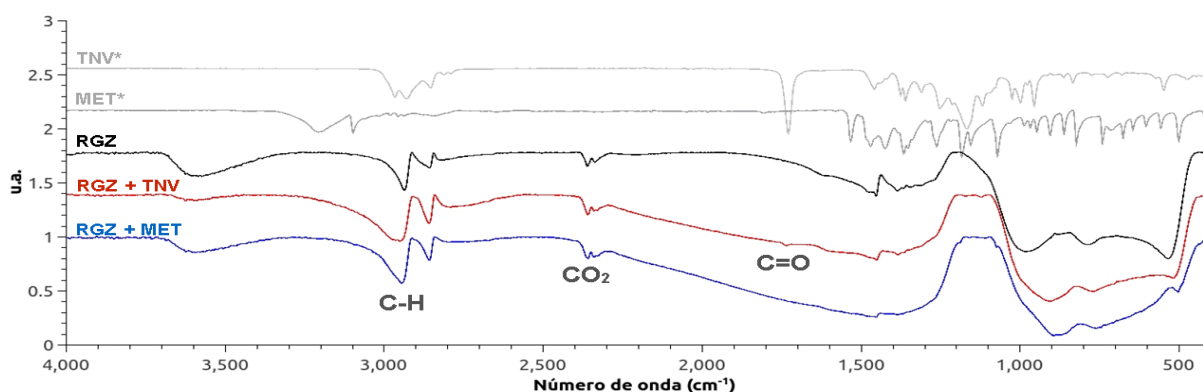


Figura 4. Conjunto de espectros de FTIR das amostras frescas. Tinuvín 292 (TNV), metronidazol (MET), Regalrez 1094 10% (RGZ), Regalrez 1094 10% + Tinuvín 292 (RGZ+TNV) e Regalrez 1094 10% + metronidazol (RGZ+MET). As amostras TNV e MET foram feitas por FTIR/ATR.

O conjunto de espectros das amostras irradiadas com lâmpadas incandescentes é mostrado na Figura 5. A comparação direta das linhas espectrais permite inferir que, neste tipo de irradiação, o metronidazol e o Tinuvin 292 atuaram de forma diferente na manutenção da estrutura molecular do Regalrez 1094, uma vez que as regiões entre 1500-600  $\text{cm}^{-1}$  (destacado em azul, Figura 5) apresentaram perfis espectrais distintos. Embora isoladamente a espectroscopia de infravermelho não forneça respostas suficientes sobre essas alterações moleculares observadas, é interessante notar que a temperatura mais elevada durante a irradiação ( $\sim 60^\circ\text{C}$ ) pode induzir mecanismos reacionais de termooxidação da resina, o que justifica a ação diferencial entre Tinuvin 292 e metronidazol.

