

Livro de Resumos

II Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira
1º Simpósio de Física Aplicada na Ecologia



Catálogo elaborado pelo setor de Tratamento da Informação da Biblioteca Latino-Americana
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA

E56

Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira (2.: 2025 : Foz do Iguaçu)

Livro de Resumos [do] II Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira; 1º Simpósio de Física Aplicada na Ecologia. Foz do Iguaçu-PR, 04 a 07 de Novembro de 2025./ Alexandre Argüelo Quiroga [*et al.*]. - Foz do Iguaçu – PR: UNILA, 2025.

93 f.: il.

ISBN:978-65-87650-35-7

Evento realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada.

1. Física aplicada – Congressos. 2. Ecologia – Congressos. 3. Tríplice Fronteira – Integração acadêmica. I. Universidade Federal da Integração Latino Americana.

CDU 530(063) + 502(063)

Comitê Organizador

Alexander Argüello Quiroga
Ana Paula Gomes da Silva Castro
Camila Gabrieli Feck Hagemann
Carlos Barros de Araújo
Dylan Rafael Sanchez Salinas
Eduardo do Carmo
Esdras Rebecchi de Almeida
Fábio Plut Fernandes
Fernando José Zardinello Batistti
Gilsemar Sefstroem
Gustavo Benites Wenceslau
Gustavo de Jesus Lopez Nuñez
Hussein Abdul Karim Moussa
Johan Alexander Cortés Suárez
José Ricardo Cezar Salgado
Joylan Nunes Machiel
Juan Pablo Zurano
Juliana Manica Hönnicke
Kaique de Sotti Silva
Luiz G. Albuquerque Echelon Ortiz
Luciano Calheiro Lapas
Marcelo Gonçalves Hönnicke
Márcio de Sousa Góes
Raphael Fortes Infantes Gomes
Roberta Markellyn Manfrin Nami
Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso
Tomás Honaiser Rostirolla
Victor Arturo Martinez

Comitê Científico

Alexander Argüello Quiroga
Abraão Jesse Capistrano de Souza
Carlos Henrique Coimbra Araújo
Daniel Luiz Nedel
Luciano Calheiros Lapas
Newton Mayer Solorzano Chávez
Rita de Cássia dos Anjos

Edição

Esdras Rebecchi de Almeida
Gustavo Benites Wenceslau

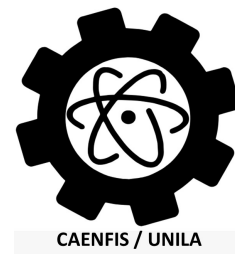
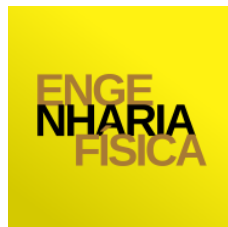
Todos os resumos neste livro foram fornecidos pelos autores. O conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos seus autores. A Organização do II Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira e 1º Simpósio de Física Aplicada a Ecologia, seus assessores ad hoc e comitês científicos não se responsabilizam por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas (ou que conduzam a erro) publicadas.

Patrocinadores



PRPPG
Pró-Reitoria de Pesquisa
e Pós-Graduação

Apoio



Sumário

APRESENTAÇÃO DOS EVENTOS	1
II ENCONTRO DE FÍSICA APLICADA NA TRÍPLICE FRONTEIRA	6
SEÇÃO DE PALESTRAS	8
Os Desafios na Formação de Recursos Humanos em Tempos de Incerteza: O papel da ciência, tecnologia e inovação	8
Aplicação de tecnologias de plasma no desenvolvimento de têxteis com propriedades antimicrobianas e de repelência a insetos	10
De Heisenberg e Schrödinger aos Qubits: 100 anos de Mecânica Quântica .	11
Termografia Infravermelha Aplicada na ITAIPU Binacional	12
Abordaje interdisciplinario para el desarrollo de soluciones para la optimi- zación de la gestión térmica, el tratamiento de efluentes industriales y la innovación biomédica	13
Estados claros e escuros da luz: reinterpretando e desmistificando o experi- mento da dupla fenda	14
Poços Quânticos de InGaP/GaAs: Experimento \times Teoria	15
Pesquisa e Inovação em Imagem Fototérmica	16
Membranas de Óxido de Grafeno para Separação de Gases: Uma Alternativa Promissora e Sustentável	17
Ecossistema do Itaipu Parquetec: eu também sou parte!	18
As Terras Raras e suas contribuições no desenvolvimento de materiais para tecnologias avançadas	19
Del diseño computacional a la biocompatibilidad: desarrollo de una válvula cardíaca mecánica trivalva	20
CINEMA E CIÊNCIA	21
A Física do Filme Interestelar	21
APRESENTAÇÕES ORAIS	23
Uma estrutura mínima em ambiente imerso para cosmologias $\mu - \Sigma$	23
Testando a sensibilidade à Não-Unitariedade nos experimentos futuros de Neutrinos de longa linha de visada	25
Desenvolvimento de um magnetômetro de amostra vibrante de baixo custo	26

Relación entre rugosidad, orientación de pulido y ángulo de contacto del agua en recubrimientos de TiO_2 sobre $Ti - 6Al - 4V$	27
Colonización y supervivencia de <i>Staphylococcus aureus</i> sobre superficies de TiO_2 dopadas com <i>Ag</i> y activadas por $UV - C$	28
Purificação alcalina de TiO_2 para síntese de $CaCu_3Ti_4O_{12}$	29
Investigação cinética das reações eletroquímicas de (nano)compósitos de $TiO_2@nanografite$	30
A descoberta da aberração da luz estelar, a decadência do geocentrismo e o fim do éter luminífero	31
SEÇÃO DE PÔSTER	32
Investigação inicial do vanadato de bismuto ($BiVO_4$) por eletrodeposição .	32
Influência de defeitos substitucionais nas propriedades estruturais, eletrônicas, termodinâmicas e de armazenamento do hidreto MgH_2 : uma abordagem ab initio 2	34
Automação financeira em Finanças Descentralizadas (DeFi): Análise quantitativa de séries financeiras e sistema de automação de contratos inteligentes	35
Modelagem Eletrotérmica de Componentes Eletrônicos com Simulação de Métodos de Elementos Finitos	36
Dados Gravimétricos: Processamento de anomalias gravimétricas e estimativa de massas no monitoramento de barragens	37
Introdução à Dinâmica Evolutiva da Linguagem	38
Manutenção Preditiva na Produção de Hidrogênio: Análise Sistemática com Aprendizado de Máquina Tradicional e Quântico	39
Implementación de sensor de luminosidad en hardware empotrado	40
Pontos multicríticos no modelo de Maier-Saupe com elementos de diluição	41
Desenvolvimento de um potenciostato para uso didático	42
Estudo cinético da atividade fotocatalítica de ZnO modificado com líquido iônico e dopado com terras raras	43
Redução de perdas técnicas em sistemas de distribuição com integração de geração fotovoltaica e armazenamento de energia	44
Identificación de fases cristalinas en difracción de rayos X mediante inteligencia artificial	45
Funcionalização Eletroquímica de Nanotubos de Carbono por Diferentes Líquidos Iônicos	46
Sistema de Monitoreo de Consumo Eléctrico en Tiempo Real Utilizando Arduino y Sensor de Efecto Hall	47
Coleta de dados de alta resolução com GPIB-Arduino e Keithley 2001 . . .	48

Novas Ligas Funcionais $Ti - 20Nb - Ta$: Inovação e Desempenho em Biomateriais Metálicos	49
1º SIMPÓSIO DE FÍSICA APLICADA A ECOLOGIA	50
MESAS REDONDAS	52
MESA 1 - O Potencial Ecológico do Som	52
MESA 2 – A Física do Monitoramento Acústico	54
MESA 3 – Hardware, Sensores e Gravação de Áudio	55
MESA 4 – A Obtenção de Informação Biológica a Partir de Arquivos Digitais	56

APRESENTAÇÃO DOS EVENTOS

O Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (PPGFISA/UNILA) realizou o **II Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira**, fortalecendo um evento que teve sua primeira edição em 2023, com o propósito de intensificar a integração entre pesquisadoras e pesquisadores da Argentina, do Brasil e do Paraguai.

A programação de três dias reuniu mais de 200 participantes – entre estudantes de graduação e pós-graduação, técnicos, docentes e pesquisadores dos três países da tríplice fronteira – na UNILA, unidade Itaipu Parquetec, em Foz do Iguaçu. O evento contou com a participação da reitora Diana Araújo Pereira; da professora Marília Oliveira Fonseca Goulart, química e integrante do Conselho Superior da Capes, e do professor Paulo Nussenzweig, físico e pró-reitor de Pesquisa da USP.

