

# IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia



Workshop de Engenharia,  
Tecnologia, Pesquisa e Inovação

30 e 31  
de outubro de 2023

Local: Auditório principal  
da Área II EEL/USP

## Livro de resumos e programação do IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia

1ª Edição







## **Autores**

Célia Regina Tomachuk dos Santos Catuogno

Talita Martins Lacerda

André Moreni Lopes

Eduardo Rezende Triboni

Fábio Rodolfo Miguel Batista

Luiz Tadeu Fernandes Eleno

# **Livro de resumos e programação do IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia**

1ª Edição

Lorena  
EEL-USP  
2023

Os direitos autorais dos resumos publicados neste e-book pertencem exclusivamente ao(s) respectivo(s) autor(es), cuja permissão de publicação foi autorizada a título gratuito à EEL/USP por ocasião da submissão dos trabalhos ao **IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia**.

Os resumos publicados exprimem conceitos de responsabilidade exclusiva de seu(s) autor(es), coincidentes ou não com os pontos de vista da Comissão Organizadora, cabendo-lhes, também, a exclusiva responsabilidade pelo cumprimento das normas técnicas e por suas opções metodológicas.

A presente publicação tem acesso público e de uso gratuito, com obrigatoriedade de reconhecimento e citação da autoria original dos resumos.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Livro de resumos e programação do IV  
fronteiras tecnológicas em engenharia [livro  
eletrônico] / Célia Regina Tomachuk dos Santos  
Catuogno...[et al.]. -- 1. ed. -- Lorena, SP :  
Ed. dos Autores, 2023.  
PDF

Outros autores: Talita Martins Lacerda, André  
Moreni Lopes, Eduardo Rezende Triboni, Fábio  
Rodolfo Miguel Batista, Luiz Tadeu Fernandes  
Eleno.

Bibliografia.  
ISBN 978-65-00-89250-5

1. Engenharia - Congressos 2. Inovação  
tecnológica 3. Pesquisa científica 4. Tecnologia  
I. Catuogno, Célia Regina Tomachuk dos Santos.  
II. Lacerda, Talita Martins. III. Lopes, André  
Moreni. IV. Triboni, Eduardo Rezende. V. Batista,  
Fábio Rodolfo Miguel. VI. Eleno, Luiz Tadeu  
Fernandes.

23-186251

CDD-620.0042

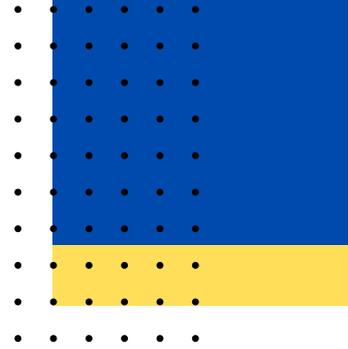
**Índices para catálogo sistemático:**

1. Engenharia : Pesquisa : Tecnologia 620.0042

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



# SUMÁRIO



01. Sobre o evento

02. Comissão organizadora e  
Comissão Técnico-Científico

03. Programação

04. Palestrantes convidados

05. Plenárias

06. Trabalhos submetidos

---



## SOBRE O EVENTO

- Dando continuidade a tradição dos anos anteriores, nos dias 30 e 31 de outubro de 2023, no Auditório principal do Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, realizou-se o **IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia**.
- A premissa foi promover intercâmbio de expertises e experiências entre profissionais que atuam nas mais diversas áreas da Engenharia.
- A programação científica foi composta por plenárias, comunicações orais e pôsteres. E, contou com 96 participantes inscritos de diferentes localidades do Brasil.
- Neste *e-book* encontram-se a programação completa do evento, juntamente com todos os trabalhos submetidos e que foram apresentados na forma oral ou em formato pôster.
- Site* do evento: [www.demar.eel.usp.br/fronteiras](http://www.demar.eel.usp.br/fronteiras)

# Comissão Organizadora

## Comissão Técnico-Científico

Profa. Dra. Célia Regina Tomachuk dos Santos Catuogno -  
USP/EEL/ Departamento de Ciências Básicas e Ambientais  
(Coordenadora)

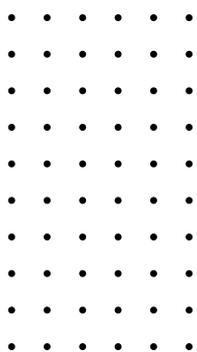
Profa. Dra. Talita Martins Lacerda – USP/EEL/Departamento de  
Biotecnologia

Prof. Dr. André Moreni Lopes – USP/EEL/Departamento de  
Biotecnologia

Prof. Dr. Eduardo Rezende Triboni – USP/EEL/ Engenharia  
Química e de Produção

Prof. Dr. Fábio Rodolfo Miguel Batista – USP/EEL/ Engenharia  
Química e de Produção

Prof. Dr. Luiz Tadeu Fernandes Eleno – USP/EEL/Departamento  
de Engenharia de Materiais



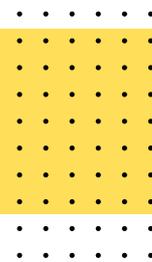
# PROGRAMAÇÃO

Horário	30/10 (segunda-feira)		
8:30-9:00	Abertura		
9:00-9:40	<b>PL1</b>	Profa. Dra. Valéria de Carvalho Santos Ebinuma (UNESP Araraquar)	Células fúngicas como fábricas para produção de colorantes naturais
9:40-10:00	<i>Coffee Break</i> e apresentação de pôsteres simultaneamente		
10:00-10:25	CO	Profa. Dra. Elaine D'Elia (IQ/UFRJ)	<i>Carbon quantum dots as corrosion inhibitors</i>
10:25-10:50	CO	Nicolly Milharado Lourenço Nohara, (EEL/USP)	Estudo da aplicação de nanopartículas de óxido de zinco dopadas com cobre na fotodegradação de polietileno em microescala.
10:50-11:15	CO	Murilo Oliveira Alves Ferreira, (EESC/USP)	O uso de filmes finos nanoestruturados de nióbio e carbono amorfo como revestimento de primeira camada do aço 316L
11:15-11:55	<b>PL2</b>	Prof. Dr. Jorge Augusto de Moura Delezuk, Instituto Federal de São Paulo, campi Campinas	Quitosana e derivados: Superando Desafios para Aplicações Médicas
12:00-14:00	Almoço		
14:00-14:40	<b>PL3</b>	Prof. Dr. Valtencir Zucolotto (IFSC/USP)	Chat-GPT no apoio à escrita científica de alto impacto.
14:40-15:05	CO	Gustavo Henrique Barroso da Silva (EEL/USP)	Síntese verde de nanopartículas de prata (AgNPs) obtidas a partir dos resíduos (casca/polpa) do guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> )
15:05-15:30	CO	Yasmin Caroline S. Figueiredo (EEL/USP)	Cristalização do ROY em ondas sonoras de baixa frequência para formação de polimorfos.
15:30-15:55	CO	Jéssica Siqueira Mancilha Muniz Toledo Nogueira (EEL/USP)	Conversão de glicose em 5-hidroxiacetilfurfural usando NbOPO <sub>4</sub> em formato de pó ou pellet como catalisador heterogêneo.
16:00-16:30	<i>Coffee Break</i> e apresentação de pôsteres simultaneamente		
16:30-17:10	<b>PL4</b>	Prof. Dr. Alex Oliveira Barradas Filho (Universidade Federal do Maranhão, MA)	Interseções entre a Inteligência Artificial & as Engenharias: exploração do contexto contemporâneo, aspectos relevantes e aplicações.
17:10-17:30	Encerramento		

Horário	31/10 (terça-feira)		
8:30-9:00	Abertura		
9:00-9:40	<b>PL5</b>	Prof. Dr. Luís Frederico Pinheiro Dick (UFRGS, RS)	Aplicação de microssondas eletroquímicas no estudo na nucleação da corrosão localizada.
9:40-10:00	<i>Coffee Break</i> e apresentação de pôsteres simultaneamente		
10:00-10:25	CO	Cauê Pettermann Carvalho (EEL/USP)	Crescimento de trinca por fadiga sob razão de carregamento nula na liga AA2198-T851.
10:25-10:50	CO	Paula Letícia Corrêa de Toledo Cury (EEL/USP)	Avaliação da resistência à corrosão de ligas de magnésio biodegradáveis para aplicações ortopédicas.
10:50-11:15	CO	Profa. Dra. Lilian Senna (UERJ)	Revestimentos de conversão inorgânicos como alternativa para aprimorar a adesão e a resistência à corrosão de revestimentos.
11:15-11:55	<b>PL6</b>	Prof. Dr. Jéferson Aparecido Moreto, (EESC/USP)	Ligas de alumínio e a indústria aeronáutica: ensaio de corrosão e corrosão-fadiga.
12:00-14:00	Almoço		
14:00-14:40	<b>PL7</b>	Prof. Dr. José Antônio da Cunha Ponciano Gomes (COPPE/UFRJ)	Monitoração e controle de corrosão em equipamentos submarinos – do projeto ao descomissionamento.
14:40-15:05	CO	Higor Natan Alves Ferreira (EEL/USP)	Produção da liga de Fe-35%Co (% massa) e estudo de suas propriedades magnéticas.
15:05-15:30	CO	Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú (EEL/USP)	Desenvolvimento e caracterização de compósitos Pb Carbono para produção de grades metálicas aplicadas as baterias de chumbo-ácido.
15:30-15:55	CO	Prof. Dr. Robson da Silva Rocha (EEL/USP)	Uso de bagaço de cana-de-açúcar na geração de carbono ativo para aplicações eletroquímicas.
16:00-16:30	<i>Coffee Break</i> e apresentação de pôsteres simultaneamente		
16:30-17:10	<b>PL8</b>	Prof. Dr. Milton S. Torikachvili (San Diego State University)	High-pressure studies of novel topological materials.
17:10-17:30	Encerramento		

PL = Plenária CO = Comunicação Oral

# PALESTRANTES CONVIDADOS



Profa. Dra. Valéria  
de Carvalho Santos  
Einuma

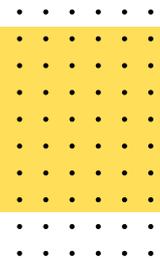
Possui graduação em Engenharia Bioquímica pela EEL/USP (2006). Mestrado e Doutorado pelo Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica da USP. Realizou doutorado sanduíche na Universidade de Reading, UK. Atualmente, é Professora Assistente Doutora do Departamento de Bioprocessos e Biotecnologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP, Campus de Araraquara. Atua nas áreas de biotecnologia, microbiologia industrial e aplicada, processos biotecnológicos, com ênfase em produção em cultivo submerso e purificação por sistemas aquosos bifásicos de biomoléculas.



Prof. Dr. Jorge  
Augusto de Moura  
Delezuk

Possui graduação em licenciatura em química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2006), Mestrado e Doutorado em Físico-Química pelo IQSC/USP, com período sanduíche na Université Claude Bernard Lyon 1 (Lyon, França). Atuou como pós-doutorado no Grupo de Polímeros do IFSC/USUP com período no exterior no laboratório de Nanobioelectronics, na University of California, San Diego. Fez pós-doutorado no Instituto de Química de Araraquara (UNESP). Atualmente é Professor de Físico-Química do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de São Paulo campus de Campinas. Desenvolve pesquisa relacionada a produção e caracterização de fibras biopoliméricas aplicadas em biosensores e micro e nanomotores

# PALESTRANTES CONVIDADOS



**Prof. Dr. Valtencir  
Zucolotto**

Professor Titular no IFSC/USP. Presidente da Comissão de Escrita Científica da USP-São Carlos e Membro da Associação Brasileira de Editores Científicos. Foi coordenador do Instituto de Estudos Avançados da USP-São Carlos e membro do Conselho Superior da INOVA-USP. Possui graduação em Engenharia de Materiais, Mestrado e Doutorado pela Universidade Federal de São Carlos. Realizou estágio na University of Massachusetts, Lowell, USA. Foi Professor visitante na Universidade Joseph Fourier, Grenoble, França. Tem experiência nas áreas de nanotecnologia e desenvolvimento e aplicação de nanomateriais em Medicina e no Agronegócio. Desenvolveu e ministra o curso de pós-graduação em técnicas de escrita científica em inglês.



**Prof. Dr. Alex Oliveira  
Barradas Filho**

Professor de computação da Universidade Federal do Maranhão há oito anos com ênfase em análise de dados e inteligência artificial. Atua como coordenador do Laboratório de Pesquisa em Análise de Dados e Inteligência Artificial local de desenvolvimento de pesquisas com aplicação de Inteligência Artificial nas Engenharias. Além disto, possui compromisso como vice-coordenador e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Aeroespacial do Maranhão, associado à Rede Nordeste Aeroespacial. Iniciou a sua carreira profissional na área de computação em 2002, contribuindo na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão, na Companhia Energética do Maranhão S.A. e na prestação de serviço à Honeywell.

# PALESTRANTES CONVIDADOS



Prof. Dr. Luís Frederico  
Pinheiro Dick

Graduado em Engenharia Metalúrgica pela UFRGS (1981). Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela UFRGS (1986) com Mestrado "sanduíche" no Instituto de Corrosão da Erlangen-Nürnberg-Universität, Alemanha. Doutorado em Corrosão pelo Instituto de Corrosão da Faculdade de Ciência dos Materiais da Erlangen-Nürnberg-Universität (1991). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Engenharia Metalúrgica e Ciência dos Materiais, com ênfase em Corrosão e Processos Eletroquímico e Técnicas Eletroquímicas, SVET e SECM/SIET; MET & MEV; Corrosão de Dutos; Decapagem de Aços Laminados



Prof. Dr. Jéferson  
Aparecido Moreto

É professor da Escola de Engenharia de São Carlos da USP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa (Nível 2) do CNPq. Possui graduação em Física pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), mestrado em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná, doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela USP com período sanduíche na Engineering School of Mechanical Materials Technologies Centre e Pós-doutorado em Engenharia de Materiais pelo IPEN. Foi professor visitante do Seneca College of Applied Arts & Technology (Canadá) e Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST). Os interesses científicos estão voltados para os processos de corrosão e corrosão-fadiga de ligas em geral.

# PALESTRANTES CONVIDADOS



Prof. Dr. José Antônio  
da Cunha Ponciano  
Gomes

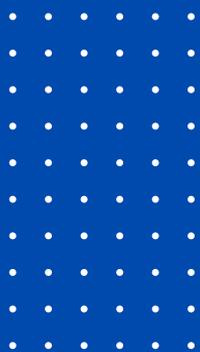
Possui graduação em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1981), Mestrado e Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Corrosão, atuando principalmente nos seguintes temas: corrosão, fragilização pelo hidrogênio, corrosão sob tensão, biomateriais e tribocorrosão



Prof. Dr. Milton S.  
Torikachvili

Possui graduação em Física pela Universidade do Rio Grande do Sul, Mestrado e Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas. Professor no Department of Physics da San Diego State University, San Diego, CA. Especialista em física experimental da matéria condensada. Estuda novos materiais supercondutores e magnéticos, suas propriedades estruturais, eletrônicas, magnéticas e térmicas. Investiga supercondutores magnéticos, flutuação de valência, férmions pesados e compostos de óxidos supercondutores de alta temperatura. Seu laboratório está equipado para a síntese de monocristais utilizando técnicas de crescimento de fluxo e estudando-os sob condições extremas de temperatura (0,35 – 400 K), pressão (0 – 10 GPa) e campo magnético (0 – 9 T). Possui mais de 300 artigos publicados e um índice h de 42

# PLENÁRIAS





## Valéria C. Santos-Ebinuma

Título: Células fúngicas como fábricas para produção de colorantes naturais

Resumo: Os colorantes naturais têm ganhado cada vez mais destaque no mercado devido ao seu potencial para substituir os colorantes sintéticos que podem ser carcinogênicos e apresentar alta taxa de contaminação ambiental. Ademais, os colorantes naturais além de conferir cor a matriz que será aplicado, podem também atribuir propriedades biológicas, tais como, atividade antioxidante e antimicrobiana. Dentre os diferentes processos para obtenção de colorantes naturais, os fungos destacam-se por produzirem compostos com diferentes estruturas químicas e variedade de cor, sendo mais estáveis que os seus similares produzidos por plantas e animais. Porém, para o seu emprego industrial ainda é necessário um avanço tecnológico de forma a reduzir o custo dos colorantes produzidos e aumentar o rendimento desse processo. Assim, os desafios tecnológicos para a produção de colorantes naturais por fungos e os métodos que vem sendo empregado para superar tais obstáculos serão discutidos nessa apresentação através de casos de estudos de produção de colorantes policetídeos por *Talaromyces amestolkiae* e carotenoides por *Rodothroula glutinis*.



## Jorge Augusto de Moura Delezuk

### Quitosana e derivados: Superando Desafios para Aplicações Médicas

A quitosana e seus derivados são amplamente conhecidos em aplicações envolvendo biomateriais e dispositivos médicos. Esse campo possui um alto potencial de crescimento, associado ao aumento da expectativa de vida das pessoas e à crescente preocupação com a saúde e a prevenção em todo o mundo. No entanto, poucos produtos na área médica feitos a partir da quitosana e seus derivados são fabricados em grande escala e comercializados. A palestra tem como objetivo provocar uma reflexão sobre por que há uma lacuna entre o estudo desses materiais e sua produção em larga escala. Se há uma grande quantidade de artigos de pesquisa publicados sobre a quitosana e seus derivados, por que eles não estão disponíveis no mercado? Inicialmente, será abordado informações técnicas sobre a quitosana, incluindo suas características e propriedades relevantes para aplicações médicas. Em seguida, exploraremos os principais desafios associados ao processamento e produção em larga escala desses materiais, destacando os obstáculos e dificuldades que podem surgir durante o processo. Ao final, discutiremos a importância de um maior envolvimento dos cientistas e engenheiros químicos e de materiais nesse campo, visando a integração da ciência dos materiais e a produção em larga escala, a fim de impulsionar a transição da pesquisa para a produção industrial de produtos baseados em quitosana. Através dessa abordagem, esperamos estimular o desenvolvimento de aplicações práticas e impactantes para novos biomateriais na área médica.



## **Prof. Dr. Valtencir Zucolotto**

*Professor Titular da Universidade de São Paulo, USP*

*Coordenador do Grupo de Nanomedicina e Nanotoxicologia, GNano/USP.*

*Presidente da comissão do Portal da Escrita Científica da USP São Carlos.*

*Specialty Chief Editor, Revista Frontiers in Sensors/Biosensors, Switzerland.*

*Editor da Série de Livros: Nanomedicine and Nanotoxicology, Springer-Nature.*

## **Chat-GPT no Apoio à Escrita Científica de Alto Impacto**

A escrita correta e eficiente de artigos científicos representa ainda uma grande barreira ao pleno desenvolvimento científico de muitos pesquisadores. Nesta palestra abordaremos os principais aspectos relacionados à estrutura de artigos científicos de alto impacto e como podemos utilizar ferramentas de inteligência artificial como o Chat-GPT no apoio à escrita.

### **Objetivos:**

- Reconhecer as principais características da linguagem científica;
- Introduzir modelos e identificar as características de algumas seções de um artigo científico;
- Familiarizar-se com a utilização do Chat-GPT no apoio à escrita.



## **Prof. Dr. Aléx Oliveira Baradas Filho**

### Interseções entre a Inteligência Artificial & as Engenharias:

Exploração do contexto contemporâneo, aspectos relevantes e aplicações.

#### **Resumo:**

Nos últimos anos, a popularização de tecnologias associadas a técnicas de Inteligência Artificial (IA) tem revolucionado diversos setores, incluindo as Engenharias. Nesse contexto, aborda-se conceitos gerais sobre IA e suas evoluções na ciência e na sociedade. Trata-se também de elucidar o público sobre a importância da IA na indústria e nas relações entre as pessoas. Ademais, espera-se esclarecer as principais contribuições, características e avanços de algoritmos de aprendizagem de máquina, com destaque as diferentes abordagens, suas figuras de méritos e preocupações éticas. Em seguida, algumas aplicações da IA nas áreas das Engenharias serão mostradas, com direcionamento aos setores da engenharia aeroespacial, biocombustíveis, materiais, entre outros. Ressalta-se que tais aplicações são pesquisas científicas concluídas ou em desenvolvimento pelo Laboratório de Análise de Dados e Inteligência Artificial da Universidade Federal do Maranhão (DARTi). Em conclusão, na presente apresentação, espera-se contribuir em evidenciar as oportunidades da intersecção entre a IA e as Engenharias para impulsionar a inovação, a automatização de processos e a resolução de problemas complexos.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial. Algoritmos de aprendizagem de máquina. Engenharias.

## Aplicação de $\mu$ -sondas eletroquímicas no estudo na nucleação da corrosão localizada

Luís Frederico P. Dick-

Lab. Corrosão e Processos Petroquímicos, Depto. de Metalurgia Escola de Engenharia, UFRGS

**Resumo:** Técnicas microeletroquímicas têm sido usadas ultimamente para acessar a corrosão localizada de materiais metálicos estruturais, fornecendo informações complementares às técnicas eletroquímicas globais. Estudam-se por estas técnicas a cinética de nucleação e crescimento da forma mais frequente de corrosão localizada, *i. e.*, a corrosão por pite e a sua associação com inclusões e defeitos estruturais. Também a corrosão galvânica pode ser estudada pelas técnicas de  $\mu$ -sondas nas suas variantes.

Apresentamos na forma de revisão alguns exemplos próprios do emprego de  $\mu$ -células eletroquímicas capilares (MEC-*Microelectrochemical Capillary Cell*), mapeamento de correntes *in situ* por varredura com  $\mu$ -eletrodo vibratório (SVET-*Scanning Vibrating Electrode Technique*), mapeamento de pH,  $[O_2]_{aq}$  e  $[Fe^{2+}]_{aq}$  pela técnica de varredura com  $\mu$ -eletrodo, também denominada de Microscopia Eletroquímica de Varredura (SECM-*Scanning Electrochemical Microscopy*).

Os exemplos apresentados são da (1) corrosão por pites de Al-ligas anodizadas, com análise da densidade de corrente individual de pite e fontes de erro, (2) nucleação de pites sobre inclusões de MnS com influencia de inibidores base amina, (3) nucleação de pites junto a inclusões duras de TiN de aços supermartensíticos, (4) revestimentos de base Zn obtidas por imersão em metal líquido (HD-Zn). Na Fig. 1 vemos exemplo do emprego da metodologia SVET de mapeamento de corrente de um par galvânico artificial concêntrico de inclusão de  $\alpha$ -MnS e um aço carbono em 0.01 M  $Na_2SO_4$  + 0,1% tetraetilpentamina (TEPA), enquanto que a Fig. 2 mostra a análise por MEC de um aço resulfurado AISI 1141 contendo inclusões reais de MnS em meio de 1 M  $Na_2SO_4$  + 0,1% tetraetilpentamina sobre uma região contendo inclusão e outra livre de inclusões. As limitações destes métodos a as informações obtiveis são analisadas.

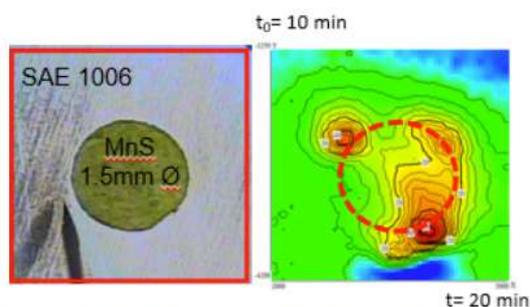


Fig. 1. SVET de par galvânico artificial MnS Aço. 0.01 M  $Na_2SO_4$  + 0.1% TEPA.

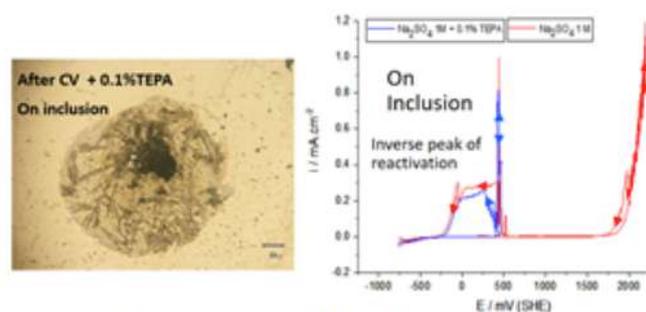


Fig. 2. CV sobre em  $\mu$ -celula capilar de MnS. em 1 M  $Na_2SO_4$  + 0.1% TEPA



**Prof. Dr. Jéferson Aparecido Moreto**

## **Ligas de alumínio e a indústria aeronáutica: testes de corrosão e corrosão-fadiga**

As ligas de alumínio são produzidas e utilizadas em diversas áreas da indústria, em especial no setor aeronáutico. As vantagens dessas ligas em relação às tradicionais incluem: leveza, boa resistência aos processos de corrosão global e localizada e excelente condutividade térmica e elétrica. Além das características supracitadas, as ligas de alumínio podem ser tratadas termicamente, podendo ser comparadas ao aço estrutural e tornando-se muito atraentes para a fabricação de aeronaves. O alumínio puro apresenta uma alta resistência ao processo de corrosão em muitos ambientes, como resultado de um filme protetor de  $Al_2O_3$  que se forma espontaneamente em sua superfície quando exposto ao ar ou em soluções aquosas neutras. Por outro lado, o alumínio puro apresenta uma baixa resistência mecânica. Com o intuito de aprimorar as propriedades mecânicas do material, elementos de liga são adicionados à matriz metálica. Todavia, a adição de elementos de liga promove a formação de partículas intermetálicas que possuem efeitos deletérios na resistência à corrosão, devido ao acoplamento galvânico entre as partículas e a matriz. Assim, as ligas de alumínio são mais propensas a sofrerem processos de corrosão localizada, como resultado dos defeitos no filme passivo que ocorrem próximo às partículas intermetálicas. O comportamento eletroquímico do alumínio e suas ligas tem sido objeto de muitas publicações, inclusive com o objetivo de aumentar sua resistência ao processo de corrosão. E, com um número crescente de aeronaves antigas em serviço, uma compreensão dos efeitos do processo de corrosão localizada torna-se muito importante. Além disso, o entendimento dos mecanismos de corrosão localizada em ligas de alumínio de grau aeronáutico permite explicar, muitas vezes, os processos de falha por fadiga. O processo de corrosão-fadiga é dependente das interações entre o carregamento, os fatores ambientais e metalúrgicos. Dada a grande importância do entendimento dos processos de corrosão e corrosão-fadiga para os cursos de engenharias, de forma geral, este seminário abordará pesquisas inovadoras e aplicadas voltadas ao setor aeronáutico.

## "Monitoração e controle da corrosão em equipamentos submarinos - do projeto ao descomissionamento"

Jose Antônio da Cunha Ponciano Gomes<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Labcorr (Laboratório de Corrosão) - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMM/ COPPE/ UFRJ) – ponciano@metalmat.ufrj.br.

### Resumo

Equipamentos submarinos são utilizados em sistemas de produção de óleo e de gás em diversos oceanos, dentre eles a costa brasileira. São a base de tecnologias de produção já existentes, algumas altamente inovadoras, como no caso de águas profundas do presal brasileiro. A proteção contra a corrosão é um fator crítico para que se mantenha a continuidade operacional e integridade estrutural dos sistemas. A água do mar é um meio no qual os processos de corrosão podem ser intensos, em especial aqueles que afetam os aços carbono. Ao longo de toda vida útil do equipamento as probabilidades de falhas em que a corrosão se apresenta como causa raiz têm sérias consequências ambientais, de segurança e econômicas. Um paradigma para proteção do aço carbono em água do mar é a utilização de revestimentos associados a sistemas de proteção catódica. Nesse último, o critério de proteção tem como base o conceito termodinâmico de imunidade. Nesse trabalho, são apresentados e discutidos os conceitos classicamente adotados em projetos de equipamentos submarinos no que se relaciona com a corrosão, sendo incorporados também fatores cinéticos para se estimar a eficiência de proteção. Aponta-se para uma possível flexibilização dos critérios, levando a uma frequência menor de intervenções para sanar potenciais não conformidades. Além das considerações teóricas de embasamento, informações da literatura técnica são exploradas para se analisar criticamente os critérios mencionados e o seu impacto no desempenho dos equipamentos, alcançando também a fase de descomissionamento, quando as instalações são removidas ou abandonadas no ambiente marinho. A necessidade de um abandono supervisionado é discutida, assim como são apresentadas as alternativas tecnológicas disponíveis para monitoramento e controle da corrosão ao longo do ciclo de vida dos equipamentos submarinos. Conclui-se que há espaço para uma flexibilização de critérios de proteção, porém acompanhada de uma estratégia de sua manutenção por períodos mais longos, alcançando, se necessário, a fase de descomissionamento.



**Palavras-chave:** Corrosão. Equipamentos submarinos. Monitoração e proteção.

Descomissionamento.

## **Agradecimentos**

Autor agradece a EEL-USP pelo convite para participar do evento.

## **Referências**

1. ISO-15589-2: Petroleum, petrochemical, and natural gas industries - Cathodic Protection of Pipeline Transportation Systems - Part 2: Offshore Pipelines. 2012-12-01 ed. Switzerland: ISO, 2012. 11 p.
2. Melchers, R. E. (2021). Long-term immersion corrosion of irons and steel in seawaters with calcareous deposition. *Corrosion*, 77(5), 526-539. 16.
3. Melchers R. E. (2022) Corrosion of steels and irons immersed in natural seawater for up to 600 Y, *Corrosion*, 78(1) 1-9. 17.
4. Melchers, R. E. (2005). Effect of immersion depth on marine corrosion of mild steel. *Corrosion*, 61(9), 895-90

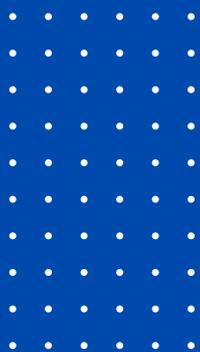


Title: High-pressure studies of novel topological materials

Speaker: Milton S. Torikachvili – San Diego State University

Given their unique properties, topological materials have great potential for applications in quantum information systems, including quantum computing, sensing, and communication. The most germane properties are the robust protection of the electronic properties from defects/impurities, long-range entanglement, and the non-Abelian braiding statistics. Therefore fundamental studies and materials engineering ideas are in order. Pressure is a powerful experimental tool for the study of complex phenomena in condensed matter physics. By compressing the lattice in a controlled manner, pressure allows the fine-tuning of a number of physical properties, which permits a detailed mapping of phase transformations, as well as bringing them about in some cases. This is accomplished without the introduction of disorder, which frequently plagues substitutional studies. In this talk I will discuss 1) the fundamentals of pressure studies; 2) the basic techniques for the measurement of electrical, magnetic, and thermal properties under hydrostatic pressures; and 3) present a few examples of important pressure studies in topological materials.

# COMUNICAÇÕES ORAIS



## *Carbon Quantum Dots as Corrosion Inhibitors*

Eliane D'Elia

<sup>1</sup>*Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Cidade Universitária, 21941-909, Rio de Janeiro, Brazil, eliane@iq.ufrj.br.*

### **Resumo**

Mild steel (MS) is one of the most used materials in the industry due to its low cost, excellent mechanical properties, and recyclability, however its corrosion resistance is very low mainly at extreme pH. The use of corrosion inhibitors is already well disseminated and established both in the literature and industrial application. Inhibitor molecules act by adsorbing on the metal surface creating a protective layer between the metal and the corrosive environment, thus blocking the active corrosion sites [1] Carbon quantum dots are excellent candidates for corrosion inhibitors. These carbon particles are rich in functional groups, multiple bonds, and aromatic rings, are highly soluble and easily modified with heteroatoms. Carbon quantum dots can be obtained by bottom-up and top-down methods and have recently been studied as corrosion inhibitors in various media with very satisfactory results [2]. Recently, methodologies for obtaining carbon quantum dots from green carbon sources have been developed by some research groups [3-6] This presentation aims to show some results with carbon quantum dots obtained from different residues as pumpkin and acerola seeds, olive pit, sugarcane bagasse and garlic peel as corrosion inhibitor for mild steel in 1 mol L<sup>-1</sup> hydrochloric acid medium.

**Palavras-chave:** Corrosion Inhibitors, Carbon Quantum Dots, Mild Steel

### **Agradecimentos**

Petrobras, ANP, CNPq, FAPERJ and CAPES.

