



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

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: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

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 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 – 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a 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^a 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^a Dr^a 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^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra [recurso eletrônico] : conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-160-2 DOI 10.22533/at.ed.602200207</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia e inovação. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 20 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831	
Flavio Boscatto Cesar Rogério Cabral Everton da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002071	
CAPÍTULO 2	13
NUMERICAL MODELING OF SEWAGE OUTFALLS PLUMES IN THE COAST OF THE STATE OF PARANÁ – BRAZIL	
Paola Galluzzi Polesi Joseph Harari Tiago Cortez Samuel Hora Yang	
DOI 10.22533/at.ed.6022002072	
CAPÍTULO 3	30
APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE	
José Batista Siqueira Thomaz Oliveira Teixeira Samiramisthaís Souza Linhares Luiz Alberto Vedana Paulo Henrique Stefano	
DOI 10.22533/at.ed.6022002073	
CAPÍTULO 4	43
ANÁLISES DE GERAÇÃO DE MALHA NA MODELAGEM NUMÉRICA DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR	
Michel Kepes Rodrigues Jairo Valões de Alencar Ramalho Ruth da Silva Brum Luiz Alberto Oliveira Rocha Elizaldo Domingues dos Santos Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.6022002074	
CAPÍTULO 5	55
AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E APLICAÇÃO NA TRANSMISSÃO NA CAMADA DA IONOSFERA	
José Augusto dos Santos Cardoso Wendel Correa dos Santos José Francisco da Silva Costa Antonio Maia de Jesus Chaves Neto Sebastião Gomes Silva Manuel de Jesus dos Santos Costa Alessandre Sampaio Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002075	

CAPÍTULO 6 76

DECIFRANDO O ARCO-ÍRIS E O EFEITO GLÓRIA: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS DINÂMICOS

Janaína Dias da Silva

Alberto Tufaile

DOI 10.22533/at.ed.6022002076

CAPÍTULO 7 88

MAGIC: INTERAÇÃO ENTRE HOBBY E LUCRO

Victor Ferreira da Silva

Édipo Menezes da Silva

Kelly Pereira de Lima

João Domingos Scalon

DOI 10.22533/at.ed.6022002077

CAPÍTULO 8 93

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E O LIXO ELETRÔNICO: DESAFIOS, REFLEXÕES E OPORTUNIDADES

Fábio Henrique Angelo dos Santos

Luana Maia Woida

DOI 10.22533/at.ed.6022002078

CAPÍTULO 9 109

APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE SECAGEM DO ABIU

Nathalia Cristina Ramos Lima

Julles Mitoura dos Santos Junior

Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho

Ronaldo Maison Martins Costa

Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.6022002079

CAPÍTULO 10 119

BIOCONTROLE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORIGANUM VULGARE FRENTE ÀS LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Juliana de Sousa Figuerêdo

Felipe Pereira da Silva Santos

Matheus Oliveira do Nascimento

Patrícia e Silva Alves

Lucas Mendes Feitosa Dias

Layana Karine Farias Lima

Aline Aparecida Carvalho França

Edymilaís da Silva Sousa

Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado

Veruska Cavalcanti Barros

José Luíz Silva Sá

Chistiane Mendes Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.60220020710

CAPÍTULO 11 133

COMPLEXOS B-DICETONATOS LUMINESCENTES BASEADOS EM ÍONS TERRAS RARAS DISPERSOS EM POLÍMEROS TRANSPARENTES PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES

Gabriel de Moraes Rodrigues

Ivan Guide Nunes da Silva

Danilo Mustafa

DOI 10.22533/at.ed.60220020711

CAPÍTULO 12 146

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS PENEIRAS MOLECULARES: SBA-16, FDU-12, SBA-15 E MCM-41

Mayara Resende Alves
Mateus Freitas Paiva
Elon Ferreira de Freitas
Sílvia Cláudia Loureiro Dias
José Alves Dias

DOI 10.22533/at.ed.60220020712

CAPÍTULO 13 160

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Shirley Muniz Machado Rodrigues
Giovanni Stoppa Baviera
Daniel Previdi
Alexandre de Almeida Matias
Paulo Marcos Donate

DOI 10.22533/at.ed.60220020713

CAPÍTULO 14 170

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Fabício de Melo Rodrigues Barbosa
Márcia de Almeida Rizzutto
Wanda Gabriel Pereira Engel

DOI 10.22533/at.ed.60220020714

CAPÍTULO 15 183

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Carlos Roberto Pinheiro Junior
Marcos Gervasio Pereira
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Lúcia Helena Cunha dos Anjos
Ademir Fontana

DOI 10.22533/at.ed.60220020715

CAPÍTULO 16 200

DETERMINAÇÃO DE HEXAZINONA EM AMOSTRAS DE SOLO POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Auriléia Pereira da Silva
Lucina Rocha Sousa

DOI 10.22533/at.ed.60220020716

CAPÍTULO 17 225

GERAÇÃO DE MALHA PARA DESCREVER A DISPERSÃO DA FERRUGEM DA SOJA NO PARANÁ

Eduardo Oliveira Belinelli
Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Lucas Henrique Fantin
Karla Braga de Oliveira
Marcelo Giovanetti Canteri
Érica Regina Takano Natti

DOI 10.22533/at.ed.60220020717

CAPÍTULO 18	240
ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Raquel Santos da Silva	
Danielle Christine Almeida Jaguaribe	
Joelma Morais Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.60220020718	
CAPÍTULO 19	249
FORMAS ASSOCIATIVISTAS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, IGARAPÉ-AÇU/PA	
Jéssica Vasconcelos Ferreira	
Raiana Rocha Pereira	
Francisco Laurimar do Nascimento Andrade	
Fabiana Mar dos Santos	
Nayra Silva do Vale	
Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior	
Eleci Teresinha Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.60220020719	
CAPÍTULO 20	259
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
DOI 10.22533/at.ed.60220020720	
SOBRE O ORGANIZADOR	273
ÍNDICE REMISSIVO	274

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Data de aceite: 25/06/2020

Fabício de Melo Rodrigues Barbosa

Instituto de Física da Universidade de São Paulo,
São Paulo – SP.

<http://lattes.cnpq.br/2590267791544713>

Márcia de Almeida Rizzutto

Departamento de Física Nuclear do Instituto de
Física da Universidade de São Paulo,
São Paulo – SP.

<http://lattes.cnpq.br/0284791309350193>

Wanda Gabriel Pereira Engel

Departamento de Física Nuclear do Instituto de
Física da Universidade de São Paulo,
São Paulo – SP.