Ao longo da programação, foram realizadas 12 palestras convidadas, 8 apresentações orais, 17 pôsteres e uma atividade de divulgação científica voltada a estudantes do ensino médio, na qual se discutiu a Física por trás do filme *Interestelar*. A expressiva adesão do público às diferentes atividades evidencia a necessidade de mais iniciativas deste tipo na região fronteiriça.

Integrado ao II Encontro, ocorreu também o **1º Simpósio de Física Aplicada à Ecologia**, realizado de forma híbrida e com 388 inscritos, sendo 70 participantes presenciais. O primeiro dia foi dedicado a uma oficina para ecólogos e biólogos, com foco no monitoramento acústico e em questões ecológicas associadas. O segundo dia contou com a presença de Tomás Rostirolla, presidente da Sociedade Brasileira de Bioacústica, e foi composto por mesas-redondas destinadas a promover o diálogo e a colaboração entre especialistas em Ecologia e Física.

A realização dos eventos contou com patrocínio da Capes (por meio do Programa de Apoio a Eventos – Edital PAEP - 2025 e do Programa de Apoio à Pós-Graduação – PROAP/2025), da Itaipu Binacional, do Dom Pedro I Palace Hotel, do Itaipu Parquetec, além do apoio ILACVN, da PRPPG e da DITRAN (UNILA). Tanto o II Encontro quanto o 1º Simpósio fizeram parte do calendário de eventos preparatórios para o **6º MEC3F**, previsto para agosto de 2026.

A organização contou ainda com a colaboração de estudantes e docentes do curso de Engenharia Física, servidores do DALL/SACT/UNILA, pesquisadores do Instituto de Biologia Subtropical (IBS/CONICET/UNaM) e membros do PPGFISA. Agradecemos a todos os participantes pelas discussões enriquecedoras e pelo engajamento demonstrado, fundamentais para o avanço das ações em Física Aplicada e suas interfaces interdisciplinares na região.

Que venham os próximos eventos!

Comissão Organizadora

El Programa de Posgrado en Física Aplicada de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana (PPGFISA/UNILA) celebró el **II Encuentro de Física Aplicada en la Triple Frontera**, consolidando un evento que tuvo su primera edición en 2023, con el objetivo de intensificar la integración entre investigadores e investigadoras de Argentina, Brasil y Paraguay.

El programa de tres días reunió a más de 200 participantes, entre estudiantes de grado y posgrado, técnicos, docentes e investigadores de los tres países de la triple frontera, en la UNILA, unidad Itaipu Parquetec, en Foz do Iguaçu. El evento contó con la participación de la rectora Diana Araújo Pereira; la profesora Marília Oliveira Fonseca Goulart, química y miembro del Consejo Superior de Capes, y el profesor Paulo Nussenzveig, físico y vicerrector de Investigación de la USP.

A lo largo del programa, se realizaron 12 conferencias invitadas, 8 presentaciones orales, 17 pósteres y una actividad de divulgación científica dirigida a estudiantes de secundaria, en la que se discutió la física detrás de la película Interstellar. La significativa participación del público en las diferentes actividades pone de manifiesto la necesidad de más iniciativas de este tipo en la región fronteriza.

Integrado al II Encuentro, también se celebró el **1er Simposio de Física Aplicada a la Ecología**, realizado de forma híbrida y con 388 inscritos, de los cuales 70 participaron presencialmente. El primer día se dedicó a un taller para ecólogos y biólogos, centrado en la monitorización acústica y en cuestiones ecológicas asociadas. El segundo día contó con la participación de Tomás Rostirolla, presidente de la Sociedad Brasileña de Bioacústica, y consistió en mesas redondas diseñadas para promover el diálogo y la colaboración entre expertos en Ecología y Física.

La realización de los eventos contó con el patrocinio de la Capes (a través del Programa de Apoyo a Eventos - Edital PAEP - 2025 y del Programa de Apoyo a la Posgrado - PROAP/2025), Itaipu Binacional, Dom Pedro I Palace Hotel, Itaipu Parquetec, y además del apoyo de ILACVN, PRPPG y DITRAN (UNILA). Tanto el II Encuentro como el 1.er Simposio formaron parte del calendario de eventos preparatorios para el **6º MEC3F**, previsto para agosto de 2026.

La organización contó también con la colaboración de los estudiantes y profesores del curso de Ingeniería Física, funcionarios del DALL/SACT/UNILA, de los investigadores del Instituto de Biología Subtropical (IBS/CONICET/UNaM) y de los miembros del PPGFISA. Agradecemos a todos los participantes por las enriquecedoras discusiones y por el compromiso demostrado, fundamentales para el avance de las acciones en Física Aplicada y sus interfaces interdisciplinarias en la región.

¡Que vengan los próximos eventos!

Comisión Organizadora



Momentos marcantes do II Encontro de Física Aplicada nas Tríplice Fronteira: a cerimônia de abertura com a presença da reitora Diana Araújo Pereira; a palestra inaugural ministrada pela Profa. Marília O. F. Goulart; a participação do público na palestra do Prof. Paulo Nussenzveig; a atividade de divulgação científica com estudantes do ensino médio; e palestra de encerramento com o Prof. Mario Roberto Rosenberger.

Momentos destacados del II Encuentro de Física Aplicada en la Triple Frontera: la ceremonia de apertura con la presencia de la rectora Diana Araújo Pereira; la conferencia inaugural impartida por la profesora Marília O. F. Goulart; la participación del público en la conferencia del profesor Paulo Nussenzveig; la actividad de divulgación científica con estudiantes de secundaria; y la conferencia de encerramiento con el Prof. Mario Roberto Rosenberger.



Destaques do Simpósio de Física Aplicada à Ecologia e Conservação a oficina prática de software R para monitoramento acústico; a abertura com a apresentação do presidente de Sociedade Brasileira de Bioacústica, Tomás Rostirolla; Debates interdisciplinares entre Físicos e Ecólogos nas mesas redondas.

Lo más destacado del Simposio de Física Aplicada a la Ecología y la Conservación: el taller práctico sobre el software R para el monitoreo acústico; la inauguración con la presentación del presidente de la Sociedad Brasileña de Bioacústica, Tomás Rostirolla; debates interdisciplinarios entre físicos y ecólogos en las mesas redondas.



**II Encontro de
Física Aplicada
na Tríplice Fronteira**

Unila, Foz do Iguaçu, 4-6 de novembro

Sei que a maior parte dos homens raramente são capazes de aceitar as verdades mais simples e óbvias se essas os obrigarem a admitir a falsidade das conclusões que eles, orgulhosamente, ensinaram aos outros.

- Liev Tolstoi

SEÇÃO DE PALESTRAS

Os Desafios na Formação de Recursos Humanos em Tempos de Incerteza: O papel da ciência, tecnologia e inovação

Marília Oliveira Fonseca Goulart

O mundo está em crise de humanidade. É tempo de enfrentar problemas complexos, dinâmicos, agudos, inéditos, que se tornam crônicos, dolorosos, que exigem solução rápida e inteligência emocional e racional, entre visões antagônicas e descrédito nas premissas científicas. Muitas mudanças são abruptas. Existe a verdade em época de inteligência artificial? Daí, surgem perguntas inadiáveis, porém com respostas incertas. Como formar profissionais aptos a enfrentar e “resolver” os problemas atuais e a discernir o melhor caminho a seguir, com tantas alternativas, confiáveis ou não? Os conhecimentos atuais são suficientes? Quais as habilidades mais importantes para um bom profissional? Quem representa o baluarte, onde o equilíbrio existe? Na pós-graduação: quais as mudanças essenciais? É possível traçar planos concretos? Em uma universidade como a UNILA, em uma fronteira tríplice, com individualidades em cada uma de suas bordas, como fazer uma ponte tríplice sólida e portadora de futuro? Há algumas certezas, em meio a tantas dúvidas. As principais tendências mundiais para a formação de recursos humanos em 2025 incluem o uso intensivo de tecnologia, foco em saúde mental, diversidade, trabalho híbrido e personalização da experiência do colaborador, tais como: ferramentas de IA e análise de dados em decisões estratégicas, recrutamento, avaliação de desempenho e desenvolvimento de talentos; plataformas de aprendizado adaptativo e realidade aumentada; a formação de RH em ambientes de trabalho remotos e híbridos; programas de apoio emocional e psicológico na formação de RH, empresas estão investindo em capacitação para líderes com foco em empatia, escuta ativa, práticas inclusivas, combate a vieses inconscientes e promoção de ambientes diversos; treinamentos sobre cultura organizacional inclusiva, mais individualizados, com trilhas de aprendizado personalizadas e feedback contínuo; a formação de RH enfatiza a capacidade de adaptação, resiliência e liderança centrada nas pessoas; líderes são treinados para lidar com transformações rápidas e ambientes incertos; novas siglas ESG (ambiental, social e governança). A transformação é constante, assim como a avaliação, antes focada no desenho, nada na implementação, nada nos resultados e muito menos nos impactos. Para alcançar uma cultura científica de qualidade, rigor, segurança e ética, aberta e colaborativa, acessível e inclusiva. Na apresentação, serão abordados tópicos relacionados ao que se espera da pós-graduação (SNPG 2025-2030) nos próximos 5 anos, o processo para a inovação (CNPq, CAPES, FAPs), os novos papéis das universidades, a avaliação mais construtiva, com aspectos também qualitativos, os desafios cada vez maiores para diminuir a desigualdade nos países envolvidos e nos eixos Norte-Sul, para aumentar a mobilidade docente e discente, mesmo com recursos insatisfatórios, e a transferência do conhecimento para a sociedade. Outras perguntas surgem: como desenhar políticas científicas que possam atrair novas gerações de pesquisadores? Como garantir apoio adequado para que desempenhem suas funções acadêmico-profissionais, buscando atingir níveis de excelência em suas atividades, para serem competitivos? Há desafios e as soluções se constroem.