### **Referências**

- 1- Kadhim, A., Al-Amiery, A. A., Alazawi, R., Al-Ghezi, M. K. S. & Abass, R. H. Corrosion inhibitors. A review. *Int. J. Corros. Scale Inhib*, 2021, 10, 54–67.
- 2- Tajik, S. et al. Carbon and graphene quantum dots: A review on syntheses, characterization, biological and sensing applications for neurotransmitter determination. *RSC Adv.*, 2020, 10, 15406–15429.

- 3- Yu, L. et al. Fluorescent Egg White-Based Carbon Dots as a High-Sensitivity Iron Chelator for the Therapy of Nonalcoholic Fatty Liver Disease by Iron Overload in Zebrafish. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2021, 13, 54677–54689.
- 4- Atchudan, R. et al. Sustainable synthesis of carbon quantum dots from banana peel waste using hydrothermal process for in vivo bioimaging. *Phys. E Low-dimensional Syst. Nanostructures*, 2021, 126, 114417.
- 5- Kumari, M., Chaudhary, G. R., Chaudhary, S., Huang, M. & Guo, Z. Transformation of waste rice straw to carbon quantum dots and their potential chemical sensing application: green and sustainable approach to overcome stubble burning issues. *Biomass Convers. Biorefinery*, 2022, 1, 1–12.
- 6- Chung Hui, K., Lun Ang, W. & Soraya Sambudi, N. Nitrogen and bismuth-doped rice husk-derived carbon quantum dots for dye degradation and heavy metal removal. *J. Photochem. Photobiol. A Chem.*, 2021, 418, 113411.

## Estudo da aplicação de nanopartículas de óxido de zinco dopadas com cobre na fotodegradação de polietileno em microescala

Nicolý Milhar do Lourenço Nohara<sup>1</sup>, Erika Iveth Cedillo-Gonzalez<sup>2</sup>, Eduardo Rezende Triboni<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Química da Escola de Engenharia de Lorena – USP - Estrada Municipal do Campinho, s/n - Pte. Nova, Lorena - SP, 12602-810. [nicoly.milhar do@usp.br](mailto:nicoly.milhar do@usp.br).

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia “Enzo Ferrari” – Universidade de Modena – Via P. Vivarelli, 10, 41125, Modena, Italy. [ecedillo@unimore.it](mailto:ecedillo@unimore.it).

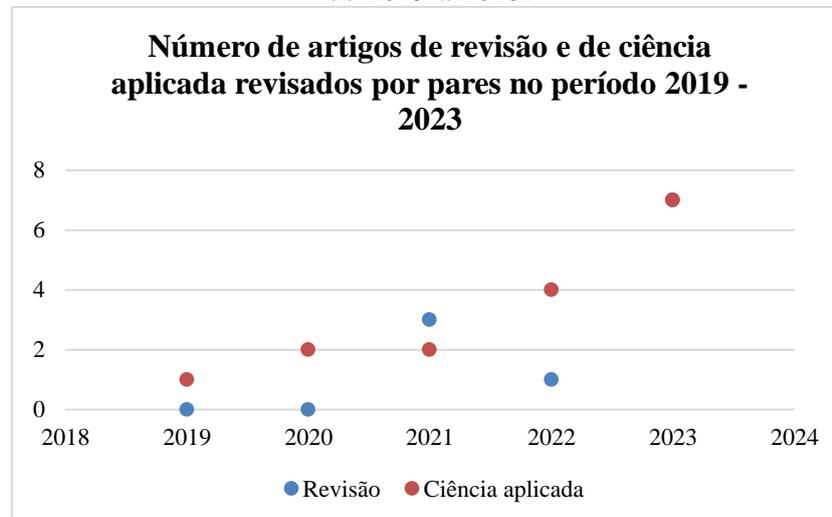
<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Química da Escola de Engenharia de Lorena – USP - Estrada Municipal do Campinho, s/n - Pte. Nova, Lorena - SP, 12602-810. [tribonier@usp.br](mailto:tribonier@usp.br).

### Resumo

Nos últimos 50 anos a fotocatalise heterogênea apresentou resultados consistentes e satisfatórios na degradação de compostos recalcitrantes, incluindo os polímeros. No entanto, é recente a aplicação da tecnologia em microplásticos (ou polímeros em microescala), sendo o primeiro trabalho publicado apenas em 2019. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados preliminares do Projeto de Doutorado FAPESP (Processo nº 2023/00348-9), com vigência de maio de 2023 a janeiro de 2027; o qual propôs de maneira inédita o estudo da eficiência da fotodegradação do polietileno em microescala por nanopartículas (NPs) de óxido de zinco dopadas com cobre (Cu-ZnO). A primeira fase do projeto está em execução, consistindo em pesquisa bibliográfica e bibliométrica, além da obtenção das nanopartículas. As pesquisas bibliográficas e bibliométricas estão sendo realizadas no Portal de Periódico da CAPES, com levantamento dos artigos revisados por pares que combinem no título e assunto, respectivamente, os termos “*microplastics*” e “*photocatalysis*”. O estudo da obtenção das nanopartículas é de caráter exploratório tendo como fatores a proporção de glicerol e solvente (1:2, 1:1 e 2:1), os teores de dopagem de cobre (0,5%; 1,0% e 1,5%) e a temperatura de calcinação (300°C, 400°C e 500°C). Em relação à pesquisa bibliométrica, foram encontrados 27 artigos revisados por pares, dos quais 11 de revisão (Figura 1). Entre os artigos envolvendo experimentos, 3 utilizaram o ZnO puro ou como parte de um material compósito, mas nenhum aplicado à degradação do polietileno. Quanto à obtenção das nanopartículas, foram realizados experimentos com glicerol-água, glicerol-ureia e glicerol-isopropanol, todos com 1% de teor dopante de Cu a 60°C, adaptando a metodologia de Brazuna et al. (2019). As caracterizações dos materiais obtidos serão realizadas em uma próxima etapa, pelas técnicas de difratometria de raios-X, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia de infravermelho, espectroscopia de UV-Vis, distribuição do tamanho de partículas, potencial de carga zero e ensaios de fotogeração de ROS com corante.

**Palavras-chave:** Microplásticos. Fotocatálise. Nanotecnologia.

**Figura 1.** Número de artigos de revisão e de ciência aplicada revisados por pares no período de 2019 a 2023.



### Agradecimentos

Este trabalho recebe apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo nº 2023/00348-9).

### Referências

ACUÑA-BEDOYA, J. D.; LUÉVANO-HIPÓLITO, E.; CEDILLO-GONZÁLEZ, E. I.; DOMÍNGUEZ-JAIMES, L. P.; MARTÍNEZ-HURTADO, A.; HERNANDÉZ-LOPEZ, J. M. Boosting visible-light photocatalytic degradation of polystyrene nanoplastics with immobilized CuxO obtained by anodization. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 9, n. 5, p. 106208, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106208>.

BRAZUNA, L. P.; TABUTI, T. G.; SILVA, A. P.; TADA, D. B.; POLITI, M. J.; BACANI, R.; TRIBONI, E. R. Effect of lithium and sodium ions on the size and morphology of ZnO nanoparticles synthesized by a glycerol–urea route. **New Journal of Chemistry**, v. 43, p. 18988-18995, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C9NJ04331D>.

FU, M.; LI, Y.; WU, S.; LU, P.; LIU, J.; DONG, F. Sol–gel preparation and enhanced photocatalytic performance of Cu-doped ZnO nanoparticles. **Applied Surface Science**, v. 258, n. 4, p. 1587-1591, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433211015583>.

IRIBARREN, A.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, E.; MAQUEIRA, L. Structural, chemical and optical evaluation of Cu-doped ZnO nanoparticles synthesized by an aqueous solution method. **Materials Research Bulletin**, v. 60, p. 376-380, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.materresbull.2014.08.059>.

## O uso de filmes finos nanoestruturados de nióbio e carbono amorfo como revestimento de primeira camada do aço 316L

Murilo Oliveira Alves Ferreira<sup>1</sup>; Fábio Edson Mariani<sup>1</sup>; Natália Bueno Leite Slade<sup>2</sup>; Rogério Valentim Gelamo<sup>3</sup>; Idalina Vieira Aoki<sup>4</sup>; Abner de Siervo<sup>5</sup>; Haroldo Cavalcanti Pinto<sup>1</sup>; Jéferson Aparecido Moreto<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Av. João Dagnone, 1100, CEP 13563-120, São Carlos, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação, Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Av. Doutor Randolpho Borges Júnior, Univerdecidade, CEP 38064200, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Av. Doutor Randolpho Borges Júnior, Univerdecidade, CEP 38064200, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, 380, CEP 05508-010, Cidade Universitária, São Paulo, São Paulo, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), CEP 13083-859, Campinas, São Paulo, Brasil.

### Resumo

O aço 316L é amplamente utilizado devido às suas excelentes propriedades mecânicas e resistência à corrosão em diversos setores, tais como: biomédico, farmacêutico, petróleo e equipamentos de embarcações marítimas. Apesar de sua boa resistência à corrosão ainda existem inúmeras falhas associadas ao processo [1,2]. Este trabalho tem como objetivo investigar a influência de revestimentos nanoestruturados de nióbio e carbono amorfo produzidos pela técnica de *sputtering* reativo na resistência à corrosão do aço inoxidável 316L em meio agressivo contendo íons cloreto. Amostras com e sem revestimentos foram caracterizadas morfológicamente e estruturalmente via as técnicas de MO, MEV/EDX, DRX, FTIR, Espectroscopia Raman e XPS. O comportamento à corrosão foi avaliado via OCP, PpC, EIS e testes de imersão em solução de 0,6 mol L<sup>-1</sup> NaCl. As análises de XPS revelaram claramente a presença de uma fina camada de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, bem como uma camada de óxido de Cr, provavelmente relacionada à fase  $\alpha$ -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O ajuste dos níveis de Nb 3d revelou a presença majoritária da fase Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Com relação à amostra 316L/carbono amorfo, a contribuição majoritária vem da banda C-C em 284,4 eV (66%). Os resultados de XPS corroboram com aqueles obtidos por espectroscopia Raman, apresentando uma banda em 662,74±0,43 cm<sup>-1</sup> atribuída ao Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e H-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em 1080,40±3,37 cm<sup>-1</sup>. A amostra 316L/carbono amorfo revelou duas bandas de absorção localizadas e centradas aproximadamente em 1375,87 cm<sup>-1</sup> e

1579,32  $\text{cm}^{-1}$  relacionadas às bandas D e G. Os resultados de DRX mostraram a formação de filmes nanoestruturados com algumas linhas de difração alargadas. Os resultados obtidos nos testes eletroquímicos demonstram que os revestimentos atuam como uma barreira protetora eficaz contra processo de corrosão localizada. Todas essas descobertas apoiam as potencialidades, bem como o aspecto inovador e aplicado dos filmes finos produzidos no presente trabalho.

**Palavras-chave:** Aço inoxidável 316L, Corrosão global e localizada, filmes nanoestruturados de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , filmes finos de carbono amorfo.

### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos: 303659/2019-0, 402988/2021-3, 302770/2022-4, 440726/2020-4, 310504/2020-1, 302400/2022-2 e 131603/2023-0) e Programa de Apoio a Novos Docentes da USP-2023/02.

### Referências

- [1] J.A. Moreto, R.V. Gelamo, M.V. da Silva, T.T. Steffem, C.J.F. de Oliveira, P.A.A. Buranello, M.R. Pinto, *New insights of  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -based coatings on the 316L SS surfaces: enhanced biological responses*, J. of Mat. Sci.: Mat. in Med., 32 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10856-021-06498-7>.
- [2] J.P.L. Nascimento, M.O.A. Ferreira, R.V. Gelamo, J. Scarmínio, T.T. Steffen, B.P. da Silva, I.V. Aoki, A.G. dos Santos Jr., V.V. de Castro, C.F. Malfatti, J.A. Moreto, *Enhancing the corrosion protection of Ti-6Al-4V alloy through reactive sputtering niobium oxide thin films*, Sur. Coat. Tech., v. 428, (2021), p. 127854. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.127854>.

## Síntese verde de nanopartículas de prata (AgNPs) obtidas a partir dos resíduos (casca/polpa) do guaraná (*Paullinia cupana*)

Gustavo Henrique Barroso da Silva<sup>1</sup>, Fabio Rodolfo Miguel Batista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo email: [gustavossilva23@usp.br](mailto:gustavossilva23@usp.br); [fbatista@usp.br](mailto:fbatista@usp.br)

### Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de uma rota verde para a produção de nanopartículas de prata utilizando-se como meio de síntese, extratos obtidos a partir de resíduos (casca/polpa) da produção do guaraná. Água, etanol e 50% água/50% etanol em volume, além da natureza da biomassa (úmida ou seca) foram avaliadas no processo de extração. AgNPs foram sintetizadas através da adição de uma solução precursora de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) a uma solução de extrato em diferentes proporções. Técnicas de UV-Vis e XRD foram utilizadas para identificação das partículas. Microscopia de transmissão (TEM) foi utilizada para identificação da forma e tamanho médio das partículas. Análise de FTIR permitiram inferir sobre possíveis compostos aderidos à superfície das AgNPs. A biomassa seca e a água pura apresentaram-se como bons agentes extratores gerando um extrato com concentração próxima a  $14 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de compostos fenólicos totais. As análises de UV-Vis apresentaram absorção máxima na faixa de 442 a 465 nm, característico das AgNPs. O padrão XRD também foi compatível com as AgNPs. A análise de TEM demonstram partículas esféricas com diâmetro médio entre 5 e 20 nm. Os resultados indicaram que o extrato aquoso da casca/polpa do guaraná apresenta atividade redutora suficiente para a produção de AgNPs por uma rota verde.

**Palavras-chave:** Biossíntese. Extrato vegetal. Capeamento de nanopartículas.

### Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da CAPES e FAPESP para realizar este trabalho de pesquisa.

### Referências

Arreche, Romina A. et al. Synthesis of silver nanoparticles using extracts from yerba mate (*Ilex paraguariensis*) wastes. *Waste and Biomass Valorization*, v. 11, n. 1, p. 245-253, 2020.

## Cristalização do ROY em Ondas Sonoras de Baixa Frequência; para a Formação de Polimorfos.

Yasmin Caroline S. Figueiredo<sup>1</sup>, Eduardo R. Triboni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEL - Escola de Engenharia de Lorena; Estrada Municipal do Campinho, s/n Pte. Nova, Lorena - SP, 12602-810.  
[figueiredoycs@usp.br](mailto:figueiredoycs@usp.br), [tribonier@usp.br](mailto:tribonier@usp.br)

### Resumo

A molécula 5-metil-2-[(2-nitrofenil)amino]-3-tiofenocarbonitrila (ROY), é atualmente o mais prolífico polimorfo orgânico conhecido. Existe doze estruturas cristalinas de ROY conhecidas. A estrutura para um décimo terceiro polimorfo (RPL) foi proposta, mas ainda não foi caracterizado definitivamente [1]. As moléculas mostram conformações e empacotamentos marcadamente diferentes. A propensão do ROY de formar tantas estruturas cristalinas espontaneamente, atraiu a atenção da comunidade científica, na tentativa de controlar o resultado polimórfico [2]. O presente estudo teve como objetivo explorar o processo de cristalização do ROY quando exposto a ondas de baixa frequência. Deseja-se definir as melhores condições (frequência e intensidade) para obtenção dos polimorfos do material em estudo. Um sistema mecânico-acústico (o mesmo possui uma placa, que variou em acrílico, aço e sem placa) foi desenvolvido para cristalizar separadamente polimorfos de ROY. Em todos os experimentos preparou-se uma solução supersaturada (aquecida entre 75°C e 80°C) de ROY (soluto) em etanol ou isopropanol (solventes), em um recipiente (teflon, vidro, aço inoxidável) que, em seguida, foi fixada no sistema de som, e exposta a ondas sonoras de baixa frequência. Frequência e intensidade são os fatores de variação mais importantes na dada pesquisa. Após solidificação dos cristais, eles são filtrados a vácuo e secos em estufa a 70°C por 24 horas. As fases sólidas foram identificadas por PXRD e visualmente. No referente trabalho verificou-se até o momento cinco polimorfos de ROY, e também cristais concomitante (mescla de duas ou mais fases). Os resultados analisados provam que é possível sintetizar mais de uma forma polimórfica do ROY, por meio de um sistema mecânico-acústico autoral. De forma pioneira, essa cristalização sob ondas de baixa frequência, se mostra ser fortemente promissora, ampliando os conhecimentos da química supramolecular, e contribuindo para operações de cristalização industrial.

**Palavras-chave:** Cristais. Nucleação. Sistema Mecânico-Acústico.

### Agradecimentos

Agradeço ao meu professor orientador Dr. Eduardo Rezende Triboni.

### Referências

1. BERAN, Gregory J. O.; GREENWELL, Chandler. How many more polymorphs of ROY remain undiscovered. Chem. Sci., 2022, 13, 1288.



30 e 31  
de outubro de 2023

Local: Auditório principal  
da Área II EEL/USP



2. WARREN, Lisette; MCGOWAN, Evana. Direct evidence for distinct origins in ROY polymorphs. Royal Society of Chemistry. [S. 1.], p. 1-8, 27 ago 2021.

## Conversão de Glicose em 5-Hidroximetilfurfural Usando NbOPO<sub>4</sub> em Formato de Pó ou Pellet como Catalisador Heterogêneo

Jéssica S. M. M. T. Nogueira<sup>1</sup>, João Paulo A. Silva<sup>2</sup>, Livia M. Carneiro<sup>2</sup>, Inês C. Roberto<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Biotecnologia, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil (jessicasmn@usp.br; iroberto@usp.br).

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil (jpaves80@usp.br; liviacarneiro@usp.br).

### Resumo

A produção de 5-hidroximetilfurfural (HMF), molécula plataforma de grande relevância para o desenvolvimento de biorrefinarias, pode ser acelerada por meio do emprego de catalisadores ácidos homogêneos ou heterogêneos, tais como H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, zeólitas, NbOPO<sub>4</sub>, entre outros. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de HMF a partir de glicose utilizando NbOPO<sub>4</sub> em formato de pó ou pellet como catalisador heterogêneo. As reações foram realizadas em reator Parr, com tempo variando de 0 a 120 min, nas seguintes condições: 50 g/L de glicose, 3,5% m/v de NbOPO<sub>4</sub>, 1:1 v/v acetona:água, 100 mL de meio, 500 rpm e 160 °C. Os dois formatos de catalisador também foram avaliados quanto a estabilidade após 11 ciclos consecutivos nas mesmas condições reacionais anteriores, com tempo reação de 30 e 90 min para o pó e o pellet, respectivamente. Os resultados mostraram que, de forma geral, o catalisador NbOPO<sub>4</sub> é capaz de converter glicose em HMF independente do formato, atingindo concentração e rendimento máximo em HMF de 14,67 g/L e 41,91%, respectivamente em 45 min para o pó e de 12,68 g/L e 35,66%, respectivamente em 120 min para o pellet. Quanto ao teste de estabilidade, verificou-se que o NbOPO<sub>4</sub> em pó, sem nenhum tratamento térmico ou lavagem entre as reações, pode ser aplicado em até sete reações consecutivas sem que haja decréscimo relevante de sua atividade catalítica, enquanto na forma de pellet o catalisador pode ser aplicado em até quatro reações consecutivas. A maior velocidade de reação e estabilidade do NbOPO<sub>4</sub> em pó pode estar associada a maior área superficial (162,92 m<sup>2</sup>/g) deste formato comparado ao pellet (97,14 m<sup>2</sup>/g). Portanto, foi possível verificar que o catalisador NbOPO<sub>4</sub> apresenta elevada estabilidade na conversão de glicose em HMF e boa reciclabilidade, sendo o formato em pó mais adequado para esta reação, por apresentar maior velocidade e estabilidade.

**Palavras-chave:** 5-hidroximetilfurfural; Glicose; NbOPO<sub>4</sub>; Catalisador Heterogêneo; Pellet.

**Agradecimentos:** Capes, CNPq e FAPESP.

## Crescimento de Trinca por Fadiga sob Razão de Carregamento Nula na Liga AA2198-T851 Tratada a Laser

Cauê P. Carvalho<sup>1</sup>, João P. Pascon<sup>1</sup>, Milton S. F. Lima<sup>2</sup>, Carlos A. R. P. Baptista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo (EEL/USP), Estrada Municipal do Campinho, s/n, CEP 12602-810, Lorena-SP, Brasil. e-mail: [caue.pc@usp.br](mailto:caue.pc@usp.br), [jppascon@usp.br](mailto:jppascon@usp.br), [carlos.baptista@usp.br](mailto:carlos.baptista@usp.br).

<sup>2</sup>Instituto de Estudos Avançados, Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (IEAv/DCTA), São José dos Campos-SP, Brasil. e-mail: [msflima@gmail.com](mailto:msflima@gmail.com)

### Resumo

O tratamento de aquecimento a laser (LHT) é uma técnica baseada em tensões residuais conhecida por apresentar eficiência satisfatória em aumentar a vida útil de componentes de ligas de alumínio. A técnica envolve aquecimento local seguido por resfriamento rápido, induzindo tensões residuais compressivas nas proximidades da área aquecida. Por se tratar de uma técnica em desenvolvimento, algumas questões acerca dela permanecem em aberto, como a forma em que a razão de carregamento  $R$  afeta a taxa de crescimento de trinca por fadiga (do inglês, FCG) do material tratado, como a técnica afeta o comportamento em fratura do material e até mesmo a influência de mudanças microestruturais na eficácia da técnica. O estudo em questão se concentrou em espécimes  $M(T)$  produzidos a partir de uma chapa da liga AA2198-T851 com 2,0 mm de espessura. Os corpos-de-prova (CP) foram tratados com um laser a fibra (potência 200 W, velocidade de varredura 1 mm/s) para produzir linhas de aquecimento à frente da trinca. Extensômetros de resistência elétrica foram estrategicamente colados para medir a deformação durante o crescimento da trinca. Os testes de FCG envolveram carregamento de amplitude constante de zero a tração ( $R = 0$ ), seguidos por análise fractográfica por meio da microscopia eletrônica de varredura (SEM). Perfil de microdureza e difração de raios X (DRX) foram utilizados para avaliar a influência das mudanças microestruturais na eficiência da técnica. Os resultados experimentais indicaram um significativo retardo da FCG nos CPs tratados a laser. Apenas os espécimes LHT mostraram evidências de trincas secundárias, corroborando ainda mais o efeito de retardo da FCG. O perfil de microdureza mostrou um declínio em uma ampla faixa próxima às linhas de aquecimento, enquanto a análise de DRX revelou a dissolução de certos precipitados de endurecimento. Comparados com as medições dos extensômetros, os resultados sugerem que as tensões residuais introduzidas sobrepõem quaisquer efeitos de eventuais mudanças microestruturais na propagação de trinca por fadiga.

**Palavras-chave:** Tratamento a laser superficial. Tratamento de aquecimento a laser. Crescimento de trinca por fadiga. AA2198-T851. Fractografia.

## Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob o número de concessão 2018/16438-9. C.P.C. agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e C.A.R.P.B. agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa.

## Referências

- ALEXOPOULOS, N. D. et al. Fatigue behavior of the aeronautical Al – Li (2198) aluminum alloy under constant amplitude loading. **International Journal of Fatigue**, v. 56, p. 95–105, 2013.
- BHAUMIK, S. K.; SUJATA, M.; VENKATASWAMY, M. A. Fatigue failure of aircraft components. **Engineering Failure Analysis**, v. 15, p. 675-694, 2008.
- CARVALHO, C. P.; LIMA, M. S. F.; PASTOUKHOV, V.; BAPTISTA, C. A. R. P. Investigation of laser treatment as a method for fatigue crack growth retardation in aluminum alloy 2198-t851. **Metals**, v. 11, n. 12, p. 1–12, 2021.
- CUNHA, M. C.; LIMA, M. S. F. The influence of laser surface treatment on the fatigue crack growth of AA 2024-T3 aluminum alloy alclad sheet. **Surface & Coatings Technology**, v. 329, p. 244–249, 2017.
- DONATUS, U.; TERADA, M.; OSPINA, C. R.; QUEIROZ, F. M.; BUGARIN, A. F. S.; COSTA, I. On the AA2198-T851 alloy microstructure and its correlation with localized corrosion behaviour. **Corrosion Science**, v. 131, p. 300-309, 2018.
- DURSUN, T.; SOUTIS, C. Recent developments in advanced aircraft aluminium alloys. **Materials and Design**, v. 56, p. 862–871, 2014.
- GROTH, A.; HORSTMANN M.; KASHAEV, N.; HUBER, N. (2015), Design of local heat treatment for crack retardation in aluminium alloys. **Procedia Engineering**, v. 114, p. 271–276, 2015.
- LU, J.; CHANG, L.; WU, S.; YIN, S. Dendritic Boundary Corrosion of AA2198 Weld Using Fiber Laser Welding with Al–Cu Filler Wire. **Acta Metallurgica Sinica**, v. 31, p. 735-741, 2018.
- PARKER, E. R.; PARKER, W. J. **Method for reducing the fatigue crack growth rate of cracks in the aluminum alloy fuselage skin of an aircraft structure**. U.S. Patent n. 5,071,492, 1991.

PRASAD, N. E.; WANHILL, R. J. H. **Aerospace Materials and Material Technologies**. 1. ed. Singapore: Springer, 2017.

RIOJA, R. J.; LIU, J. The Evolution of Al-Li Base Products for Aerospace and Space Applications. **Metallurgical and materials transactions A**, v. 43, p. 3325–3337, Sept. 2012.

SCHNUBEL, D.; HORSTMANN, M.; VENTZKE V.; RIEKEHR, S.; STARON, P.; FISCHER, T; HUBER, N. Retardation of fatigue crack growth in aircraft aluminium alloys via laser heating – Experimental proof of concept. **Materials Science & Engineering A**, v. 546, p. 8–14, 2012.

SEPE, R.; GIANNELLA, V.; RAZAVI, N.; BERTO, F. Characterization of static, fatigue and fracture behaviour of the aluminium-lithium alloy Al-Li 2198-T851. **International Journal of Fatigue**. v. 166, p. 107265, 2023.

STICCHI, M.; SCHNUBEL, D.; KASHAEV, N; HUBER, N. Review of Residual Stress Modification Techniques for Extending the Fatigue Life of Metallic Aircraft Components. **Applied Mechanics Reviews**, v. 67, p. 1–9, 2015.

## Avaliação da resistência à corrosão de ligas de magnésio biodegradáveis para aplicações ortopédicas

Paula L. C. de T. Cury<sup>1</sup>, Lorenzo P. de Souza<sup>2</sup>, Bruno X. de Freitas<sup>3</sup>, Thiely. F. da Silva<sup>4</sup>, Carlos A. Nunes<sup>5</sup>, Célia R. Tomachuk<sup>6</sup>  
*Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, e-mail: paulactury@usp.br<sup>1</sup>, lorenzo.souza@usp.br<sup>2</sup>, thiely.ferreira03@gmail.com<sup>4</sup>, cnunes@usp.br<sup>5</sup>, celiatomachuk@usp.br<sup>6</sup>*  
*Universidade Federal de Itajubá, e-mail: bxfreitas@unifei.edu.br<sup>3</sup>.*

### Resumo

Os implantes biodegradáveis, possuem como característica permanecerem no interior do corpo para corrigir o dano apenas pelo tempo necessário do tecido humano se recuperar, sendo naturalmente degradado com o passar do tempo. Pesquisas com ligas à base de magnésio para uso em implantes ortopédicos estão em ascensão, pois são apontadas como potenciais biomateriais biodegradáveis, visto que, apresentam boa biodegradabilidade, boa biocompatibilidade e propriedades mecânicas satisfatórias [1,2,3]. Nesse contexto, este projeto irá avaliar a resistência à corrosão de duas ligas à base de magnésio com adição de terras raras (Dy – disprósio e Gd – gadolínio) em diferentes etapas de processamento (bruta de fusão, homogeneizada, laminada e envelhecida em duas temperaturas 180 °C e 250 °C). Para o estudo cinético da resistência à corrosão utilizou-se as técnicas de polarização potenciodinâmica cíclica, extrapolação da reta de Tafel e espectroscopia de impedância eletroquímica, além de ensaios não polarizados, como perda de massa por imersão e evolução de hidrogênio. Todos os ensaios foram executados à  $37 \pm 0,5$  °C em solução de Hank's, meio que simula o fluido corpóreo. Após os ensaios de imersão as amostras foram caracterizadas quanto a morfologia por microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, microanálise qualitativa e quantitativa por espectroscopia por energia dispersiva e espectrometria por difração de raios-X. Os resultados preliminares, mostram que cada etapa de processamento garantiu uma leve melhora na resistência à corrosão das ligas, sendo o tratamento de envelhecimento que mostrou maior influência na melhora da resistência à corrosão. De forma geral, a liga de magnésio envelhecida a 250 °C com adição do elemento gadolínio vem apresentando resultados superiores às demais condições e à liga contendo disprósio.

**Palavras-chave:** Ligas de magnésio. Biomateriais. Biodegradação. Elementos Terras Raras.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo CNPq 142337/2019-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2021/02381-8) pelo suporte financeiro.

## Referências

- [1] STAIGER, M. P. et al. **Magnesium and its alloys as orthopedic biomaterials: A review.** *Biomaterials*, mar. 2006.
- [2] YUSOP, A. H. et al. **Porous biodegradable metals for hard tissue scaffolds: A review.** *International Journal of Biomaterials*, 2012.
- [3] ZHENG, Y. et al. Effects of tensile and compressive deformation on corrosion behaviour of a Mg–Zn alloy. *Corrosion Science*, v. 90, p. 445–450, 1 jan. 2015.

## Revestimentos de Conversão Inorgânicos como Alternativa para Aprimorar a Adesão e a Resistência à Corrosão de Revestimentos Cerâmicos ou Orgânicos sobre Aço Carbono

Lilian F. Senna<sup>1</sup>, Antônio V. de Castro Braga<sup>2</sup>, João Carlos S. Silva Jr.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, Pavilhão Haroldo Lisboa, Sala 427, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ. CEP 20550-013. lsenna@uerj.br.

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, Pavilhão Haroldo Lisboa, Sala 427, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ. CEP 20550-013. antoniovdecastro@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, Pavilhão Haroldo Lisboa, Sala 427, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ. CEP 20550-013. joaocarlos.quimica@gmail.com

### Resumo

Revestimentos de conversão são finas camadas inorgânicas depositadas nas superfícies metálicas antes da aplicação de revestimentos orgânicos (tintas, vernizes, etc.) ou inorgânicos (camadas cerâmicas) (PARHIZKAR, RAMEZANZADEH, SHAHRABI, 2018) aumentando a resistência à corrosão de substratos e a aderência de tais revestimentos, melhorando as propriedades do sistema produzido (ZHANG *et al.*, 2017). Em função dos danos à saúde humana e ao meio ambiente causados pelos revestimentos de conversão à base de cromatos e fosfatos, revestimentos à base de silano, sílica ou boehmita têm sido considerados como alternativas para substituir tais processos (CHICO *et al.*, 2012; ADELKHANI, NASOODI, JAFARI, 2014; TIWARI, *et al.*, 2011). No presente trabalho, revestimentos de conversão alternativos foram produzidos sobre aço carbono por sol-gel em *dip coating*, visando a posterior aplicação de revestimentos cerâmicos ou orgânicos. Verificou-se que a temperatura de tratamento térmico afetou a resistência à corrosão do sistema aço carbono/revestimento de conversão (sílica ou boehmita)/filme de alumina. Foi também observado que o pré-tratamento do aço carbono com um inibidor de corrosão aprimorou a resistência à corrosão de filmes de silano. Fazendo a comparação em meio salino, foram obtidas propriedades superiores às camadas fosfatadas em todos os casos estudados.

**Palavras-chave:** Corrosão. Revestimentos de conversão. Revestimentos anticorrosivos

### Agradecimentos

UERJ, FAPERJ, CNPq, CAPES

## Referências

ADELKHANI, H.; NASOODI, S.; JAFARI, A. Corrosion protection properties of silica coatings formed by sol-gel method on Al: The effects of acidity, withdrawal speed, and annealing temperature, *Progress in Organic Coatings*, 77 (2014) 142-145.