<http://lattes.cnpq.br/0188862863552822>

RESUMO: Este trabalho, vinculado ao Grupo de Arqueometria e Ciência Aplicada ao Patrimônio, teve por objetivo utilizar metodologias de análises físico-químicas para estudo de material polimérico, o qual faz uso da técnica FTIR (Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier) para caracterizar um conjunto de amostras de referência de polímeros e ainda uma aplicação prática de estudo de obras que possuam polímeros da coleção da Pinacoteca do Estado de São Paulo. As medidas de FTIR permitem a construção de um banco de dados de referência de polímeros

para a utilização nas análises in situ com o equipamento Alpha da Brucker®. As informações deste banco de referência permitiram o estudo e a identificação dos materiais poliméricos de objetos pertencentes às coleções dos museus de São Paulo, particularmente os objetos de arte da Pinacoteca do Estado de São Paulo e os museus da Universidade.

PALAVRAS-CHAVE: Polímeros, FT-IR, patrimônio histórico, infravermelho, obras de arte.

NON-INVASIVE IDENTIFICATION OF POLYMERIC MATERIAL WITH FTIR SPECTROSCOPY TECHNIQUE: REFERENCE DATABASE AND PRACTICAL APPLICATION

ABSTRACT: This research, linked to the Archaeometry and Science Applied to Patrimony Group, aims to use methods of chemical techniques to study polymeric material, using FTIR technique (Infrared Spectroscopy with Fourier Transform) to characterize a set of reference samples of polymers and also a practical application to study artworks which contains polymers from the collection of the Pinacoteca of the State of São Paulo. With the FTIR measurements, it is possible to build a polymer reference database for use on-site analysis with Brucker® Alpha equipment. The

information from this reference bank allows the study and identification of polymeric materials of objects belonging to the collections of São Paulo museums, specifically the art objects of the Pinacoteca do Estado de São Paulo and the museums of the University.

KEYWORDS: Polymers, FT-IR, historical patrimony, infrared, artworks.

1 | INTRODUÇÃO

A análise de materiais através de métodos não invasivos possibilita o estudo de diversos componentes existentes nos materiais utilizando diferentes técnicas espectroscópicas, como XRF (“X-Ray Fluorescence”, Fluorescência de Raios X), Raman e FT-IR (BITSCHMIKKEL et al., 2017).

Os métodos não invasivos são recursos que permitem assegurar a integridade da obra ou do artefato a ser alvo de estudo, sem a necessidade de retirar amostras da peça (SAVIELLO et al. 2016; BRUNI et al. 2018). A portabilidade dos equipamentos leva a aplicações e uso destes em diferentes situações, no entanto ainda há necessidade de estudos que possibilitem a investigação das respostas dos equipamentos e de suas capacidades e limitações, contribuindo tanto para o conhecimento de materiais como auxiliando em áreas interdisciplinares com informações sobre os componentes, seu estado de conservação ou degradação. Particularmente na área de arqueometria, estas informações podem ser úteis para os profissionais da área de conservação e restauração do patrimônio cultural. Em específico, o uso da técnica FT-IR é relevante já que os acervos dos museus podem possuir um conjunto grande de obras confeccionadas com material polimérico, e a identificação do tipo de material pode auxiliar no processo de guarda destas obras. Particularmente a Pinacoteca do Estado de São Paulo possui um conjunto grande de obras com componentes poliméricos.

De fato, a utilização da técnica FTIR em polímeros é apenas uma das possibilidades existentes, não se restringindo a plásticos, mas abrangendo outros materiais que podem ser identificados e caracterizados com esta técnica. (TOMASINI, SIRACUSANO E MAIER, 2012; VAHUR, KNUUTINEN E LEITO, 2009; BRUNI et al, 2018).

1.1 Técnica de Infravermelho com transformada de Fourier

Os átomos que constituem as moléculas estão em constante movimento, tanto de rotação como de vibração. Estas vibrações envolvem níveis de energia quantizados, os quais são bem específicos e determinados para cada tipo de substância. Desta forma, ao submeter o material a radiação infravermelho, estas moléculas podem absorver a energia fornecida e então serem promovidos a um nível de excitação maior. Distinguindo cada um desses níveis de energia, é então possível analisar e diferenciar as ligações presentes em cada substância.

De maneira geral, estas vibrações são caracterizadas como axiais e radiais, a primeira envolvendo o afastamento e aproximação entre os núcleos da substância em questão, e

o segundo envolvendo a variação na angulação entre os mesmos. A Figura 1 ilustra os modelos de vibrações existentes.



Figura 1. modelos de vibrações moleculares. Fonte: adaptador de SKOOG et al. (2000).

Utilizando a radiação infravermelho, é então possível excitar as moléculas presentes no material de diversas formas, e, portanto, distinguir através da análise do espectro gerado as diferentes ligações presentes no material, envolvendo diferentes níveis de energia. O equipamento utilizado, Bruker Alpha Spectrometer, tem o funcionamento semelhante a um interferômetro de Michelson. A luz proveniente de uma fonte atinge a amostra (Figura 2), gerando um espectro coletado pelo aparelho, o qual é analisado matematicamente, através das Transformadas de Fourier, gerando informações úteis a respeito da amostra, como por exemplo, sua capacidade de absorção e emissão de energia em modos vibracionais. Para tanto, duas técnicas foram utilizadas: a primeira chamada de ATR, “Attenuated Total Reflectance”, na qual a amostra (líquida ou, no nosso caso, sólida) é colocada diretamente em contato com um cristal de seleneto de zinco (ZnSe), pelo qual a luz atravessa até atingir a amostra, retornando ao detector para gerar um espectro.

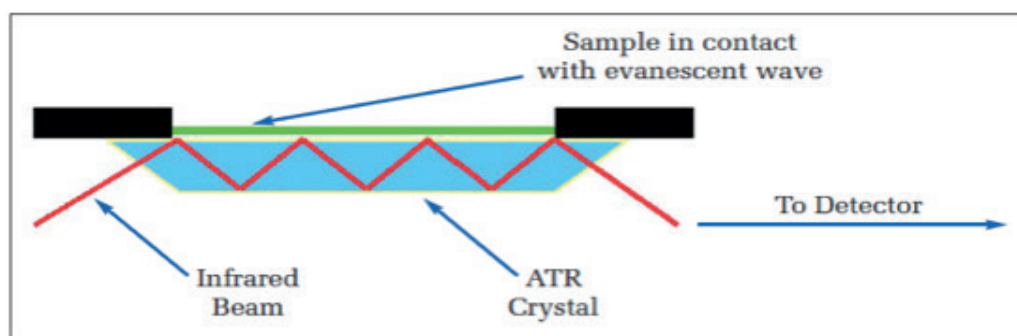


Figura 2. Diagrama de medidas no cristal ATR. Fonte: Perkin Elmer.