Aplicação de tecnologias de plasma no desenvolvimento de têxteis com propriedades antimicrobianas e de repelência a insetos

Isabella Grinberg Francelino

Doenças infecciosas constituem um desafio significativo para a saúde pública em todo o mundo. Nos serviços de saúde, a exposição constante a microrganismos patogênicos evidencia a importância de medidas de prevenção eficazes. Ao mesmo tempo, o elevado número de casos de doenças transmitidas por mosquitos, como a dengue, reforça a necessidade de tecnologias de proteção pessoal. Nesse contexto, a funcionalização de têxteis com agentes antimicrobianos e repelentes de insetos surge como uma alternativa promissora para reduzir a disseminação dessas doenças. Este trabalho teve como objetivo investigar sobre o emprego de tecnologias de plasma não térmico operando em pressão atmosférica para os processos de ativação e de síntese de recobrimentos funcionais com a propriedade de repelência a insetos sobre tecidos de poliamida 6.6 contendo agentes antimicrobianos. Os recobrimentos foram sintetizados por meio da técnica de deposição por plasma de descarga híbrida corona-barreira dielétrica, utilizando-se um equipamento desenvolvido no Laboratório de Plasmas e Processos (LPP) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) [1,2]. As amostras foram inicialmente ativadas em plasma de ar e, em seguida, submetidas à deposição dos recobrimentos, obtidos a partir da mistura de uma solução de 20% de permetrina, diluída em etanol e isoparafina, com um volume igual de uma solução de ácido silícico, precursora de filmes nanoestruturados de sílica (SiO_2). Após o processo de ativação, os têxteis, que inicialmente eram hidrofóbicos, apresentaram alteração na molhabilidade, tornando-se hidrofílicos. A síntese dos recobrimentos contendo permetrina e sílica sobre os tecidos foi confirmada por espectroscopia dispersiva de energia (EDS), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Além disso, as amostras apresentaram atividade antimicrobiana relevante contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*. Esses resultados evidenciam o potencial da tecnologia de plasma no desenvolvimento de têxteis funcionais com diversas aplicações na prevenção de doenças infecciosas.

Agradecimentos: Unesp, Laboratório Genoma, Laboratório de Plasmas e Processos (LPP), FAPESP (Processo 2015/23315-2) e Ipanema Indústria de Produtos Veterinários.

[1] FRANCELINO, I. G. et al. (2025). *Materials Research*, v. 28.

[2] FRANCELINO, I. G. et al. (2025). *Journal of Nanoparticle Research*, v. 27, n. 2, p. 53.

De Heisenberg e Schrödinger aos Qubits: 100 anos de Mecânica Quântica

Paulo Alberto Nussenzveig

A revolucionária teoria quântica foi formulada nas primeiras décadas do século XX por cientistas de diversos países, que buscavam algum sentido em fenômenos que desafiavam os bem estabelecidos conceitos da física clássica. A luz, cuja natureza ondulatória era bem estabelecida, podia comportar-se como partícula e os elétrons poderiam interferir como ondas. Em 1921, Sir William Henry Bragg escreveu que “às segundas, quartas e sextas, usamos a teoria ondulatória; às terças, quintas e sábados, pensamos em feixes de quanta de energia ou corpúsculos”. Presumivelmente, descansaríamos aos domingos.

Em 1925, na ilha de Helgoland, Werner Heisenberg formulou os primeiros conceitos da mecânica matricial, buscando compreender o comportamento de grandezas observáveis. Ainda em 1925 e em 1926, Erwin Schrödinger formulou a mecânica quântica ondulatória, buscando descrever o estado do sistema físico e sua evolução temporal.

A Unesco declarou o ano de 2025 como “ano internacional da ciência e tecnologias quânticas” para celebrar esse centenário e promover as revolucionárias tecnologias que estão em desenvolvimento acelerado atualmente, na chamada “segunda revolução quântica”. Os fenômenos de interferência, emaranhamento e incerteza oferecem expressivos ganhos de eficiência em tarefas de computação, comunicação e sensoriamento. Grandes investimentos em “quantum” proliferam pelo mundo, numa corrida tecnológica em que o Brasil finalmente está se inserindo.

Termografia Infravermelha Aplicada na ITAIPU Binacional

Mario Augusto Caetano dos Santos

A termografia infravermelha é um método consolidado de manutenção preventiva e preditiva, amplamente utilizada no setor elétrico e em diversas indústrias para monitoramento de condições operacionais e detecção precoce de falhas. Seu valor reside na capacidade de identificar anomalias térmicas sem a necessidade de interrupção do processo, garantindo maior confiabilidade, segurança e redução de custos com paradas não programadas. A relevância da termografia é reconhecida por normas nacionais e internacionais, que estabelecem critérios técnicos e de qualificação profissional. No Brasil, destacam-se a ABNT NBR 16818 [1], que define procedimentos para aplicações do método da termografia infravermelha, e a ABNT NBR 15572 [2], que orienta inspeções em equipamentos elétricos e mecânicos. Em âmbito internacional, as normas ISO 9712 [3] (Ensaio Não Destrutivo) e ISO 18436-7 [4] (Monitoramento de Condição) são referências para qualificação e certificação de pessoal na área. Na ITAIPU Binacional, a termografia é parte integrante das rotinas estruturadas de manutenção, abrangendo inspeções em equipamentos críticos da usina e do sistema de transmissão de energia elétrica. Essas rotinas seguem planos sistemáticos que consideram periodicidade, condições operacionais e critérios normativos. Um fator determinante para o sucesso dessas inspeções é a formação e certificação dos profissionais, que devem atender aos requisitos das normas mencionadas, garantindo competência técnica para interpretação de termogramas e tomada de decisão. São apresentados alguns casos de aplicações práticas na ITAIPU, nos quais logou-se grande êxito na aplicação do método: a detecção de anomalia térmica em transformador de potencial indutivo de 72,5 kV, utilizando assinatura térmica obtida durante ensaios de fábrica como referência para diagnóstico; a avaliação do comportamento dinâmico de acumuladores de energia em disjuntores de alta tensão com acionamento hidráulico, permitindo identificar-se degradação de desempenho do sistema; e a identificação de vazamentos de gases SF₆ e CO₂, com foco na segurança dos equipamentos e pessoas, bem como a mitigação de emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se às metas ambientais globais. A experiência da ITAIPU reforça a importância desse método como ferramenta estratégica para manutenção baseada em condição, bem como a relevância da pesquisa acadêmica e científica no aprimoramento tecnológico e desenvolvimento de novas aplicações, em parceria com os usuários finais.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16818:2020. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15572:2013. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

[3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9712:2021. Geneva: ISO, 2021.

[4] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 18436-7:2014 – Condition monitoring and diagnostics of machines – Requirements for qualification and assessment of personnel – Part 7: Thermography. Geneva: ISO, 2014.