CHICO, B.; de LA FUENTE, D.; PÉREZ, M.L.; MORCILLO, M. Corrosion resistance of steel treated with different silane/paint systems, *Journal of Coatings Technology Research*, 9 (2012), 3-13.

PARHIZKAR, N.; RAMEZANZADEH, B.; SHAHRABI, T. Corrosion protection and adhesion properties of the epoxy coating applied on the steel substrate pre-treated by a sol-gel based silane coating filled with amino and isocyanate silane functionalized graphene oxide nanosheets, *Applied Surface Science*, 439 (2018), 45-59.

TIWARI, S.; SAHU, R.K.; PRAMANICK, A.; SINGH, R. Development of conversion coating on mild steel prior to sol-gel nanostructured Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coating for enhancement of corrosion resistance, *Surface and Coatings Technology*, 205 (2011) 4960-4967.

ZHANG, C.; LUO, X.; PAN, X.; LIAO, L.; WU, X.; LIU, Y. Self-healing Li-Al layered double hydroxide conversion coating modified with aspartic acid for 6N01 Al alloy, *Applied Surface Science*, 394 (2017) 275-281.



## Produção da liga de Fe-35%Co (% massa) e estudo de suas propriedades magnéticas.

Higor Natan Alves Ferreira<sup>1</sup>, Cristina Bormio Nunes<sup>2</sup>, Fernando Froes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escola de Engenharia de Lorena, USP, Lorena (SP), Brasil, higor.natan@usp.br

<sup>2</sup> Escola de Engenharia de Lorena, USP, Lorena (SP), Brasil, cristina.bormio@usp.br

<sup>3</sup> Escola de Engenharia de Lorena, USP, Lorena (SP), Brasil, fernando.f@usp.br

### Resumo

As ligas baseadas em ferro (Fe) e cobalto (Co) são ligas magnéticas macias com alta magnetização de saturação e alta temperatura de Curie. No presente estudo foram obtidas as chapas de Fe<sub>0,65</sub>Co<sub>0,35</sub> com o intuito de estudar os efeitos das adições de 5% de Co na liga comparadas com os valores expostos em FROES (2021) da microestrutura e nas propriedades magnéticas. As chapas foram fundidas no forno a arco, recozidas, tendo sido obtidas a indução magnética, a permeabilidade magnética e a magnetostricção. Também foram feitas análises de microscopia eletrônica de varredura/EDS, difratometria de raios X e análise da dureza Vickers. Estes fatores são interessantes para a aplicação do material na forma de chapas em núcleos de motores e transformadores de alta performance, ou seja, que necessitam de alta indução magnética de saturação. A partir de um dos resultados obtidos e comparados com FROES (2021) vemos que o aumento da quantidade de Co de 30% para 35% ao Fe aumentou minimamente os valores de Campo Coercitivo (H<sub>c</sub>) e Campo Remanente (Br). Um ponto em exploração é que em Han (2017) o valor da magnetostricção é muito menor comparado com o que obtivemos, além de não apresentarem os valores de  $\lambda_{\text{long}}$  e  $\lambda_{\text{trans}}$ , dificultando a comparação com os valores que determinamos.

**Palavras-chave:** Fe-Co; Permeabilidade magnética. Magnetostricção. Campo coercitivo.

### Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Programa Unificado de Bolsas da USP (PUB-USP) e ao Fundo de Amparo a Pesquisas do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro, assim como para os membros do grupo de pesquisa orientados pela Profa. Dra. Cristina.

### Referências

- Froes, Fernando. *Obtenção de ligas magnéticas de Fe<sub>0,70</sub>Co<sub>0,30</sub>, com adição de Nb e Ti: Estudo de propriedades físicas*. Diss. Universidade de São Paulo. (2021)
- Sundar, R. S. & Deevi, S. C. Soft magnetic FeCo alloys: alloy development, processing, and properties. *Int. Mater. Rev.* **50**, 157–192 (2005).
- Han, Yongjun, et al. "Tailoring the heterogeneous magnetostriction in Fe-Co alloys." *Journal of Alloys and Compounds* 699 (2017): 200-209.

## Desenvolvimento e caracterização de compósitos Pb Carbono para produção de grades metálicas aplicadas as baterias de chumbo-ácido

Caio Marcello F. A. Cossú<sup>1</sup>, Heverson R. de Freitas<sup>2</sup>, Monique O. T. da Conceição<sup>3</sup>, Liana A. Rodrigues<sup>1</sup>, Marco Antonio C. Berton<sup>2</sup>, Carlos A. Nunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena/ SP, Brasil

<sup>2</sup>Instituto SENAI de Inovação em Eletroquímica, Curitiba/ PR, Brasil

<sup>3</sup>Faculdade de Tecnologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende/ RJ, Brasil

### Resumo

Por décadas, baterias chumbo-ácidas fornecem energia para sistemas elétricos através das reações de oxirredução entre as massas ativas positivas (Pb) e negativas (PbO<sub>2</sub>). Entretanto, as limitações no fornecimento de energia, a baixa densidade de energia e as limitações encontradas nos ciclos de carga/descarga, sugerem novos estudos para melhorar o armazenamento de energia e a vida útil das baterias. Estudos mostraram que inclusões de carbono na composição da massa ativa, melhoram significativamente as propriedades eletroquímicas. O objetivo deste trabalho é desenvolver novos compósitos Pb Carbono para a produção de grades metálicas, comparando a influência dos diferentes tipos de carbono (grafite, grafeno e xerogel) na formação dos cristais de PbSO<sub>4</sub> e as variações nas propriedades mecânicas e resultados eletroquímicos. Os compósitos Pb Carbono foram produzidos por metalurgia do pó, prensados à 350 MPa e sinterizadas a 320°C por 48 h. A microestrutura foi caracterizadas por DRX, MEV e EDS e a propriedade mecânica por microdureza Vickers. As propriedades eletroquímicas das amostras foram avaliadas pelas técnicas de OCP, seguido de medidas de polarização potenciodinâmica em meio similar ao das baterias das baterias VRLA (4,91 mol/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A caracterização microestrutural por microscopia e microanálise mostraram boa distribuição de carbono na matriz Pb, corroborando com os resultados de difratometria, detectando os picos cristalinos provenientes das partículas de carbono, as dispersões de carbono promoveu o aumento da microdureza Vickers de 9,3 HV (Pb puro) para 14,1 HV (Pb Grafeno). Os resultados eletroquímicos, aplicando a método de extrapolação da reta de Tafel nas curvas de polarização potenciodinâmica, mostraram que as partículas de carbono aumentaram a densidade de corrente de corrosão de 0,75 (Pb puro) para 19 mA/cm<sup>2</sup> (Pb Grafite), sugerindo que as propriedades físicas das partículas de carbono causam o aumento e controle do tamanho dos cristais de PbSO<sub>4</sub> na interface eletrodo/ eletrólito.

**Palavras-chave:** Metalurgia do Pó. Compósitos Pb Carbono. Caracterização. Eletroquímica.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e ao Instituto SENAI em Inovação em Eletroquímica.

## Referências

BURASHNIKOVA, M. M.; ZOROTOVA, I. V.; KAZARINOV, I. A. Impedance Spectroscopy Study Layers on the Surface of Lead-Tin and Lead-Tin-Calcium Alloys Anodically Oxidized in 4,8M Sulfuric Acid Solution. **Russian Journal of Electrochemistry**, v. 49, n. 11, p. 1039–1044, 2013.

D'ALKAINE, C. V.; GARCIA, C. M.; BRITO, G. A. O.; PRATTA, P. M. P.; FERNANDES, F. P. Disruption processes in films grown and reduced electrochemically on metals. **Journal Solid State Electrochem**, v. 11, nº 1575, 2007

PAVLOV, D., Lead-Acid Batteries science and technology, 1 ed., The Netherlands-The Boulevard, Lang-ford lane, Kidlington, Oxford, **Elsevier**, 2011.

PAVLOV, D.; PETKOVA, G.; ROGACHEV, T. Influence of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentration on the performance of lead–acid battery negative plates. **Journal of Power Sources**, v. 175, p. 586–594, 2008.

YOLSHINA, L. A.; KUDYAKOV, V. Ya.; ZYRYANOV, V. G. A lead-film electrode on an aluminium substrate to serve as a lead-acid battery plate. **Journal of Power Sources**, v. 78, p. 84–87, 1999.

YOLSHINA, L. A.; YOLSHINA, V. A.; YOLSHIN, A. N.; PLAKSIN, S. V. Novel lead-graphene and lead-graphite metallic composite materials for possible application as positive electrode grid in lead-acid battery. **Journal of Power Sources**, v. 278, p. 87–97, 2015.

## Uso de bagaço de cana-de-açúcar na geração de carbono ativo para aplicações eletroquímicas

Robson S. Rocha<sup>1\*</sup>, Túlio P. Pôrto<sup>2</sup>, Beatriz Nogueira<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Escola de Engenharia de Lorena - Estrada municipal do Campinho, Nº 100, Campinho, Lorena/SP.

\*robson.rocha@usp.br

### Resumo

O Brasil é um dos maiores produtores sucroalcooleiros do mundo, sendo a cana de açúcar uma das monoculturas que apresenta maior ocupação territorial. Nesse contexto, grandes quantidades de bagaço de cana de açúcar são geradas e propostas para valorização desse resíduo também são investigadas. Objetivo, estudar a conversão do bagaço de cana de açúcar em carbono ativado para aplicações de eletrogeração in situ de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). A metodologia consistiu em impregnação utilizando ácido fosfórico, seguido de ativação térmica em mufla. As condições experimentais foram obtidas através de um delineamento experimental do tipo superfície de resposta, tendo como fatores a temperatura, tempo de mufla e concentração do ativador. Os bagaços foram cortados e secos em estufa, sendo em seguida triturados, obtendo um pó de coloração marrom escura. As impregnações foram feitas na proporção de 1:10 (m/v) de resíduo (g) por ácido fosfórico (mL). O material calcinado foi macerado e peneirado em peneira granulométrica e o resultante foi caracterizado por voltametria linear utilizando rotating ring disc electrode (RRDE)<sup>1,2</sup>, em meios de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05M pH 3 saturado de O<sub>2</sub>. A eficiência teórica de geração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi calculada conforme literatura<sup>2,3</sup> em potencial -0.7 V vs Ag/AgCl. Foi encontrado, para as condições propostas, o material com maior porcentagem de geração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que foi sintetizado nas seguintes condições: 580 °C durante 30 minutos de mufla com solução de 25 % de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Para materiais sintetizados em temperaturas maiores foi observado aumentado volume de mesoporos e área superficial (BET), porém, a quantidade de oxigênio na superfície diminuiu (XPS), culminando em condições eletroquímicas inferiores para geração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

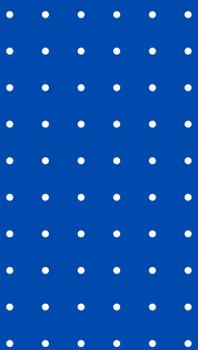
**Palavras-chave:** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, carbono ativo, reação de redução de oxigênio

**Agradecimentos:** FAPESP (2017/18574-4 e 2023/07750-7), CAPES e CNPq

### Referências

- 1-L.C. Trevelin, R.B. Valim, J.F. Carneiro, A. De Siervo, R.S. Rocha, M.R.V. Lanza. Journal of Electroanalytical Chemistry 87 (2020) 114746.
- 2- L.C. Trevelin, R.B. Valim, J.C. Lourenço, A. De Siervo, R.S. Rocha, M.R.V. Lanza. Advanced Powder Technology 34 (2023) 104108
- 3- J.F. Carneiro, R.S. Rocha, P. Hammer, R. Bertazzoli, M.R.V. Lanza. Applied Catalysis A 517 (2016) 161-167

# TRABALHOS SUBMETIDOS PARA APRESENTAÇÃO PÔSTER



## Effect of Pullulan's Molecular Weight on its Chemical Modification with 2-Bromopropionyl bromide

Atefe S. Lari<sup>1</sup>, Layde T. Carvalho<sup>2</sup>, Gabriela A. Silva<sup>2</sup>, Gizelda M. Alves<sup>2</sup>, Julio C. Santos<sup>3</sup>, Amilton M. Santos<sup>2</sup>, Nicole R. Demarquette<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Mechanical Engineering, École de Technologie Supérieure (ÉTS), Montreal, Canada.*

<sup>2</sup> *Engineering School of Lorena (EEL), Department of Chemical Engineering, University of São Paulo (USP), Lorena, Brazil.*

<sup>3</sup> *Engineering School of Lorena (EEL), Department of Biotechnology, University of São Paulo (USP), Lorena, Brazil.*

### Summary

The unique properties of Pullulan, which is a hydrophilic, biocompatible, and nontoxic natural polymer, make it a promising candidate for drug delivery applications [1]. However, its water affinity and properties need to be optimized for obtaining a drug delivery system. The hydroxyl groups available on the pullulan's backbone allow different chemical modifications, which seek to change its properties. Moreover, the pullulan's molecular weight can be an important parameter that affects its chemical modification [2]. Therefore, this work aims to investigate the effect of reducing the pullulan's molecular weight on its chemical modification by 2-bromopropionyl bromide. In this regard, pullulan was first subjected to a hydrochloric acid solution to generate a lower molecular weight polymer, and then the bromo-functionalized pullulan was synthesized and characterized. Therefore, the molecular weight of pullulan at different time intervals of acid hydrolysis was characterized by Gel permeation chromatography (GPC). Finally, the chemical structures of the reagents and the polymers were assessed by Proton Nuclear Magnetic Resonance (<sup>1</sup>H NMR), and Fourier Transform Infrared (FTIR).

**Keywords:** Pullulan, Molecular weight reduction, Chemical modification

### References

- [1] SINGH, RAM SARUP; et al. Pullulan in biomedical research and development-A review. *Int. J. Biol. Macromol.*, v. 166, p. 694-706, 2021.
- [2] CRISTINA, LUPO; et al. Influence of partial acid hydrolysis on size, dispersity, monosaccharide composition, and conformation of linearly-branched water-soluble polysaccharides. *Molecules*, v. 25, p. 2982, 2020.

## Tratamentos de conversão alternativos contendo Cr(III) com íons Co e Zr.

Barbara L. M. Souza<sup>1</sup>, Célia R. Tomachuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda Eng. Materiais USP, Escola de Engenharia de Lorena, Brasil ([barbara.lois@usp.br](mailto:barbara.lois@usp.br))

<sup>2</sup>Profª. Drª. USP, Escola de Engenharia de Lorena, Brasil ([celiatomachuk@usp.br](mailto:celiatomachuk@usp.br))

### Resumo

Os tratamentos de conversão fornecem proteção contra corrosão para revestimentos de zinco[1]. Os mais eficientes contêm íons de Cr(VI). No entanto, estes íons são tóxicos e têm sido sujeitos a restrições, razão pela qual existe interesse em tratamentos com potencial para substituí-los. Nesse contexto, foram estudados eletrólitos livres de Cr<sup>6+</sup>, à base de íons Cr<sup>3+</sup> com zircônio pH 4,2 e íons Cr<sup>3+</sup> com cobalto pH 1,8. Tempo de imersão 90 s, agitação mecânica, temperatura (22 ± 3) °C, e secagem em estufa a 80 °C por 20 min. Os eletro galvanizados foram obtidos a partir de um banho alcalino isento de íons cianetos, e com 10 µm de espessura para mitigar a interferência do substrato na caracterização do produto. Os ensaios eletroquímicos foram realizados com uma célula composta por: eletrodo de trabalho; eletrodo de referência (Ag|AgCl) e contra-eletrodo (Pt) acoplado ao potenciostato/galvanostato Solartron SI 1287. A resistência à corrosão foi avaliada por meio de curvas de polarização potenciodinâmica anódica e catódica realizadas em meio de NaCl 0,6 mol/L, velocidade de varredura 10 mV/s e, partindo de -1,5 V/Ag|AgCl até +0,5 V/Ag|AgCl, em relação ao potencial de circuito aberto. A microestrutura foi caracterizada por Microscopia Eletrônica de Varredura, (MEV) modelo MIRA 4, marca TESCAN. Os resultados preliminares indicam que os tratamentos de conversão à base de Cr<sup>3+</sup> são alternativas promissoras aos tratamentos tradicionais à base de cromo hexavalente, as soluções de tratamento à base de íons Cr<sup>3+</sup> contendo Co e Zr, são menos tóxicas do que os compostos à base de Cr<sup>6+</sup>. As soluções à base de Cr<sup>3+</sup> e cobalto se tornaram um tratamento básico para a maioria dos processos comerciais, pelo fato do cobalto apresentar boa estabilidade química. Entretanto, os resultados deste estudo são preliminares e investigações estão sendo realizadas para apresentação em breve.

**Palavras-chave:** corrosão, revestimento de zinco, tratamento de conversão, íons cromo.

### Agradecimentos

O trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e CNPq Processo 407549/2022-5.

### Referências

[1] Ma, Q., Wang, L., Sun, W., Yang, Z., Wang, S., Liu, G. Effect of chemical conversion induced by self-corrosion of zinc powders on enhancing corrosion protection performance of zinc-rich coatings. Corrosion Science. 194 (2022).

## **Desenvolvimento de sistema experimental para avaliação de cinética de dissolução de ligas bioabsorvíveis de magnésio em condições semi-estáticas.**

Camila Dias dos reis Barros, Eduardo Alencar de Souza<sup>2</sup>, José Antônio da Cunha Ponciano Gomes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Labcorr (Laboratório de Corrosão) - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMM/ COPPE/ UFRJ) – creis@metalmat.ufrj.br.

<sup>2</sup>Labcorr (Laboratório de Corrosão) - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMM/ COPPE/ UFRJ) – eas@metalmat.ufrj.br.

<sup>3</sup>Labcorr (Laboratório de Corrosão) - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMM/ COPPE/ UFRJ) –ponciano@metalmat.ufrj.br.

### **Resumo**

Apresenta-se o desenvolvimento de sistema experimental em laboratório que mimetize as condições presentes em câmara de incubação de cultivo e reprodução celular para realização de ensaios gravimétricos de ligas bioabsorvíveis de magnésio. Objetivo do desenvolvimento é a realização de avaliações em condição semi-estática, que permitam a renovação da solução em taxa adequada, compatível com a taxa de circulação in vivo, simulando a condição de tamponamento corpóreo e com renovação da disponibilidade iônica. Essa condição semi-estática incorpora fatores que influenciam diretamente na formação de produtos de corrosão e as taxas de dissolução das ligas. As condições de avaliação impostas incluem a presença de uma atmosfera controlada contendo 5% CO<sub>2</sub>, 37°C, 95% de umidade e esterilização por radiação UV, que simulam uma câmara de incubação. Foram realizados pré-testes para ajustes dos parâmetros operacionais e de instrumentação, e realizadas algumas medidas gravimétricas preliminares das ligas em presença de uma solução simuladora de fluido corpóreo. Os resultados obtidos com o sistema experimental desenvolvido serão complementados pela realização de análises de superfície por diferentes técnicas, de modo a caracterizar a morfologia de dissolução verificada e sua intensidade estimada pelo método gravimétrico.

**Palavras-chave:** Corrosão, Ligas bioabsorvíveis magnésio

**Agradecimentos:** Apoio financeiro FAPERJ

### **Referências**

- 1- SAAD, Amir Putra Md et al. Dynamic degradation of porous magnesium under a simulated environment of human cancellous bone. Corrosion Science, v. 112, p. 495-506, 2016.
- 2- HOU, Ruiqing et al. Effects of proteins on magnesium degradation-static vs. dynamic conditions. Journal of Magnesium and Alloys, 2021.

## Estudo da deposição de biopolímero em ligas de magnésio.

Cássia M. Alves<sup>1</sup>, Paula L.C.T. Cury<sup>2</sup>, Talita M. Lacerda<sup>3</sup>, Célia R. Tomachuk<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, cassiamarcorin@usp.br

<sup>2</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, paulactury@usp.br

<sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, talitalacerda@usp.br

<sup>4</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, celiatomachuk@usp.br

### Resumo

Ligas de magnésio são potenciais biomateriais bioabsorvíveis para o uso em implantes ortopédicos temporários devido a sua excelente taxa de biodegradabilidade, ótima biocompatibilidade e suas características muito próximas ao do osso humano, além da alta resistência e rigidez, após adequado processamento [3]. Contudo, sofrem corrosão acelerada em meio fisiológico limitando sua aplicação para este fim [1]. Polímeros biocompatíveis naturais ou sintéticos tem sido uma alternativa, podendo ser utilizados em processos de separação de células, e na elaboração de sistemas de liberação controlada de princípios ativos, e até como revestimentos poliméricos para próteses metálicas [2]. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar o processo de deposição de biofilmes à base de: quitosana, pululana, pululana + glicerol e, policaprolactona, em chapas de ligas de magnésio contendo terras raras (gadolínio ou disprósio). As soluções foram preparadas com reagentes grau PA. Com o intuito de avaliar a influência da rugosidade superficial na adesão da camada polimérica, as amostras foram avaliadas com e sem ataque químico. O processo de limpeza da superfície foi por ultrassom durante 2 min com álcool etílico. O ataque químico foi realizado em solução de ácido fluorídrico 12% por 15 min. A deposição foi realizada manualmente simulando um processo de *dip-coating*. Foram três imersões de 10 s. A cura da camada dos biofilmes naturais (à base de quitosana e pululana) foi realizada em estufa na temperatura de 60°C por 20 h, enquanto o biofilme formado à base de policaprolactona, temperatura ambiente por 24 h. Observou-se que o ataque químico proporcionou a adesão do biofilme. Dentre as soluções investigadas pode-se observar que a pululana + glicerol apresentou uma camada aderente, homogênea, uniforme e sem bolhas em comparação com as demais. Esses resultados são preliminares e precisam ser otimizados. A caracterização superficial e os ensaios de avaliação de resistência à corrosão se fazem necessários para selecionar a camada polimérica com melhor desempenho.

**Palavras-chave:** Corrosão. Biomateriais. Ligas. Magnésio. Revestimento. Biopolímeros.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo CNPq 142337/2019-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2021/02381-8) pelo suporte financeiro.

## Referências

- [1] TSAKIRIS, V., TARDEI, C., CLICINSCHI, F. M. Biodegradable Mg alloys for orthopedic implants – A review. **Journal of Magnesium and Alloys**, v. 9, n. 6, p.1884–1905, Nov. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2021.06.024>
- [2] YUSOFF, N.I.S.M. WAHIT, M.U. THAM, W.H. WONG, T. LEE, X.Y. JAMALUDIN, F.H. Biodegradable polymer blends and composites for biomedical applications. RANGAPPA, S.M. et al. (Editores). **Biodegradable Polymers, Blends and Composites**. Woodhead Publishing Series, 2022. p. 573-590.
- [3] ZERANKESHI, M.M. ALIZADEH, R. GERASHI, E. ASADOLLAHI, M. LANGDON, T.G. Effects of heat treatment on the corrosion behavior and mechanical properties of biodegradable Mg alloys. **Journal of Magnesium and Alloys**, v. 10, n. 7, p. 1737-1785, Jul. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2022.04.010>.

## INTRODUÇÃO

O composto LaRhSn faz parte de uma família de supercondutores não-centrossimétricos de protótipo ZrNiAl de grupo espacial  $P\bar{6}2m$  com temperatura crítica próxima dos 10K. Os cálculos de propriedades eletrônicas por primeiros princípios podem contribuir para o entendimento do fenômeno da supercondutividade sob essa perspectiva e assim possibilitar um modelo explicativo para esses materiais [1].

## METODOLOGIA

Os cálculos de estrutura eletrônica por primeiros princípios para o composto LaRhSn foram feitos pelo software de código aberto Quantum ESPRESSO [2], sendo executados nos clusters “aguia4” do Laboratório de Computação Científica Avançada (LCCA) da Universidade de São Paulo.

## RESULTADOS

Com o tratamento dos dados obtidos através do uso de programação em python e de softwares como fermisurfer, foram obtidos a densidade de estados eletrônicos, estrutura de bandas e a superfície de Fermi com e sem acoplamento spin-órbita.

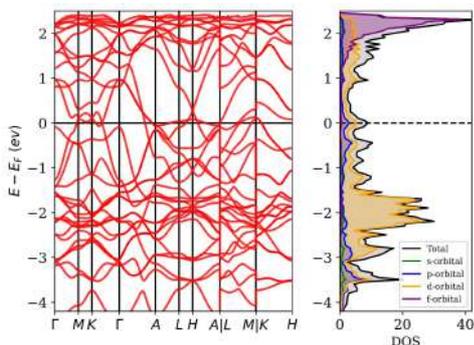


Figura 1: Estrutura de bandas e DOS sem SOC

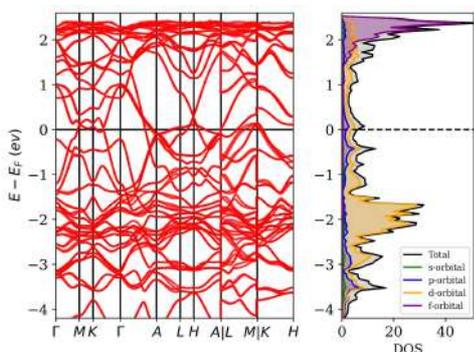


Figura 2: Estrutura de bandas e DOS com SOC

A superfície de Fermi com a consideração do acoplamento spin-órbita, embora contenha mais informação, não difere em sua forma com a superfície sem SOC, além disso, são consideradas 4 bandas que atravessam o nível de Fermi.

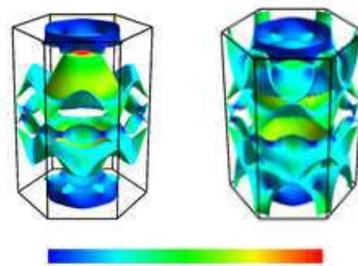


Figura 3: Superfície de Fermi com SOC

## CONCLUSÕES

Através o presente estudo, foi possível mapear as propriedades eletrônicas do material e verificar a quebra da degenerescência principalmente dos estados com baixos níveis de energia o que está relacionado com a natureza supercondutora dos materiais não-centrossimétricos.

## REFERÊNCIAS

- [1] H Su et al. “Fully gapped superconductivity with preserved time-reversal symmetry in noncentrosymmetric LaPdIn”. Em: Physical Review B 104.2 (2021), p. 024505.
- [2] P. Giannozzi et al. “QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials”. Em: Journal of physics: Condensed matter 21.39 (2009), p. 395502.

## AGRADECIMENTOS

Expressamos profundo agradecimento ao CNPq pelo financiamento através do PIBIC e ao Laboratório de Computação Científica Avançada (LCCA).

## ESTUDO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO GLOBO DURANTE O PERÍODO DA PANDEMIA (COVID-19)

Eduardo José Menegotto<sup>1</sup>, Guilherme Bonini Dias\*<sup>1</sup>, Eliza Miranda de Toledo<sup>1</sup>, Dirceu L. Herdies<sup>2</sup>  
Ana K. Furtado de Carvalho<sup>1</sup>, Simone M. Sievert da Costa<sup>2</sup>, Silvio Nilo Figueroa<sup>2</sup>, Débora S. Alvim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena. boninidias@usp.br

<sup>2</sup>Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**Resumo:** Devido a pandemia de COVID-19 causada pelo SARS-CoV-2, a poluição e as emissões de gases poluentes e do efeito estufa caíram consideravelmente como consequência da diminuição da atividade econômica, como cancelamento de voos, menor circulação de veículos e produção industrial. Este estudo utiliza dados de poluentes atmosféricos de sensoriamento remoto de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) do satélite AURA com sensor OMI, do sensor MOPITT de monóxido de carbono (CO) e reanálise do MERRA-2 de CO, dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), black carbon (BC) e carbono orgânico (OC), para investigar o impacto da pandemia do coronavírus nos níveis de poluição do ar no globo. Foi comparando as médias mensais dos poluentes atmosféricos e dados meteorológicos de abril, maio e junho de 2020 durante a pandemia com o mesmo período para os três anos anteriores sem pandemia (2017, 2018 e 2019). Este trabalho teve como objetivo estudar e avaliar os impactos na qualidade do ar no globo, durante a pandemia (COVID-19). A análise da concentração dos poluentes utilizando dados de sensor, satélite e reanálises permitiram observar que houve sim um impacto da paralisação na concentração dos poluentes na troposfera. Houve reduções significativas da concentração NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, BC e OC nos principais polos industriais. Os dados meteorológicos (temperatura, precipitação, evaporação e direção e velocidade do vento) também estudados e avaliados mostram que não houve impacto dessas variáveis na diminuição dos poluentes.

**Palavras-chave:** Poluentes Atmosféricos, Globo, Pandemia, COVID-19.

## STUDY OF ATMOSPHERIC POLLUTION ON THE GLOBE DURING THE PANDEMIC PERIOD (COVID-19)

**Abstract:** Due to the COVID-19 pandemic caused by SARS-CoV-2, pollution and emissions of polluting and greenhouse gases have fallen considerably as a result of the decrease in economic activity, such as flight cancellations, reduced vehicle circulation and industrial production. This study uses remote sensing air pollutant data of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) from the AURA satellite with OMI sensor, the MOPITT carbon monoxide (CO) sensor and MERRA-2 reanalysis of CO, sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), black carbon (BC) and organic carbon (OC), to investigate the impact of the coronavirus pandemic on air pollution levels across the globe. It was comparing the

monthly averages of air pollutants and meteorological data from April, May and June 2020 during the pandemic with the same period for the three previous years without a pandemic (2017, 2018 and 2019). This work aimed to study and evaluate the impacts on air quality on the globe during the pandemic (COVID-19). The analysis of the concentration of pollutants using sensor of satellites and reanalysis data made it possible to observe that there was an impact of the pandemic on the concentration of pollutants in the troposphere. There were significant reductions in NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, BC and OC concentrations in the main industrial hubs. The meteorological data (temperature, precipitation, evaporation and wind direction and speed) also studied and evaluated show that there was no impact of these variables on the reduction of pollutants.

**Keywords:** Atmospheric Pollutants, Globe, Pandemic, COVID-19.

## Introdução

Em 11 de março de 2020, a OMS declarou que a COVID-19 que foi caracterizado como uma pandemia (OMS, 2020). Proveniente desta família de vírus está a doença coronavírus 2019 (COVID-19), que foi primeiramente relatada à Organização Mundial da Saúde (OMS) em dezembro de 2019.

Desde o estado incipiente da doença, os bloqueios afetaram as pessoas e as indústrias durante a pandemia e assim reduziram as concentrações de poluentes na atmosfera em uma quantidade significativa (WANG et al., 2020). Sobre este assunto, é de grande valia investigar o impacto das medidas adotadas nos poluentes atmosféricos para se obter uma melhor compreensão dos efeitos da pandemia na atmosfera.

Apesar dos esforços para a sustentabilidade, a atividade humana ainda causa alta poluição. A pandemia de coronavírus permitiu estudos comparativos sobre a poluição global, pois houve reduções significativas durante o confinamento. Este trabalho visa quantificar essas reduções e compará-las com dados de anos anteriores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é um estudo descritivo exploratório dos impactos na qualidade do ar no globo, durante o bloqueio implementado devido à pandemia da COVID-19. A análise da concentração dos poluentes NO<sub>2</sub> utilizados dados de sensor OMI do satélite AURA, dados de CO do sensor MOPITT do satélite TERRA e dados de CO, SO<sub>2</sub>, BC e OC de reanálises do MERRA-2 foi realizada por meio das médias das concentrações do período do lockdown em (abril, maio e junho de 2020) e também dados meteorológicos de temperatura do ar a 2 metros, precipitação, evaporação e direção e velocidade do vento, comparando com as médias do mesmo período com os três anos anteriores (2019, 2018 e 2017), quando não houve a pandemia. Os dados de reanálise do MERRA-2 de CO foram validados com dados de CO observados do sensor MOPITT.

## Metodologia

Este estudo utiliza dados de sensoriamento remoto do satélite AURA com sensor OMI para NO<sub>2</sub>, dados do sensor MOPITT do satélite TERRA para monóxido de carbono (CO) e dados de reanálise do MERRA-2 para (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC), evaporação, precipitação, temperatura, velocidade e direção do vento para investigar o impacto da pandemia do coronavírus nos níveis de poluição do ar no globo. Foi comparando as médias mensais de abril, maio e junho de 2020 durante a pandemia com o mesmo período para os três anos anteriores sem pandemia (2017, 2018 e 2019). As reanálises atmosféricas proporcionam registros de longo prazo com alta resolução espacial e temporal, abrangendo campos meteorológicos e composição da atmosfera global da Terra, com base na metodologia de assimilação de dados, conforme descrito por Kalnay (2002).