A segunda técnica é semelhante à primeira, pois mede a absorvância da amostra, diferindo na captação de informação: a fonte de luz incide radiação eletromagnética no alvo (amostra), os quais podem ser refletidos, absorvidos, refratados. A radiação que volta ao detector gera um espectro de absorvância, portanto trata-se de uma reflexão simples na amostra. O espectro captado pelas técnicas é bem resolvido para os números de onda de 4000 até 400 cm^{-1} (modo ATR e Reflectância). Em particular, nos dados apresentados neste estudo, utilizou-se os números de onda de 4000 a 600 cm^{-1} (Figura 3).



Figura 3. Equipamento Alpha Spectrometer Bruker® utilizado na aquisição de medidas. Módulos ATR (direita) e Reflectância (esquerda). Fonte: própria.

2 | METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS DAS MEDIDAS FTIR

O kit de polímeros analisado foi o ResinKit™, datado de 2003, contendo cinquenta amostras de polímeros padronizados de referência foi analisado utilizando o aparelho de FT-IR. Desta forma, foi possível organizar um banco de dados tanto dos dados no formato ATR quanto Reflectância. As medidas foram executadas com procedimentos padrões, para minimizarmos as flutuações possíveis. Assim, alguns parâmetros ajustados merecem menção no trabalho experimental:

- As amostras foram limpas uma a uma com lenços de papel suaves, umedecidos com água destilada. Não utilizamos nenhum produto de limpeza na amostra, com a intenção de preservar suas propriedades, pois alguns dos polímeros podem ser atacados por reagentes;
- O equipamento foi limpo a cada cinco medidas com uma pequena quantidade de álcool isopropílico, utilizando também o lenço suave. Desta forma, garantimos a diminuição de interferências por partículas do ar no equipamento. Sempre ao ligar o equipamento, a execução do background é necessária. Além disso, a cada limpeza do equipamento também foi executado o background, função que visa diminuir os efeitos do ambiente ao executarmos as medidas nos alvos;
- As amostras foram medidas com 32 scans. O número de medidas foi suficiente para que obtivéssemos uma boa resolução, de modo a diminuir os ruídos no espectro. Alguns polímeros tiveram de ser medidos em 64 scans, pois a detecção

se mostrou ineficiente com o menor número de scans. Cada amostra foi medida pelo menos duas vezes no módulo ATR, uma vez de cada lado. Isso garante a uniformidade e também auxilia na comparação de medidas. As amostras, após devidamente limpas, foram posicionadas no módulo e pressionadas o suficiente para a detecção de sinal no programa OPUS (software utilizado nas medidas). Já nas medidas de reflectância, não havia necessidade de se limpar a frente do módulo, apenas uma nova limpeza nos lados da amostra a serem medidos. Há uma câmera nesta frente de reflectância, a qual permite fotografar o ponto no qual está sendo aferida a medida.

2.1 Conjunto de polímeros de referência ResinKit™ - Medidas no modo ATR

Cada um dos polímeros medidos na construção do banco de dados gerou seu espectro. Desta forma, é possível compará-los com o banco de dados do próprio equipamento da Bruker®, e então tentar identificá-los um a um. Um dos exemplos que podemos citar é a amostra do primeiro polímero da lista, de nomenclatura Polystyrene General Purpose, contido no ResinKit™. A Figura 4 compara dois espectros: diferenças a parte, o composto medido tem boa compatibilidade com o composto do banco de dados. Entretanto, para obras de arte a medida in situ deve ser realizada através da frente de reflectância, para que não seja necessária a remoção de amostras ou exposição da obra a riscos de manuseio.

Além das comparações diretas entre as diferentes medidas nos mesmos polímeros, utilizamos o banco de dados do equipamento, para confirmar a compatibilidade das nossas das amostras com outras referências. Os resultados foram variados, porém a maioria das medidas mostrou alguma correspondência com o banco do equipamento, assegurando validade dos dados obtidos durante a pesquisa.

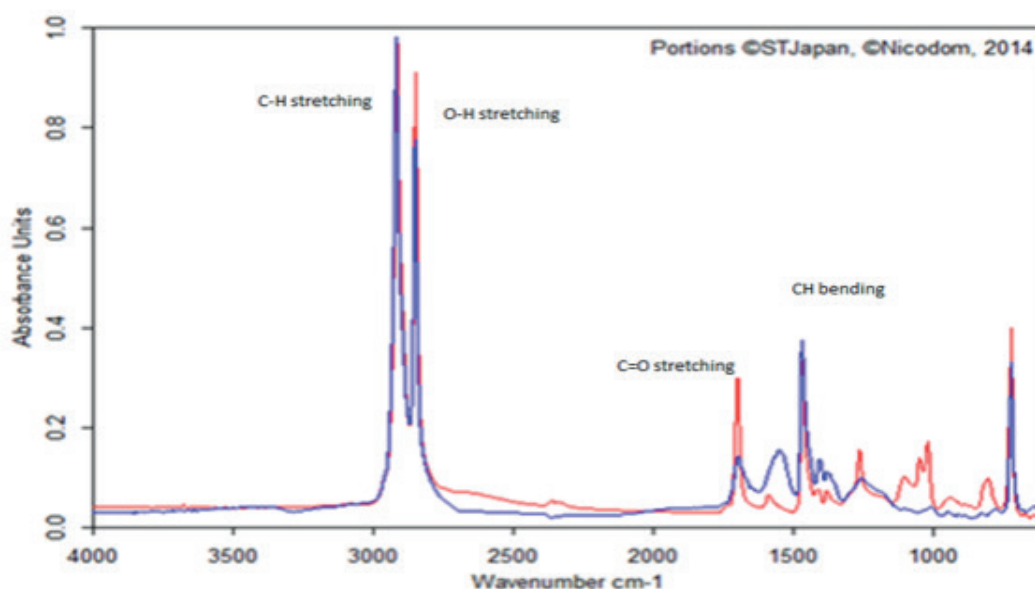


Figura 4. Comparação de espectros Fonte: Própria.