Abordaje interdisciplinario para el desarrollo de soluciones para la optimización de la gestión térmica, el tratamiento de efluentes industriales y la innovación biomédica

Maria Florencia Carusela

Actualmente, existen tres áreas críticas que requieren atención prioritaria: la optimización energética para mejorar el rendimiento y la eficiencia del consumo energético; la sostenibilidad ambiental para preservar y restaurar el entorno natural mediante tecnologías y prácticas responsables; y la innovación biomédica para desarrollar herramientas, dispositivos y procesos que mejoren la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. En esta charla, presentaré enfoques interdisciplinarios que integran teoría, simulaciones computacionales y experimentos para encontrar soluciones innovadoras a estos problemas. En cuanto a la gestión térmica eficiente a diferentes escalas, presentaré estrategias centradas en el diseño de dispositivos térmicos que puedan operar en condiciones ambientales normales y críticas, como las que se encuentran en aplicaciones espaciales y nucleares. Estas estrategias se basan en diferentes mecanismos y permiten el control pasivo y activo del calor. Desde la perspectiva del tratamiento de efluentes industriales, describiré nuestro enfoque integrado para el diseño y la mejora de biotratamientos para efluentes de galvanoplastia, así como para la recuperación de metales. Estos procesos se basan en biorreactores que utilizan la bacteria no patógena *Pseudomonas extremaustralis* 2E-UNGS. Finalmente, en cuanto a la innovación biomédica, presentaré desarrollos experimentales y computacionales de estrategias innovadoras de acción magnética para el transporte guiado de partículas ferromagnéticas. Estas estrategias permiten remolcar cargas no magnéticas, lo que las hace adecuadas para aplicaciones biomédicas como el transporte y la administración de fármacos.

Estados claros e escuros da luz: reinterpretando e desmistificando o experimento da dupla fenda

Celso Jorge Villas-Bôas

O experimento da dupla fenda é um dos mais estudados ao longo da história da física moderna. A partir dos experimentos de Thomas Young, em 1801, ficou evidente, na época, o caráter ondulatório da luz, ratificado mais tarde por James C. Maxwell, através da sua unificação das teorias da eletricidade e do magnetismo. Mas, em 1905, Albert Einstein reintroduziu o conceito de corpúsculos da luz ao explicar o efeito fotoelétrico, dando origem à dualidade onda-partícula, fundamental na Teoria Quântica. Essa dualidade fica evidente nos experimentos de dupla fenda, uma vez que padrões de interferência (onda) surgem em um anteparo, mesmo que fótons apareçam somente em certos pontos, onde fazem cliques como se fossem colisões de partículas com o material do anteparo. Em um trabalho recente, a partir de uma descrição microscópica do aparato de medida (detector de fótons ou o próprio anteparo), mostramos que, diferentemente da interpretação padrão clássica ou mesmo da quântica introduzida por Richard Feynman, há fótons (luz) até mesmo nos pontos escuros do anteparo. No entanto, eles chegam a tais pontos em estados que não interagem com a matéria e, portanto, não são detectáveis, que chamamos de estado escuro da luz. Por outro lado, os fótons chegam igualmente aos pontos iluminados, mas em estados que interagem com a matéria e, portanto, observáveis, os quais chamamos de estados claros. Esses estados quânticos escuros e claros dos fótons (partículas) são então suficientes para explicar os padrões de interferência, mesmo de luz intensa, sem a necessidade de usarmos conceitos de ondas clássicas. Ainda, como consequência dessa teoria, mostramos que não há mistério ao introduzir um observador de caminho dos fótons (por qual fenda ele passa): tal observador não muda a trajetória do fóton, como alegado pelos místicos. Sua interação com os fótons é capaz de destruir a coerência de seus estados quânticos, transformando os estados escuros em estados parcialmente claros e, portanto, observáveis.

Poços Quânticos de InGaP/GaAs: Experimento × Teoria

Adriano de Souza Martins

A pesquisa na área de materiais para geração de energia com foco em sustentabilidade tem atraído nos últimos anos um grande número de pesquisadores e recursos. Como exemplo, as chamadas células solares de múltiplas junções de semicondutores III-V são mais eficientes que as de primeira geração, que utilizam primordialmente silício cristalino, podendo atingir 47% de eficiência [1]. O grupo experimental ligado ao Laboratório de Semicondutores (LabSem) da PUC-Rio têm pesquisado sistemas desse tipo e, em particular, poços quânticos do tipo InGaP/GaAs são o objeto do estudo teórico do presente trabalho. Medidas de fotoluminescência neste sistema apresentam picos em posições do espectro de energia que não são possíveis de serem explicados a partir de teorias semiempíricas como a Teoria da Massa Efetiva, o que sugere que a modelagem teórica deste sistema deva ser feita a partir de formalismos atomísticos como a Teoria do Funcional da Densidade (Density Functional Theory, DFT) ou formalismos semiempíricos baseados na aproximação tightbinding (TB). Nesta apresentação vamos então apresentar resultados de simulações computacionais da estrutura eletrônica de poços quânticos de In_{0.5}Ga_{0.5}/GaAs baseadas do formalismo tightbinding, dentro da formulação do método de Hückel Estendido (MHE) [2,3]. A escolha do formalismo TB, para o tratamento do problema se justifica na medida que as dimensões características dos poços crescidos demandam o uso de células de simulação com dezenas de milhares de átomos, o que torna o cálculo proibitivo para abordagens de primeiros princípios baseadas na Teoria do Funcional da Densidade (DFT em inglês). Especial enfoque será dado no impacto da morfologia das interfaces [4] e da presença de defeitos tipo antisítios no valor do gap, apontados como responsáveis pelos picos de luminescência medidos. Na palestra serão também apresentados brevemente os recursos computacionais e experimentais do ICEx/UFF, de modo a apontar potenciais colaborações futuras.

[1] John F. Geisz, *et al.* (2020). **Nature Energy**, 5, 326.

[2] J. Cerdá and F. Soria. (2000). **Phys. Rev. B**, 61, 7965.

[3] I. A. Ribeiro, F. J. Ribeiro and AS Martins (1996). **Sol. Stat. Commun.**, 186, 50.

[4] B. Koiller, A. S. Martins and H. Chacham (1996). **Appl. Phys. Lett.** 69, 2423.

Pesquisa e Inovação em Imagem Fototérmica

Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz

O efeito fototérmico constitui a base de uma ampla gama de técnicas ópticas sensíveis à absorção de luz e à consequente conversão de energia radiante em calor. Um material ao absorver radiação eletromagnética tem parte da energia dissipada sob a forma de calor, gerando variações locais de temperatura. A mudança do estado térmico do material induz mudanças em propriedades físicas, como índice de refração e densidade. A detecção e análise dessas variações permitem inferir informações sobre os processos de absorção, a composição química e as propriedades estruturais de amostras sólidas, líquidas e gasosas [1]. A espectroscopia fototérmica utiliza esses fenômenos para obter níveis de sensibilidade superiores aos métodos puramente ópticos de transmissão ou reflexão, permitindo detectar absorções ópticas extremamente pequenas e concentrações de traços de analitos. Técnicas como a espectroscopia de lente térmica (LT), espelho térmico (ET), deflexão fototérmica (DT) têm se destacado por sua versatilidade e aplicabilidade em diferentes faixas espectrais, do ultravioleta ao infravermelho médio. A combinação dessas abordagens com fonte laser sintonizável, como laser de cascata quântica (QCL), possibilita a obtenção de informações espectrais essenciais para a caracterização química não destrutiva de materiais complexos [2]. As aplicações das técnicas fototérmicas abrangem desde o monitoramento ambiental, a análise de contaminantes, controle de qualidade em processos industriais e a caracterização de materiais avançados [3-5]. Em ciência dos materiais, a imagem fototérmica tem sido explorada para mapear heterogeneidades em escala micrométrica e nanométrica, oferecendo ferramentas poderosas para o desenvolvimento de novos compósitos, filmes finos e dispositivos fotônicos. Em biotecnologia e ciências da saúde, as técnicas têm sido exploradas para detecção de biomarcadores, avaliação de tecidos biológicos e estudo de processos metabólicos. Pesquisas recentes buscam integrar inovação instrumental e modelagem teórica, com o objetivo de aprimorar a sensibilidade, a resolução espacial e a seletividade espectral das medidas experimentais. O desenvolvimento de métodos como a espectroscopia de infravermelho com microscopia de força atômica (AFM-IR) [6] e a microscopia óptica fototérmica no infravermelho (O-PTIR) [7] abre novas perspectivas para o avanço da espectroscopia e da imagem fototérmica como ferramentas centrais em muitas aplicações de interesse científico e tecnológico.

- [1] Bialkowski, S. E., Astrath, N. G. C., Proskurnin, M. A. (2019). **Photothermal Spectroscopy Methods (2^a ed.)**. Wiley.
- [2] Zhang, Y. et al. (2025). **Scientific Reports**, 15, 26173.
- [3] Kau-Wacht, D. et al. (2025). **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 1–10.
- [4] Yilmaz, U. et al. (2025). **RSC Advances**, 15(12), 9243–9253.
- [5] Ricchiuti, G. et al. (2024). **Nanophotonics**, 13(13), 2417–2427.
- [6] Zhang, Y. et al. (2025). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 122(4), e2403079122.
- [7] Prater, C. B. et al. (2024). **APL Photonics**, 9(9), 091101.