## Resultados e Discussão

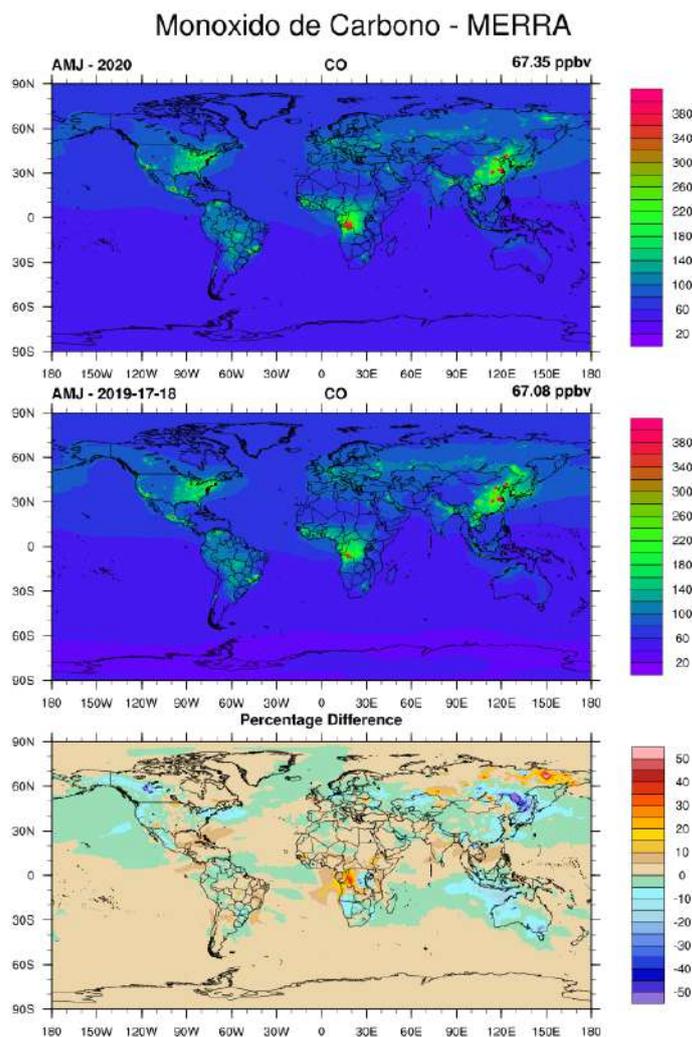
A coleta e tratamento de dados possibilitaram a espacialização das informações sobre a concentração do CO durante os períodos de abril, maio e junho de 2020, durante a pandemia, com o mesmo período para os três anos anteriores (2017, 2018 e 2019). No MOPITT foram elaborados dois mapas com a concentração superficial de CO para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia (2017-2019), com base no modelo MERRA-2 (Figura 1) e o sensor MOPITT (Figura 2).

A análise das concentrações superficiais de CO em 2020, obtidas do MERRA-2, mostrou uma média global de 67,35 ppb, ligeiramente superior às médias de 67,08 ppb nos anos anteriores (2019, 2018 e 2017) para o mesmo período. Na Figura 2, que representa médias de concentração, a concentração de CO em 2020 foi de 95,30 ppb, também um pouco mais alta do que as médias dos anos anteriores, que foram de 92,79 ppb.

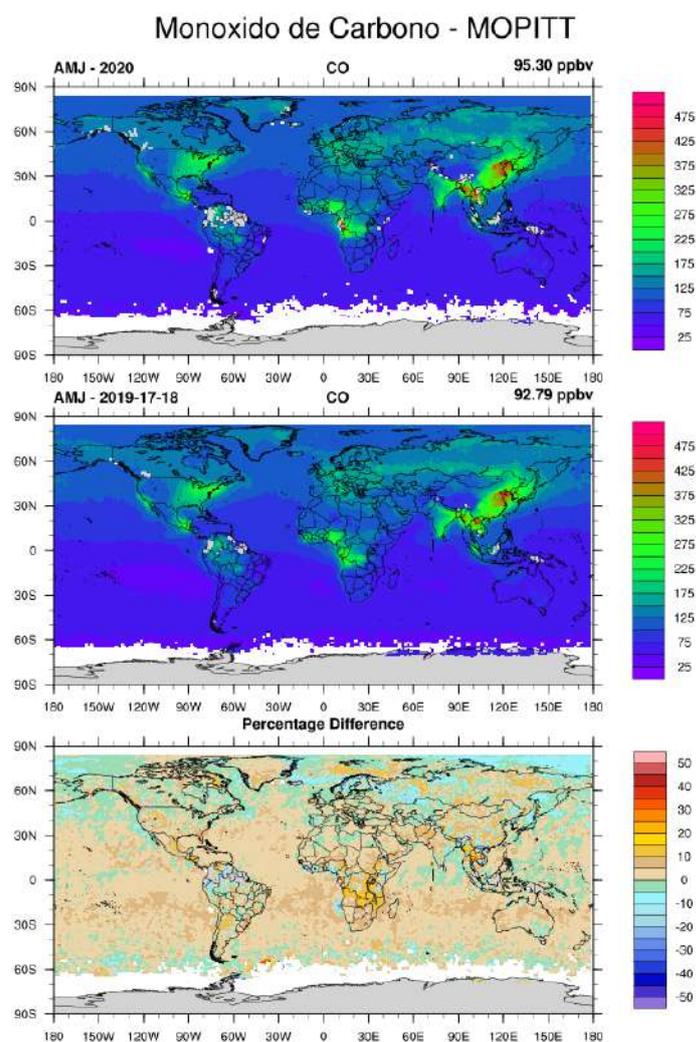
Comparando as Figuras 1 e 2, observou-se que, em grande parte do mundo, as concentrações de CO não apresentaram mudanças significativas. No entanto, notaram-se aumentos notáveis (10-40%) na fronteira entre República Democrática do Congo, Angola, Congo e Gabão, bem como na Rússia (10-20%), provavelmente devido ao aumento de incêndios florestais nessas regiões.

Na Figura 2, houve reduções de até 50% na região da Ásia, principalmente devido às emissões de veículos e incêndios florestais. Regiões do norte da Ásia viram um aumento significativo devido aos incêndios nas florestas boreais. No entanto, a redução ficou em torno de 10% na maioria das outras áreas. Algumas regiões, como a China, começaram a relaxar as medidas contra a COVID-19 em meados de abril, enquanto outras, como a Índia, enfrentaram um aumento acentuado de casos, o que pode explicar essas variações.

**Figura 1** - Concentração atmosférica próxima a superfície de CO para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019), proveniente do modelo MERRA-2.

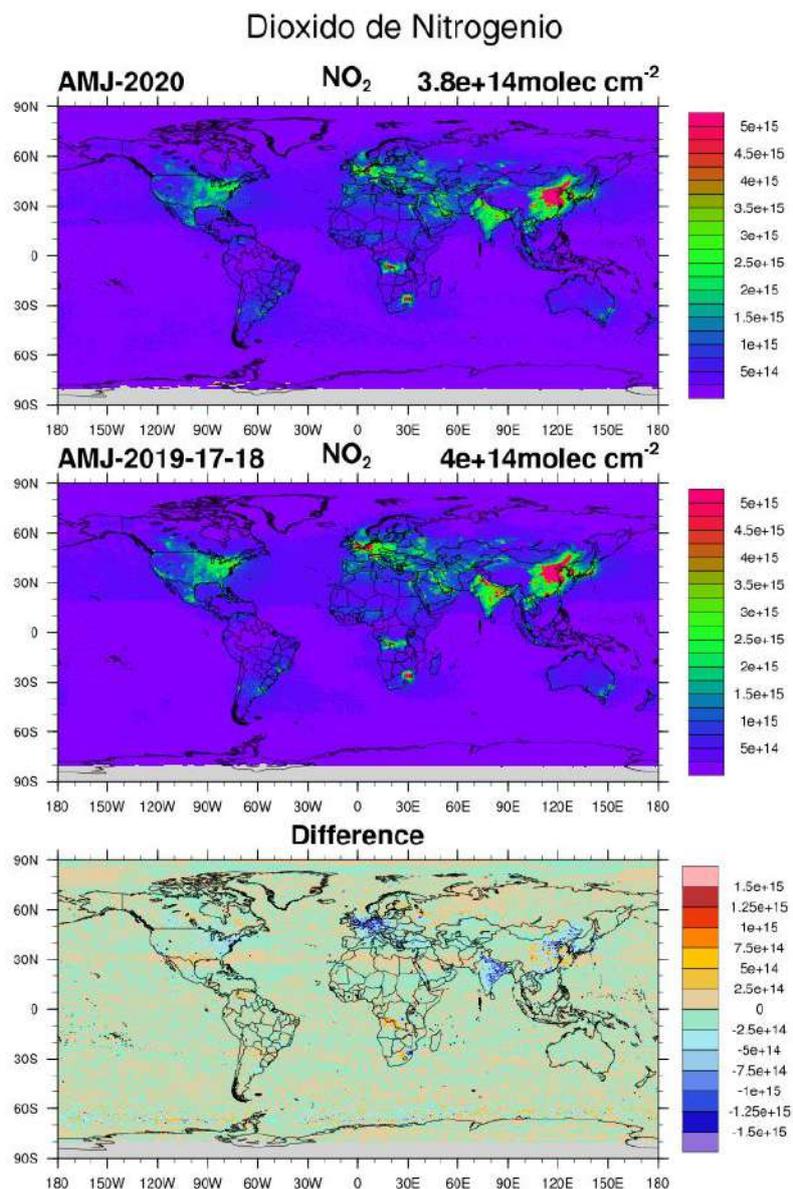


**Figura 2** - Concentração atmosférica próxima a superfície de CO para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019), proveniente do MOPITT.



Na Figura 3 é apresentada a concentração atmosférica próxima a superfície de NO<sub>2</sub> para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019), proveniente do sensor OMI.

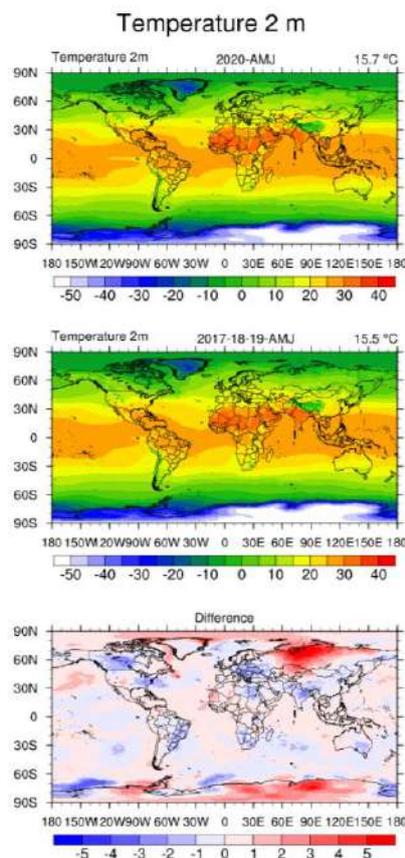
**Figura 3** - Concentração atmosférica próxima a superfície de  $\text{NO}_2$  para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019), proveniente do sensor OMI.



Analisando a concentração superficial de  $\text{NO}_2$  obtida do sensor OMI (Figura 3), pode-se dizer que as regiões com maiores concentrações deste poluente são Ásia, Europa, África e América do Norte, em ordem decrescente. Esses resultados advêm principalmente de matriz energética (usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis), alta concentração de indústrias, alta concentração de automóveis e atividades extrativistas com pouca fiscalização ambiental (mineração).

A química da atmosfera também é afetada pelas dinâmicas climáticas, no caso da temperatura, em climas mais quentes é possível que os poluentes interagem mais entre si e formam novos compostos pois nessas temperaturas as reações químicas ocorrem mais rápido levando a maior formação de poluentes secundários, também afeta a dispersão de poluentes quando em condições de estabilidade atmosférica e pode afetar a evaporação do ar. Observa-se (Figura 4) as médias de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) nos períodos de Abril, Maio e Junho de 2017, 2018, 2019 e 2020.

Figura 4 - Temperatura para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019) proveniente do modelo ERA 5.



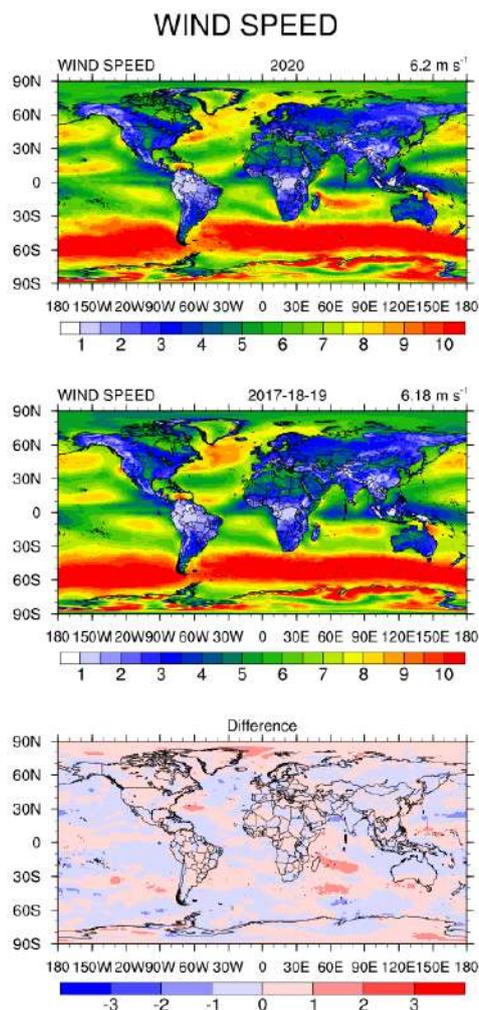
As áreas (Figura 4), indicam uma redução significativa em todo o globo principalmente concentrado nas principais capitais. O hemisfério norte no período em análise presenciava a primavera conhecida por ter temperaturas mais elevadas em relação ao outono ou inverno. No entanto, observa-se que houve uma redução importante, por exemplo, na região onde houve as maiores reduções de poluentes, houve uma diminuição  $-2\text{ C}$ . O único ponto de aumento foi na Rússia, na região da floresta boreal.

A poluição do ar afeta o clima das áreas urbanas de diversas formas. Muitos poluentes servem de núcleos de condensação, sendo, portanto, abundantes no ar das cidades, cuja

umidade já é substancialmente abastecida através da evaporação, dos processos industriais e dos automóveis, que emitem grandes quantidades de vapor d'água. Conseqüentemente, a tendência da precipitação é aumentar sobre as áreas urbanas. Contudo, os efeitos mais alarmantes da poluição atmosférica ocorrem na saúde da população citadina. Antes da pandemia (Figura 4), as áreas com as temperaturas mais elevadas encontram-se no hemisfério norte devido ao período em análise (primavera) principalmente na Ásia, África, América do Norte e Europa, respectivamente. Dessa forma, países como Índia, China, Cabo verde, Sudão e Estados Unidos estão mais propícios ao aumento da formação de ozônio troposférico devido a maior exposição a luz e altas concentrações de NO<sub>2</sub> e CO na região (Figuras 1, 2 e 3). No hemisfério sul a estação é o outono caracterizado pela diminuição da temperatura e onde os organismos vão se preparar para o inverno.

A velocidade do vento durante o período deste estudo é apresentada na Figura 5.

Figura 5 - Velocidade do vento para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019) proveniente do modelo ERA 5.



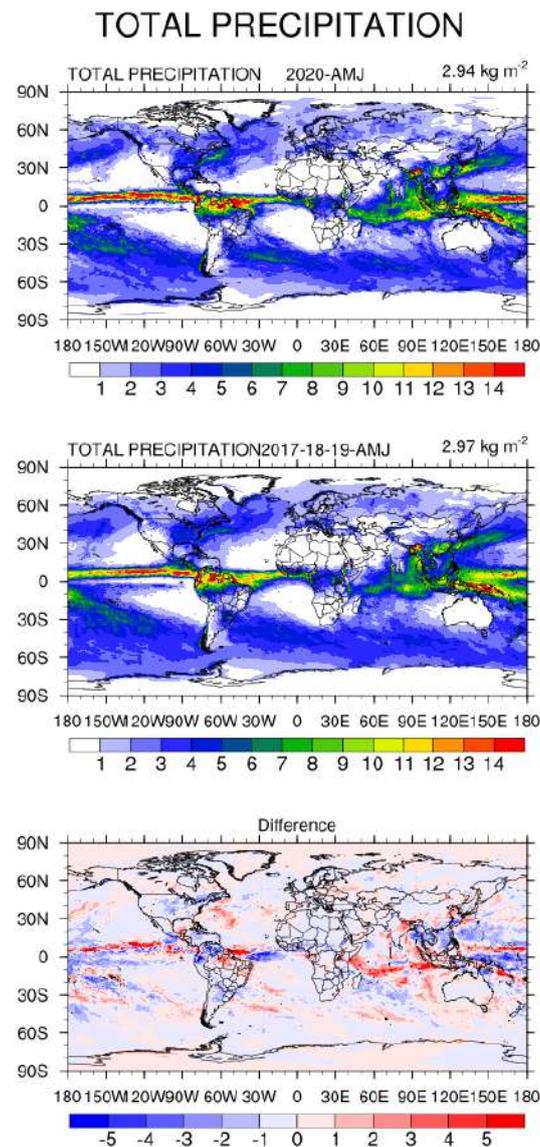
A velocidade do vento é um fator que afeta a dispersão de poluentes atmosféricos, assim como a temperatura e evaporação. Em casos em que o vento é direcionado de áreas com baixa emissão de poluentes para áreas urbanas e industriais, pode levar a uma redução da qualidade do ar nessas áreas, pois os poluentes emitidos nessas áreas podem ser transportados pelo vento e acumular-se nas áreas receptoras (advecção). Por outro lado, quando o vento sopra dos centros urbanos ou industriais para áreas menos densamente povoadas, pode ajudar a dispersar os poluentes. Além disso, ventos mais fortes tendem a ajudar a dispersar os poluentes, enquanto ventos fracos podem resultar em concentrações mais altas de poluentes próximos às fontes de emissão.

A primavera também pode ser uma época em que a poluição do ar causada por partículas é mais pronunciada. Isso ocorre porque a mudança das condições climáticas pode levar a mudanças nos padrões de vento e na estabilidade atmosférica, o que pode fazer com que a poluição seja mais concentrada em determinadas áreas. No entanto, como mostra a Figura 8 não foi observado mudanças significativas entre os períodos em análise podendo significar que o vento não teve influência na dinâmica da poluição atmosférica no período do estudo com pandemia (AMJ-2020) e o período sem pandemia (AMJ-2017-18-19).

A precipitação é um importante componente do ciclo hidrológico da Terra, que inclui a evaporação da água da superfície terrestre e dos oceanos, a formação de nuvens e a precipitação de volta à superfície terrestre. Na poluição atmosférica, pode ajudar a limpar o ar removendo os poluentes da atmosfera e depositando-os no solo. A chuva pode remover partículas e gases poluentes da atmosfera por meio de um processo conhecido como "lavagem" ou "purificação" do ar. As gotas de chuva ao cair, colidem com as partículas presentes na atmosfera e as arrastam para o solo.

Conforme observa-se na Figura 6 a variável de precipitação não teve interferência pois, por exemplo, no Norte do Brasil tiveram menos chuvas que nos anos anteriores, porém foi uma das regiões onde a poluição manteve-se estável nos dois períodos e em contrapartida, a região da República Democrática do Congo não obteve variação significativa de chuvas, enquanto houve um aumento significativo de poluentes.

Figura 6 - Precipitação para o período de abril, maio e junho com pandemia (2020) e sem pandemia COVID-19 (2017-2019) proveniente do modelo ERA 5.



## Conclusão

Este trabalho teve como objetivo estudar e avaliar os impactos na qualidade do ar no globo, durante a pandemia (COVID-19). A análise da concentração dos poluentes utilizando dados de sensor, satélite e reanálises permitiram observar que houve sim um impacto da paralisação na concentração dos poluentes na troposfera. Houve reduções significativas da concentração NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, BC e OC nos principais polos industriais. Os dados meteorológicos (temperatura, precipitação, evaporação e direção e velocidade do vento) também estudados e avaliados mostram que não houve impacto dessas variáveis na diminuição dos poluentes. Essas reduções podem estar relacionadas a adoção de medidas mais restritivas ou brandas em relação ao COVID, por exemplo, São Paulo foi um dos estados do Brasil mais

afetados pela pandemia e implementou medidas rigorosas, como o fechamento de estabelecimentos comerciais não essenciais e a restrição de circulação de pessoas.

Analisando a pesquisa de Silva, Branco e Sousa (2022), o presente trabalho agrega para a academia ao estudar alguns pontos: análise do mundo todo, já que maior parte das pesquisas são específicas para uma determinada região, principalmente aquelas com histórico de uma alta concentração de poluentes atmosféricos; o período de análise (Abril, Maio e Junho de 2020 contém os maiores picos de casos de Covid no mundo); e a observação da interferência das variáveis meteorológicas na concentração de poluentes.

Dessa forma, o estudo pode contribuir para entender como a qualidade do ar foi afetada durante a pandemia, considerando mudanças nos padrões de mobilidade e atividades humanas em diferentes aspectos. A pesquisa contribui para entender a relação entre poluição atmosférica e COVID-19. Pesquisas futuras poderiam validar essas hipóteses quantitativamente de modo a tornar a pesquisa mais precisa.

## Referências

- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change; Summary for Policymakers. In: Climate change 2013: the physical science basis ; Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press United Kingdom and New York, NY, USA: Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley, 2013.
- KALNAY, E. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2002.
- SILVA, A. C. T.; BRANCO, P. T. B. S.; SOUSA, S. I. V.. Impact of COVID-19 Pandemic on Air Quality: a systematic review. International Journal Of Environmental Research And Public Health, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 1950, 10 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19041950>.
- WANG, P. et al. Severe air pollution events not avoided by reduced anthropogenic activities during COVID-19 outbreak. Resources, Conservation and Recycling, v. 158, p. 104814, jul. 2020.

## **Produção de biopigmentos e etanol de segunda geração assistido por surfactantes não iônicos usando sabugo de milho como principal fonte de carbono**

Gabriele Campelo de Almeida, Salvador Sánchez-Muñoz, Silvio Silvério da Silva  
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Depto. de Biotecnologia, Lorena – SP.  
Email:campeloalmeida@usp.

### **Resumo**

*Monascus ruber* é um fungo filamentosos produtor de pigmentos amarelos, laranjas e vermelhos, que possuem propriedades medicinais, possuindo alto valor agregado para o mercado alimentício, farmacêutico, têxtil etc. Essa classe de pigmentos é popularmente conhecida como biopigmento. Adicionalmente, o bioetanol, um *commodity* com alta demanda mundial, utilizando-se do milho como matéria prima, torna-se uma oportunidade interessante ao desenvolvimento sustentável, amenizando os impactos na produção de biocombustíveis causados pelo período entressafra da cana de açúcar, uma vez que esta é a matéria prima mais utilizada em território brasileiro com tal finalidade. Neste trabalho, objetivou-se o estudo da produção de biopigmentos e etanol de segunda geração assistido por surfactantes não iônicos usando sabugo de milho como principal fonte de carbono. O pré-tratamento do sabugo de milho foi efetuado em sistema de cavitação hidrodinâmica conforme metodologia descrito por Terán-Hilares et al. (2018). O processo foi realizado mediante duas técnicas de fermentação: sacarificação e fermentação separados (SHF) e simultâneas (SSF). O Tween 80 foi adicionado também em ambas as condições para avaliar seu efeito na etapa de hidrólise e fermentação. Em ambos os experimentos se utilizou a levedura *Saccharomyces cerevisiae* IR2 (0,5g/L), conduzindo os processos fermentativos (glicose) por 16h a 30°C. Posteriormente, realizou-se a extração do etanol por destilação e elevação da temperatura, processo que ajudaria também na inativação da levedura. Após a fermentação alcoólica e destilação do álcool produzido conduziu-se o início da produção de biopigmentos pela fermentação (xilose) com a inoculação do fungo *Monascus ruber*. Verificou-se maiores resultados nos ensaios onde o Tween 80 foi empregado em comparação aos testes sem o uso do surfactante, verificando-se concentração de  $31,23 \pm 1,56$  g/L (glicose + xilose) e concentração de  $11,25 \pm 0,56$  g/L etanol para o caso com adição de Tween 80, e  $21,22 \pm 1,06$  g/L (glicose + xilose) e concentração de  $10,33 \pm 0,56$  g/L etanol para o caso sem adição. Em comparação com a fermentação sem surfactantes, os processos em que houve emprego de surfactantes obteve aumento nos valores de absorbância de aproximadamente 9% em 430 nm, 2% em 470nm e 36% em 510nm.

**Palavras-chave:** etanol; biopigmentos; intensificação; sabugo-de-milho; surfactante

**Agradecimentos**



**Referências:** SÁNCHEZ-MUÑOZ, S. et al. Surfactants, biosurfactants, and non-catalytic proteins as key molecules to enhance enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass. *Molecules* (Basel, Switzerland), v. 27, n. 23, p. 8180, 2022.

TERÁN HILARES, R. et al. A new approach for bioethanol production from sugarcane bagasse using hydrodynamic cavitation assisted-pretreatment and column reactors. *Ultrasonics sonochemistry*, v. 43, p. 219–226, 2018.

## RELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS REGIÕES METROPOLITANAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Guilherme Bonini Dias<sup>\*1</sup>, Victória G. Teixeira<sup>1</sup>, Eduardo José Menegotto<sup>1</sup>, Érika C. de Mancilha<sup>1</sup>, Maikon N. de Aguiar<sup>1</sup>, Dirceu L. Herdies<sup>2</sup> e Débora S. Alvim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena. boninidias@usp.br

<sup>2</sup>Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**Resumo:** As atividades industriais, geração de energia, veículos automotores e queimadas são as principais causas da introdução de poluentes na atmosfera, afetando a saúde humana e causando internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares. Esta proposta visa analisar as concentrações de diferentes poluentes atmosféricos e seus efeitos nas internações por problemas respiratórios em cidades do estado de São Paulo. Os dados foram coletados do sistema Qualar da rede monitoramento da qualidade do ar da CETESB, juntamente com informações meteorológicas, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), durante um período de três de 2017 até 2019, para realizar estudos estatísticos comparando os níveis de poluentes com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira e pela OMS. Os resultados indicaram que a incidência de internações por doenças respiratórias apresentou uma correlação inversa e forte para com a temperatura, variando entre  $R^2 = -0,94$  e  $R^2 = -0,52$ , respectivamente para as cidades São Bernardo do Campo e Guarulhos, explicado pelo efeito da sazonalidade, em que os registros de internações foi inferior nas estações mais úmida e de maior temperatura (primavera e verão) e houve um acréscimo no período de secas (outono e inverno). Os óxidos de nitrogênio apresentaram forte correlação para todas as cidades estudadas e com médias de concentração anuais que ultrapassaram os valores recomendados pela OMS  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com a maior correlação para a cidade de São José dos Campos  $R^2 = 0,86$  e menor para a cidade de São Caetano  $R^2 = 0,38$ , o material particulado foi o segundo material com maior grau de explicabilidade MP10 de  $R^2 = 0,8$  e MP2.5  $R^2 = 0,72$ , e mínimas para Guarulhos MP10  $R^2 = 0,31$  e MP2.5  $R^2 = 0,31$ .

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica, Internações por doenças respiratórias, Estado de São Paulo.

### **RELATION BETWEEN HOSPITALIZATIONS FOR RESPIRATORY DISEASES AND AIR POLLUTANTS IN THE METROPOLITAN REGIONS OF THE STATE OF SÃO PAULO**

**Abstract:** Industrial activities, energy generation, motor vehicles and fires are the main causes of the introduction of pollutants into the atmosphere, affecting human health and causing hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases. This proposal aims to analyze the concentrations of different atmospheric pollutants and their effects on hospitalizations for respiratory problems in cities in the state of São Paulo. The data was collected from the Qualar system of the CETESB air quality monitoring network, together with meteorological information, Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS), during a period of three years from 2017 to 2019, to carry out statistical studies comparing the pollutant levels with the standards established by Brazilian legislation and the WHO. The results indicated that the incidence of hospitalizations for respiratory diseases showed an inverse and strong correlation with temperature, varying between  $R^2 = -0.94$  and  $R^2 = -0.52$ , respectively for the cities of São Bernardo do Campo and Guarulhos, explained due to the effect of seasonality, in which hospitalization records were lower in the wetter and higher temperature seasons (spring and summer) and there was an increase in the dry period (autumn and winter). Nitrogen oxides showed a strong correlation for all cities studied and with average annual concentrations that exceeded the values



recommended by the WHO  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , with the highest correlation for the city of São José dos Campos  $R^2 = 0.86$  and lowest for the city of São Caetano  $R^2 = 0.38$ , particulate matter was the second material with the highest degree of explainability MP10 of  $R^2 = 0.8$  and MP2.5  $R^2 = 0.72$ , and minimum for Guarulhos MP10  $R^2 = 0.31$  and MP2.5  $R^2 = 0.31$ .

**Keywords:** *Air pollution, Hospitalizations for respiratory diseases, State of São Paulo.*

## Introdução

Os poluentes atmosféricos são temas de debates em todo o mundo devido aos seus efeitos no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas. A poluição do ar é responsável por milhões de mortes anuais e é um desafio no Brasil. Esta proposta visa analisar as concentrações de diversos poluentes atmosféricos e sua relação com problemas respiratórios no estado de São Paulo. O objetivo deste trabalho é analisar as concentrações horárias de monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), material particulado de 10 micra (MP10), material particulado de 2.5 micra (MP2.5) junto com dados de variáveis meteorológicas para investigar efeitos de curto prazo da poluição atmosférica na internação por problemas respiratórios durante o período de 2017 a 2019 nas cidades de Guarulhos, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Campinas e São José dos Campos.