2.2 Conjunto de polímeros de referência ResinKit™ – Medidas modo reflectância

O módulo de reflectância possui dificuldades de medida que dificultam a comparação e interpretação direta dos dados ATR-Reflectância. Isto justifica a necessidade maior de construção de um banco de dados específico para o modo reflectância que será útil no caso de obras de arte e do patrimônio. Neste ponto, vemos a necessidade de investigar melhor a técnica em questão principalmente a transformação KKT (Kramers-Kronig Transformation) (TRANFERETTI e DAVANZO, 2001) que em princípio permite transformar os dados de reflectância no modo absorbância. Estabelecer um banco de dados novo é essencial para o nosso trabalho: novos materiais, como têxteis, fibras, pigmentos, polímeros, madeiras, entre outros, são componentes importantes para o estudo de patrimônio, os quais são passíveis de serem investigados pela comunidade científica (SAVIELLO et al, 2016). Realizando as medidas, verifica-se que alguns polímeros guardavam semelhança entre seus espectros nos módulos ATR e Reflectância (Figura 5).

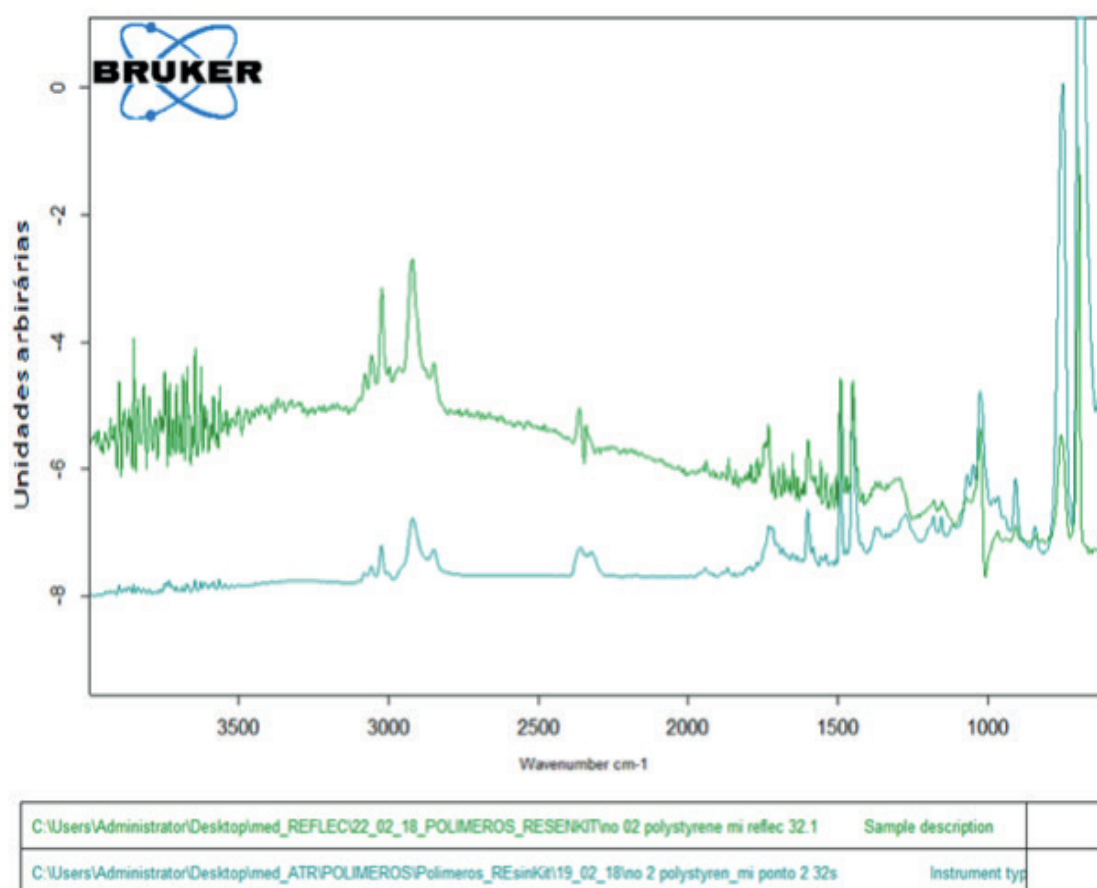


Figura 5. Comparação dos espectros adquiridos em ATR (azul) e em reflectância transformado pelo KKT (verde) do polímero 02, Polystyrene medium impact. Fonte: própria.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos alguns resultados referentes a partes da nossa pesquisa. Na primeira parte, breves discussões a respeito das dificuldades de medidas no aparelho de reflectância.

Na segunda, medidas executadas nos polímeros do ResinKit™, e por fim, na terceira, medidas executadas em obras de patrimônio pertencentes ao acervo da Pinacoteca do Estado de São Paulo.

O princípio de funcionamento do equipamento em questão nos confere algumas dificuldades: as amostras devem ser muito bem posicionadas no cristal (modo ATR) e na frente de radiação (modo Reflectância), para que haja uma boa coleta. Portanto, todo cuidado no posicionamento e na estabilidade são necessários para que haja o mínimo de ruído possível nos espectros coletados.

As medidas foram executadas através de padrões: as limpezas das amostras sendo feitas a cada cinco medidas, bem como a limpeza de cada amostra antes de executá-la. Obtivemos resultados compatíveis entre os módulos ATR e Reflectância após a utilização da transformação KKT, como já ilustrado na Figura 5. Além disso, executamos raspagens (polimentos com retífica) nos polímeros referência para verificar a influência destas nas medidas.

Os destaques nos espectros do polímero 42 tiveram grandes mudanças, como se verificará na Figura 6, sendo a amostra que mais diferenciou-se ao ser polida pela retífica. Os destaques mostram os picos que puderam ter melhor resolução ao serem medidos. Além disso, a piora no ruído do sinal persiste nas amostras polidas se comparadas às não polidas em um mesmo número de scans. (verificar linhas azul e amarela). A hipótese é que um tratamento de superfície foi realizado na confecção desta amostra.