Membranas de Óxido de Grafeno para Separação de Gases: Uma Alternativa Promissora e Sustentável

Miria Hespanhol Miranda Reis

O processo de separação de gases como hidrogênio e dióxido de carbono é um desafio crucial no cenário atual, considerando as exigências ambientais e econômicas. O óxido de grafeno, um material laminar com propriedades notáveis, surge como uma alternativa viável para a purificação de gases. Nesta apresentação, serão explorados os métodos de produção e as aplicações de membranas de óxido de grafeno para a separação de gases. Serão também apresentados e discutidos os resultados mais relevantes do grupo de pesquisa da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia. Por fim, serão abordados os desafios que precisam ser superados para a consolidação e implementação desse processo em escala industrial.

Ecosistema do Itaipu Parquetec: eu também sou parte!

Emily Alves

O Centro de Empreendedorismo e Inovação do Itaipu Parquetec é focado em duas frentes de atuação: a Incubadora de Negócios Santos Dumont e a área de Inovação Aberta. A primeira auxilia empresas (iniciantes ou já em funcionamento) na captação de apoio técnico, logístico, mercadológico, administrativo e consultoria especializada para que se desenvolvam no mercado. Já a segunda traz diversos benefícios para as empresas, destacando-se a redução de riscos e custos e a aproximação de ideias brilhantes para chegar às soluções que podem levar sua empresa para um outro patamar. Nesta palestra, mostraremos a relação do Centro com as Universidades e empresas, destacando os cases de sucesso e os canais de aproximação que envolvem os agentes do Ecosistema de Inovação que engloba o Itaipu Parquetec e suas respectivas parcerias.

As Terras Raras e suas contribuições no desenvolvimento de materiais para tecnologias avançadas

Jefferson Luis Ferrari

Atualmente a busca cada vez mais de qualidade de vida das pessoas tem sido objetivo fundamental da sociedade de forma geral. E dentro deste contexto o desenvolvimento de novos materiais com tecnologias que possam contribuir com este objetivo é alvo principal das indústrias de ponta, e de grande interesse de grupos de pesquisas ao redor do mundo. E quando se fala em desenvolvimento tecnológico os elementos Terras Raras ocupam um cenário importante neste segmento, onde sua presença movimentada não somente a corrida tecnológica, mas também atinge diretamente a economia mundial. Neste sentido, e com base nas propriedades espectroscópicas que os elementos Terras Raras apresentam, esta palestra abordará desde as principais dificuldades sobre a separação destes elementos do minério bruto, passando pela obtenção de novos materiais tecnológicos que possam ser aplicados em diversas situações, sendo elas: sistemas de geração de imagem, sistemas de iluminação, conversão de energia, especificamente células solares, amplificação óptica, saúde, segurança pública, entre outros.

Del diseño computacional a la biocompatibilidad: desarrollo de una válvula cardíaca mecánica trivalva

Mario Roberto Rosenberger

En esta conferencia se presenta la experiencia en el diseño, desarrollo y validación de una prótesis valvular cardíaca mecánica de tres valvas, un proyecto iniciado en el año 2000 con un enfoque interdisciplinario basado en física aplicada, ciencia de materiales e ingeniería biomédica. El diseño de la válvula se fundamentó en el modelado computacional de la dinámica de fluidos, buscando reproducir el funcionamiento fisiológico de la válvula aórtica. Se abordaron desafíos relacionados con la geometría trivalva, el cierre sin reflujo y una baja pérdida de carga. La selección de materiales implicó estudios de desgaste, resistencia a la fatiga y hemocompatibilidad. Se utilizaron aleaciones metálicas y recubrimientos nanométricos de dióxido de titanio (TiO₂), obtenidos mediante técnicas de sol-gel y oxidación anódica, evaluados mediante microscopía, tribología y espectroscopía de superficie. Actualmente, el dispositivo se encuentra en condiciones de ser sometido a pruebas preclínicas in vivo. Esta trayectoria refleja cómo la física aplicada puede integrarse con la ingeniería y la medicina para desarrollar soluciones tecnológicas con impacto en salud pública. Se compartirán los hitos del proyecto, las herramientas utilizadas y las lecciones aprendidas en más de dos décadas de trabajo.

CINEMA E CIÊNCIA

A Física do Filme *Interestelar*

Dafni Fernanda Zenedin Marchioro e Daniel Luiz Nedel

Nesta sessão apresenta-se uma análise aprofundada da física por trás do filme *Interestelar* (2014), explorando como a narrativa de Christopher Nolan se apoia de conceitos fundamentais da física moderna. Utilizando o roteiro como fio condutor, a discussão abrange desde noções clássicas de relatividade até ideias oriundas da física teórica contemporânea, incluindo supercordas, branas e modelos multidimensionais. Ao longo da apresentação, os expositores revisitam a estrutura do espaço-tempo na Relatividade Geral, explicando como a curvatura produz fenômenos essenciais para a trama, como a dilatação temporal observada no planeta Miller e os efeitos gravitacionais extremos associados ao buraco negro Gargântua. A sessão dedica atenção especial aos buracos negros, destacando sua geometria, o horizonte de eventos, o comportamento dos campos próximos à singularidade e algumas aproximações físicas utilizadas pelo filme – muitas delas inspiradas no trabalho de consultoria do físico Kip Thorne. Outro eixo importante da discussão são os buracos de minhoca, apresentados como atalhos no espaço-tempo e possíveis “máquinas do tempo” sob certas condições teóricas. Os apresentadores explicam de forma acessível quais são as exigências da teoria para a existência de tais estruturas, como matéria exótica e estabilidade, e até que ponto a representação cinematográfica se aproxima do que as equações de Einstein permitem. A sessão também aborda o papel da singularidade, representada no filme como um ambiente navegável dentro do chamado “tesseracto”. A partir desse ponto, a discussão se desloca para teorias além da Relatividade Geral, especialmente para conceitos originados da Teoria de Cordas. São exploradas as ideias de cordas abertas e fechadas, dimensões extras e branas, discutindo como tais estruturas podem, em princípio dar suporte aos modelos de comunicação, via ondas gravitacionais, entre diferentes regiões do espaço-tempo. A interpretação proposta no filme – em que somente ondas gravitacionais podem se propagar no bulk, é baseada no acoplamento entre branas e cordas. No entanto, a parte onde o personagem Cooper interage e envia informações à sua filha no passado, via ondas gravitacionais, é totalmente especulativa e não tem suporte na física teórica atual.

APRESENTAÇÕES ORAIS

Uma estrutura mínima em ambiente imerso para cosmologias $\mu - \Sigma$

Abraão Jessé Capistrano de Souza

Departamento de Engenharias e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil

E-mail: capistrano@ufpr.br

Analisamos um modelo fenomenológico da aceleração cósmica tardia impulsionada por um componente geométrico extrínseco, com a expansão de Hubble dada por uma expressão adimensional $E_2(z)$ com um parâmetro Ω_{ext} que mimetiza um fluido de energia escura efetivo. O setor perturbativo é caracterizado por duas funções, $\mu(a, k)$ e $\Sigma(a, k)$, que capturam desvios da Relatividade Geral no crescimento de estruturas e nos potenciais de lente gravitacional, respectivamente. Essas funções dependem de um parâmetro de acoplamento geométrico γ_S fortemente limitado por testes do sistema solar, impondo $\gamma_S \lesssim 3.219 \times 10^{-8}$. Mostramos uma expansão simplificada motivada observacionalmente para as próprias funções μ e Σ , permitindo compatibilidade com parametrizações de gravidade modificada já usadas em pipelines de dados cosmológicos. Implementamos o modelo em um framework Python compatível com o Cobaya Sampler e construímos um teste MCMC mínimo usando dados simulados de $H(z)$ e $f\sigma_8(z)$, validando a estabilidade e a viabilidade numérica do modelo sem ainda recorrer aos conjuntos de dados do Planck ou da CMB. Nessa configuração também permite testes controlados da interação entre a evolução de fundo e as modificações perturbativas, abrindo caminho para futura integração de verossimilhança com dados do Planck, lentes gravitacionais e distorções no espaço de redshift. Também verificamos que, quando o parâmetro de estresse anisotrópico $e_\pi = 0$, o modelo permanece livre de fantasmas, apesar de $\Sigma = \mu$, indicando um setor consistente com observações dentro dos limites assumidos. Este esquema pode oferecer uma boa base para testar modificações geométricas extrínsecas à energia escura e às teorias de gravidade modificada.