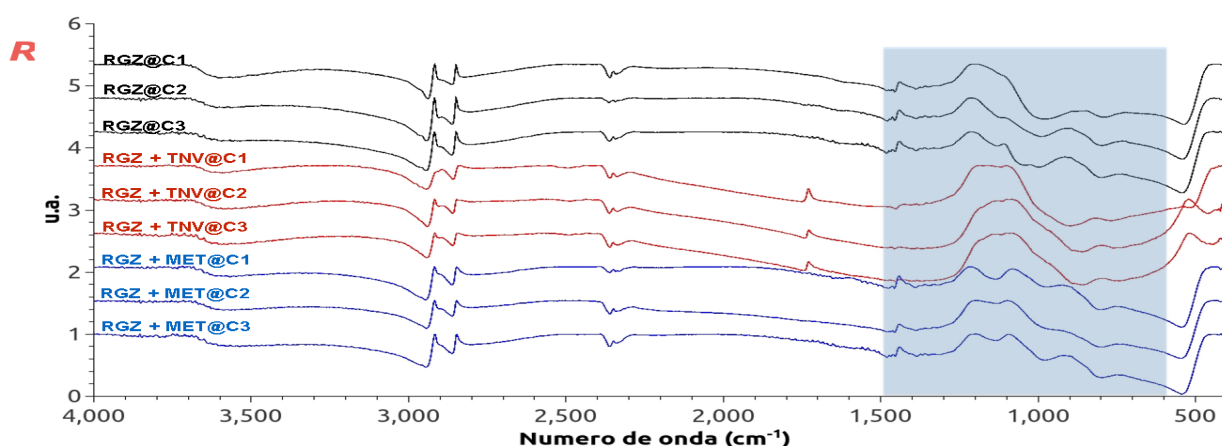


Figura 5. Conjunto de espectros de FTIR de todos os ciclos (C1-820h, C2-1460h e C3-2260h) das amostras degradadas pela irradiação com lâmpada incandescente. Regalrez 1094 10% (RGZ), Regalrez 1094 10% + Tinuvin 292 (RGZ+TNV) e Regalrez 1094 10% + metronidazol (RGZ+MET).

O conjunto de espectros das amostras irradiadas com lâmpadas de LED é mostrado na Figura 6. Em linha ao observado nas irradiações feitas com as lâmpadas incandescentes, as lâmpadas de LED induziram modificações moleculares também na região abaixo de 1500  $\text{cm}^{-1}$ . Entretanto, neste caso (lâmpadas de LED), a amostra de Regalrez 1094 + Tinuvin 292 apresentou perfil espectral comparável ao do controle (Regalrez 1094 sem inibidor de fotooxidação). Deste modo, é possível inferir que o Tinuvin 292 não foi eficiente na proteção da estrutura molecular do Regalrez 1094.

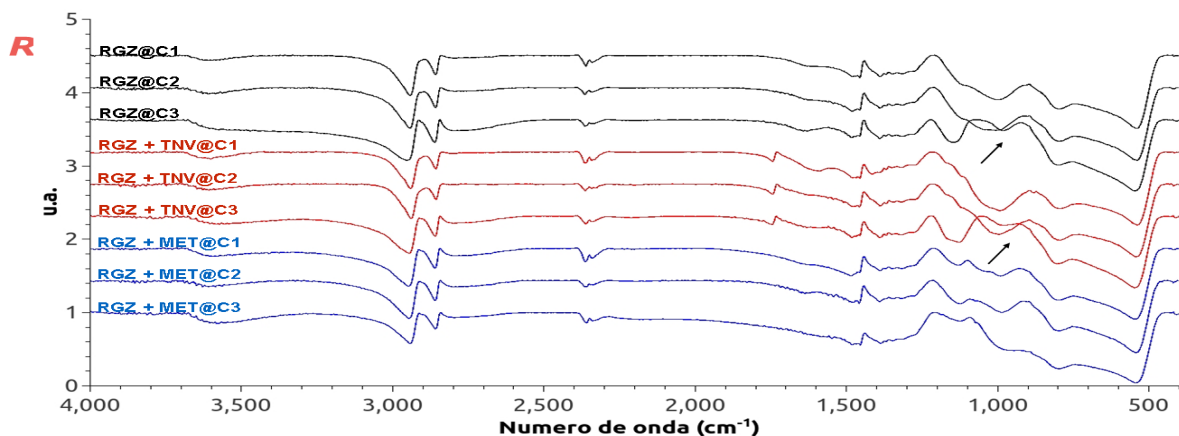


Figura 6. Conjunto de espectros de FTIR de todos os ciclos (C1-820h, C2-1460h e C3-2260h) das amostras degradadas pela irradiação por lâmpadas de LED. Regalrez 1094 10% (RGZ), Regalrez 1094 10% + Tinuvin 292(RGZ+TNV) e Regalrez 1094 10% + metronidazol (RGZ+MET).