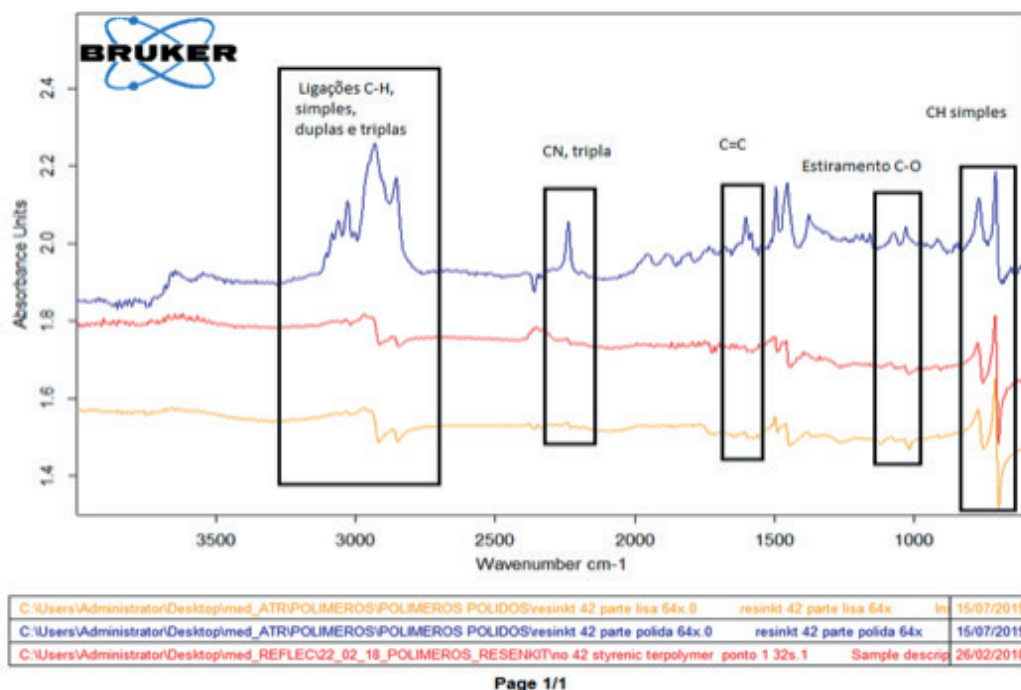


Figura 6. Comparação direta dos espectros de FTIR-reflectância do polímero 42 Styrenic Terpolymer, em três medidas diferentes: medida sem alterações com 32 scans (vermelho), região polida com 64 scans (azul) e região lisa com 64 scans (amarelo). Fonte: própria.

Outro fator que dificulta a identificação dos polímeros deve-se a copolimerização: a junção de diferentes tipos de polímeros de maneira regular ou aleatória, não descritas pelo

fabricante. Este processo intercala dois ou mais polímeros de maneira a complexificar as cadeias (McNAUGHT e WILKINSON, 1996), prejudicando a identificação dos compostos presentes na amostra. O ResinKit™ também nos fornece compostos do tipo Terpolymer, sendo este a junção de três tipos de monômeros diferentes. Quando polymerizados quatro monômeros diferentes, damos o nome de Quarterpolymer. Alguns tipos de Copolymers presentes no kit são Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), styrene/butadiene co-polymer (SBR), styrene-acrylonitrile, e os nylons tipo 6 e 66 (Figura 7).

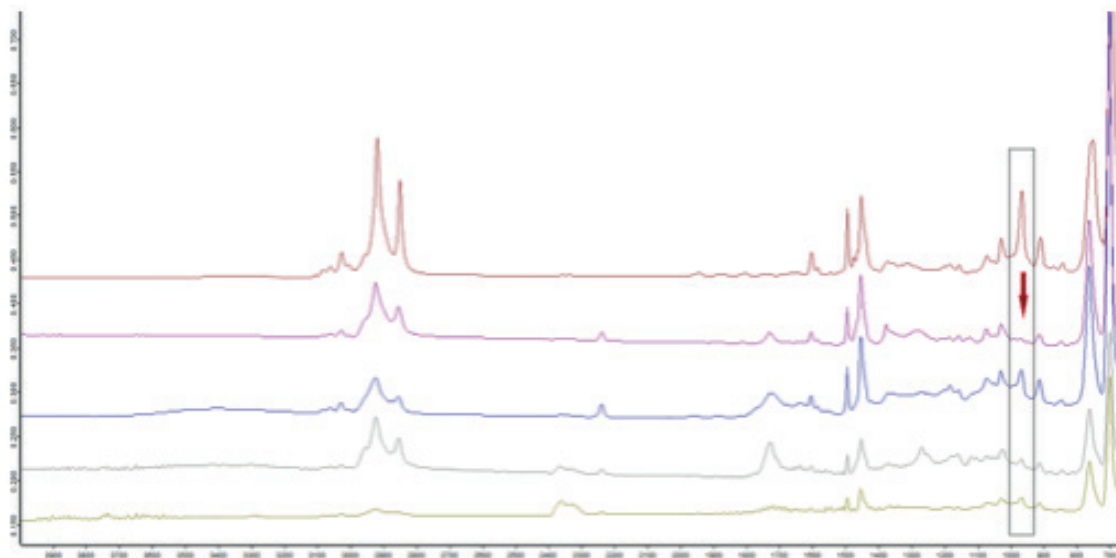


Figura 7. Comparação direta do espectro de FTIR-ATR dos polímeros 5 ABS transparent (verde) 6 ABS medium impact (cinza) 7 Abs High Impact (Azul) 8 Styrene Butadiene Block Copolymer (marrom) e 42 Styrene Terpolymer (rosa). Fonte: própria.

Através da visualização da região em destaque entre 900 e 1000 cm^{-1} , percebe-se nos espectros ATR que há um pico característico de todas as amostras, menos a de número 42. Por exclusão, sendo o butadieno (Butadiene) presente nas amostras 5, 6, 7 e 8, e não presente na 42, pode-se afirmar que este pico é específico deste monômero.

3.1 Obras da Pinacoteca do Estado de São Paulo

A Pinacoteca possui um grande acervo de quase dez mil obras de arte, sendo muitas delas confeccionadas em material polimérico, e isso possibilita um vasto campo de investigação. De acordo com esta possibilidade, foram executadas medidas de FTIR (no modo ATR e reflectância) em algumas obras. Quanto mais diversa a obra, com diferenças em texturas, cores e formas, mais pontos de medidas foram necessários para melhor entender os resultados. Esta metodologia ficará clara mais a frente quando forem apresentados os resultados obtidos.

As medidas executadas na Pinacoteca do Estado de São Paulo foram diversas. Dentre elas, apresentaremos três resultados: pina_2385, pina_7762 e pina_9188. As Figuras 9 a 11 mostram a coleta de dados nas três obras citadas, em diferentes pontos. O espectro da Figura 8 revela total compatibilidade dos espectros obtidos nas medidas das obras com o

espectro obtido na medida do acrílico.