Testando a sensibilidade à Não-Unitariedade nos experimentos futuros de Neutrinos de longa linha de visada

Ana Maria Trzeciak¹, Hiroshi Nunokawa¹, Alexander Argüello Quiroga^{2*}

¹*Departamento de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil*

²*ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil E-mail:*

*Email: alexander.quiroga@unila.edu.br

Neste trabalho, investigamos o impacto da violação da unitariedade, da matriz de mistura, na sensibilidade à fase de violação leptônica δ_{CP} , considerando os experimentos futuros de neutrinos de longa linha de visada: Hyper-Kamiokande e DUNE. Com este intuito realizamos simulações dos detectores para explorar diferentes cenários de não-unitariedade, isto a fim de avaliar como pode afetar a capacidade de medir a fase de violação δ_{CP} nos experimentos. Também analisamos o potencial desses experimentos em restringir os parâmetros de não unitariedade. Os resultados indicam que o Hyper-Kamiokande apresenta alta robustez no cenário de não-unitariedade, mantendo sensibilidade superior a 5σ nos cenários considerados. Por outro lado, o DUNE mostra-se ligeiramente mais afetado pela violação da unitariedade, apresentando sensibilidade inferior a 5σ . Ainda assim, dependendo do cenário adotado, o DUNE demonstra sensibilidade considerável na determinação da fase δ_{CP} .

[1] Trzeciak, A. M., Nunokawa, H., Quiroga, A. A. (2025). **J. High Energ. Phys.** 59.

Desenvolvimento de um Magnetômetro de Amostra Vibrante de Baixo Custo

Pamela Istéfani da Silva Lago*, Gustavo de Jesus Lopes Nunes

Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: pis.lago.2018@aluno.unila.edu.br

Os Magnetômetros de Amostra Vibrante (VSM) são instrumentos fundamentais para a caracterização magnética de materiais, sendo os mais utilizados em laboratórios de pesquisa devido ao seu bom desempenho, baixo custo e simplicidade de funcionamento [1]. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um VSM economicamente viável, projetado para ser acessível a instituições de ensino e pesquisa, utilizando componentes e equipamentos comumente disponíveis em laboratórios de física. A motivação principal é suprir a carência de equipamentos de caracterização magnética de baixo custo, permitindo a realização de medidas de propriedades como saturação, remanência e campo coercitivo em amostras ferromagnéticas. O princípio de funcionamento do VSM baseia-se na lei de Faraday, que estabelece que uma amostra magnetizada, quando submetida a uma vibração, induz uma força eletromotriz em bobinas sensoras [2, 3]. Para a detecção desse sinal, foram confeccionadas duas bobinas de cobre com aproximadamente 1000 espiras cada, dispostas em série e posicionadas próximas aos pólos de um eletroímã que gera campos de até 1 T. A vibração da amostra é produzida por um transdutor mecânico acoplado a um gerador de funções. Para a extração do sinal útil, que costuma ser pequeno e tipicamente imerso em ruído, emprega-se a técnica de detecção síncrona com um amplificador lock-in, o que proporciona um grande aumento na sensibilidade do aparato [1]. A automação do sistema para a varredura do campo magnético e aquisição de dados é realizada mediante o controle da fonte do eletroímã via interface GPIB e a linguagem Python. Resultados preliminares confirmaram a viabilidade do sistema, com a detecção bem-sucedida de sinais induzidos nas bobinas sensoras. Espera-se que este protótipo inicial seja capaz de medir ciclos de histerese com a precisão necessária para aplicações em pesquisa e ensino, contribuindo significativamente para projetos na área de ciência dos materiais e para a formação prática de estudantes em temas de eletrônica, magnetismo e instrumentação.

[1] Sampaio, L. C., Garcia, F., Cernicchiaro, G. R. C., & Takeuchi, A. Y. (2000). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 22(3), 406-410.

[2] Foner, S. (1959). **Review of Scientific Instruments**, 30(4), 548-557.

[3] Saccone, F. D. (2005). **Anales AFA**, 17, 297-300.

Relación entre rugosidad, orientación de pulido y ángulo de contacto del agua en recubrimientos de TiO₂ sobre Ti-6Al-4V

C. I. Masoneves^{1*}, J. M. Schuster^{1,2,3}, M. L. Vera^{1,2}, M. E. Laczeski^{2,4} y M. R. Rosenberger^{1,2}

¹ Instituto de Materiales de Misiones (IMAM), UNaM-CONICET, Posadas, Misiones, Argentina

² Universidad Nacional de Misiones - FCEQyN, Misiones, Argentina.

³ Universidad Nacional del Alto Uruguay (UNAU), San Vicente, Misiones, Argentina.

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

* E-mail: camila.masoneves@fceqyn.unam.edu.ar

La mojabilidad superficial es un parámetro crítico en aplicaciones biomédicas, donde los materiales deben exhibir compatibilidad mecánica y fisicoquímica con los tejidos [1], [2]. Este trabajo analiza la relación entre rugosidad, textura superficial y mojabilidad del dióxido de titanio (TiO₂), tanto en su forma natural como sintetizado por oxidación anódica, sobre sustratos de Ti-6Al-4V. La mojabilidad se evaluó mediante el ángulo de contacto (AC) por el método de la gota sésil (2 µL), y la rugosidad a través del parámetro Ra, medido con rugosímetro de contacto. En total se prepararon 14 terminaciones superficiales. Siete terminaciones de pulido empleando lijas de SiC #320, #500, #1000, #1200, #1500, además de pulido con diamante de 1 µm (D) y sílica coloidal de 0.6 µm (S). Para cada terminación de pulido se generaron dos texturas: con rayas de pulido paralelas y sin orientación definida (al azar). Se confeccionaron seis conjuntos completos de estas 14 condiciones (84 superficies). Dos conjuntos (replicas) fueron recubiertos con TiO₂ mediante oxidación anódica a 20 V en H₂SO₄ 1 M y tratamiento térmico (500 °C, 1 h), otros dos a 40 V, y los dos restantes conservaron únicamente el óxido natural generado por exposición al aire. La rugosidad superficial (Ra) mostró una disminución sistemática con el grado de pulido: #320 (~0,25 µm), #500 (~0,16 µm), #1000 (~0,08 µm), #1200 (~0,07 µm), #1500 (~0,11 µm), diamante (~0,02 µm) y sílica coloidal (~0,012 µm). Esta tendencia fue consistente en todas las réplicas y condiciones analizadas. Los resultados del AC revelaron diferencias sustanciales entre los tres tipos de recubrimientos de TiO₂. En las superficies con óxido natural (~10 nm), se observó una alta variabilidad entre réplicas y texturas, con una convergencia moderada hacia ~50° en las terminaciones S. En cambio, en las superficies tratadas mediante oxidación anódica a 20 V (~50 nm), el AC mostró un comportamiento más estable, con una convergencia clara hacia ~51° tanto en la terminación D y S, sin diferencias significativas entre ellas. Finalmente, en las superficies anodizadas a 40 V (~80 nm), se observó una disminución sostenida del AC con el aumento del grado de pulido, alcanzando valores muy similares (~36–37°) en ambas terminaciones finales (D y S). Esta coincidencia indica que, en condiciones de rugosidad mínima, el recubrimiento tiende a un valor límite de mojabilidad reproducible, independiente de la textura de pulido superficial. Además, se evidencia que el aumento del espesor del TiO₂ favorece la hidrofiliidad en condiciones de baja rugosidad.

[1] Ponsonnet, L., *et al.* (2003). **Materials Science and Engineering: C**, 23(4), 551–560.

[2] Miyajima, H., Awadzi, G., Ozer, F., Mante, F. K. (2019). **Applied Surface Science**, 470, 386–394.

Colonización y supervivencia de *Staphylococcus aureus* sobre superficies de TiO₂ dopadas con Ag y activadas por UV-C

J. M. Schuster^{1,2,3*}, C. I. Masoneves¹, M. L. Vera^{1,2}, M. E. Laczeski^{2,4}, C. E. Schvezov¹ y M. R. Rosenberger^{1,2}

¹Instituto de Materiales de Misiones (IMAM), UNaM-CONICET, Posadas, Misiones, Argentina

²Universidad Nacional de Misiones - FCEQyN, Misiones, Argentina.

³Universidad Nacional del Alto Uruguay (UNAU), San Vicente, Misiones, Argentina.