## Experimental

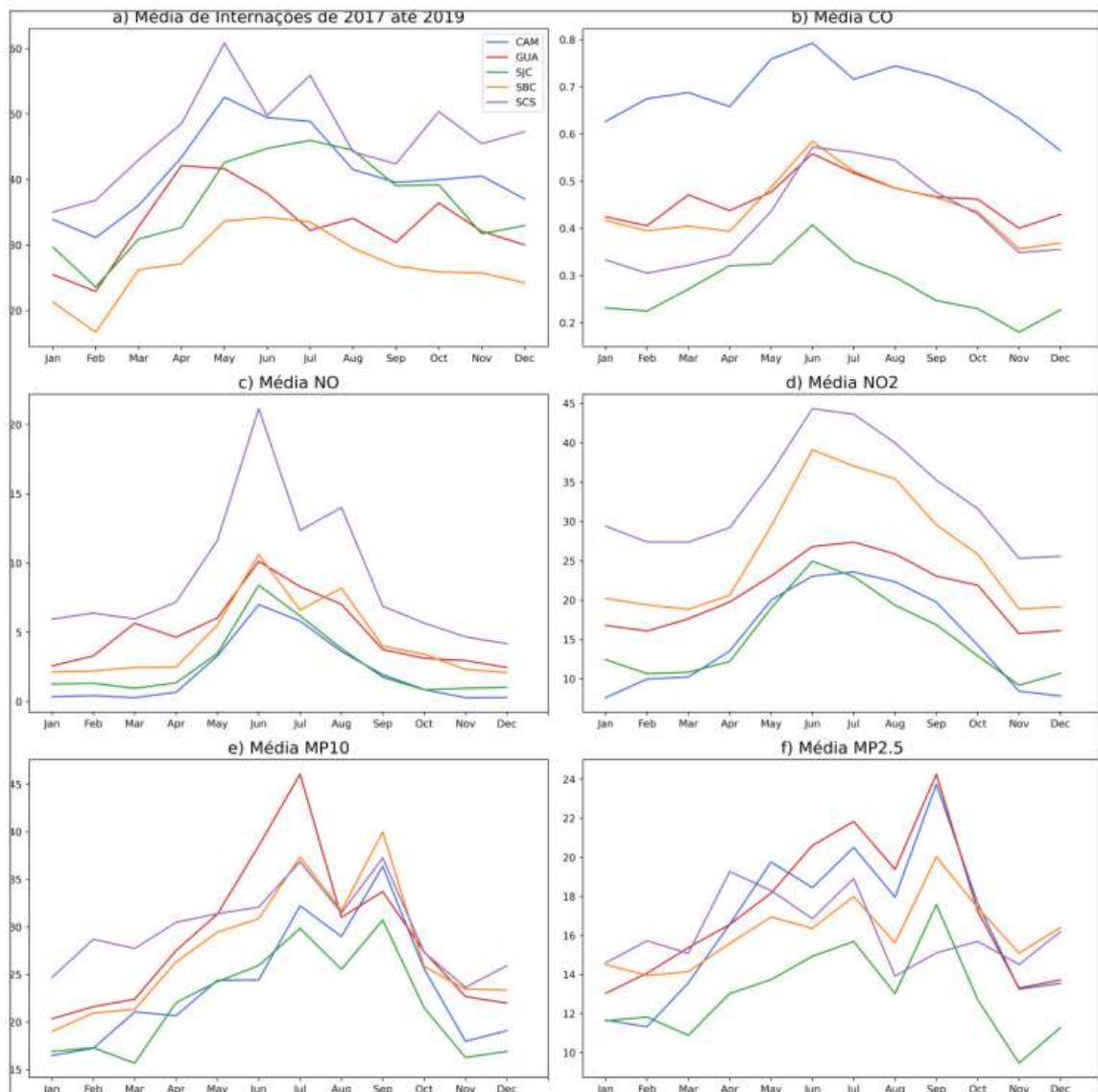
Os dados da concentração dos poluentes atmosféricos foram obtidos a partir sistema do Qualar da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), para CO, NO, NO<sub>2</sub>, MP10, MP2.5, O<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub> com os valores de temperatura, umidade relativa, precipitação, radiação solar total, velocidade e direção do vento a partir das 6:00 horas da manhã até às 21:00 horas da noite, este período foi escolhido devido o maior contato da população com o ar externo. Os números de internações por problemas respiratórios foram obtidos mensalmente no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e efetuou-se um tratamento dos dados na linguagem Python com a transformação dos arquivos em PDF das concentrações dos poluentes e variáveis meteorológicas para arquivos Excel. Com isso, realizou-se um estudo estatístico do impacto da poluição do ar no número de internações onde realizou-se gráficos de médias horária das 6:00 até às 21:00 horas dos poluentes durante o período do verão, outono, primavera e inverno e analisou-se as concentrações dos poluentes, internações e temperatura para média, mediana, desvio padrão, valor mínimo e máximo para as cidades Guarulhos, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Campinas e São José dos Campos, além das análises da média por sazonalidade, matrizes de correlação, dendrogramas e gráficos de boruta.

## Resultados e Discussão

As maiores concentrações dos poluentes atmosféricos foram observadas no inverno (JJA), Figura 1, com exceção do O<sub>3</sub>, explicado pelo fenômeno da inversão térmica, em razão das condições climáticas adversas, o que favorece baixa dispersão

dos poluentes e da umidade do ar, que resulta em complicações respiratórias por causa do ressecamento das mucosas, provocando sangramento pelo nariz, ressecamento da pele e irritação dos olhos. Considerou-se o número de internações a cada 10.000 habitantes, com médias seguindo um padrão sazonal, sendo as máximas no inverno (Figura 1).

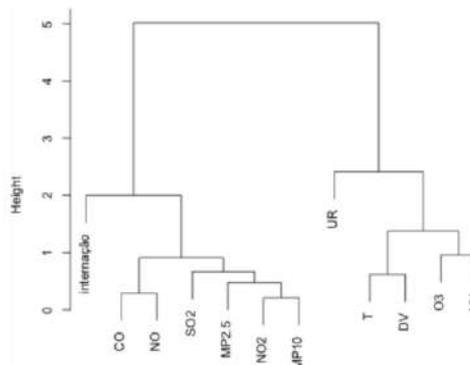
Figura 1 – Média mensal das internações e das concentrações dos poluentes (6:00 às 21:00) no período de 2017-2019





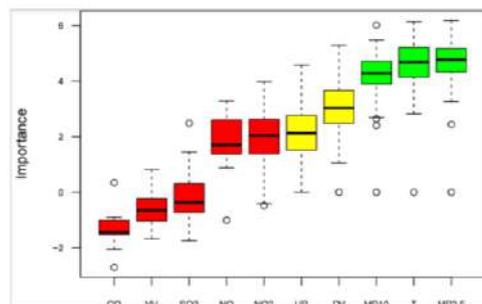
Na Figura 3, o dendrograma, observou-se dois maiores agrupamentos, o primeiro agrupamento a esquerda, com o número de internações e poluentes que tiveram a correlação positiva, e o segundo com as correlações negativas, o que está de acordo com os resultados apresentados na matriz de correlação.

Figura 3 – Dendrograma envolvendo variáveis de poluição, meteorológicas e de internação por doenças respiratórias para a cidade de Guarulhos



De acordo com resultado da Figura 4, as variáveis de maior importância que explica o número de internação foram o MP2.5, temperatura e MP10, a cidade de Guarulhos apresentou a maior média anual de material particulado dentre as cidades do estudo, com níveis acima do CONAMA e da OMS.

Figura 4 – Classificação das variáveis a partir do Boruta baseados no grau de importância para Guarulhos



## Conclusões

Os resultados mostraram que o dióxido e o monóxido de nitrogênio foram os poluentes que mais influenciaram na incidência de internações por doenças respiratórias em Campinas, São José dos Campos e São Bernardo do Campo, apesar de Guarulhos e São Caetano não apresentarem um alto grau de importância para o dióxido de nitrogênio, tiveram suas médias anuais para o NO<sub>2</sub> ultrapassando os limites estabelecido pela OMS, 10 µg.m<sup>-3</sup>, assim como as outras cidades.

O material particulado fino, MP2.5, foi o poluente que se mostrou mais significativo para internação por doenças respiratórias nas cidade de São Caetano do Sul e também único poluente com um grau de importância forte para a cidade de Guarulhos e Campinas com as médias anuais ultrapassando os limites estabelecido pelo próprio CONAMA 20 µg/m<sup>3</sup>, o aumento tanto do material particulado fino ou grosso, está

diretamente ligado com os efeitos das queimadas, foi observado um aumento na concentração desse poluentes nos meses de setembro em que há o maior foco de incêndios, conseqüentemente, houve um aumento no número por doenças respiratórias.

As médias anuais a respeito do monóxido de carbono se mostraram controladas, abaixo dos limites estabelecidos para OMS e o CONAMA, 9 ppm, apesar da cidade de Campinas ter a maior média anual para esse poluente, o CO apresentou baixa variabilidade durante os 3 anos, e ao longo dos meses, o que explica o baixo grau de associação para incidência de doenças respiratórias na cidade de Campinas. Neste trabalho também, verificou-se o efeito da sazonalidade na concentração dos poluentes atmosféricos, justificado pelo efeito da inversão térmica, de modo que no inverno a maioria dos poluentes demonstraram uma maior concentração, assim como uma maior incidência de internações por doenças respiratórias, as variáveis meteorológicas de temperatura e umidade do ar, demonstram o mesmo resultado com uma correlação inversa em relação as variáveis de internação e da concentração dos poluentes, com exceção da cidade de Guarulhos que demonstrou uma correlação positiva para umidade do ar, os efeitos das estações do anos, principalmente nas estações secas, se mostra importante para construção de políticas públicas para que possam prevenir doenças respiratórias.

O Ozônio foi o único poluente que demonstrou correlação inversa com o número de internações, e que também tem as maiores concentração nas estações mais quentes primavera e verão, isso é devido a sua formação, o qual depende da absorção de radiação solar, para o efeito desse poluente na saúde é necessário fazer um estudo de curto prazo, no período que as concentrações deste poluente são maiores, na primavera e verão, e não como foi feito neste trabalho que considerou as quatro estações do ano, de acordo com Rao e Vizuet (2021). A exposição a esse gás leva a uma série de efeitos adversos na função pulmonar e no sistema cardiovascular, que vão desde a incidência de asma até alterações na função pulmonar e mortalidade respiratória.

Não foram constatadas associações de SO<sub>2</sub> fortes com o número de internação, provavelmente se deve ao fato de as associações deste poluente com internações por doenças respiratórias serem encontradas com níveis de concentração elevados de SO<sub>2</sub>, o que não foi constatado nas cidades do estudo, o SO<sub>2</sub> também não registrou qualquer ultrapassagem nas concentração de acordo com o CONAMA e OMS, provavelmente devido redução a concentração do enxofre no combustível, por outro lado, CAO et al (2022) afirma que estudos a curto prazo do aumento do enxofre está relacionado com aumento no número de internações diárias por doenças respiratórias.

Observa-se na medida imposta pela ANP em 2013 com a redução do enxofre no diesel apresentou bons resultados em relação a poluição do ar, mostrando que medidas de controle dos poluentes são eficazes e que poderiam ser também utilizadas para controles de outros poluentes, em especial, os óxidos de nitrogênio que mostrou uma alta concentração, sendo também um dos gases responsáveis pela chuva ácida e pelo aquecimento global, causando danos não apenas a saúde humana, mas também ao meio ambiente.

#### **Agradecimentos**

CETESB e DATASUS pela disponibilidade dos dados

## Referências Bibliográficas

1. SANT'ANNA, A. et al. O Estado Da Qualidade Do Ar No Brasil. Wri Brasil, p. 1–32, 2021. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>>.
2. FELIN, B. Qual o impacto da poluição do ar na saúde? Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude>>. Acesso em: 16 out. 2021.
3. RAO, V.; VIZUETE, W. Ozone: Good high, bad nigh. Particulates Matter, p. 39–55, 1 jan. 2021.

# Copolímeros de PDMAEMA com ação antibacteriana: efeito da estrutura na atividade

Gustavo Galhano Vieira Galvão<sup>1</sup>, Cauã Veloso da Silva<sup>1</sup>, Liliam Carmo de Castro<sup>2</sup>, Fabio Herbst Florenzano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena - EEL/USP, <sup>2</sup>Escola de Engenharia de Lorena - EEL/USP (Departamento de Engenharia de Materiais), <sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo (Departamento de Engenharia de Materiais)

email: [galhanogustavo@usp.br](mailto:galhanogustavo@usp.br) [cauaveloso123@usp.br](mailto:cauaveloso123@usp.br)

O estudo de materiais poliméricos com propriedades antimicrobianas ganhou relevância principalmente com o advento da COVID-19, visto que apresentam um leque de aplicações, desde a utilização em superfícies plásticas, a tecidos para máscaras<sup>1</sup>. O objetivo deste trabalho foi sintetizar os materiais via RAFT (Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer), técnica na qual é garantido o crescimento similar e controlado das cadeias<sup>2,3</sup>. Dessa maneira, é possível analisar o desempenho antimicrobiano do material, variando sua massa e composição. Para a realização das sínteses poliméricas, foram escolhidos os monômeros metacrilato de 2-dimetilaminoetila (DMAEMA) e metacrilato de metila (MMA), pois apresentam propriedades que liberam fármacos. Foi realizado o cálculo para os monômeros, CTA e iniciador e posteriormente adicionados ao reator. A síntese ocorre em sistema fechado em presença de gás inerte, na qual foi usado o argônio. As sínteses poliméricas foram feitas pelo método aleatório com variação de proporções dos monômeros (50%DMAEMA:50%MMA e 30%DMAEMA:70%MMA). Posteriormente foi efetuada a purificação dos materiais sintetizados utilizando hexano, e para verificar os resultados como tamanho de massa molar e polidispersividade foi usado o método de caracterização de Cromatografia de Permeação em Gel (GPC). Além disso técnica de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Os ensaios das sínteses foram realizados com a mesma metodologia de experimento, na qual foram sintetizados quatro materiais diferentes para verificar as relações entre composição e estrutura, em que todos os procedimentos de polimerização foram desenvolvidas no Departamento de Engenharia de Materiais na Escola de Engenharia de Lorena da USP e os testes antimicrobianos foram realizados no Instituto de Química - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** polímeros, antimicrobiana, RAFT

## Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo Programa Unificado de Bolsas (PUB), junto ao Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo.

## Referências

1. Alvarez-Paino, M.; Munoz-Bonilla, A.; Fernandez-Garcia, M. Antimicrobial Polymers in the Nano-World. *Nanomaterials* 2017, 7 (2), 48. <https://doi.org/10.3390/nano7020048>
2. Moad G., Rizzardo E., Thang S.H., Aust. J. Chem., 2005, 58, 379. 6. Gregory A., Stenzel M. H., Prog. Pol. Sci., 2012, 37, 38
3. Gregory A., Stenzel M. H., Prog. Pol. Sci., 2012, 37, 38

## Valorization of sugarcane bagasse black liquor for the production of high value-added molecules: Biopigments

Isabella R. de Oliveira<sup>1</sup>, Salvador Sánchez Muñoz<sup>2</sup>, Silvio Silvério da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Bioprocessos e produtos sustentáveis- Escola de Engenharia de Lorena- Universidade de São Paulo, [isabelladeoliveira2021@usp.br](mailto:isabelladeoliveira2021@usp.br)

<sup>2</sup>Laboratório de Bioprocessos e produtos sustentáveis- Escola de Engenharia de Lorena- Universidade de São Paulo, [salvador.sanchez@usp.br](mailto:salvador.sanchez@usp.br)

<sup>3</sup>Laboratório de Bioprocessos e produtos sustentáveis - Escola de Engenharia de Lorena- Universidade de São Paulo, [silviosilverio@usp.br](mailto:silviosilverio@usp.br)

### Resumo

O licor preto, resultante do tratamento alcalino de biomassas lignocelulósicas, é uma fonte rica em compostos fenólicos com um crescente potencial de aplicação, despertando interesse devido às inúmeras oportunidades de valorização. Este estudo se concentra na utilização exclusiva do licor preto como fonte de carbono para a produção de biopigmentos, por meio da fermentação com a levedura *Rhodotorula glutinis*. Durante o experimento, várias fontes de nitrogênio, tanto orgânicas (extrato de levedura, peptona e glutamato monossódico) quanto inorgânicas (nitrato de amônio e sulfato de amônio), foram testadas para avaliar o crescimento da levedura e, conseqüentemente, a produção dos biopigmentos. O processo de valorização do licor preto originado em biorefinarias, transformando-o em moléculas de alto valor agregado, apresenta grande potencial e representa um avanço promissor na otimização do aproveitamento desse recurso.

**Palavras-chave:** Licor preto; Bagaço de cana-de-açúcar; Biopigmentos; Levedura; Carotenóides.

### Referências

HILARES, Ruly Teran et al. A new approach for bioethanol production from sugarcane bagasse using hydrodynamic cavitation assisted-pretreatment and column reactors. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 43, p. 219-226, 2018.

LI, Xiang et al. Black liquor valorization by using marine protist *Thraustochytrium striatum* and the preliminary metabolic mechanism study. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, v. 8, n. 4, p. 1786-1796, 2020.



30 e 31  
de outubro de 2023

Local: Auditório principal  
da Área II EEL/USP



MUSSAGY, Cassamo Ussemame et al. Improvement of carotenoids production from *Rhodotorula glutinis* CCT-2186. **Biochemical Engineering Journal**, v. 165, p. 107827, 2021.

## ANÁLISE EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DO SISTEMA ÁGUA + 1-BUTANOL + SOLVENTE EUTÉTICO PROFUNDO (CLORETO DE COLINA + GLICEROL) A 298,15 K E 101,3 KPa

Isadora P. Gomes, Pedro B. Noronha, Pedro F. Arce

*Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil.*

*Autor para correspondência: isadorapires@usp.br*

### Resumo

O aumento progressivo dos problemas ambientais na atualidade, como o aumento dos gases poluentes e a grande geração de resíduos, fez com que surgisse a necessidade de criar novas alternativas para solucionar essa problemática. Nesse sentido, em busca de alternativas ambientalmente amigáveis, uma nova classe de solventes verdes vem sendo utilizada como meios facilitadores e aceleradores dos processos dentro da indústria, esses solventes são chamados de solventes eutético profundos (SEPs). O presente trabalho teve por objetivo o estudo experimental, teste de qualidade e modelagem termodinâmica do equilíbrio líquido - líquido (ELL) do sistema: água + 1-butanol + solvente eutético profundo (cloreto de colina : glicerol). Para a realização do estudo experimental, foi sintetizado o SEP e logo foram coletados dados da curva binodal quando a solução atingiu o ponto de turbidez ou seja, a fronteira entre uma região de uma fase e a de duas fases, coletando, para cada amostra, os índices de refração (IR) e as densidades ( $\rho$ ), permitindo construir as curvas de calibração. O teste de qualidade, foi realizado a partir do método Marcilla e colaboradores, determinando-se que os dados eram termodinamicamente consistentes, obtendo um desvio médio de 0,08%. Para a modelagem termodinâmica, utilizou-se a abordagem *Gamma-Gamma* ( $\gamma$ - $\gamma$ ), e os coeficientes de atividade,  $\gamma$ , foram obtidos com o modelo de energia livre de Gibbs (NRTL) e a equação PR+TV+CG. Os resultados, em termos dos desvios quadráticos médios, foram de 0,0155 e 0,0003, para cada modelo termodinâmico, respectivamente. Isso mostra que os modelos termodinâmicos apresentam uma boa performance do equilíbrio envolvendo substâncias complexas, como é o caso dos SEPs. Os resultados obtidos, por meio da modelagem e experimentais, foram apresentados no diagrama de fases para sistemas ternários, mostrando a curva binodal e as linhas de amarração experimentais e as calculadas (298,15 K e 101,3 kPa). O diagrama de fases indica que o sistema água + 1-butanol + SEP é de tipo II.

**Palavras-chave:** solvente eutético profundo, abordagem gamma-gamma, equilíbrio líquido-líquido, NRTL, PR+TV+CG.

# POTENCIALIZANDO A EFICIÊNCIA DE TENSÃO E CORRENTE EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: EXPLORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS AVANÇADAS ALÉM DA TRANSFORMADA DE FOURIER

João Victor Figueira dos Santos <sup>1</sup>, Thais Cristina dos Anjos Gomes <sup>2</sup>, Manoel Roberval Pimentel Santos (Orientador) <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará, victor.s.tm20@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará, thaiscristinaanjos18@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará, proroberval@gmail.com

## Resumo

*Destaca-se a necessidade de adotar estratégias diferentes, o uso de técnicas matemáticas como a Transformada de Fourier para analisar variações de tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos permite compreender melhor o comportamento dessas grandezas ao longo do tempo. Essa análise identifica frequências presentes nas variações, incluindo componentes fundamentais e harmônicas. Esse enfoque é valioso para sistemas fotovoltaicos, onde variações podem ocorrer devido a fatores como sombreamento e condições climáticas. A análise de Fourier ajuda a detectar distorções que afetam a eficiência dos sistemas. Além disso, a tecnologia de concentração solar oferece uma forma inovadora de aumentar a eficiência da conversão de energia solar em eletricidade ou calor. Concentrando a luz em áreas menores, a intensidade da radiação solar aumenta o que é vantajoso especialmente em locais com restrições de espaço. A tecnologia também pode ser combinada com armazenamento térmico para gerar eletricidade mesmo em condições não ideais. Porém, desafios como o rastreamento preciso do sol e a manutenção de sistemas ópticos complexos precisa ser superada. Embora não diretamente aplicada à tecnologia de concentração solar, pode ser relacionada a essa tecnologia. Ao analisar a radiação solar como uma função periódica é possível identificar componentes de frequência que ajudam a compreender padrões sazonais. No entanto, para melhorar a eficiência em sistemas fotovoltaicos, estratégias como melhoria dos painéis, aprimoramento do rastreamento do ponto de máxima potência, inovações no armazenamento e monitoramento avançado são necessárias, e técnicas como análise espectral ou algoritmos de aprendizado de máquina podem contribuir para aperfeiçoar o rastreamento do ponto de máxima potência.*

**Palavras-chave:** Fourier, Eficiência, Tecnologia, Analise, Algoritmos.

## INTRODUÇÃO

A análise das variações de tensão e corrente em sistemas elétricos, como os sistemas fotovoltaicos, utilizando técnicas matemáticas como a Transformada de Fourier, permite uma compreensão mais profunda do comportamento dessas grandezas ao longo do tempo. Ao aplicar essa análise a sinais provenientes de placas fotovoltaicas, é possível identificar as diferentes frequências presentes nas variações de tensão e corrente, incluindo componentes de frequência fundamental e harmônicas.

Essa abordagem é particularmente útil para sistemas de energia fotovoltaica, onde variações na tensão e corrente podem ocorrer devido a diversos fatores, como sombreamento parcial das placas e condições climáticas variáveis. A Transformada de Fourier ajuda a identificar distorções, harmônicos e interferências que podem afetar a eficiência e o desempenho dos sistemas fotovoltaicos.

A análise das amplitudes e fases das componentes de frequência obtidas por meio da Transformada de Fourier permite a detecção de problemas e diagnóstico de falhas nos sistemas, além de possibilitar a melhora do desempenho e o desenvolvimento de estratégias de controle para melhorar a eficiência e a estabilidade do sistema fotovoltaico.

Por outro lado, a tecnologia de concentração solar oferece uma abordagem inovadora para aumentar a eficiência na conversão de energia solar em eletricidade ou calor. Ao concentrar a luz solar em uma área menor, onde células fotovoltaicas ou dispositivos termosolares estão localizadas, a intensidade da radiação solar incidente é aumentada, resultando em uma conversão de energia mais eficiente. Isso é especialmente vantajoso em locais com restrições de espaço, pois menos área de painéis solares é necessária para gerar a mesma quantidade de energia.

Além disso, os sistemas CSP de concentração solar podem ser combinados com sistemas de armazenamento térmico, permitindo a geração de eletricidade mesmo quando as condições de irradiação solar não são ideais. No entanto, a tecnologia de concentração solar também enfrenta desafios, como a necessidade de rastreamento preciso do sol, os custos de manutenção de sistemas ópticos complexos e os riscos associados ao superaquecimento em sistemas termosolares.

Desta forma, a aplicação da análise das variações de tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos é uma abordagem valiosa para compreender o comportamento dessas grandezas ao longo do tempo e melhorar o desempenho desses sistemas. Além disso, a tecnologia de concentração solar oferece uma maneira inovadora de aumentar a eficiência na conversão de energia solar, aproveitando a intensidade da radiação solar por meio de dispositivos ópticos de concentração. Ambas as abordagens contribuem para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e sustentáveis no campo da energia solar.

## METODOLOGIA

Uma metodologia geral que pode ser adaptada às circunstâncias específicas de cada projeto de tecnologia de concentração solar. Cada etapa envolve considerações técnicas, financeiras e práticas para garantir uma execução bem-sucedida e eficiente da tecnologia. No contexto da descrição da tecnologia de concentração solar, não é imediatamente claro como a Transformada de Fourier se aplica diretamente. No entanto, podemos explorar uma analogia para entender como a análise de Fourier poderia ser relacionada a essa tecnologia.

A radiação solar incidente pode ser vista como uma função periódica no tempo, uma vez que a intensidade da luz varia ao longo do dia e das estações do ano devido ao movimento da Terra em relação ao Sol. Analogamente, a Transformada de Fourier pode ser utilizada para analisar essa função periódica da radiação solar e decompor seu espectro de frequência.

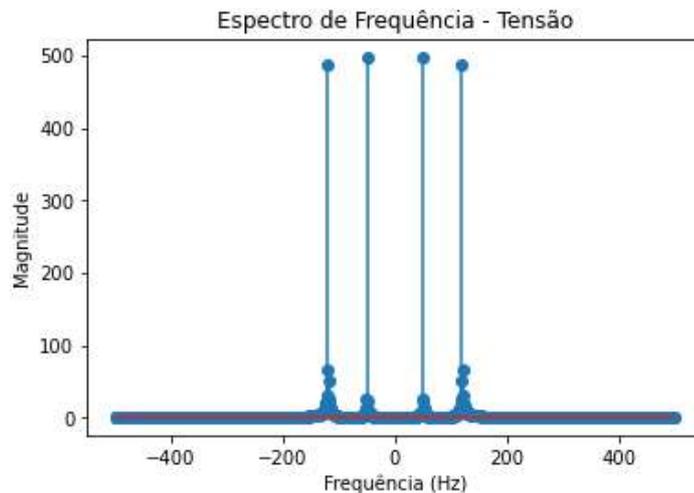
Ao aplicar a Transformada de Fourier à radiação solar, é possível identificar as componentes de frequência que contribuem para a variação da intensidade da luz ao longo do tempo. Isso pode ser útil para compreender padrões sazonais e diários de irradiação solar, permitindo uma melhor utilização dos sistemas de concentração solar. Além disso, a análise de Fourier também pode ser empregada para modelar e prever os padrões de irradiação solar, ajudando a melhorar a eficiência do rastreamento solar e a operação geral dos sistemas de concentração.

Por exemplo, ao analisar o espectro de frequência da radiação solar, é possível identificar picos de frequência que correspondem a variações diárias e sazonais. Isso pode ser usado para ajustar os sistemas de rastreamento solar de acordo com a trajetória do Sol e para melhorar a orientação dos dispositivos ópticos, garantindo que a luz solar seja concentrado de forma eficaz nos pontos focais.

Embora a Transformada de Fourier não seja diretamente aplicada à tecnologia de concentração solar da mesma forma que é aplicada a sinais elétricos, essa analogia demonstra como a análise de frequência pode ser útil para compreender os padrões da radiação solar e elaborar os sistemas de concentração para capturar a energia solar de maneira eficaz.

Ao aplicar a transformada de Fourier a um sinal de tensão ou corrente ao longo do tempo, é possível obter o espectro de frequência, que mostra a contribuição de cada componente de frequência no sinal. Isso pode ser útil para identificar harmônicos, oscilações periódicas ou outras características relevantes do sinal elétrico.

No Apêndice A, um exemplo de código em Python que utiliza a biblioteca NumPy para calcular a transformada de Fourier de um sinal de tensão em função do tempo.



**Gráfico 01:** Espectro de Frequência – Tensão.

Nesse exemplo, é gerado um sinal de tensão em função do tempo com duas componentes de frequência (50 Hz e 120 Hz). A transformada de Fourier é calculada utilizando `np.fft.fft()` e as frequências correspondentes são obtidas com `np.fft.fftfreq()`. Em seguida, o código plota o espectro de frequência utilizando `plt.stem()`.

Entretanto, este exemplo é simplificado e pode ser ajustado para atender necessidades específicas, levando em conta o sinal de tensão ou corrente que está sendo avaliada em seu sistema fotovoltaico.

Possíveis metodologias e inovações que podem ser aplicadas para melhorar a eficiência da tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos, além das estratégias mencionadas no trecho:

- **Melhora da Eficiência do Painel Solar:** Investir em pesquisa e desenvolvimento para aprimorar a tecnologia de painéis solares, como o uso de materiais semicondutores mais eficientes e estruturas de células solares inovadoras. Isso pode incluir o desenvolvimento de células solares de múltiplos materiais, células solares de perovskita ou outras tecnologias emergentes que aumentem a conversão de energia solar em eletricidade.
- **Rastreamento Aprimorado do Ponto de Máxima Potência (MPPT):** Desenvolvimento de algoritmos avançados de rastreamento do ponto de máxima potência que se adaptem mais rapidamente às mudanças nas condições de iluminação e temperatura. Isso pode incluir o uso de técnicas de aprendizado de máquina para prever e ajustar o ponto de máxima potência de forma mais eficaz.
- **Inovações no Armazenamento de Energia:** Exploração de novas tecnologias de armazenamento de energia, como baterias de estado sólido, supercapacitores ou sistemas de armazenamento térmico, para potencializar a captura e utilização da

energia gerada pelos painéis solares. Isso contribuiria para reduzir a dependência da rede elétrica e aumentar a eficiência geral do sistema.

- **Monitoramento Avançado e Manutenção Preditiva:** Implementação de sistemas de monitoramento mais sofisticados que utilizam sensores inteligentes e análise de dados em tempo real para identificar problemas e potenciais falhas nos painéis solares e componentes do sistema. A manutenção preditiva permitiria intervenções mais precisas e oportunas, aumentando a confiabilidade e eficiência do sistema.
- **Integração de Sistemas Inteligentes e Autônomos:** Desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos inteligentes que possam otimizar automaticamente o funcionamento dos painéis solares, armazenamento de energia e consumo elétrico da instalação. Isso pode envolver o uso de algoritmos de controle avançados e comunicação em tempo real para maximizar a eficiência e a autossuficiência do sistema.
- **Uso de Tecnologias de Concentração Solar:** Exploração de tecnologias que concentram a luz solar incidente em áreas menores do painel solar, aumentando assim a intensidade da luz e, conseqüentemente, a geração de energia. Essas tecnologias podem incluir espelhos parabólicos ou lentes Fresnel.
- **Desenvolvimento de Materiais Anti-sujidade e Autolimpeza:** Pesquisa e aplicação de revestimentos especiais nos painéis solares que repilam poeira, sujeira e outros detritos, reduzindo a necessidade de limpeza manual e mantendo um alto nível de eficiência ao longo do tempo.

Essas são apenas algumas ideias que podem ser consideradas para melhorar ainda mais a eficiência de sistemas fotovoltaicos. Cada abordagem pode envolver pesquisa, desenvolvimento e testes rigorosos, mas o objetivo é sempre maximizar a geração de energia solar e garantir um funcionamento sustentável e confiável ao longo do tempo.

## **FUNÇÃO PERIÓDICA**

A Transformada de Fourier é uma técnica matemática que permite analisar as componentes de frequência presentes em um sinal no domínio do tempo podendo ser aplicada para analisar variações de tensão e corrente em função do tempo em sistemas fotovoltaicos.

A equação geral da Transformada de Fourier é a seguinte:

$$X(f) = \int x(t)e^{-2\pi ift} dt$$

Onde:

- $X(f)$  é a função de frequência resultante da transformada.
- $x(t)$  é o sinal de entrada (por exemplo, variação de tensão ou corrente) no domínio do tempo.
- $f$  é a frequência.
- $i$  é a unidade imaginária ( $\sqrt{-1}$ ).
- A integral é calculada ao longo do tempo.

Para analisar variações de tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos ao longo do tempo, é necessário acessar os dados e calcular a análise utilizando abordagens numéricas ou algorítmicas. Outras técnicas, como análise espectral, de componentes principais ou ondaletas, também podem ser úteis conforme o objetivo e características do sinal. No entanto, a análise de Fourier não é adequada para melhorar a eficiência da tensão e corrente ao longo do tempo, sendo empregada para examinar o espectro de frequência de um sinal e desmembrá-lo em suas componentes.

Para melhorar a eficiência da tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos, é necessário adotar estratégias diferentes, como:

- Melhoria da eficiência do painel solar: Isso pode envolver a seleção de painéis solares de alta eficiência, melhoria da qualidade dos materiais utilizados ou execução de tecnologias avançadas, como células solares de película fina ou células solares de múltiplas junções.
- Aperfeiçoar o rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT): O MPPT é um algoritmo usado para maximizar a extração de energia dos painéis solares ajustando a tensão e corrente de operação. Fortalecer o algoritmo MPPT pode melhorar a eficiência de conversão de energia.
- Melhoria do sistema de armazenamento de energia: O uso de baterias de armazenamento ou sistemas de armazenamento de energia pode melhorar a eficiência geral do sistema, permitindo o uso eficiente da energia produzida pelos painéis solares.
- Monitoramento e manutenção regulares: Manter um monitoramento constante do sistema fotovoltaico e realizar manutenção preventiva pode ajudar a identificar e corrigir problemas que possam afetar a eficiência do sistema.