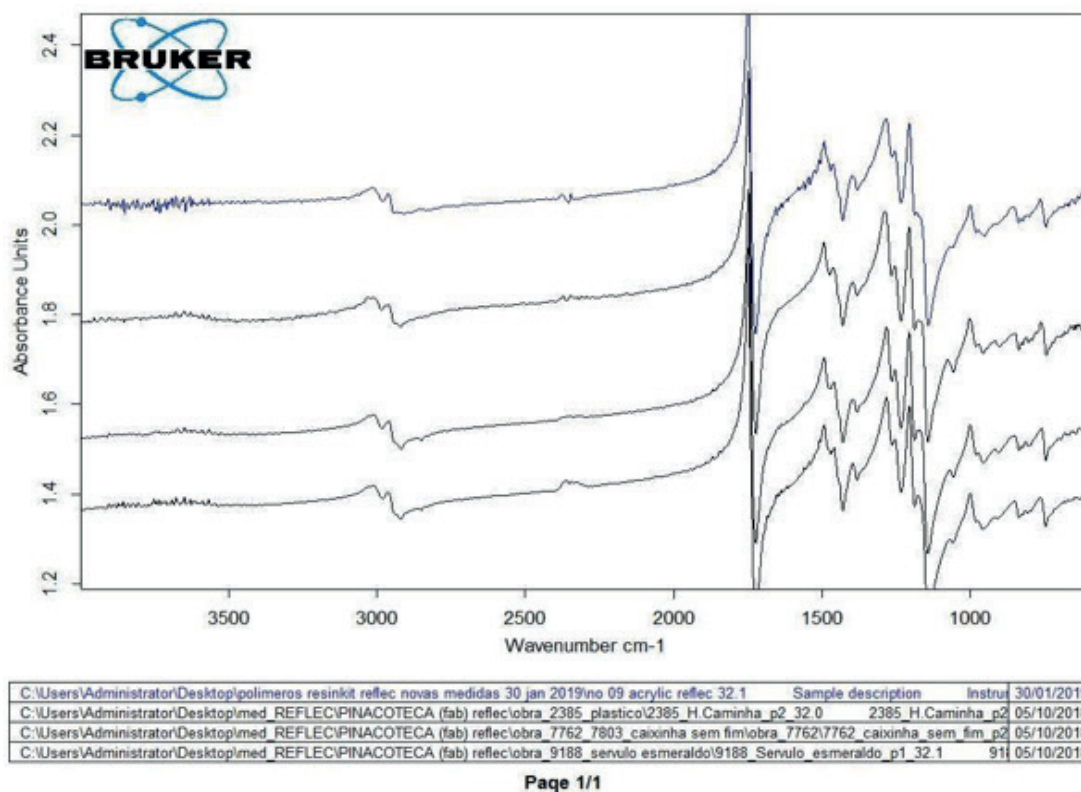


Figura 8. Comparação direta dos espectros de FTIR-reflectância do acrílico, primeiro espectro, com as obras PINA_2385, PINA_7762 e PINA_9188, segundo, terceiro e quarto espectros, respectivamente em ordem de cima para baixo. Fonte: própria.

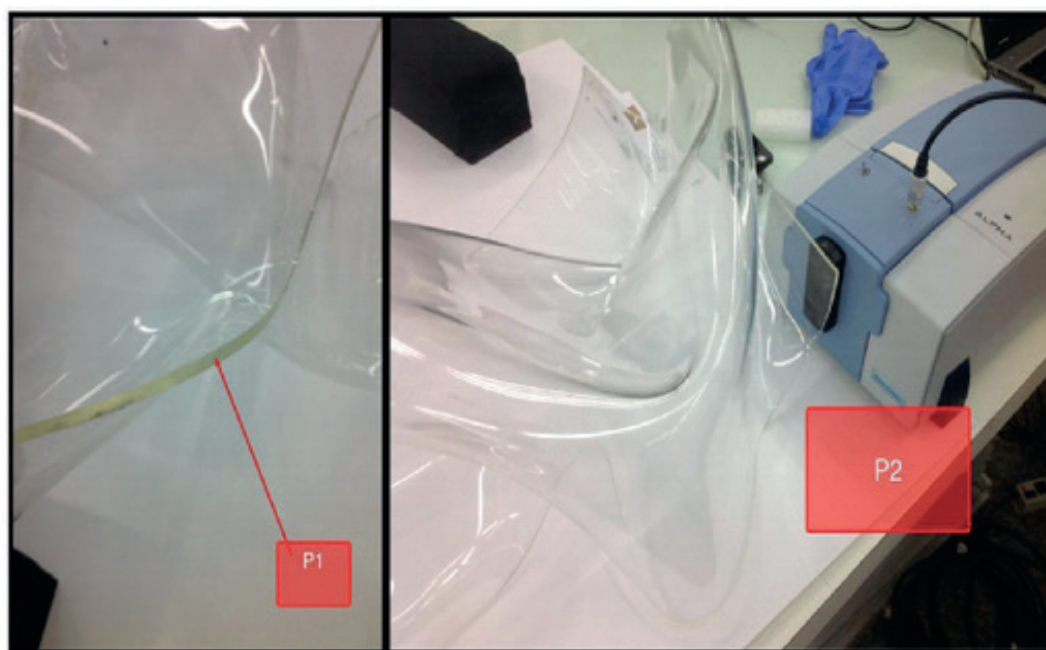


Figura 9. Obra pina_2385. Fonte: própria.



Figura 10. Obra pina_7762. Fonte: própria.