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

*E-mail: jschuster@fceqyn.unam.edu.ar

Las infecciones asociadas a implantes constituyen una complicación frecuente en cirugía ortopédica y cardiovascular. *Staphylococcus aureus* es uno de los principales agentes causales, por su capacidad de adherirse a superficies inertes y formar biofilms resistentes a los antibióticos. En este contexto, los recubrimientos antibacterianos surgen como una estrategia eficaz para reducir la colonización y el desarrollo de biofilms persistentes [1]. En este trabajo se evaluó la colonización y supervivencia de *Staphylococcus aureus* sobre superficies de Ti-6Al-4V recubiertas con dióxido de titanio (TiO₂) obtenidas mediante la combinación de oxidación anódica y deposición sol-gel por inmersión [2]. Las probetas base (TI) de Ti-6Al-4V se utilizaron como sustratos metálicos. A partir de ellas se generaron distintos recubrimientos: (i) TASS, obtenidas por oxidación anódica seguida de dos capas sol-gel; (ii) TASSAg5 y TASSAg10, recubrimientos anódico-sol-gel dopados con 5 % y 10 % de Ag, respectivamente, mediante la incorporación de AgNO₃ al sol; y (iii) las variantes irradiadas con radiación UV-C (13500 mJ/cm²), designadas con el sufijo “-UV”. El ensayo de adhesión, supervivencia y proliferación se realizó incubando una suspensión de *S. aureus* (10⁸ UFC mL⁻¹) sobre cada probeta (200 µL, 37 °C, 1 h). Tras eliminar las células no adheridas y enjuagar con PBS, las muestras se cubrieron con agar manitol salado fundido (≈45 °C) y se incubaron 24 h a 37 °C. Luego se retiró el agar, se aplicó tinción de Gram y se cuantificó la superficie cubierta mediante análisis de imágenes ópticas (50×). El acero inoxidable 316 pulido a espejo se empleó como control. Cada ensayo se realizó por triplicado (n = 3). Los porcentajes promedio ± error estándar de superficie cubierta, ordenados de mayor a menor, fueron: AC316 51,8 ± 11,6 %, TASS-UV 45,9 ± 1,3 %, TASS 43,4 ± 9,7 %, TI 43,4 ± 2,1 %, TASSAg5 35,7 ± 2,1 %, TI-UV 32,9 ± 3,9 %, TASSAg10 30,8 ± 9,7 %, TASSAg5-UV 23,7 ± 0,9 % y TASSAg10-UV 18,6 ± 2,5 %. Las regresiones lineales entre el contenido de Ag y la superficie cubierta (%SC) mostraron una pendiente negativa tanto con UV ($y = -2,73x + 43,05$; $R^2 = 0,85$) como sin UV ($y = -1,13x + 42,68$; $R^2 = 0,15$). Estos resultados evidencian una disminución progresiva de la colonización bacteriana con el aumento del dopado en Ag, más marcada cuando las muestras fueron activadas con radiación UV-C. En conjunto, los resultados confirman la sinergia entre el dopado con plata y el pretratamiento UV-C del TiO₂, logrando una reducción significativa en la colonización y supervivencia de *S. aureus* sobre Ti-6Al-4V. Estos recubrimientos híbridos presentan un alto potencial como superficies antibacterianas para implantes biomédicos.

[1] Ul Haq, I., Krukiewicz, K. (2023). *Applied Surface Science Advances*, 18, 100532.

[2] Schuster, J. M., Vera, *et al.* (2022). *Surface and Coatings Technology*, 451, 129035.

Purificação alcalina de TiO_2 para síntese de $CaCu_3Ti_4O_{12}$

Esdras Rebecchi de Almeida^{1*}, Luana Estefani Knaul¹, Johan Alexander Cortés Suárez¹, Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso¹

¹*Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil.*

*E-mail: er.almeida.2018@aluno.unila.edu.br

O titanato de cobre e cálcio ($CaCu_3Ti_4O_{12}$), também conhecido como CCTO, é um material de interesse devido à sua constante dielétrica colossal, conforme descrito por Subramanian et al. [1]. Para síntese por reação em estado sólido, a pureza dos reagentes é crucial, uma vez que a presença de elementos contaminantes pode favorecer a formação de fases secundárias indesejadas e modificar as propriedades de interesse do material. Neste trabalho, detectou-se alumínio no TiO_2 P.A em uma razão metálica Ti:Al de 95,16:4,84 % (m/m). Determinada por Espectroscopia por Energia Dispersiva (EDS). Diante disto, verificou-se a necessidade de uma purificação alcalina baseada em diferenças de estabilidade termodinâmica entre TiO_2 e Al_2O_3 . Diagramas de Pourbaix indicam que TiO_2 é relativamente estável em ampla faixa de pH, enquanto o Al_2O_3 , por ser anfótero, solubiliza-se fora de uma janela neutra. Em meio fortemente básico ($pH \geq 12$) e temperaturas acima de 80 °C forma-se o íon aluminato (AlO_2^-), solúvel em solução, ao passo que o TiO_2 permanece como sólido estável [2,3]. Aplicando esses princípios, o TiO_2 contaminado foi tratado em solução de NaOH, $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$, aquecida acima de 80 °C, na proporção de 1 g: 40 ml, promovendo a conversão da Al_2O_3 em aluminato de sódio ($NaAlO_2$). Após lixiviação, o resíduo sólido foi lavado cinco vezes com água ultrapura utilizando uma centrífuga (10 min a 4000 rpm) para remoção de Na^+ , e posteriormente seco em estufa a 90 °C, resultando em TiO_2 com traços residuais de Al e Na. Os espectros de EDS obtidos para as amostras purificadas indicam uma razão metálica de 99,83:0,17 % (m/m), valor limiar de ruído instrumental, possivelmente relacionado ao espectro de Bremsstrahlung. Além disso, observou-se uma recuperação de massa superior a 95% de TiO_2 , confirmando a eficiência do processo. Procedimentos semelhantes para remoção seletiva de Al_2O_3 por lixiviação alcalina foram relatados na literatura em condições comparáveis [4]. A purificação prévia do TiO_2 reduz a presença de contaminantes e contribui para a obtenção da estrutura cristalina e propriedades dielétricas esperadas do CCTO. Em suma, este procedimento permite a remover seletivamente o Al_2O_3 presente no TiO_2 comercial, viabilizando sínteses de CCTO com maior qualidade estrutural e controle de fases.

[1] Subramanian, M. A., Li, D., Duan, N., Reisner, B. A., Sleight, A. W. (2000). **Journal of Solid State Chemistry**, 151(2), 323–325.

[2] Huang, L., Rondinelli, J. M. (2015). **Physical Review B**, 92, 245126.

[3] Pourbaix, M. (1974). **Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions**. 2nd ed. Houston: National Association of Corrosion Engineers.

[4] Li, S., Li, J., Duan, H., Wu, X., Li, X. (2023). **Metals**, 13(3), 552.

Investigação cinética das reações eletroquímicas de (nano)compósitos de $TiO_2@nanografite$

Ana Paula Gomes da Silva Castro^{12*}, Janine Padilha Botton¹², Esdras Rebecchi de Almeida¹³, Fábio Plut Fernandes¹⁴, Cláudio H. A. Cairo¹, Bruno R. C. Cairo⁴, Márcio de Sousa Góes¹²³

¹*Grupo Interdisciplinar em Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), C.P. 2044, Foz do Iguaçu – PR, Brasil.*

²*Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade (PPGIES), Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território (ILATIT), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), C.P. 2044, Foz do Iguaçu – PR, Brasil.*

³*Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada (PPGFISA) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).*

⁴*Tecçer Indústria e Comércio de Produtos Cerâmicos.*

*E-mail: anapaulappies@gmail.com

Atualmente, no cenário em que vivemos, a humanidade, têm buscado uma vida plena e satisfatória [2]. Por esta razão, há uma crescente busca por novos dispositivos de armazenamento de energia. Uma diversidade de óxidos metálicos, e seus compósitos são investigados e aplicáveis no desenvolvimento de dispositivos para armazenamento de energia, uma vez que há uma busca por meios mais eficientes de sistemas e dispositivos. Neste estudo o dióxido de titânio (TiO_2) foi separado para investigação, compósito com um processo de suspensão com (nano)grafite devido suas propriedades estruturais, eletrônicas e ópticas [1,2]. Utilizado em aplicações tecnológicas, o que o torna promissor para o setor energético, tais como: Processos fotocatalíticos na degradação de poluentes em superfícies autolimpantes estabilidade elevada dispositivos eletroquímicos para o armazenamento de energia, em baterias de íon-lítio e também supercapacitores [2]. A caracterização por DRX do (pó) apresentou a fase de TiO_2 (anatase) e, fase de TiO_2 com apresenta de grafite, provenientes da suspensão realizada com inserção do (nano)grafite ao TiO_2 . As imagens de microscopia eletrônica de varreduras (MEV) apresentaram imagens contendo alta porosidade e nanopartículas de até 10 nm. Os resultados eletroquímicos mostraram que através deste estudo pode-se perceber que as combinações do $TiO_2@nanografite$, resultaram em uma grande capacidade em armazenamento de cargas, alcançando valores de capacitâncias específicas entre: (13; 18; 19 e $20.9 F g^{-1}$) para diferentes velocidades de varreduras de: (10 a 145 mV/s) em um potencial de (0 a $-6 V$) em $Ag/AgCl$, mostrando uma sinergia nas respostas eletroquímica, e boa cinética nas reações do sistema, mostrando que esses (nano)compósitos melhoram de forma significativa o desempenho, capacitância específica, e capacidades de cargas de cargas podendo ser aplicados no em desenvolvimento de dispositivos, em especial em supercapacitores.