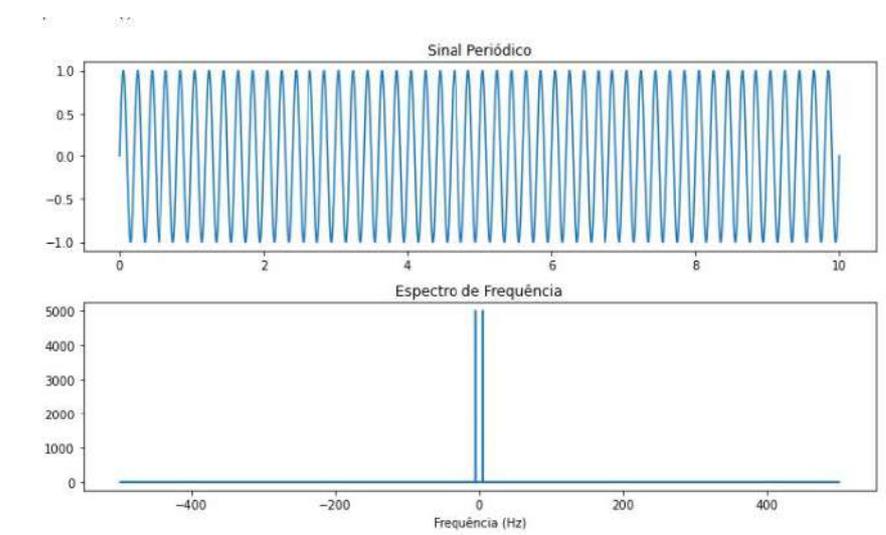
É importante consultar especialistas em engenharia de sistemas fotovoltaicos e considerar as práticas recomendadas da indústria ao buscar melhorar a eficiência da tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos.

Embora a Transformada de Fourier não seja diretamente aplicada no rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT) em sistemas fotovoltaicos, existem técnicas relacionadas que podem ser usadas para melhorar essa otimização. Aqui estão algumas abordagens que podem ser consideradas:

- **Análise espectral:** A análise espectral pode ser realizada usando a Transformada de Fourier ou outras técnicas, como a Transformada de Ondas, para identificar as componentes de frequência relevantes nos dados de tensão e corrente do sistema fotovoltaico. Isso pode ajudar a detectar padrões e características que afetam o MPPT e auxiliar o algoritmo MPPT.
- **Técnicas de aprendizado de máquina:** Algoritmos de aprendizado de máquina como redes neurais artificiais, podem ser aplicados para aprender os padrões e relações entre a tensão, correntes e condições de operação do sistema fotovoltaico. Com base nesses modelos, podem-se desenvolver estratégias do MPPT que levem em consideração diferentes condições ambientais e características do sistema.
- **Algoritmos de otimização,** como algoritmos genéticos, algoritmos evolutivos ou algoritmos baseados em enxame, podem ser empregados para buscar a melhor combinação de parâmetros do MPPT, levando em consideração o perfil de tensão e corrente do sistema fotovoltaico em diferentes condições de operação. Esses algoritmos buscam encontrar os valores ótimos de referência do MPPT para maximizar a potência extraída.

## SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

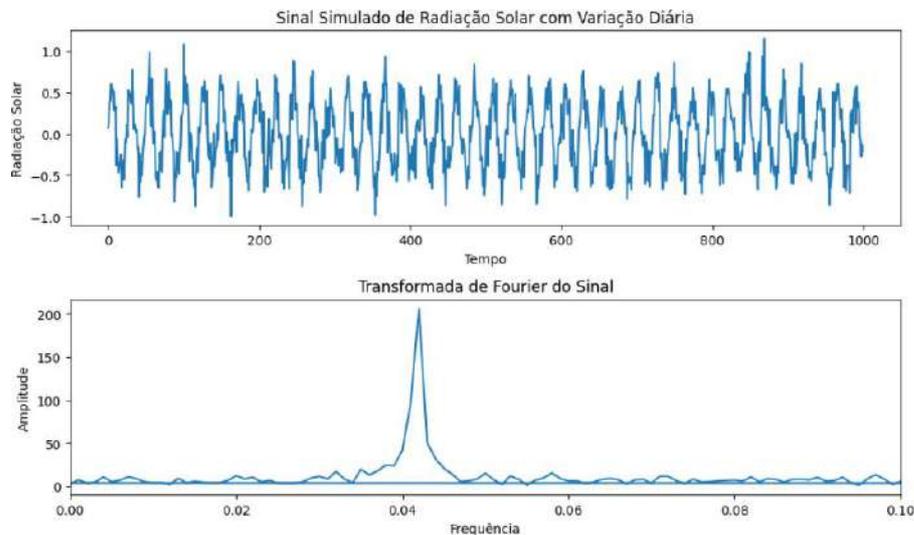
Em busca de um código para simular a análise da variação da intensidade da radiação solar ao longo do tempo por meio da Transformada de Fourier, no Apêndice B o exemplo simplificado em Python usando a biblioteca NumPy é fornecido, demonstrando como calcular e visualizar a análise de frequência de um sinal periódico simulado, embora a aplicação real seja mais complexa e abrangente.



**Gráfico 02:** Sinal Periódico e para o Espectro de Frequência.

O exemplo fornecido é uma simplificação que demonstra como realizar uma análise avançada da radiação solar para melhorar de sistemas de concentração solar. Isso requer a coleta de dados reais de intensidade solar ao longo do tempo e a aplicação de técnicas específicas usando softwares especializados, como MATLAB, Python ou ferramentas de simulação dedicadas, para obter insights detalhados e aprimorar esses sistemas.

Realizar essa simulação abrangente envolve várias etapas, desde a geração dos dados de radiação solar até a análise final. No Apêndice C, um exemplo simplificado em Python, destacando a aplicação da Transformada de Fourier, para ilustrar o processo:



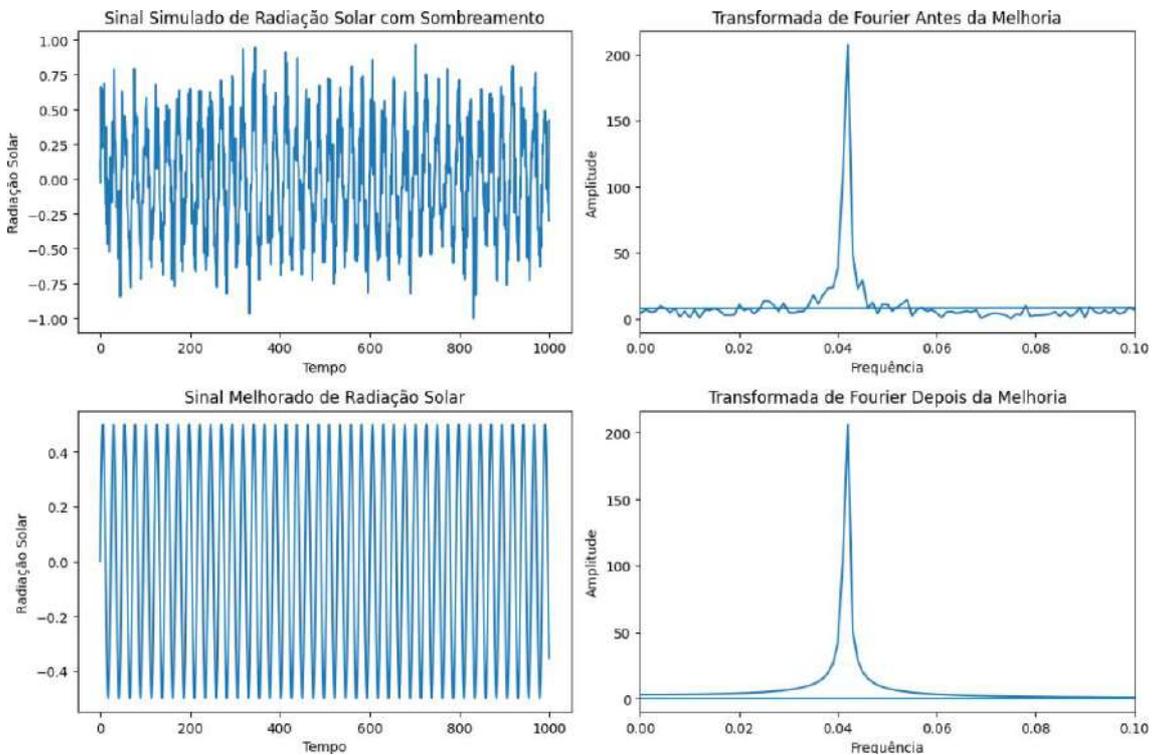
**Figura 03:** Resultado obtido através do Apêndice C.

Dessa forma, o exemplo gera um sinal simulado de radiação solar com variação diária e, em seguida, calcula e plota a Transformada de Fourier desse sinal, porém, é importante notar que este é apenas um exemplo simplificado e hipotético, e não reflete a complexidade dos dados reais de radiação solar e suas interações com sistemas de concentração solar.

Para simulações mais realistas e comparativas com a aplicação de aperfeiçoamentos usando a Transformada de Fourier, precisaria coletar dados reais de radiação solar e considerar outros aspectos da tecnologia de concentração solar, como a geometria dos dispositivos ópticos, eficiência das células fotovoltaicas ou receptoras termosolares, efeitos atmosféricos, entre outros. Além disso, software mais avançado de simulação e análise, como MATLAB ou Python com bibliotecas específicas, seria necessário para lidar com a complexidade desses sistemas e dados.

Realizar simulações comparativas abrangentes antes e após melhorias usando a Transformada de Fourier na tecnologia de concentração solar é um processo complexo, que exige estrutura extensa e considerações técnicas detalhadas, enquanto um exemplo simplificado em Python é fornecido para ilustrar a geração de dados, aplicação da

Transformada de Fourier e análise, lembrando que a aplicação real demanda maior detalhamento e análise.



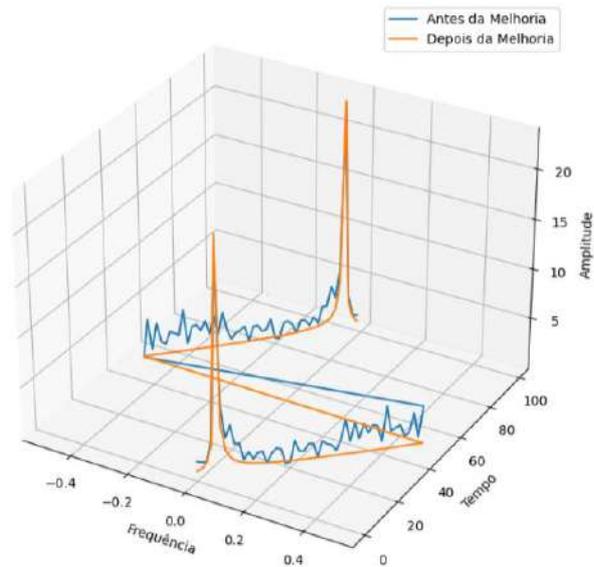
**Figura 04:** Resultado obtido através do Apêndice D.

O código cria um sinal simulado de radiação solar afetado por sombreamento e, em seguida, propõe uma melhoria hipotética ao remover o ruído aleatório. Conduzir análises de frequência antes e depois da melhoria, permitindo observar as alterações nos resultados. Vale ressaltar que, em contextos reais, a melhoria seria mais complexa e requereria considerações minuciosas da tecnologia e dos dados reais.

Além disso, provavelmente precisaria de bibliotecas mais avançadas de análise de dados e simulação, como SciPy, pandas e talvez até ferramentas de simulação dedicadas, para realizar essa análise de forma mais completa e precisa.

Criar simulações 3D comparativas antes e após a aplicação de aperfeiçoamentos com a Transformada de Fourier para a tecnologia de concentração solar é um processo complexo que requer mais recursos e ferramentas avançadas. Aqui, um exemplo em Python usando a biblioteca `matplotlib` para criar visualizações 3D dos dados simulados de radiação solar antes e depois da melhoria.

Para executar simulações mais realistas precisaria considerar modelos mais detalhados de concentração solar, efeitos atmosféricos e outras variáveis específicas. Podemos então considerar uma abordagem simplificada apenas para fins ilustrativos:



**Figura 05:** Análises de Frequência Antes e Depois da Melhoria obtido pelo Apendice E.

As análises de frequência mudam antes e depois de uma melhoria fictícia. No gráfico, o eixo x denota as diferentes frequências, o eixo y representa o tempo e o eixo z indica a magnitude da Transformada de Fourier. Isso permite visualizar as alterações nos resultados em três dimensões. No entanto, é importante enfatizar que essa é uma abordagem fictícia. Em cenários reais, melhorias seriam mais complexas, envolvendo considerações detalhadas sobre tecnologia e dados reais.

## RESULTADOS ALMEJADOS

A análise das flutuações de tensão e corrente em sistemas fotovoltaicos por meio da Transformada de Fourier resulta em uma compreensão mais profunda da dinâmica temporal dessas quantidades. Essa análise facilita a identificação de diversas frequências presentes nas variações de tensão e corrente, incluindo componentes fundamentais e harmônicas. Esse enfoque é particularmente benéfico para sistemas fotovoltaicos, onde oscilações podem surgir devido a fatores como sombreamento e variações climáticas.

A aplicação de Fourier viabiliza a detecção de distorções, harmônicos e interferências, que têm potencial para impactar a eficiência e desempenho dos sistemas fotovoltaicos. Além disso, a análise das amplitudes e fases das componentes de frequência, obtidas por essa abordagem, viabiliza a identificação de problemas,

diagnóstico de falhas e a formulação de estratégias de controle, visando aprimorar a eficiência e estabilidade dos sistemas fotovoltaicos.

Paralelamente, a tecnologia de concentração solar oferece uma inovadora abordagem para amplificar a conversão de energia solar em eletricidade ou calor. Concentrando a irradiação solar em áreas mais restritas, onde células fotovoltaicas ou dispositivos termosolares estão posicionadas, a intensidade da radiação solar incidente é amplificada, resultando em maior eficácia de conversão energética. Essa estratégia é especialmente vantajosa em regiões com limitações espaciais.

Além disso, sistemas de concentração solar podem ser sinergicamente unidos a tecnologias de armazenamento térmico, permitindo a geração contínua de eletricidade, mesmo sob condições de irradiação solares menos ideais. Contudo, essa tecnologia também enfrenta obstáculos, tais como a necessidade de um rastreamento solar preciso e a gestão dos riscos associados ao sobreaquecimento.

Assim, a análise das flutuações de tensão e corrente via Transformada de Fourier, em conjunto com a tecnologia de concentração solar, contribui para soluções mais eficientes e sustentáveis no âmbito da energia solar ajudando a decifrar os padrões temporais, enquanto a concentração solar aproveita a intensidade da radiação solar para aperfeiçoar a conversão de energia. Conjuntamente, essas estratégias impulsionam o contínuo desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos mais eficazes.

## **REFERENCIAS**

Zhang, X., & Ye, Z. (2014). Analysis of solar cell output with consideration of shading effects. In *Energy Procedia* (Vol. 61, pp. 1610-1613).

Qin, Y., Zhao, J., & Jiang, Y. (2012). Fourier Transform Analysis of Output Voltage and Current of PV Arrays. In *Energy Procedia* (Vol. 14, pp. 527-532).

Zhai, J., & Hu, S. (2017). Fault Diagnosis of Photovoltaic Systems using Fourier Transform and BP Neural Network. In *Energy Procedia* (Vol. 142, pp. 2040-2045).

## **Apêndice A**

```
import numpy as np
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```

# Amostras do sinal de tensão em função do tempo

tempo = np.linspace(0, 1, 1000) # Tempo de 0 a 1 segundo com 1000 pontos

tensao = np.sin(2 * np.pi * 50 * tempo) + np.sin(2 * np.pi * 120 * tempo) # Sinal com
componentes de frequência 50 Hz e 120 Hz

# Cálculo da Transformada de Fourier

transformada = np.fft.fft(tensao)

frequencias = np.fft.fftfreq(len(tempo),

tempo[1] - tempo[0])

# Plot do espectro de frequência

plt.stem(frequencias, np.abs(transformada))

plt.xlabel('Frequência (Hz)')

plt.ylabel('Magnitude')

plt.title('Espectro de Frequência - Tensão')

plt.show()

```

## **Apêndice B**

```

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

# Parâmetros do sinal

sampling_rate = 1000 # Taxa de amostragem (Hz)

duration = 10 # Duração do sinal (segundos)

frequency = 5 # Frequência do sinal (Hz)

```

```

# Geração do sinal periódico
time = np.linspace(0, duration, int(sampling_rate * duration))
signal = np.sin(2 * np.pi * frequency * time)

# Cálculo da Transformada de Fourier
fft_result = np.fft.fft(signal)
frequencies = np.fft.fftfreq(len(fft_result), 1/sampling_rate)

# Plot do sinal e sua Transformada de Fourier
plt.figure(figsize=(10, 6))

plt.subplot(2, 1, 1)
plt.plot(time, signal)
plt.title('Sinal Periódico')

plt.subplot(2, 1, 2)
plt.plot(frequencies, np.abs(fft_result))
plt.title('Espectro de Frequência')
plt.xlabel('Frequência (Hz)')

plt.tight_layout()
plt.show()

```

## Apêndice C

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

```

```

# Parâmetros do sinal simulado

num_samples = 1000 # Número de pontos no sinal

sampling_rate = 1 # Taxa de amostragem (amostras por unidade de tempo)

signal_freq = 1 / 24 # Frequência do sinal (1 ciclo a cada 24 unidades de tempo)

# Criar um vetor de tempo

time = np.arange(0, num_samples) / sampling_rate

# Criar um sinal simulado de radiação solar com variação diária

solar_signal = 0.5 * np.sin(2 * np.pi * signal_freq * time) + 0.2 *
np.random.randn(num_samples)

# Calcular a Transformada de Fourier

fft_result = np.fft.fft(solar_signal)

freqs = np.fft.fftfreq(num_samples, d=1/sampling_rate) # Frequências correspondentes

# Plotar o sinal temporal

plt.figure(figsize=(10, 6))

plt.subplot(2, 1, 1)

plt.plot(time, solar_signal)

plt.xlabel('Tempo')

plt.ylabel('Radiação Solar')

plt.title('Sinal Simulado de Radiação Solar com Variação Diária')

# Plotar a Transformada de Fourier

plt.subplot(2, 1, 2)

plt.plot(freqs, np.abs(fft_result))

```

```
plt.xlabel('Frequência')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Transformada de Fourier do Sinal')
plt.xlim(0, 0.1) # Limitar o eixo x para visualizar as frequências de interesse

plt.tight_layout()
plt.show()
```

## **Apêndice D**

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Parâmetros do sinal simulado
num_samples = 1000
sampling_rate = 1
signal_freq = 1 / 24

# Criar um vetor de tempo
time = np.arange(0, num_samples) / sampling_rate

# Criar um sinal simulado de radiação solar com variação diária e sombreamento
solar_signal = 0.5 * np.sin(2 * np.pi * signal_freq * time) + 0.2 *
np.random.randn(num_samples)

# Calcular a Transformada de Fourier antes da melhoria
fft_before = np.fft.fft(solar_signal)
freqs = np.fft.fftfreq(num_samples, d=1/sampling_rate)
```

```
# Aplicar a melhoria hipotética (por exemplo, filtragem ou correção de sombreamento)
```

```
# Aqui, vamos simplesmente remover o ruído aleatório para ilustrar a melhoria
```

```
improved_signal = 0.5 * np.sin(2 * np.pi * signal_freq * time)
```

```
# Calcular a Transformada de Fourier depois da melhoria
```

```
fft_after = np.fft.fft(improved_signal)
```

```
# Plotar as análises de frequência antes e depois da melhoria
```

```
plt.figure(figsize=(12, 8))
```

```
plt.subplot(2, 2, 1)
```

```
plt.plot(time, solar_signal)
```

```
plt.xlabel('Tempo')
```

```
plt.ylabel('Radiação Solar')
```

```
plt.title('Sinal Simulado de Radiação Solar com Sombreamento')
```

```
plt.subplot(2, 2, 2)
```

```
plt.plot(freqs, np.abs(fft_before))
```

```
plt.xlabel('Frequência')
```

```
plt.ylabel('Amplitude')
```

```
plt.title('Transformada de Fourier Antes da Melhoria')
```

```
plt.xlim(0, 0.1)
```

```
plt.subplot(2, 2, 3)
```

```
plt.plot(time, improved_signal)
```

```
plt.xlabel('Tempo')
```

```
plt.ylabel('Radiação Solar')
plt.title('Sinal Melhorado de Radiação Solar')

plt.subplot(2, 2, 4)
plt.plot(freqs, np.abs(fft_after))
plt.xlabel('Frequência')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Transformada de Fourier Depois da Melhoria')
plt.xlim(0, 0.1)

plt.tight_layout()
plt.show()
```

## **Apêndice E**

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

# Parâmetros do sinal simulado
num_samples = 100 # Número de pontos no sinal
sampling_rate = 1 # Taxa de amostragem (amostras por unidade de tempo)
signal_freq = 1 / 24 # Frequência do sinal (1 ciclo a cada 24 unidades de tempo)

# Criar um vetor de tempo
time = np.arange(0, num_samples) / sampling_rate
```

```

# Criar um sinal simulado de radiação solar com sombreamento

solar_signal = 0.5 * np.sin(2 * np.pi * signal_freq * time) + 0.2 *
np.random.randn(num_samples)

# Calcular a Transformada de Fourier antes da melhoria

fft_before = np.fft.fft(solar_signal)

freqs = np.fft.fftfreq(num_samples, d=1/sampling_rate)

# Aplicar a melhoria hipotética (por exemplo, filtragem ou correção de sombreamento)

# Aqui, vamos simplesmente remover o ruído aleatório para ilustrar a melhoria

improved_signal = 0.5 * np.sin(2 * np.pi * signal_freq * time)

# Calcular a Transformada de Fourier depois da melhoria

fft_after = np.fft.fft(improved_signal)

# Plotar as análises de frequência antes e depois da melhoria em 3D

fig = plt.figure(figsize=(12, 8))

ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')

ax.plot(freqs, time, np.abs(fft_before), label='Antes da Melhoria')
ax.plot(freqs, time, np.abs(fft_after), label='Depois da Melhoria')

ax.set_xlabel('Frequência')
ax.set_ylabel('Tempo')
ax.set_zlabel('Amplitude')

ax.set_title('Análises de Frequência Antes e Depois da Melhoria')