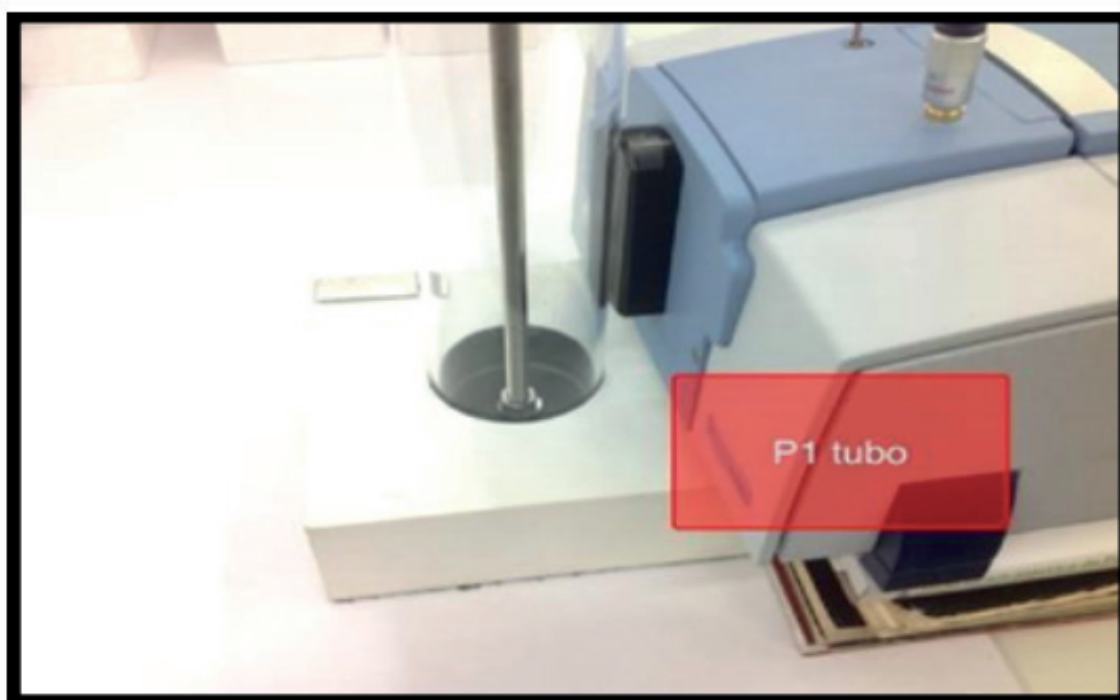


Figura 11. Obra pina_9188. Fonte: própria.

Outra obra explorada possui ainda uma fonte extra de informação, já que também foi medida com técnica similar por outra colaboradora do projeto. A obra pina_9682 foi a primeira a ser medida na Pinacoteca do Estado de São Paulo com nosso equipamento portátil. Consiste de uma folha plástica cuja pintura foi executada com um tipo de tinta preta. A obra possui duas partes, uma moça e um frango no espeto, como mostra a Figura 12.

Esta primeira medida, executada na folha plástica na qual foi pintada a obra, foi feita

com 32 scans. A compatibilidade foi alta, com taxa de qualidade de 863/1000. Verificamos que o nome do composto, ARNEL, é um tipo de fibra fabricada para produção de tecidos a partir da celulose (Lovely Sky Bed, 2015).



Figura 12. Medidas na obra pina_9682. Fonte: própria.

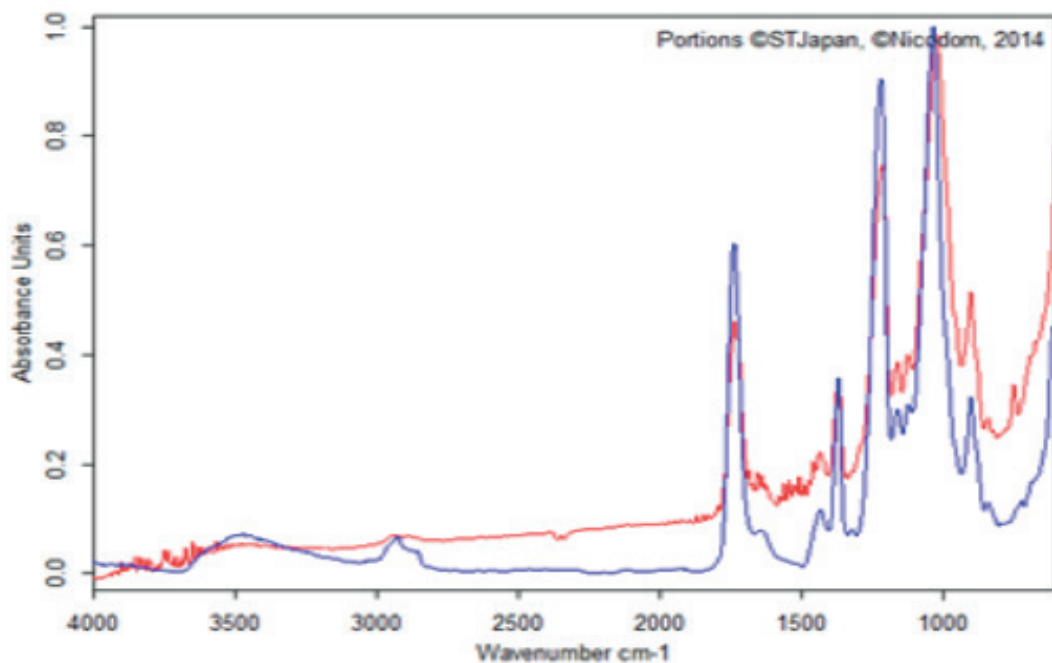


Figura 13. Espectro de comparação do ponto 1 (folha) da obra pina_9682 com o banco de dados do equipamento. Em azul, o composto do banco de dados (ARNEL), e em vermelho, nossa medida. Fonte: própria.

4 | CONCLUSÕES

As medidas realizadas no ResinKit foram fundamentais para o início da nossa investigação e construção do banco de dados. Por se tratarem de referências controladas, foram o passo inicial para entendermos como se dá a identificação, comparação e medição do aparelho (TRANSFERETTI e DAVANZO, 2001). Além disso, compreender as limitações da técnica é importante para as próximas investigações a serem feitas em outros materiais. A reprodutibilidade e compatibilidade dos dados é fundamental para a continuidade da pesquisa, pois a estabilidade das medidas é tanto necessária para a confiabilidade da pesquisa quanto para a verificação das boas condições do equipamento.

Ao compararmos os espectros, verificam-se semelhanças entre estes. Como percebemos nas indicações, as semelhanças entre os picos são guardadas entre os espectros de ATR e Reflectância, nesta amostra e em mais algumas outras. Em algumas amostras, os espectros indicados detêm regiões específicas cujos picos encontram-se claramente invertidos. Há, entretanto, hipóteses a serem apontadas, as quais indicam que esses desencontros são devidos às irregularidades presentes nas amostras. Os polímeros, embora macroscopicamente lisos, possuem micro sulcos, pequenos cortes ou rachaduras que podem afetar a aquisição do sinal.