O conjunto de espectros das amostras irradiadas com lâmpadas de UV ( $\lambda \sim 253$  nm) é mostrado na Figura 7. A simples comparação entre os espectros permite inferir com segurança que mesmo vernizes estáveis – *e.g.* Regalrez 1094 – são conduzidos ao colapso estrutural por fótons de UV, reforçando o caráter radicalar do mecanismo de degradação deste tipo verniz. No caso das amostras que contém metronidazol como inibidor de fotooxidação, a irradiação com lâmpada de UV induziu o aparecimento de uma banca  $\sim 1780$   $\text{cm}^{-1}$ , característica de carbonilas vinílicas, o que sugere a oxidação do verniz. Em contrapartida, os sinais do Tinuvin 292 permanecem inalterados durante as mais de 1000 horas de irradiação com a lâmpada de UV. A grande questão, neste caso, é que o metronidazol, ainda que tenha permitido uma leve oxidação do Regalrez 1094, apresenta algum nível de estabilização dessa resina, fato comprovado pela comparação entre os ciclos de degradação controlada de Regalrez 1094 com e sem metronidazol.

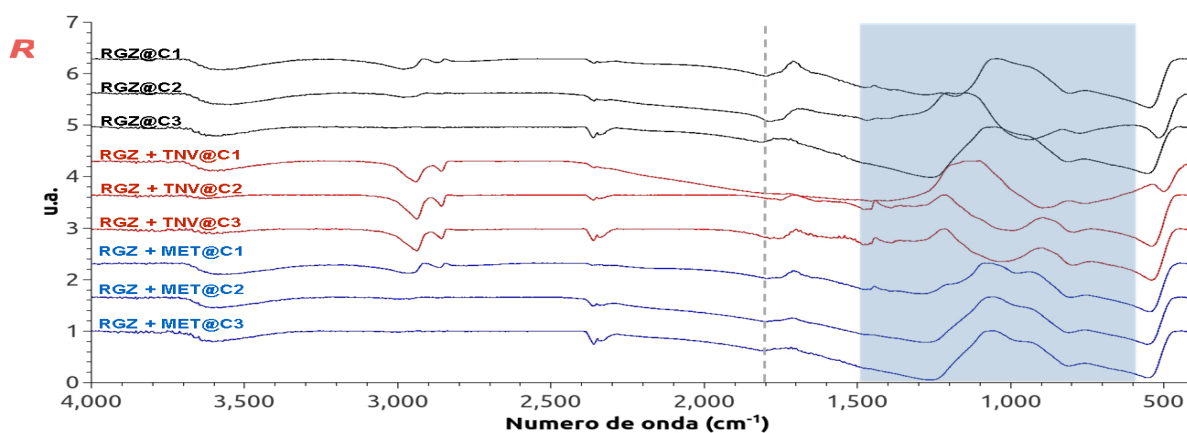


Figura 7. Conjunto de espectros de FTIR de todos os ciclos (C1-820h, C2-1460h e C3-2260h) das amostras degradadas pela irradiação da lâmpada de UV. Regalrez 1094 10% (RGZ), Regalrez 1094 10% + Tinuvin 292(RGZ+TNV) e Regalrez 1094 10% + metronidazol (RGZ+MET).

## 4 | CONCLUSÕES

FTIR de reflectância externa, apesar de não invasivo, não possui sensibilidade suficiente para analisar substâncias em concentrações menores, como os aditivos inibidores.

O metronidazol parece se comportar de forma distinta ao Tinuvin 292 frente a fotooxidações conduzidas em temperaturas mais altas (~ 60°C).

Foi possível observar o colapso estrutural da resina Regalrez 1094 na irradiação por lâmpadas de UV e o aparecimento de sinais de fotooxidação (~ 1780 cm<sup>-1</sup>) em um verniz estabilizado com metronidazol.