ax.legend()

```

plt.show()

---

## ENHANCING VOLTAGE AND CURRENT EFFICIENCY IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS: EXPLORING ADVANCED STRATEGIES BEYOND THE FOURIER TRANSFORM

### *Abstract*

*The need to adopt different strategies is highlighted, the use of mathematical techniques such as the Fourier Transform to analyze voltage and current variations in photovoltaic systems allows us to better understand the behavior of these quantities over time. This analysis identifies frequencies present in the variations, including fundamental and harmonic components. This approach is valuable for photovoltaic systems, where variations can occur due to factors such as shading and weather conditions. Fourier analysis helps detect distortions that affect the efficiency of systems. Furthermore, concentrating solar technology offers an innovative way to increase the efficiency of converting solar energy into electricity or heat. By concentrating light in smaller areas, the intensity of solar radiation increases, which is advantageous especially in places with space restrictions. The technology can also be combined with thermal storage to generate electricity even in less than ideal conditions. However, challenges such as accurately tracking the sun and maintaining complex optical systems need to be overcome. Although not directly applied to solar concentrating technology, it can be related to this technology. By analyzing solar radiation as a periodic function it is possible to identify frequency components that help understand seasonal patterns. However, to improve efficiency in photovoltaic systems, strategies such as improving panels, improving maximum power point tracking, innovations in storage and advanced monitoring are necessary, and techniques such as spectral analysis or machine learning algorithms can contribute to improving efficiency. tracking the maximum power point.*

**Keywords:** *Fourier, Efficiency, Technology, Analysis, Algorithms.*

## Influência da Concentração de Aminas na Cristalização de Diimidazidas Naftálicas

Julia S. Feitosa<sup>1</sup>, Rafael G. Cândido<sup>2</sup>, Eduardo R. Triboni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena- USP. ([juliafeitosa6@usp.br](mailto:juliafeitosa6@usp.br)).

<sup>2</sup>Escola de Engenharia de Lorena- USP. ([rafaelgcandido85@gmail.com](mailto:rafaelgcandido85@gmail.com)).

<sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena- USP. ([tribonier@usp.br](mailto:tribonier@usp.br)).

### Resumo

Diimidazidas aromáticas (NDIs) são moléculas importantes para estudos e montagem de sistemas de detecção de ânions e aminas por terem características de ácido de Lewis. No estudo, investigou-se o efeito da concentração de amina sobre a imidização de 1,4,5,8- anidrido naftálico, considerando que a interação amina-imida durante a reação possa levar à formação de compostos cromóforos com novas propriedades fotofísicas, sem haver modificação estrutural da imida aromática. Nesse contexto, 1,4,5,8- anidrido naftálico foi reagido com diferentes tipos e concentrações de aminas primárias, sendo elas n-Butilamina (n-butNH<sub>2</sub>), Propilamina (1-propNH<sub>2</sub>), Etanolamina (HOEtNH<sub>2</sub>) e N,N- dimetiletilenodiamina, utilizando etanol como solvente, temperatura mantida em 70°C e o tempo de reação de 4 horas. A amina foi adicionada de modo a ter no mínimo um excesso de 2 vezes em mol em relação ao grupo anidrido. Os compostos foram caracterizados utilizando-se as técnicas de infravermelho, DRX, H<sup>1</sup> -RMN, calorimetria, UV-vis e fluorimetria e os cristais de NDIs foram preparados de DMF/álcool benzílico (1:1, v:v) e comparados com os produtos brutos. Os resultados apontam que para a n-butNH<sub>2</sub>, 1-propNH<sub>2</sub>, HOEtNH<sub>2</sub>, em alta concentração de amina, formaram-se NDI vermelhos enquanto em baixa os compostos usuais de cor branca. A N,N-dimetiletilenodiamina foi a exceção a essa tendência do efeito da concentração, sendo obtido os mesmos compostos tanto em alta quanto e baixa concentração. Apesar da diferença de cor, todas as NDIs apresentaram os mesmos dados das análises e as determinações de DRX de monocristal identificaram a mesma estrutura cristalina e composição estequiométrica. A fotofísica, entretanto, dos compostos, vermelho e branco, revelou diferença significativa nas bandas de transição eletrônica de absorção e fluorescência, além de os cristais vermelhos variarem a luminosidade e emissão de luz de acordo com o tipo de amina, figura 2. Logo, o uso de concentrações diferentes de aminas levou a compostos de cor e propriedades diferentes, sem, no entanto, verificar diferenças estruturais. Com a N,N-dimetiletilenodiamina não ocorreu modificação do produto conforme se variou a concentração de amina, o que pode servir como base para estudos posteriores a fim de se desvendar a origem desse fenômeno reativo.

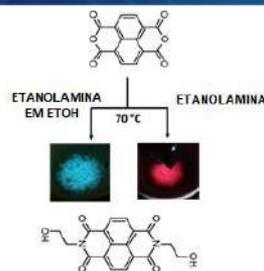


Figura 1- Diferentes cores e propriedades óticas para diferentes concentrações de aminas iniciais



Figura 2- Diferentes intensidades e emissão para cristais obtidos de diferentes aminas

**Palavras-chave:** Diimidaz naftálicas. Cristalização. Fotofísica

### Agradecimentos

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente com meu trabalho, ao NEP (Lab. Nanotecnologia e Engenharia de Processos), o laboratório que me permitiu desenvolver todo meu trabalho e a agência de pesquisa FAPESP pelos projetos concedidos n° 2022/07533-3 (bolsa de IC), e n° 2021/01509-0 (projeto regular).

### Referências

- C. Kulkarni, G.Periyasamy, S. Balasubramanian, S. J. George, Charge-transfer complexation between naphthalene diimides and aromatic solvents. *Phys.Chem.Chem.Phys.* 2014, 16, 14661.
- S. V. Bhosale, C. H. Janiab and S. J. Langford, Chemistry of naphthalene diimides. *Chem. Soc. Rev.*, 2008, 37, 331.
- De-Xian Wang and Mei-Xiang Wang. Anion-  $\pi$  interactions: Generality, Binding Strength, and Structure. *J. Am. Chem. Soc.* 2013, 135, 892- 897.
- Suraru, S. L.; Würthner, F. Strategies for the Synthesis of functional naphthalene diimides. *Angew. Chemie – Int. Ed.* 2014, 53 (29), 7428- 7448.
- Mallik, A., Garai, B., Addicoat, M. A., Petkov, P. S., Heine, T., & Banerjee, R. (2015). Solid state organic amine detection in a photochromic porous metal organic framework. *Chemical Science*, 1420-1425.

## ANÁLISE DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DA MISTURA TERNÁRIA: [Bmim][Cl] + BUTANOL + ACETATO DE BUTILA

Laila G. de Andrade, Juliana A. Carpegiani, Matheus C. Nunes, Davi S. Lucas, Pedro B.

Noronha, Pedro F. A. Castillo, Francisco C. Biaggio, Daniela H. P. Guimarães

*Estrada municipal do Campinho, Nº 100, Campinho, Lorena/SP. Laila.gazel2020@usp.br*

### Resumo

O amplo estudo dos LIs está relacionado à necessidade de tornar os processos químicos mais sustentáveis e seguros. Os objetivos deste trabalho consistiram em sintetizar o líquido iônico (LI) cloreto de 1-butil3-metilimidazólio ([Bmim][Cl]) e estudar o ELL (equilíbrio líquido-líquido) da mistura [Bmim][Cl] + Butanol + Acetato de Butila a 308,15 K à pressão atmosférica. Para obter a curva binodal do sistema, utilizou-se a técnica de titulação de ponto de névoa. As linhas de amarração foram determinadas através da preparação de misturas de composição conhecida, após a agitação e separação das fases, mediu-se o índice de refração e densidade destas. A determinação da composição das linhas de amarração foi feita por meio das curvas de calibração, construídas previamente. Ademais, calculou-se o coeficiente de seletividade do [Bmim][Cl], propriedade que mede a capacidade de extração de um solvente, o resultado obtido para o [Bmim][Cl] foi maior do que 1, portanto este é um bom solvente extrator para o 1-butanol. Por fim, foi realizada a modelagem termodinâmica do sistema utilizando o modelo NRTL e a simulação do sistema utilizando o COSMO-RS, os resultados foram analisados através do desvio quadrado médio (RMSD), para o NRTL o RMSD deu 0,0001, resultado bem baixo, demonstrando a possibilidade de aplicação para este sistema. Para o COSMO, o RMSD calculado foi de 0,0051, relativamente alto.

**Palavras-chave:** líquidos iônicos, extração, equilíbrio líquido-líquido, [Bmim][Cl].

### Agradecimentos

Ao Programa Unificado de Bolsas de Estudos para Estudantes de Graduação (PUB) pelo incentivo à pesquisa

### Referências

MARCILLA, A.; RUIZ, F.; GÁRCIA, A. N. Equilíbrio líquido-líquido de sistemas quaternários água-etanol-acetona e cloreto de sódio a 25 °C. *Fluid Phase Equilibria*, 112, 73-289 (1995).

## TENDÊNCIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E FOCOS DE QUEIMADAS SOBRE O BIOMA PANTANAL DURANTE O PERÍODO DE 2016 ATÉ 2021

Nome dos autores: Lidiane Leme M. dos Santos, Eduardo José Menegotto, Victória Gomes Teixeira, João Hass, Mariana C. Kasemodel, Débora S. Alvim

Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, lidianesantos@usp.br

### Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar as concentrações sazonais e espaciais de poluentes atmosféricos, incluindo dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC), liberados pela queima de biomassa no bioma Pantanal brasileiro durante o período de 2016 a 2021. Os dados foram obtidos por meio das reanálises do MERRA-2 e incluíram informações meteorológicas, focos de calor e fire radiative power (FRP) a partir de dados de satélite. As concentrações mais elevadas de SO<sub>2</sub>, OC, BC e CO foram observadas nos meses de agosto, setembro e outubro ao longo dos anos 2016 a 2021. Isso correspondeu ao período de menor precipitação, umidade relativa mais baixa e ao maior número de focos de queimadas. Notavelmente, a região noroeste da área de estudo, que abrange parques, reservas e áreas de proteção, exibiu concentrações de poluentes mais baixas em comparação com as regiões nordeste e centro sul. Essas últimas regiões são caracterizadas pelo crescimento agrícola, urbanização e expansão de rodovias.

**Palavras-chave:** Pantanal, Queimadas, Poluentes Atmosféricos

### TRENDS IN CONCENTRATIONS OF POLLUTANT GASES AND HOTSPOTS ABOUT THE PANTANAL BIOME DURING THE PERIOD FROM 2016 TO 2021

#### ABSTRACT

This study aimed to analyze seasonal and spatial concentrations of atmospheric pollutants, including sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO), black carbon (BC) and organic carbon (OC), released by biomass burning in the Brazilian Pantanal, during the period from 2016 to 2021. The data were obtained through MERRA-2 reanalyses and included meteorological and hot spot information. The highest concentrations of SO<sub>2</sub>, OC, BC and CO were observed in the months of August, September and October throughout the years 2016 to 2021. This corresponded to the period of lower precipitation, lower relative humidity and the highest number of fires. Notably, the northwest region of the study area, which encompasses parks, reserves and protected areas, exhibited lower pollutant concentrations compared to the northeast and south-central regions. These latter regions are characterized by agricultural growth, urbanization and highway expansion.

**Keywords:** Pantanal, Burning, Atmospheric Pollutants

#### Introdução

Nas últimas décadas, o aumento das áreas de queimadas no Brasil, devido à expansão da agricultura e criação de gado, tem causado perda de biodiversidade, agravado o efeito estufa,

prejudicado a fertilidade do solo e afetado a qualidade do ar. Além disso, os resíduos da queima de combustíveis alteram a química atmosférica e a disponibilidade de nutrientes no solo.

Enquanto o fogo pode ter impactos positivos ou negativos nos ecossistemas, a maioria das fontes de ignição está relacionada à ação humana. As mudanças na composição química da atmosfera estão se tornando uma preocupação crescente, afetando a qualidade do ar e impactando a saúde de populações urbanas e regiões propensas a queimadas.

Em 2019 e 2020, o Pantanal enfrentou uma das maiores catástrofes de incêndio em sua história, resultando em perdas significativas de biodiversidade e impactos socioeconômicos negativos. A região abrange uma vasta área de importância ecológica, com uma população de aproximadamente 1,1 milhão de pessoas. A expansão da agricultura, bloqueio de canais e práticas agrícolas inadequadas contribuem para as queimadas.

O estudo tem como objetivo analisar as concentrações de poluentes atmosféricos no Pantanal e sua relação com focos de queimadas, fire radiative power (FRP) e precipitação durante o período de 2016 a 2021.

## Experimental

A área de estudo abrange o Pantanal entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com coordenadas específicas. O Pantanal é uma vasta planície alagada na América do Sul, ocupando cerca de 168.000 km<sup>2</sup> no Brasil. A região tem uma topografia única, com o rio Paraguai coletando águas de diferentes rios circundantes. O Pantanal consiste em paisagens variadas relacionadas aos rios das sub-bacias hidrográficas que formam o rio Paraguai, com diferentes características que afetam a fauna e flora. O clima é tropical úmido, com estações definidas de verão chuvoso e inverno seco, marcado pela sazonalidade das chuvas as concentrações espaciais dos poluentes atmosféricos monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), AOD, black carbon (BC), carbono orgânico (OC) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e focos de queimadas sobre o bioma Pantanal durante o período dos anos de 2016 até 2021, a partir de dados de sensoriamento remoto, como o sensor MOPITT usado para a medição de CO, MODIS para medição de AOD, OMI para medição de NO<sub>2</sub>, dados de reanálise do MERRA-2 para as concentrações de CO, SO<sub>2</sub>, BC e OC e também analisar os dados de focos de queimadas e fire radiative power (FRP) provenientes do satélite AQUA.

## Resultados

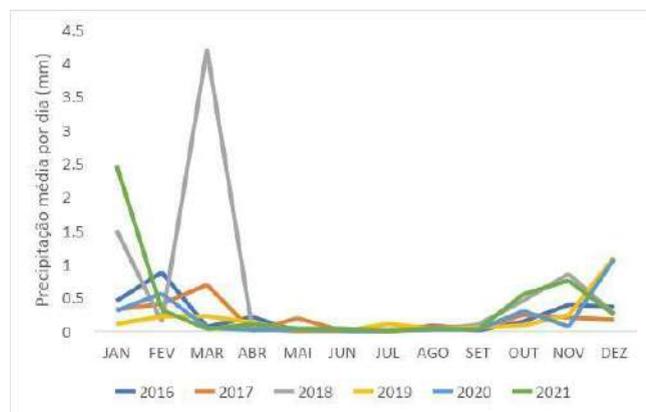
Ao examinar as queimadas na região do Pantanal entre 2018 e 2021, observa-se um aumento significativo nesse fenômeno. O pico ocorreu em 2020, com 267 mil focos de queimadas detectados na região, dezenove vezes mais do que o ano com o menor número de focos, que foi de 14 mil em 2018, segundo dados do INPE. Infelizmente, essa análise não pôde ser estendida aos anos de 2016 e 2017, pois o INPE não possui dados disponíveis para esses anos. Além disso, ao analisar as médias anuais dos valores de FRP (Fire Radiative Power) e o Risco de fogo entre 2018 e 2021, bem como de 2016 a 2021, observamos uma queda de 0,158 nesse período mais longo, apesar do aumento de 59% no FRP médio anual entre 2018 e 2021.

**Figura 1** – Somatório do Focos de Queimadas por Mês (2016 – 2021) e Média do FRP mensal no bioma Pantanal (2018-2021)



Ao considerar os dados pluviométricos desse mesmo período, nota-se que o ano de 2020 registrou a segunda menor quantidade de chuva dos últimos cinco anos e também o maior número de dias consecutivos sem chuva.

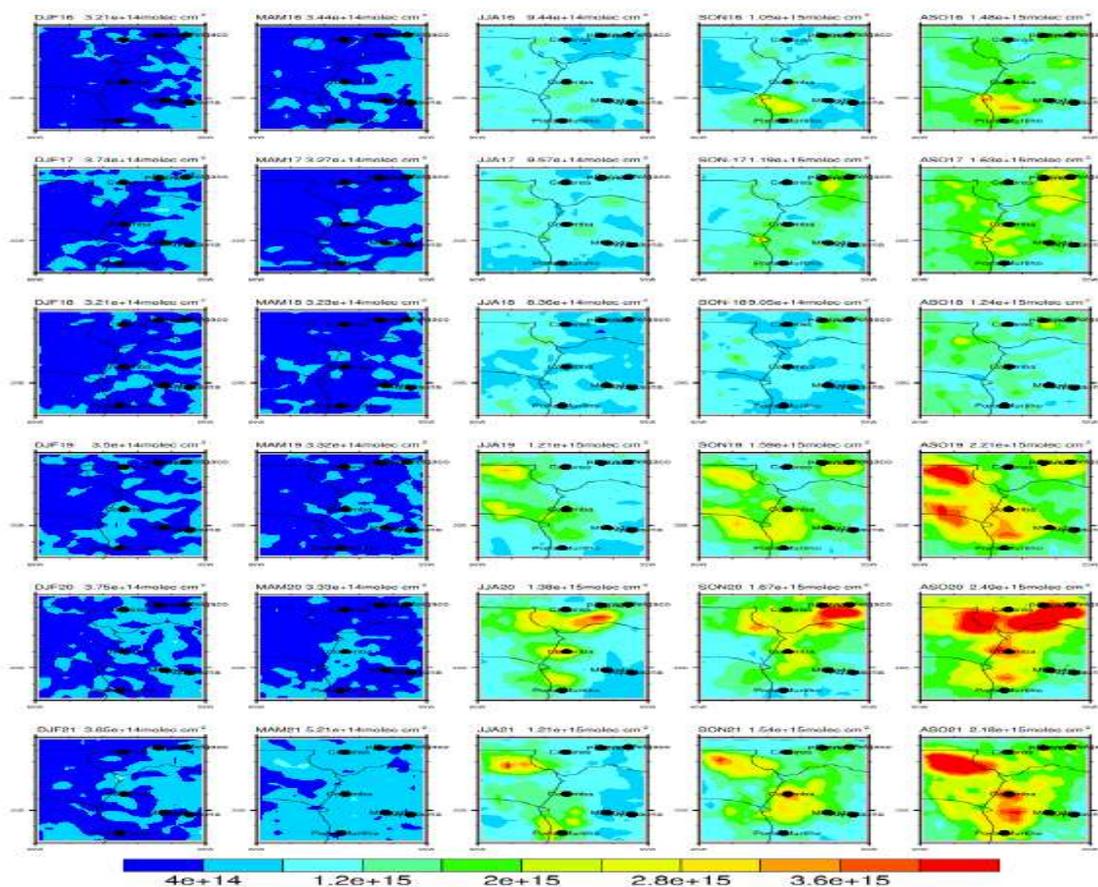
Figura 3 – Precipitação média no mês para MT e MS (2016 – 2021)



Utilizando os dados de concentrações de poluentes na região do Pantanal, foram gerados conjuntos de imagens que representam as concentrações desses poluentes em diferentes períodos do ano, para cada ano analisado na pesquisa 2016 até 2021. Os períodos analisados incluem dezembro a fevereiro (DJF), março a maio (MAM), junho a agosto (JJA), setembro a novembro (SON) e agosto a outubro (ASO). As imagens revelam um aumento na concentração de poluentes próximo à superfície nos anos de 2019, 2020 e 2021, com a maior média registrada em 2020. Notavelmente, as diferenças nas concentrações médias entre os anos foram mais expressivas nos períodos JJA, SON e ASO, que representam o segundo semestre do ano e as estações inverno e primavera. O período com a maior diferença de concentração foi ASO, de agosto a outubro, que corresponde ao final do inverno e o início da primavera, para todos os poluentes, coincidindo com uma época de menor pluviosidade.

Figura 4 – Concentração sazonal de  $\text{NO}_2$  (moléculas por  $\text{cm}^2$ ) na atmosfera próximo da superfície para região do Pantanal.

## Dioxido de Nitrogenio



## Conclusão

Os maiores números de focos de queimadas, concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, OC, BC e CO são encontradas nos meses de junho até novembro, principalmente para os meses de agosto, setembro e outubro (ASO), meses estes de mais baixa precipitação na região, verificando um aumento ainda maior nos últimos três anos deste estudo 2019 a 2021, principalmente no ano de 2020 que tem concentrações médias na área estudada no período de ASO 29 % maior de CO, 31 % maior de NO<sub>2</sub>, 50 %, 52 % e 50 % de SO<sub>2</sub>, BC e OC, respectivamente quando comparado com o mesmo período de 2016-2018. Os valores de precipitação não justificam o aumento do número de focos de queimadas nos últimos três anos desta análise (2019 até 2021), ficando evidente que o aumento do número de focos de queimadas não está relacionado a secas na região do Pantanal e sim provavelmente ao aumento das queimadas pela ação do homem, pois o ano de 2021 teve uma precipitação média mensal 48 % maior que os anos 2016, 2017, 2019 e 2020 e é o ano com maior valor de FRP e o segundo ano com maiores valores de números de focos de queimadas e concentração dos poluentes analisados, ficando atrás somente do ano de 2020 que obteve recorde no número de focos de queimadas e consequentemente maior quantidade de poluentes na atmosfera na região para o período estudado.

## Referências

Leal Filho, W.; Azeiteiro, U. M.; Salvia, A. L.; Fritzen, B.; Libonati, R. Fire in Paradise: Why the Pantanal is burning. *Environmental Science & Policy*, v. 123, p. 31-34, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.005>

## Nanoestruturas de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e $\text{MgO}$ dopadas com Nanopartículas a Base de Cálcio Através da Rota de Síntese Glicerol-Isopropanol

Lorena Portela Brazuna<sup>1</sup>, Rebeca Bacani<sup>2</sup>, Thiago Galeote Tabuti<sup>2</sup>, Josy Anteveli Osajima<sup>3</sup>, Dayane Batista Tada<sup>1</sup>, Eduardo Rezende Triboni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP- São José dos Campos. [lobrazuna@gmail.com](mailto:lobrazuna@gmail.com) / [d.tada@unifesp.br](mailto:d.tada@unifesp.br) / [tribonier@usp.br](mailto:tribonier@usp.br)

<sup>2</sup>Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo - EEL/USP - [rbacani@usp.br](mailto:rbacani@usp.br) / [thiagogaleote@usp.br](mailto:thiagogaleote@usp.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI – [josyosajima@ufpi.edu.br](mailto:josyosajima@ufpi.edu.br)

### Resumo

Biomateriais dopados nos scaffolds cerâmicos se mostraram fundamentais na pesquisa de regeneração de tecido ósseo. A adição de cálcio é essencial para fornecer os íons  $\text{Ca}^{2+}$  para/do meio celular e, também os íons magnésio  $\text{Mg}^{2+}$ , que estimulam a osseointegração aumentando o contato osso-implante e a formação de osso novo [1]. Nesse trabalho, relatamos a síntese e caracterização de nanopartículas (NPs) de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  e  $\text{MgO}$  dopados com cálcio para aplicações biológicas. O método glicerol-ureia (GU), que foi desenvolvido por nosso grupo de pesquisa, é inovador e eficiente para a síntese de hidróxido/óxidos metálicos [2], embora para este estudo a ureia tenha sido substituída por isopropanol (GI) para posterior produção em larga escala. As sínteses foram realizadas utilizando  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NaOH}$  em uma proporção molar de 3:1 de solução G:I sob agitação, com adição de 0,001, 0,005, 0,01 e 0,05 mols de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Para obter  $\text{MgO}$ , as amostras foram calcinadas em mufla por 3 horas a  $400^\circ\text{C}$ . A caracterização estrutural foi realizada por Difração de Raios X, e os resultados mostraram formações da fase brucita ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), com cristalitos de 10 e 100 nm respectivamente, essa formação apresenta diversas vantagens para aplicações biomédicas, tais como: biocompatibilidade, baixo custo e baixa citotoxicidade [3]. Imagens de microscopia eletrônica de transmissão e varredura mostraram NPs com morfologia de folhas e conchas com alta área superficial. Os dados de Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente serão usados para avaliar a liberação de íons de cálcio das NPs. Esses resultados iniciais já mostram o grande potencial deste material para aplicações biomédicas.

**Palavras-chave:** Nanopartículas, Rota GU, óxido/hidróxido de magnésio, cálcio, aplicações biológicas.

**Agradecimentos:** Unifesp, EEL/USP, Capes e Fapesp.

### Referências

- [1] S.S. Lim, et al, Mater. ciência Eng. C Mater. Biol. Appl., vol.76, 144-152 (2017).
- [2] Brazuna, et al. New J. Chem., vol. 43, 18988-18995 (2019).
- [3] MEMAR, et al. Microbiologia atual, vol. 80, 1-11 (2023).

## Influência da adição de Nb nas propriedades magnéticas e mecânicas da liga de Fe-35%Co (% em massa)

Matheus M. Arruda<sup>1</sup>, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina B. Nunes (orientadora)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estrada Municipal Chiquito de Aquino, N° 1000, Mondesir, Lorena, SP / mmarruda@usp.br

<sup>2</sup>Estrada Municipal Chiquito de Aquino, N° 1000, Mondesir, Lorena, SP / cristina.bormio@usp.br

### Resumo

Com adições de Nb comprovadamente aprimorando maleabilidade (Froes, 2021), o projeto visa estudar variações em propriedades mecânicas, magnéticas e elétricas em diferentes temperaturas em ligas de composição  $(\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35})_{99,5}\text{Nb}_{0,5}$  (05Nb) e  $(\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35})_{99,3}\text{Nb}_{0,7}$  (07Nb) e compará-las a ligas similares avaliando aplicabilidade em motores elétricos, atuadores, sensores e similares. Os métodos utilizados se aproximam do realizado no trabalho de Froes (2021). Uma amostra de cada composição passou por laminação a frio ao invés de a quente nas demais, em que atingiram deformações aproximadas de 39% (05Nb) e 52% (07Nb) em suas espessuras, apontando o nióbio como alternativa viável para elevar a maleabilidade do material, em relação à deformação máxima em torno de 10% obtida por Kawahara (1983). Ao avaliar suas propriedades magnéticas, observa-se o nióbio levou a uma magnetização de saturação menor e a materiais mais macios ( $H_c$  entre 575 e 850 A/m) que ligas  $\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35}$  ( $H_c = 1900$  A/m) [1] e que ambos podem atuar como sensores de forças compressivas.

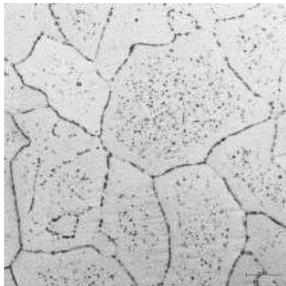


Figura 1: Presença de particulados (05Nb)

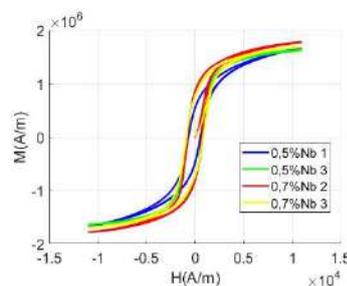


Figura 2: Curvas de histerese (05Nb e 07Nb)

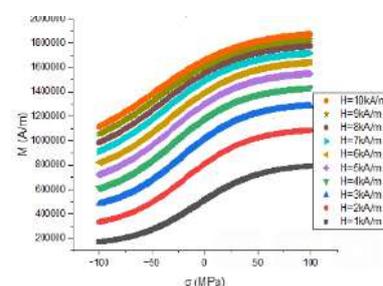


Figura 3: Curvas de M x pressão aplicada (05Nb)

**Palavras-chave:** Magnetostricção, Núcleos Magnéticos, Ligas Fe-Co

### Agradecimentos



### Referências

[1] FROES, F., 2021.. Dissertação (Mestrado em Ciências) – EEL-USP. <https://doi.org/10.11606/D.97.2021.tde-18012022-123336>.

[2] KAWAHARA K., *Journal of Materials Science* 18, 1709–1718, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00542066>.

## Um modelo melhorado de transporte de fuligem em combustão de gotas

Rafael Bianchin<sup>1</sup>, Fernando Fachini Filho<sup>2</sup>, Denize Kalempa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Rod. Pres. Dutra, km 40. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Cachoeira Paulista, SP.  
rafaelpbianchin@gmail.com

<sup>2</sup>Rod. Pres. Dutra, km 40. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Cachoeira Paulista, SP.  
fernando.fachini@inpe.br

<sup>3</sup>Estrada Municipal do Campinho 100, Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP), Lorena, SP.  
kalempa@usp.br

### Resumo

A formação de fuligem consiste num sério problema ambiental e de saúde, mas sua modelagem é complexa porque envolve inúmeros processos químicos e físicos. Neste trabalho se aborda a formação e transporte de fuligem na combustão de gotas de diâmetro na ordem de milímetro utilizando-se o modelo semi-empírico formulado por Moss et al. (1989) para se descrever a formação. O transporte das partículas de fuligem é baseado no mesmo modelo, utilizando-se a velocidade termoforética proposta por Beresnev e Chernyak (1995) para o regime de transição. O trabalho propõe, portanto, uma melhoria ao modelo de Kumar et al. (2002), que considerou um modelo de termoforese restrito ao regime de moléculas livres, que é inadequado para partículas de fuligem com tamanho na ordem de micrômetros, como observado por Ben-Dor et al. (2003). O modelo melhorado está sendo desenvolvido, e corrige outras falhas do trabalho de Kumar et al.

**Palavras-chave:** Combustão de gotas. Fuligem. Termoforese.

### Agradecimentos

Pesquisa desenvolvida com apoio do CNPq com auxílio 141461/2019-5.

### Referências

BEN-DOR, G.; ELPERIN, T.; KRASOVIT, B. Effect of thermo–and diffusiophoretic forces on the motion of flame-generated particles in the neighbourhood of burning droplets in microgravity conditions. **Proceedings of the Royal Society of London**, 2003.

BERESNEV, S.; CHERNYAK, V. Thermophoresis of a spherical particle in a rarefied gas: Numerical analysis based on the model kinetic equations. **Physics of fluids**, 1995.

KUMAR, S.; RAY, A.; KALE, S. A soot model for transient, spherically symmetric n-heptane droplet combustion. **Combustion Science and Technology**, 2002.

MOSS, J.; STEWART, C.; SYED, K. Flowfield modelling of soot formation at elevated pressure. In **Symposium (International) on Combustion**, 1989.

## Análise de Confiabilidade dos Ensaios Mecânicos de Tubos Soldados Tratados Termicamente por Alívio de Tensões

Rayra Arantes Carvalho Camargo<sup>1</sup>, Monique Osório Talarico da Conceição<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FAT/UERJ, Av. Dr. Omar Dibo Calixto Afrange, s/n, Resende - RJ, Cep: 27537-000, [rayraacc@gmail.com](mailto:rayraacc@gmail.com),  
[monique.osorio@fat.uerj.br](mailto:monique.osorio@fat.uerj.br).

### Resumo

O estudo aborda a fabricação de tubos automotivos de alto desempenho, destacando a importância de várias tecnologias, incluindo conformação, soldagem, trefilação e tratamentos térmicos, para atingir propriedades mecânicas desejadas. A utilização de aços ARBL microligados é comum para melhorar a resistência e reduzir o peso das peças. A resistência ao escoamento é uma propriedade crítica para componentes automotivos sujeitos a cargas dinâmicas. O estudo concentra-se na análise da variação do limite de escoamento em tubos soldados pelo processo HFIW e entender as diferenças nas propriedades mecânicas entre os processos de trefilação e tratamento térmico de alívio de tensões. Foram selecionadas amostras de aço ARBL microligado ao Nb, e ensaios de tração foram realizados para medir o limite de escoamento e resistência mecânica. Além da análise de propriedades mecânicas, o estudo incluiu um plano de amostragem e o uso do conceito de NQA (Número de Qualidade Aceitável) para avaliar a qualidade dos tubos produzidos.

**Palavras-chave:** Tubos automotivos, Aços ARBL, Limite de escoamento, NQA (Número de Qualidade Aceitável), Qualidade dos produtos.

### Referências

- [1] NBR 5462: 1994. Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- [2] FERNANDES, J. R. et al. Efeito do tratamento térmico de alívio de tensões na microestrutura e propriedades de um tubo API 5L X65MS. Tecnologia em metalurgia, materiais e mineração, v. 13, n. 4, p. 356–364, 2016.

## Métodos eletroquímicos para monitorar a corrosão de superfícies tratadas

Rolf Jansen<sup>1</sup>, Rafael Pechi<sup>2</sup>, Célia R. Tomachuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Cyclaero Instrumentos de Medição Ltda, email [rj@sustents.com](mailto:rj@sustents.com)

<sup>2</sup>Hook Gancheiras e Periféricos Ltda, email [rp@sustents.com](mailto:rp@sustents.com)

<sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, email [celiatomachuk@usp.br](mailto:celiatomachuk@usp.br)

### Resumo

Os métodos e técnicas de monitoramento eletroquímico fornecem dados que possibilitam o estabelecimento de correlações entre a cinética da corrosão e as variáveis de processo. Tais informações são utilizadas para diagnosticar problemas de corrosão e otimizar o seu controle. Os métodos eletroquímicos são comumente utilizados para avaliar o comportamento de um revestimento passivado, pois permitem a detecção de alterações sensíveis na cinética do processo corrosivo. O sistema é composto por uma célula eletroquímica de três eletrodos conectada a um potenciostato que é gerenciado por um sistema de aquisição de dados. Existem vários métodos eletroquímicos que podem ser utilizados para ensaios de corrosão (voltametria, cronopotenciometria, medidas de potencial de circuito aberto, espectroscopia de impedância eletroquímica e curvas de polarização potenciodinâmica anódica e catódica). As suas utilidades se revelam com a significativa prática dos resultados das medições. Não são capazes de substituir os ensaios de aplicações como a exposição em câmara de névoa salina, mas podem complementá-los. Tais métodos eletroquímicos fornecem índices de controle de qualidade imediato e/ou podem ser usados para gerar estatísticas de comprovação da capacidade do processo. Além disso, é possível montar sistemas de monitoramento *online* de corrosão ao vivo, empregando toda a variedade dos métodos apresentados, integrados na *Manufatura Avançada (Indústria 4.0)*.

**Palavras-chave:** Corrosão. Revestimento. Monitoramento eletroquímico

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2021/02381-8) pelo suporte financeiro.

## COR-TEN® no Brasil: Meio Século de Sustentabilidade e Inovação

Sandra.J. Travassos<sup>1</sup>, Hercílio G. de Melo<sup>2</sup>, Célia R. Tomachuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - USP. [stravassos29@gmail.com](mailto:stravassos29@gmail.com)

<sup>2</sup>Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - USP. [hgdemelo@usp.br](mailto:hgdemelo@usp.br)

<sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo - USP [celiatomachuk@usp.br](mailto:celiatomachuk@usp.br)

### Resumo

Os aços patináveis, inicialmente desenvolvidos nos Estados Unidos pela U.S. Steel em 1933 e denominados COR-TEN® como abreviação de "CORrosion resistance" (resistência à corrosão) e "TENsile strength" (resistência à tração), são caracterizados por sua resistência mecânica e elevada resistência à corrosão atmosférica quando expostos a ciclos de molhamento e secagem em atmosferas adequadas. No Brasil, também são conhecidos como aços patináveis ou aclimáveis (Weathering steel - WS). Comemorando seu 50º aniversário no mercado brasileiro, o aço COR-TEN® desempenhou um papel fundamental na construção civil, destacando-se pela sua sustentabilidade, durabilidade e resistência à corrosão. Além de sua notável resistência à corrosão e durabilidade, destaca-se sua aplicação sustentável, dispensando a necessidade de pintura ou revestimentos protetores. Este artigo examina essa trajetória, explorando sua evolução tecnológica (Fig. 1) e influência na pesquisa acadêmica sobre corrosão atmosférica (Fig. 2). Investigamos a trajetória dos aços patináveis ou weathering steel (WS) desde o início de sua produção em 1966 [1], enfatizando seu impacto na construção civil e o crescimento da pesquisa acadêmica. Além disso, realizamos uma análise da produção científica brasileira relacionada a esses aços, com foco nas contribuições da USP. A metodologia adotada incluiu a revisão de dados históricos, registros de marcas no INPI e uma análise abrangente da produção acadêmica. Os resultados da análise revelaram um aumento constante no número de publicações ao longo dos anos, destacando a USP como um pólo significativo de pesquisa. Esses resultados evidenciam a importância histórica e científica dos aços patináveis no Brasil, destacando sua contribuição para a sustentabilidade na indústria da construção. A história desses materiais no país é caracterizada por avanços tecnológicos e sua bem-sucedida integração no mercado siderúrgico nacional [2-4]. A pesquisa acadêmica [4-5] continua a enriquecer o entendimento desses materiais, abrindo novas perspectivas para sua aplicação.

**Palavras-chave:** COR-TEN®, aços patináveis, aços aclimáveis, corrosão atmosférica, sustentabilidade, história, pesquisa.

### Referências

1. LEONARDOS, G.; SOUZA, D. I. Anais do Congresso ABRACO, 1972, p. 57-65.
2. BORDIGNON, P. J. et al. Metalurgia ABM, v. 36, nº 275, p. 685-9, 1980.
3. BORDIGNON, P. J. P. et al.. Anais do INFACON IV - INTERNATIONAL FERRO ALLOYS CONGRESS, 1986, p. 263-278.
4. MIRANDA, L. R, RT 221, CEBELCOR, v. 125, Oct 1974.
5. PANNONI, F. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

## COR-TEN®: 50 anos no Brasil

Obras com mais de 30 anos

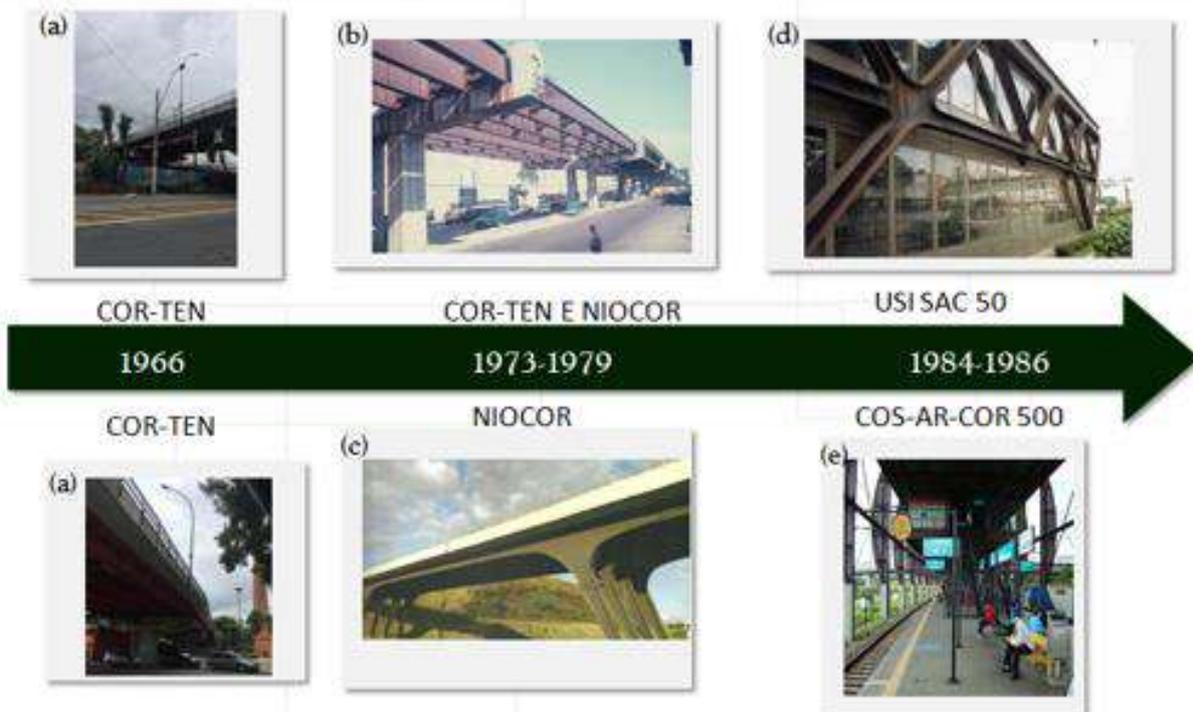


Figura 1: Estruturas em aço patinável, mostrando a evolução das marcas registradas no Brasil (COR-TEN, NIOCOR, COS-AR-COR e USI-SAC). As estruturas apresentadas incluem: Viaduto Nossa Senhora das Graças, VR/RJ (a), Elevado da Perimetral RJ/RJ (b), Viaduto de acesso a Volta Redonda/RJ (c), Sede da ABM, SP (d) e Estação Santo Amaro, SP (e).



Fonte - Base de dados Scopus.

Figura 2: Produção Científica Internacional em WS na Área de Corrosão (1969-2016), com destaque para os países: China (166 documentos), Japão (150), Estados Unidos (66) e Espanha (25).

# ANÁLISE DE FREQUÊNCIAS EM SINAIS DE PRESENÇA: APLICAÇÃO DA TRANSFORMADA DE FOURIER E DFT

Thais Cristina dos Anjos Gomes<sup>1</sup>, João Victor Figueira dos Santos<sup>2</sup>, Manoel Roberval Pimentel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Oeste do Pará, thaiscristinaanjos18@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal do Oeste do Pará, victor.s.tm20@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal do Oeste do Pará, proroberval@gmail.com*

## Resumo

A transformada de Fourier, uma técnica matemática essencial, desagrega um sinal em suas componentes de frequência, sendo a Transformada Discreta de Fourier (DFT) uma aplicação valiosa para analisar a presença ou ausência de objetos em intervalos temporais específicos. A representação do sinal de presença como um array binário, onde o valor 1 indica presença e 0 indica ausência, oferece clareza na identificação da existência de objetos em cada ponto de amostragem. A DFT emerge como uma ferramenta útil para examinar as distintas frequências que constituem o sinal, revelando as oscilações temporais presentes. Essa análise de sinais permite a extração de informações significativas, tais como amplitude, frequência e padrões de variação. A transformada de Fourier e a DFT, aplicadas em diversos domínios, encontram particular relevância em sistemas de detecção e monitoramento que se baseiam em sensores de presença. Em ambientes nos quais é crucial discernir a presença ou ausência de objetos, essas técnicas matemáticas desempenham um papel fundamental. A capacidade de analisar e interpretar as características intrínsecas dos sinais de presença é essencial para sistemas de vigilância, automação e áreas correlatas à segurança.

**Palavras-chave:** Transformada, Decomposição, DFT, Sinais.

## INTRODUÇÃO

A análise de sinais, com destaque para a decomposição de suas componentes de frequência, é uma aplicação vital de uma ferramenta matemática fundamental. Nesse contexto, os sensores de presença, concebidos para perceber mudanças no ambiente, operam monitorando as variações na intensidade ou frequência de um sinal específico, exemplificado pelo sensor de presença infravermelho que detecta alterações na emissão de calor em um local determinado.

Ao empregar a mencionada técnica em um sensor de presença, o procedimento inicial consiste na aquisição dos dados temporais do sinal. Posteriormente, aplica-se a referida técnica a esses dados, facilitando a identificação das componentes de frequência presentes no sinal capturado. A transformação resultante traduz-se em uma conversão do sinal do domínio do tempo para o domínio da frequência, revelando informações essenciais sobre as frequências presentes e suas respectivas amplitudes no sinal sob análise.

Essa abordagem é inestimável na detecção de padrões ou características

específicas presentes no sinal do sensor de presença. A análise subsequente das componentes de frequência obtidas possibilita a identificação de características proeminentes, como frequências predominantes e picos de amplitude. Essa análise refinada desempenha um papel crucial na detecção de presença e na identificação de particularidades do ambiente monitorado.

Em resumo, a aplicação desta técnica, que converte sinais temporais em representações espectrais, é um componente essencial na análise de sinais em sensores de presença. Essa abordagem oferece uma perspectiva mais refinada das propriedades do sinal, viabilizando uma detecção mais precisa de mudanças no ambiente e proporcionando uma compreensão mais aprofundada das características dos sinais capturados pelos sensores de presença.

## METODOLOGIA

A metodologia para a aplicação da Transformada de Fourier, enquanto uma etapa do processo de análise de sinais de presença é essencialmente uma abordagem sistemática que pode ser complementada por outras técnicas, algoritmos ou processamentos adicionais, visando a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis na detecção de presença ou para outros objetivos específicos.

Para ilustrar um exemplo passo a passo da aplicação da transformada de Fourier a um sinal de um sensor de presença discreto no domínio do tempo, consideremos um cenário simplificado com um sinal de presença em 8 instantes de tempo, representado por  $x=[0,0,1,1,0,0,0,1]$ .

Passo 1: Determinar o número de pontos no sinal discreto ( $N$ ). Neste exemplo,  $N=8$ , uma vez que temos 8 amostras de presença.

Passo 2: Aplicar a fórmula da Transformada Discreta de Fourier (DFT) para cada componente de frequência. Utilizaremos a seguinte fórmula para calcular as componentes de frequência do sinal para cada  $k$  no intervalo de 0 a  $N-1$ :

$$X[k]=\sum_{n=0}^{N-1}x[n]\cdot\exp(-N2\pi ink)$$

Para o exemplo, vamos calcular as componentes de frequência  $X[k]$  para  $k=0,1,2,3,4,5,6,7$ .

Para  $k = 0$

$$X[0]=0+0+1+1+0+0+0+1=3$$

Para  $k = 1$

$$X[1]=0+0-0.707-0.707+0+0+0-0.707\approx-0.707$$

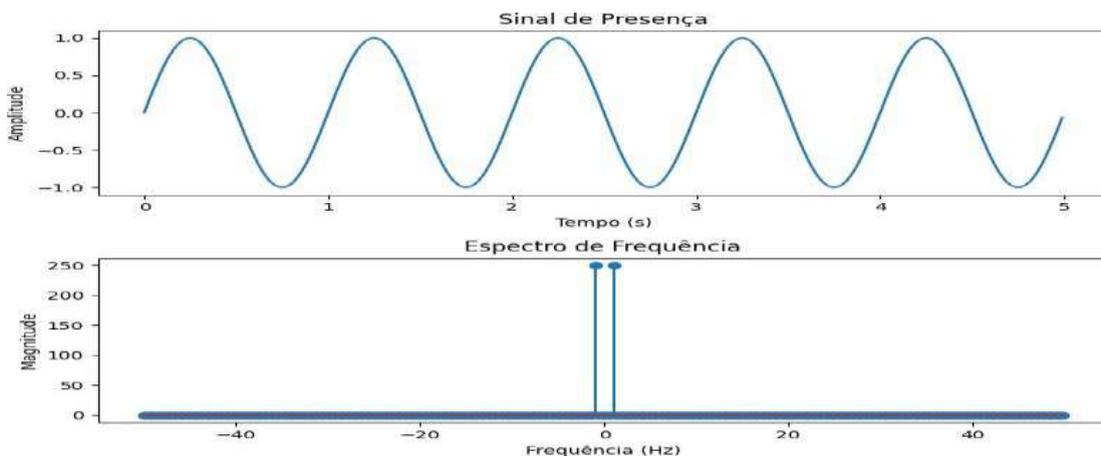
Calculamos os valores para  $k = 2, 3, 4, 5, 6, 7$  da mesma forma.

Passo 3: Obter as componentes de frequência. As componentes de frequência do sinal transformado são derivadas dos valores calculados, resultando em  $X=[3,-0.707,1,-0.707,0,-0.707,1,-0.707]$ .

É crucial destacar que este exemplo é simplificado e destinado a fins ilustrativos. Em situações reais, é possível deparar-se com sinais de presença mais complexos, sendo necessário empregar técnicas adicionais para analisar e interpretar as componentes de frequência de maneira mais sofisticada.

Um exemplo prático de código em Python que utiliza a transformada de Fourier para analisar um sinal proveniente de um sensor de presença:

```



**Gráfico 01:** Espectro de frequência e Sinal de Presença. Apêndice A

Neste cenário exemplar, o sinal de presença é modelado como uma onda senoidal caracterizada por uma frequência e amplitude específicas. O processo inicia-se com a amostragem do sinal a uma taxa de amostragem determinada, resultando em uma versão discreta do sinal.

Posteriormente, a transformada de Fourier do sinal é calculada empregando a função `np.fft.fft()`. As frequências correspondentes às diversas componentes de frequência são então adquiridas mediante o uso da função `np.fft.fftfreq()`.

Finalizando o procedimento, o código realiza a representação gráfica do sinal de presença no domínio do tempo e do espectro de frequência. Essa visualização é concretizada por meio das funções `plot()` e `stem()` disponíveis no matplotlib, proporcionando uma compreensão intuitiva das características temporais e espectrais do sinal de presença em consideração.

Lembrando-se de importar as bibliotecas `numpy` e `matplotlib` para executar esse código.

```
Sinal de presença original: [0 1 1 0 1 0 0 1]
Transformada de Fourier: [ 4.00000000e+00+0.00000000e+00j  4.14213562e-01-1.00000000e+00j
 -4.44089210e-16+1.11022302e-16j -2.41421356e+00+1.00000000e+00j
  0.00000000e+00-2.44929360e-16j -2.41421356e+00-1.00000000e+00j
 -6.66133815e-16+2.22044605e-16j  4.14213562e-01+1.00000000e+00j]
```

**Gráfico 02:** Sinal de presença e Transformada de Fourier . Apêndice A

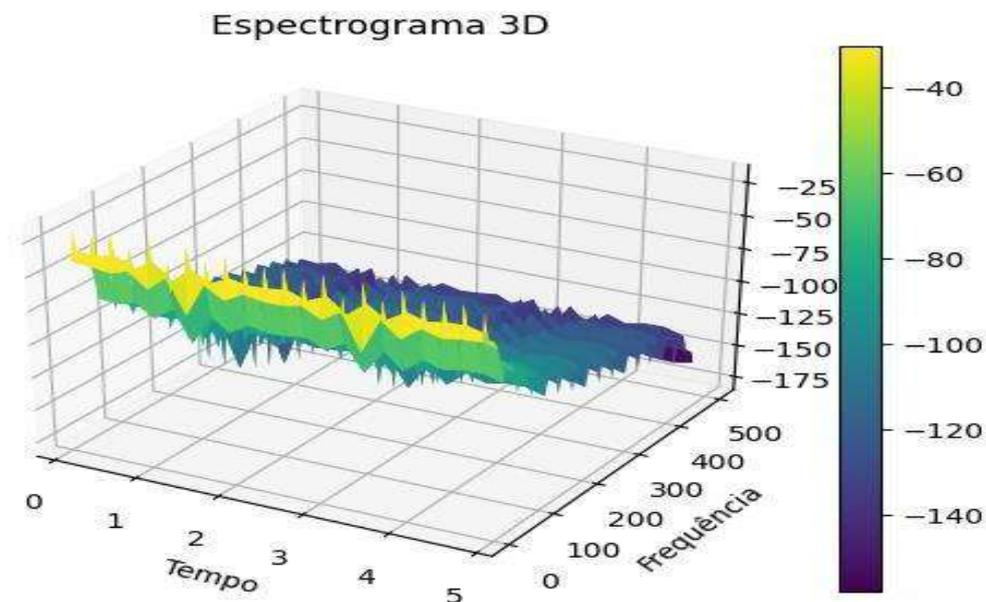
Neste exemplo, a função `fourier_transform_sinal_presenca` é concebida para processar um sinal de presença representado por um array binário denominado `signal`. O procedimento consiste no cálculo da Transformada Discreta de Fourier (DFT) do sinal, utilizando a equação fundamental da transformada de Fourier discreta.

Dentro do laço `for`, cada componente de frequência `k` é determinada ao somar o produto do sinal de presença pelo fator exponencial correspondente. O resultado de cada iteração é acumulado no array `dft`, que, por sua vez, é retornado como o resultado da função.

No exemplo específico, o sinal de presença binário `[0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1]` é fornecido como entrada para a função, e o resultado da transformada de Fourier é exibido por meio da instrução `print`. A biblioteca `numpy` é utilizada para executar esse código de transformada de Fourier.

Importante notar que a Transformada de Fourier, por ser uma técnica destinada à análise do espectro de frequências de um sinal, não se presta diretamente à criação de gráficos 3D. Contudo, é possível gerar um gráfico 3D que representa o espectrograma de um sinal de presença ao longo do tempo, empregando a Transformada de Fourier de Curto Período (STFT) em combinação com um gráfico tridimensional.

Segue abaixo um exemplo de código em Python, utilizando a biblioteca `Matplotlib`, para a criação de um gráfico 3D do espectrograma de um sinal de presença.



**Gráfico 03:** Espectrograma do sinal. Apêndice B

Neste exemplo, geramos um sinal de presença usando uma onda senoidal, configuramos a análise do espectrograma usando a STFT e, em seguida, plotamos o gráfico 3D do espectrograma utilizando `plot_surface()` da biblioteca Matplotlib. O eixo x representa o tempo, o eixo y representa a frequência e o eixo z representa a magnitude em dB.

## Considerações Finais

No âmbito dos sensores de presença, a profundidade oferecida pela análise de Fourier é inquestionável. Essa análise não apenas nos permite discernir entre múltiplos padrões e eventos com precisão, mas também nos proporciona uma visão holística do sinal através dos domínios temporal e espectral. Ao incorporar uma visualização tridimensional, como o espectrograma, conseguimos apreender nuances da evolução da frequência com o tempo, nuances estas que, por vezes, podem se perder em representações mais tradicionais.

Este artigo enfatiza, portanto, o papel fundamental da análise de Fourier no contexto contemporâneo de sensores. Tanto para profissionais estabelecidos quanto para aqueles que estão ingressando na área, a familiaridade e aplicação destas técnicas são vitais para aprimorar a eficiência e precisão dos modernos sistemas de monitoramento e detecção. Ao visualizarmos o espectrograma em uma perspectiva 3D, ganhamos uma compreensão mais instintiva sobre como as frequências do sinal mudam ao longo do tempo. Esse tipo de representação enriquece nossa compreensão, trazendo insights que poderiam ser menos evidentes em análises puramente bidimensionais.

Resumindo, o estudo reitera o valor da análise de Fourier no contexto prático, em particular na área de sensores. Para aqueles que atuam na área ou se interessam pelo tema, dominar tais técnicas se mostra crucial para incrementar a acurácia e eficiência de sistemas dedicados à detecção e monitoramento.

## Referências

- Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W.** (2010). Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall.
- Proakis, J. G., & Manolakis, D. G.** (2006). Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications. Pearson Education.
- Orfanidis, S. J.** (2010). Introduction to Signal Processing. Prentice Hall.
- Bracewell, R. N.** (2000). The Fourier Transform and Its Applications. McGraw-Hill Education.

## Apêndice A

```
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.signal import spectrogram
```

```

# Parâmetros do sinal
frequencia = 1 # Frequência do sinal (em Hz)
amplitude = 1 # Amplitude do sinal
tempo_total = 5 # Tempo total de amostragem
(emsegundos)
taxa_amostragem = 100 # Taxa de amostragem (em Hz)

# Geração do sinal de presença
tempo = np.linspace(0, tempo_total, int(tempo_total
* taxa_amostragem), endpoint=False)
sinal_presenca = amplitude * np.sin(2 *
np.pi * frequencia * tempo)

# Cálculo da Transformada de Fourier
transformada =
np.fft.fft(sinal_presenca) frequencias =
np.fft.fftfreq(len(tempo), 1 /

taxa_amostragem)

# Plot do sinal de presença e do
espectro defrequência
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1, figsize=(8,
6))

ax1.plot(tempo,
sinal_presenca)
ax1.set_xlabel('Tempo (s)')
ax1.set_ylabel('Amplitude')
ax1.set_title('Sinal de
Presença')

ax2.stem(frequencias,
np.abs(transformada))
ax2.set_xlabel('Frequência (Hz)')
ax2.set_ylabel('Magnitude')
ax2.set_title('Espectro de
Frequência')

```

```

plt.tight_l
ayout()
plt.show()

def
    fourier_transform_sinal_presenca(s
ignal):N = len(signal) #
    Comprimento do sinal frequencies =
    np.arange(N) # Frequências
correspondentes às componentes de
    frequênciadft = np.zeros(N,
    dtype=np.complex) #
Inicializar o array da transformada de
    Fourierfor k in range(N):
        dft[k] = np.sum(signal * np.exp(-2j * np.pi
* k *
    frequencies
    / N))return
    dft

signal = np.array([0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1]) #
Sinalde presença binário
transform =
fourier_transform_sinal_presenca(signal)#
Print dos resultados
print("Sinal de presença original:",
signal)print("Transformada de
Fourier:", transform)

```

## Apêndice B

```

# Gera um sinal de exemplo
Fs = 5000
T = 1.0 / Fs
x = np.linspace(0.0, 1.0, Fs)

```

```
# Um sinal com frequências variáveis
y = np.sin(50.0 * 2.0*np.pi*x) + 0.5*np.sin(80.0 *
2.0*np.pi*x)
frequencia, tempo, Sxx = spectrogram(y, Fs)

fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')

T, F = np.meshgrid(tempo, frequencia)
surf = ax.plot_surface(T, F, 10 * np.log10(Sxx),
rstride=1, cstride=1, cmap='viridis',
edgecolor='none')
ax.set_xlabel('Tempo')
ax.set_ylabel('Frequencia')
ax.set_zlabel('Intensidade (dB)')
ax.set_title('3D espectograma')
fig.colorbar(surf)
plt.show()
```

## Multiresponsive Molecular Aggregates Based on Naphthalene Diimide

Thaís B. F. Moraes<sup>1,2</sup>, Rafael G. Antoneli<sup>2</sup>, Luca M. Sihm<sup>3</sup>, Henrique Toma<sup>3</sup>,  
Christophe Bucher<sup>1</sup>, Grégoire J.-F. Demets<sup>2</sup>, Jonathan W. Steed<sup>4</sup>, Eduardo R. Triboni<sup>5</sup>

<sup>1</sup> University of Lyon, Ens de Lyon, CNRS UMR 5182, Lab. de Chimie, F69342 Lyon, France

<sup>2</sup> University of São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Rib. Preto/SP, Brazil

<sup>3</sup> University of São Paulo, Instituto de Química, São Paulo/SP, Brazil

<sup>4</sup> Durham University, Department of chemistry, Durham, UK

<sup>5</sup> University of São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena/SP, Brazil.

Stimuli-induced aggregation has been widely used to build smart materials. In particular, light stimulus has shown some advantages for being a non-invasive action with high spatiotemporal resolution [1]. The most common photoresponsive principles that lead to aggregation are based on the change in molecular structure, such as photoisomerization, and on the change in molecular charge, such as photoreduction [2]. Herein, we have investigated an unprecedented light-induced aggregation of cationic naphthalene diimide (cNDI) in solution. Upon UV light exposure, cNDI changes their spectroscopic signature as revealed by the evolution of two new bands ( $\lambda_{\text{max}} = 263$  and 494 nm) in the UV-vis absorption spectra. Three hypotheses were considered and carefully verified in order to assign this new spectral pattern: *i.* Change in structure and/or supramolecular arrangements; *ii.* Presence of cNDI at the reduced state; and *iii.* Anion- $\pi$  interactions. We have found that photoirradiation of cNDI solution leads to a significant modification of the electronic transitions owing to H-type aggregate forms. Further, cNDI disassembly can be triggered by heating (70 °C), which were monitored by <sup>1</sup>H NMR.

**Palavras-chave:** Naphthalene diimide, H-type aggregate, Light-induced aggregation

### Agradecimentos

This work was supported by the São Paulo Research Foundation (FAPESP Grant n°2021/06753-7, n°2022/02711-0, n°2022/06346-5 and n°2021/01509-0).

### Referências

- [1] XU, Fan et al. From photoinduced supramolecular polymerization to responsive organogels. **Journal of the American Chemical Society**, v. 143, n. 15, p. 5990-5997, 2021.
- [2] PENG, Hui-Qing et al. Supramolecular polymers: Recent advances based on the types of underlying interactions. **Progress in Polymer Science**, p. 101635, 2022.

## Glycerol based solvents providing ZnO particles

Thiago Galeote Tabuti<sup>1</sup>, Lorena Portela Brazuna<sup>2</sup>, Josy Antevelli Osajima<sup>3</sup>, Rebeca Bacani<sup>1</sup>, Dayane Batista Tada<sup>2</sup>, Eduardo Rezende Triboni<sup>1</sup> (Ex. Célia R. Tomachuk)

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP) thiagogaleote@usp.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP-SJC)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí (UFPI)

### Resumo

The Glycerol-Urea method (GU) is quite excellent for synthesizing ZnO NPs with welldefined size and morphology, and presents great versatility, allowing the control of morphology by using additives [1]. In this study, urea, a key component in the synthesis, was replaced by other isostructural solvents (isopropanol, tetramethylurea, dimethylurea and thiourea) and/or simply bubbling ammonia in glycerol. The aim was to evaluate whether such modifications could bring improvements and gains to the glycerol-based method. For the Glycerol-Isopropanol (GI), the molar ratio of the solvents was varied, reaching at an optimal one for 10:1. The GI ZnO NPs presented spherical morphology and well-defined size and distribution (similar to the GU method). The approaches with Glycerol-Dimethylurea and Glycerol-Tetramethylurea showed ZnO NPs with reduced size, and the Glycerol-Thiourea mixture resulted in a different compound expected: ZnS. Bubbling ammonia into glycerol resulted in ZnO needle-like morphology. The characterizations were carried out with XRD, SEM and MET, and the results were satisfactory, showing that alternatives to urea are useful and can bring synthetic improvements, in addition to obtaining different structures and even a different product, as was the case of ZnO nanoneedles and ZnS.

**Palavras-chave:** Zinc Oxide, nanoparticles.

### Agradecimentos

Grant nº 021/01509-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

### Referências

[1] Brazuna, L. P., Tabuti, T. G., de Paula Silva, A., Tada, D. B., Politi, M. J., Bacani, R., Triboni, E. R. Effect of lithium and sodium ions on the size and morphology of ZnO nanoparticles synthesized by a glycerol-urea route. *New Journal of Chemistry*, 43(48), 18988-18995, (2019).

## Um estudo da taxa de corrosão de ligas de Mg em solução balanceada de Hank's

Thiely F. da Silva<sup>1</sup>, Paula L.C. de T. Curry<sup>2</sup>, Célia R Tomachuk<sup>3</sup>  
Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, email: [thiely.ferreira@usp.br](mailto:thiely.ferreira@usp.br)<sup>1</sup>,  
[paulactury@usp.br](mailto:paulactury@usp.br)<sup>2</sup>, [celiatomachuk@usp.br](mailto:celiatomachuk@usp.br)<sup>3</sup>

### Resumo

As ligas de magnésio podem ser produzidas por diversas técnicas (fundição, laminação e extrusão). Utilizando a técnica de fundição por indução pode-se obter ligas de magnésio com propriedades biodegradáveis, com boa biocompatibilidade e propriedades mecânicas satisfatórias, que são importantes para evitar uma segunda intervenção cirúrgica para a retirada do implante [1]. Além disso, o material do implante deve ser bioativo, permitindo melhor fixação no osso e favorecendo o crescimento do tecido ósseo em sua estrutura. A estabilidade dimensional das ligas de magnésio é altamente importante para não colapsar prematuramente durante a regeneração [2]. A incorporação de elementos de liga no magnésio promove maior resistência mecânica e melhora a resistência à corrosão. Neste trabalho, duas ligas de magnésio, Mg-3,3Gd-0,2Zn-0,4Zr (% em massa) (GK30) e Mg3,4Dy-0,2Zn-0,4Zr (% em massa) (DK30), com diferentes condições de tratamento térmico, foram investigadas em solução balanceada de Hank's, que simula fluido corpóreo, com o intuito de avaliar a taxa de corrosão e a evolução de hidrogênio. As condições de tratamento térmico foram selecionadas de acordo com resultados anteriores do Grupo [1]. Assim, a liga DK30 foi tratada a 180°C por 60 h e 250°C por 30 h, e a liga GK30, 180°C por 100 h e 250°C por 60 h. Os ensaios de imersão por perda de massa revelaram que a liga DK30 apresentou maior taxa de corrosão e maior aumento de pH quando comparada às amostras da liga GK30. As amostras tratadas termicamente a 250°C apresentaram menor taxa de corrosão e menor perda de massa quando comparadas às ligas tratadas a 180°C e laminadas. A evolução do hidrogênio foi intensa para quase todas as condições, resultado que deve ser repetido já que a proposta é que esse material seja utilizado em implantes ortopédicos. A liga GK30 tratada a 250°C foi o material que apresentou as melhores propriedades (menor taxa de corrosão e taxa de evolução de hidrogênio abaixo do limite máximo para o corpo humano), mostrando-se um material biomédico promissor até o momento [3].

**Palavras-chave:** biomateriais; liga de magnésio; taxa de corrosão; perda de massa; evolução do hidrogênio.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo CNPq 142337/2019-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2021/02381-8) pelo suporte financeiro.

## Referências

- [1] FREITAS, B. X. de. Processamento e caracterização de ligas à base de magnésio bioabsorvíveis. 2020. Tese (Doutorado) – Curso Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.
- [2] AGARWAL, S; CURTIN, J; DUFFY, B; JAISWAL, S. Biodegradable magnesium alloys for orthopaedic applications: A review on corrosion, biocompatibility and surface modifications. *Materials Science and Engineering: C*, v. 68, p. 948–963, nov. 2016.
- [3] LUCCA, J. G. Resistência à corrosão das Ligas ZK30 e ZK60 visando aplicação biomédica. 2021. Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

# ***Monascus ruber* biopigments as mediators in sustainable nanoparticle synthesis**

Victória Marcelle do Nascimento, Salvador Sánchez Muñoz e Silvio Silvério da Silva  
Laboratório de Bioprocessos e Produtos Sustentáveis - Escola de Engenharia de Lorena - Área I -USP  
Estrada Municipal do Campinho, S/N - Pte. Nova, Lorena-SP

## **Resumo**

A crescente necessidade pelo desenvolvimento de um método sustentável para a síntese de nanopartículas de metais reflete os riscos emergentes que os produtos químicos nocivos, empregados nos métodos convencionais de nanossíntese, apresentam para a saúde e o meio ambiente. O presente trabalho visa estudar uma alternativa para a síntese de nanopartículas metálicas mediada por biopigmentos intracelulares de *Monascus* através da luz solar. Nesse contexto, os biopigmentos foram produzidos a partir de um hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana de açúcar lignocelulósica e combinados com nitrato de prata, a fim de utilizá-los como moléculas redutoras na formação de nanopartículas. A produção das nanopartículas ocorreu a partir da mencionada mistura, após sua exposição à radiação solar durante e foram confirmadas a partir de análise espectrofotométrica da mesma, durante os experimentos foram variados parâmetros como: tempo de exposição, e concentração de nitrato de prata. O presente trabalho visa alcançar seu potencial de aplicação em diversas áreas de pesquisa, tais como a indústria têxtil e farmacêutica.

**Palavras-chaves:** Nanopartículas; Fungo; Biopigmento; Luz solar;

## **Referências**

EL-BAZ, A. F. et al. Extracellular biosynthesis of anti-*Candida* silver nanoparticles using *Monascus purpureus*: Anticandidal silver nanoparticles from *M. purpureus*. **Journal of basic microbiology**, v. 56, n. 5, p. 531–540, 2016; JEEVANANDAM, J. et al. Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 9, p. 1050-1074, 2018.; KOLI, S. H. et al. *Monascus* pigments mediated rapid green synthesis and characterization of gold nanoparticles with possible mechanism. **Journal of cluster science**, v. 28, n. 5, p. 2719–2732, 2017.; SINGH, S. et al. Extracellular synthesis of antibacterial silver

nanoparticles using psychrophilic bacteria. **Process biochemistry (Barking, London, England)**, v. 46, n. 9, p. 1800–1807, 2011.

## Comparação das Cinéticas de Secagem em Estufa e *Spray Dryer* do Precursor XC/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>KF

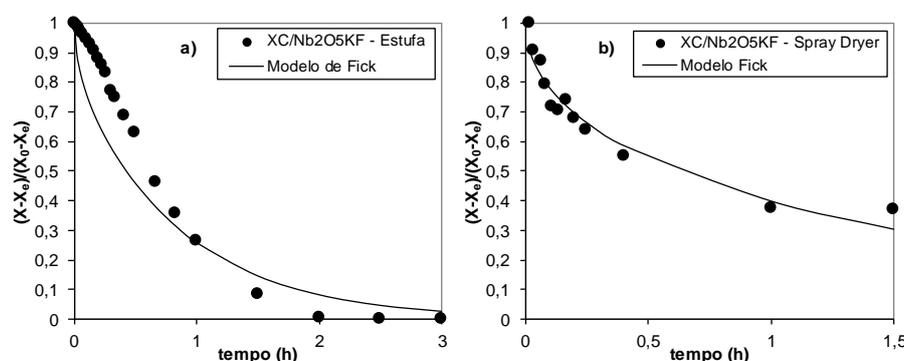
Vinicius T. Lopes<sup>1</sup>, Laura S. Morgon, Lívia Chaguri

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de Lorena; email: tlopesvinicius@usp.br

### Resumo

A secagem remove umidade de um material através da transferência de massa e calor, obtendo um sólido seco. A determinação de sua cinética é importante e aliada a aplicação de modelos matemáticos, descrevem seu comportamento. No presente estudo, a determinação das cinéticas de secagem convectiva, em estufa e por atomização, em *spray dryer* e a aplicação do modelo matemático de *Fick*, foram realizados para comparar as técnicas de secagem aplicadas ao XC/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>KF. A mistura reacional foi elaborada pelo procedimento experimental descrito por Dylmar *et al.* (2023). A secagem do material foi conduzida em estufa (100 °C) e em *spray dryer* (MSD 0.5, LabMaq), vazão e temperatura do ar de 0,8 m<sup>3</sup>/min e 100 °C e vazão da alimentação de 0,15 L/h. A 2ª Lei de *Fick* resolvida analiticamente por Crank (1975) foi usada para descrever o mecanismo do processo de difusão para um sólido. Na Fig. 1 a) e b) observa-se as cinéticas e a aplicação do modelo do material na estufa e *spray dryer*. A secagem, quando realizada em *spray* é mais acelerada, comparada a amostra seca em estufa (nos primeiros 40 min). Contudo, para produzir amostras com conteúdo de umidade mais baixos (menor que 0,4) no *spray*, é necessário aumentar o tempo de processo (mais de 2 h). A cinética na estufa parece ter o conteúdo de umidade estabilizado, após 1,5 h. Os coeficientes de difusão efetiva foram  $1,58 \cdot 10^{-9}$  e  $5,74 \cdot 10^{-15}$  m<sup>2</sup>/s, para XC/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>KF secos na estufa e *spray dryer*, respectivamente.

Fig. 1 XC/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>KF seco: a) na estufa e b) em *spray dryer*, a 100 °C.



**Palavras-chave:** Modelagem. Coeficiente de difusão. Secagem.

### Referências

- Dylmar, W. 2023. Influência das condições operacionais no conteúdo de umidade do precursor XC/NbKF, produzidos por spray dryer. Em: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Salvador – BA.
- Crank, J. The Mathematics of Diffusion. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.

## Cristalização do Ácido Antranílico em Ondas Sonoras de Baixa Frequência; para a Formação de Polimorfos

Yasmin Caroline S. Figueiredo<sup>1</sup>, Eduardo R. Triboni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEL - Escola de Engenharia de Lorena; Estrada Municipal do Campinho, s/n Pte. Nova, Lorena - SP, 12602-810.  
[figueiredoycs@usp.br](mailto:figueiredoycs@usp.br), [tribonier@usp.br](mailto:tribonier@usp.br)

### Resumo

Os cristais moleculares do ácido antranílico (AA) são conhecidos por existirem em três formas polimórficas forma I (AMBACO07), forma II (AMBACO05) e forma III (AMBACO08). Apenas a fase I é triboluminescente (emite luz quando está sob pressão ou extensão súbita). Além do mais, a fase I possui cristais com grupos espaciais polares, já nas fases II e III os grupos espaciais são apolares [1]. O presente estudo teve como objetivo explorar o processo de cristalização do AA em um sistema mecânico-acústico. Espera-se definir quais as melhores condições para se obter os diferentes tipos de cristal do AA. Desenvolvemos um sistema mecânico-acústico para cristalizar separadamente polimorfos de AA. Todos os experimentos seguiram o mesmo procedimento, que consistia em preparar uma solução supersaturada de AA (soluto) em H<sub>2</sub>O destilada (solvente), e em seguida, fixa-la sob o sistema de som, expondo-a a ondas sonoras de baixa frequência. Frequência e intensidade são os fatores de variação entre os experimentos. Uma vez solidificados os cristais, eles são filtrados a vácuo e secos em estufa a 70°C por 24 horas. As fases sólidas foram identificadas por PXRD e irradiação sob luz UV ( $\lambda = 365$  nm). Observou-se que dependendo da configuração acústica, obteve-se polimorfos concomitantes e cristais puros. Até agora, este trabalho é a primeira descrição da cristalização de diferentes formas sólidas de AA a partir do mesmo solvente. Além do mais, essa cristalização mecânico-acústica sem precedentes é bastante promissora tanto para a área de química supramolecular quanto para operações de cristalização industrial.

**Palavras-chave:** Cristalização. Polimorfismo. Ondas Sonoras de Baixa Frequência.

### Agradecimentos

Agradeço aos meus amigos de laboratório, a minha família, e em especial ao meu professor orientador Dr. Eduardo Rezende Triboni.

### Referências

1. Gordon E. Hardy, William C. Kaska, B. P. Chandra, and Jeffrey I. Zink. Triboluminescence-Structure Relationships in Polymorphs of Hexaphenylcarbodiphosphorane and Anthranilic Acid, Molecular Crystals, and Salts. J. Am. Chem. Soc., 103, 1074-1079, (1981).



## AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora do IV Fronteiras Tecnológicas em Engenharia agradece o apoio da Diretoria da Escola de Engenharia de Lorena, a aprovação da Comissão de Cultura e Extensão (CCEEx) da USP e, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2023/09446-3) pelo suporte financeiro.

Agradecemos, também, a Assessoria de Imprensa e a todos os programas de Pós-Graduação da EEL/USP pela ajuda com a documentação e com a divulgação do evento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comissão organizadora espera que os resultados do “IV Encontro Fronteiras Tecnológicas em Engenharia” possam estimular a continuidade das discussões e pesquisas nessa área, promovendo avanços científicos e contribuindo para o desenvolvimento da Engenharia em nível nacional e internacional.



Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de Lorena  
[www.demar.eel.usp.br/fronteiras](http://www.demar.eel.usp.br/fronteiras)