As medidas nas obras da Pinacoteca do Estado de São Paulo estão em parte apresentadas neste relatório. Algumas delas ainda precisam ser processadas, para que possamos entregar uma análise do que foi de fato extraído. Entretanto, temos material suficiente para fazermos algumas considerações a respeito das dificuldades e das expectativas para os próximos trabalhos. Os módulos ATR e reflectância nos trazem informações ligeiramente diferentes, quando na verdade deveriam ser muito semelhantes.

O equipamento de reflectância utilizado nas medidas das quatro obras acima citadas pode nos ajudar através da transformação Kramers-Kronig. Ela nos permitirá obter espectros semelhantes aos do módulo ATR através de um processamento específico. Este passo é importante, pois muitas das obras são inviáveis de serem medidas em módulo ATR, devido a fatores de dimensões da obra, delicadeza e localização.

5 | AGRADECIMENTOS

À Pinacoteca do Estado de São Paulo pela doação do ResinKit™ utilizado nas medidas deste trabalho, bem como pela possibilidade de aplicação da metodologia no acervo local.

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa e também pela compra do equipamento utilizado nas medidas efetuadas.

REFERÊNCIAS

TRASFERETTI, B.C.; DAVANZO, C.U. **Introdução às técnicas de reflexão especular e reflexão absorção no infravermelho: (1) reflexão especular** - Química Nova, 2001 - SciELO Brasil, disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000100016> Acesso em 02/03/2020.

SAVIELLO, D.; TONIOLO, L.; GOIDANICH, S.; CASADIO, F. **Non-invasive identification of plastic materials in museum collections with portable FTIR reflectance spectroscopy: Reference database and practical applications**, Elsevier 2016, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.07.016>. Acesso em 02/02/2020.

TOMASINI, E.; SIRACUSANO, G.; MAIER, M.S. **Spectroscopic, morphological and chemical characterization of historic pigments based on carbon. Paths for the identification of an artistic pigment** Elsevier 2012, disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.microc.2011.11.005>>. Acesso em 02/03/2020.

LOVELY, S. B. **What the ?? is Celanese Arnel**. Disponível em: <<http://www.lovelyskybed.com/diary/2015/7/15/celanese-arnel>> Acesso em 02/03/2020.

MIKKEL, M. B.; SØRENSEN, A.; SANYOVA, J.; BENDIX, J.; SIMONSEN, K. P. **Characterisation of the rare cadmium chromate pigment in a 19th century tube colour by Raman, FTIR, X-ray and EPR**, Elsevier 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.12.028>>. Acesso em 02/03/2020.

MCNAUGHT, A. D.; WILKINSON, A. (1996). **Glossary of basic terms in polymer science (IUPAC Recommendations 1996)**. Pure and Applied Chemistry. 68: 2287–2311. doi:10.1351/goldbook.C01335. ISBN 978-0-9678550-9-7.

VAHUR, S.; KNUUTINEN, U.; LEITO, L. **ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 500–230 cm⁻¹ for identification of inorganic red pigments**, Elsevier 2009. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.saa.2009.03.027>.

BRUNI, S.; GUGLIELMI, V.; FOGLIA, E. D.; CASTOLDI, M.; GIANNI, G. B. **A non-destructive spectroscopic study of the decoration of archaeological pottery: from matt-painted bichrome ceramic sherds (southern Italy, VIII-VII B.C.) to an intact Etruscan cinerary urn**, Elsevier 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.10.010>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água Subterrânea 36, 39, 40, 41, 42, 202, 207
Aldeídos Aromáticos 160, 161, 167
Análise Numérica 44, 45, 51
Aquecimento 43, 101, 111, 115, 137, 138, 148, 149, 228
Aquífero 30, 31, 34, 35
Associativismo 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258

B

Biocontrole 119, 120

C

Cadastro Territorial 1, 3, 11
Células Solares 133, 137, 138, 143
Cinética de Secagem 109, 111, 112, 115, 116, 117
Classificação 32, 40, 152, 183, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 197, 199
Comunidade 89, 137, 147, 162, 175, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258
Contaminação 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 201, 202, 227, 228, 231, 246
Correntes Atmosféricas 226, 227

D

Demarcação 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 256
Dispositivos Eletrônicos 93
Doença Fúngica 225, 227

E

Espectrofotometria 200, 202

F

Fenômeno Atmosférico 87, 227
Ferrugem Asiática 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 238, 239

H

Hidrodestilação 120, 122
Hidrogeologia 30, 32, 34, 42

I

Informação 31, 59, 60, 86, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 173, 179
Ionosfera 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75

L

Larvicida 120, 121, 123, 125, 126, 128
Linha de Preamar Média 1
Lixo Eletrônico 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107

M

Malha Computacional 43, 45, 49, 52, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239
Marinha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Material Polimérico 170, 171, 177
Mercado Informal 88
Modelagem 13, 14, 28, 43, 45, 47, 52, 111, 117, 226
Modelagem Matemática 43, 47, 117, 226
Modelagem Numérica 13, 14, 28, 43
Multivariada 30, 31, 35, 39, 41, 200, 202

O

Óleo Essencial 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128
Óleo Fúsel 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248
Onda Eletromagnética 55, 59, 61, 64, 70, 75, 82, 87

P

Pedogênese 183, 184, 186, 199
Peneiras Moleculares 146, 148
Plantas Daninhas 200, 201, 227, 246, 247
Plataforma Continental 13
Plumas de Emissários 13
Polímeros 133, 136, 138, 139, 141, 143, 144, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 181, 261
Processamento 44, 45, 47, 48, 49, 52, 97, 109, 114, 137, 144, 181, 236, 241
Processo de Secagem 109, 110, 112, 114, 115
Processos Pedogenéticos 183, 185, 186, 191, 192, 194, 196, 199
Propriedades Medicinais 120

R

Reaproveitamento 105, 240, 246, 247
Região Costeira 13, 14

Resfriamento 43

Resíduos 47, 101, 103, 105, 106, 195, 240, 245, 273

S

Sílicas Mesoporosas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158

Sistemas Dinâmicos 76

Sistemas Ópticos 76

Solventes Orgânicos 200, 202

T

Tecnologia 57, 60, 93, 95, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 239, 273

Terras Raras 133, 137, 138, 143, 259, 261, 262, 263, 268

Terrenos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

U

Umidade 66, 77, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 123, 197, 198

V

Variabilidade Ambiental 183, 184

Vulnerabilidade 11, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41

 **Atena**
Editora

2 0 2 0