Resultados sugerem uma ação HALS e UVLS (dual) do metronidazol, o que o define como o composto líder da pesquisa e como um possível inibidor de fotooxidação a ser utilizado na conservação de pinturas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Farmácia Universitária (FF/UFRJ) pela doação do fármaco usado nos experimentos de degradação controlada e à FAPERJ pelos recursos do edital 11/2018. Alves, L.M. agradece à FAPERJ pela bolsa de estudos de Iniciação Tecnológica.

## REFERÊNCIAS

Abbaz, T; Bendjeddou, A; Villemin, D. **Molecular structure, HOMO, LUMO, MEP, natural bond orbital analysis of benzo and anthraquinodimethane derivatives.** Pharmaceutical and biological evaluations. Abril 2018. Vol.5, p: 27-39. 10.26510/2394-0859.pbe.2018.04

Berns, R.S; de la Rie, E.R. **The Effect of the Refractive Index of a Varnish on the Appearance of Oil Paintings In studies in conservation.** P:251- 262. 10.1179/sic.2003.48.4.251. 2003.

Berns, R.S; de la Rie, E.R. **The relative importance of surface roughness and refractive index in the effects of varnishes on the appearance of paintings.** 13<sup>th</sup> triennial meeting Rio de Janeiro preprints. 2002. 10.1179/sic.2003.48.4.251

Das, J; Dhua, M. **UV-spectrophotometric assay method development and validation of metronidazole in bulk and tablete formulation.** Journal of PharmaSciTech. 3(2):106-109. 2014.

de la Rie, E. R; McGlinchey CW. **Stabilized dammar picture varnish.** Studies in Conservation. 34(3):137-146. 1989.

de la Rie, E. R. **Influence of varnishes on the appearance of paintings.** Studies in Conservation. 32(1):1-13. 1987.

de la Rie, E. R; C.W. McGlinchey. **New synthetic resins for picture varnishes. In Cleaning, retouching and coatings: Technology and practice for easel paintings and polychrome sculpture.** Preprints of the contributions to the Brussels Congress, 3–7 Setembro 1990. J.S. Mills and P. Smith, eds. London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works: 168–73.

de la Rie, E. R; C.A. Maines. **Size-exclusion chromatography and differential scanning calorimetry**

**of low molecular weight resins used as varnishes for paintings.** ed. Elsevier: National Gallery of Art, Washington, DC. In Progress in Organic Coatings 52 (2005) 39–45. 2005.

Dietemann P; Higgitt C; Kalin, M; Edelmann MJ; Knochenmuss R.; Zenobi R. **Aging and yellowing of triterpenoid resin varnishes – Influence of aging conditions and resin composition.** Journal of Cultural Heritage.10(1):30-40. 2009.

**Environmental Guidelines for Paintings – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 10/4 (1990).** Government of Canada, Canadian Conservation Institute, 2017. Disponível em: <<https://www.canada.ca/en/conservation-institute>> Acesso em: 03 de março de 2020.

Farmakalidis, HV; Douvas, AM; Karatasios, I; Sotiropoulou, S; Argitis. P; Chrysoulakis, Y.; Kilikoglou. V. **Accelerated thermal ageing of acrylic copolymers, ciclohexanone-based and urea-aldehyde resins used in paintings conservation.** Mediterranean Archaeology and Archaeometry. 16(3):213-228. 2016.

Gijsman, P; Hennekens, J; Tummers, D. **The mechanism of action of hindered amine light stabilizer.** Polymer Degradation and Stability. 1993. p: 225-233.

**Lighting for museums and galleries.** Concord. Feilo Sylvania Europe Ltd. September 2017.

Mallégol, J; Gardette, J; Lemaire, J. **Long-term behavior of oil-based varnishes and paints.** Photo- and thermooxidation of cured linseed oil. J Amer Oil Chem Soc 77, 257–263. Março 2000. 10.1007/s11746-000-0042-4.

Nikafshar, S; Zabini, O; Ahmadi, M; Mirmohseni, A; Taseidifar, M; Naebe, M. **The effects of UV light on the chemical and mechanical properties of a transparent epoxy-diamine system in the presence of an organic UV absorber.** Materials. 14 fevereiro 2017. 10.3390/ma10020180.

Olender, D; Zwawiak, J; Lukianchuk, V; Lesyk, R.; Kropacz; Fojutowski, A.; Zaprutko, L. **Synthesis of some N-substituted nitroimidazole derivatives as potential antioxidante and antifungal agents.** European Journal of Medicinal Chemistry 44(1):645-652. 2009.

Smith, G.D; Johnson, R. **Strip ‘Teas’ - Solubility Data for the Removal (and Application) of Low Molecular Weight Synthetic Resins Used as Inpainting Media and Picture Varnishes.** WAAC Newsletter. Janeiro 2008. Volume 30: 11-19.

Step, E.N; Turro, N.J; Gande, M.E; Klemchuk, P.P. **Mechanism of polymer stabilization by hindered-amine light stabilizers (HALS).** Model investigations of the interaction of peroxy radicals with HALS amines and amino ethers. Macromolecules. 21 janeiro 1994.

Wearley, L. L; Anthony, G.D. **Metronidazole.** Analytical profiles of drug substances. The Squibb institute of medical research. Volume 5. New York: Academic Press. 1976.

World Health Organization. **Metronidazole oral suspension.** Adopted text for addition to The International Pharmacopoeia. Setembro 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção 25, 77, 79, 99, 100, 112, 113, 118, 119, 123, 126

Adsorção 71, 72, 73, 74, 75, 76, 105

Ageing 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 44

Ângulo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 31, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

Antitussive 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Atividade Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 38, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

### B

Bandas Cromatográficas 25, 26, 27, 28

Bioativos 20, 77, 78, 85, 87, 88, 92

Biopolímero 71, 72, 73, 75

### C

Compósitos 2, 118, 119, 120

compostos cianogênicos 127, 128, 135

Compostos Fenólicos 17, 23, 25, 26, 27, 30, 50, 51, 52, 54, 77, 78, 79, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Contato 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 22, 46, 73, 122, 134

### E

Electrical Properties 9, 13, 15

Energia 3, 37, 38, 75, 99, 109, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Espectrofotometria 32, 77, 79, 109, 112, 113, 115, 127

Espectroscopia De Infravermelho Médio 34

### F

Farinha De Amaranato 87, 88, 91, 92

Fármaco 43, 71, 72, 73, 109, 110, 112, 115, 137

Fibra De Carbono 118

Fotooxidação 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

## I

Impedance Spectroscopy 9

Inibição 34, 37, 38, 39, 52, 83, 84, 85, 87, 90, 92

## L

Lâmpadas Fluorescentes 45, 46, 48, 49

## M

Manihot esculenta 126, 127, 136, 137

Melipona subnitida D. 50, 51, 52

Mercúrio 45, 46, 47, 48, 49, 105

Metais 95, 98, 99, 105, 106

Método Cromatográfico 23

Mikania Glomerata 59, 60, 61, 62, 68, 69, 70

Modelo Analítico 118

Molhabilidade 1, 2, 7

## N

Nitroimidazóis 34, 38

## P

Peperomia Pellucida 17, 18, 19, 21, 30, 31, 32

Perfil Químico 17, 18, 21, 30

Phenolic Resin 9, 10, 12, 15

Phytotherapy 59, 61, 64, 70

Pinturas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43

Placa Cromatográfica 24, 25, 27, 28, 29

POAs 109, 110, 111, 115

## Q

Qualidade De Água 95, 100, 105, 106

## R

Reator De Batelada 109, 110, 111, 112

Regalrez 1094 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43



## S

Superfície 1, 2, 3, 5, 6, 7, 22, 36, 37, 74, 75, 118, 122, 123, 138

## T

Toxicidade 110, 132, 136

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**