[1] Chen, X., et al. (2025). Physical Review B, 111(10), 104108.

[2] Yin, J., et al. (2024). Scientific Reports, 14(1), 31029.30

A descoberta da aberração da luz estelar, a decadência do geocentrismo e o fim do éter luminífero

Carlos H. Coimbra-Araújo

Departamento de Engenharias e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil
Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-
Americana, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: carlos.coimbra@ufpr.br

Desde sua descoberta por James Bradley no século XVII, a aberração da luz estelar tem sido fundamental para ampliar nossa compreensão do universo — e, sobretudo, da própria natureza da luz. Historicamente, a busca por evidências empíricas que comprovassem o movimento orbital da Terra em torno do Sol intensificou-se após os avanços propostos no século XVI por Nicolau Copérnico. No entanto, somente nos séculos XVII e XVIII os astrônomos se viram diante da necessidade de observações concretas. Nesse contexto, as tentativas de Bradley de detectar o deslocamento paralático das estrelas — ou seja, a variação aparente na posição de uma estrela ao longo de seis meses — revelaram um fenômeno inesperado: a aberração da luz estelar. Esse deslocamento anômalo, que Bradley atribuiu à translação da Terra, acabou por fornecer uma evidência crucial contra o modelo geocêntrico, contribuindo decisivamente para a aceitação do heliocentrismo. Apresentaremos aqui uma abordagem qualitativa e quantitativa do fenômeno da aberração e seu impacto na compreensão do que é a luz, bem como sua influência nos experimentos que visavam explicar o chamado “éter luminífero”, como o de Michaelson-Morley.

SEÇÃO DE PÔSTER

Investigação inicial do vanadato de bismuto (BiVO_4) por eletrodeposição

Gricelda Adelina Diaz Rolon*, Maria Luiza Guimarães Dias dos Santos, Janine Padilha Botton, Márcio Sousa Góes

Grupo Interdisciplinar de Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

*E-mails: adelinad861@gmail.com

O BiVO_4 é um semicondutor amplamente investigado para aplicações fotoconversão solar [1]. O seu preparo, por rotas sintéticas convencionais, como calcinação de precursores sólidos ou métodos sol-gel, geralmente exige altas temperaturas e longos tempos de processamento, que podem limitar o controle morfológico e na aderência do filme sob o substrato condutor. Nesse contexto, a eletrodeposição surge como uma alternativa interessante, pois permite a produção de filmes finos com boa uniformidade e controle de espessura. Neste trabalho, utilizou-se a metodologia proposta por [2] para obtenção dos eletrodos de BiVO_4 , com algumas modificações adaptadas à realidade do nosso grupo de pesquisa. Os primeiros eletrodos obtidos foram caracterizados por voltametria cíclica, com e sem iluminação, em diferentes velocidades de varredura. Conforme mostrado na Figura 1, a densidade de corrente sob iluminação (CL) é maior do que no escuro (SL). Como todas as correntes estão na faixa de $\mu\text{A}/\text{cm}^2$, trata-se de um material que já apresenta fotoatividade, mas cuja eficiência ainda é modesta, necessitando otimização da morfologia, do eletrólito e/ou da adição de catalisadores para aplicações práticas. Embora a literatura descreva respostas eletroquímicas superiores, a rota de síntese utilizada ainda é pouco explorada, tornando este um campo promissor para otimização.

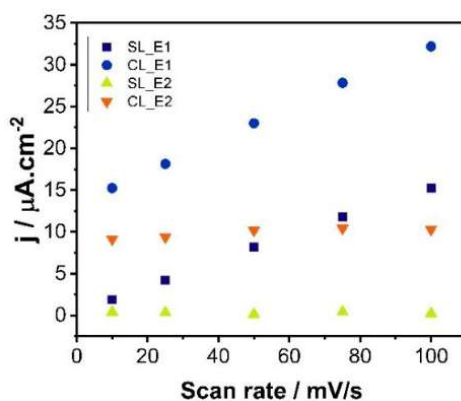


Figura 1. Densidade de corrente 1,23 V vs RHE com (CL) e sem iluminação (SL).

[1] MARTINS, I. L. L. M.. Filmes à base de BiVO_4 e Fe_2O_3 para produção de hidrogênio. 2025. Dissertação (Mestrado em Energia e Sustentabilidade) – Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade, ILATIT, UNILA, Foz do Iguaçu, 2025.

[2] Mohamed, N.A., *et al.* (2021). **Ceramics International**, 47 (17), 24227-24239.

Influência de defeitos substitucionais nas propriedades estruturais, eletrônicas, termodinâmicas e de armazenamento do hidreto MgH_2 : uma abordagem "ab initio"

Bruno Henrique Dourado Macedo*, Rodrigo Santos da Lapa, Luiz Cláudio de Carvalho

Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: brunohdmacedo@gmail.com

O hidreto de magnésio (MgH_2) é amplamente reconhecido como um dos materiais mais promissores para o armazenamento de hidrogênio em estado sólido, devido à sua alta capacidade gravimétrica (7,6 % em peso). No entanto, sua elevada temperatura de dessorção, superior a 400 °C, ainda constitui um dos principais desafios para aplicações práticas [1]. A fim de superar essa limitação, o presente trabalho realizou um estudo teórico sistemático, com base em cálculos *ab initio* fundamentados na Teoria do Funcional da Densidade (DFT) [2], implementada no código CASTEP, para investigar os efeitos da dopagem substitucional com metais de transição (V, Fe, Co, Ni, Cu e Zn) nas propriedades estruturais, eletrônicas e termodinâmicas do MgH_2 . Os resultados obtidos indicaram que as supercélulas dopadas mantêm a estabilidade estrutural, apresentando pequenas variações nos parâmetros de rede e nos comprimentos de ligação $X - H$, o que pode favorecer a mobilidade do hidrogênio na estrutura. Do ponto de vista eletrônico, os dopantes Ni e Cu promoveram a formação de estados intermediários dentro do bandgap, capazes de modificar a distribuição de carga e enfraquecer as ligações $Mg - H$, favorecendo o processo de dessorção do hidrogênio. O Zn, por sua vez, mostrou-se praticamente inerte, mantendo as características eletrônicas do sistema inalteradas. De acordo com os resultados, a dopagem reduziu significativamente as entalpias de dessorção (ΔH) e as temperaturas de liberação de hidrogênio (T_{des}): o MgH_2 puro apresentou $T_{des} \approx 607$ K (com correção ZPE), enquanto as estruturas dopadas exibiram valores entre 508 K (Cu) e 554 K (V), demonstrando um comportamento termodinâmico mais favorável. A entalpia de formação dos compostos foi calculada com a inclusão da correção de ponto zero (ZPE), essencial em processos termodinâmicos envolvendo a molécula de H_2 . Esses resultados corroboram as discussões da literatura, segundo as quais modificações estruturais e eletrônicas podem otimizar o desempenho do MgH_2 e viabilizar seu uso em sistemas de armazenamento de hidrogênio mais eficientes e sustentáveis [3]. Assim, a dopagem com metais de transição apresenta-se como uma estratégia eficaz para reduzir a energia de ligação hidrogênio-magnésio e aprimorar o potencial do MgH_2 em aplicações energéticas limpas.

[1] JAIN, I. P.; LAL, C.; JAIN, A. (2010). **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, n. 10, p. 5133–5144.

[2] HOHENBERG, P.; KOHN, W. (1964). **Phys. Rev., American Physical Society**, v. 136, p. B864–B871.

[3] ABE, J. O.; *et al.* (2019). **Elsevier Ltd**, p. 15072–15086.

Automação financeira em Finanças Descentralizadas (DeFi): Análise quantitativa de séries financeiras e sistema de automação de contratos inteligentes.

Yan Costa Carneosso* .

Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil.

*E-mail: yc.carneosso.2019@aluno.unila.edu.br

Em contraste com as operações realizadas por instituições financeiras tradicionais e bancos, emergem as Finanças Descentralizadas (DeFi), entendidas como um ecossistema de serviços financeiros construídos sobre redes blockchain públicas, que utilizam contratos inteligentes para permitir transações, empréstimos, investimentos e demais operações [1]. Nesse ambiente permeado pela tecnologia, a principal diferença reside na utilização de protocolos descentralizados que, idealmente, substituem os intermediários financeiros pelo uso de contratos inteligentes autoexecutáveis [2]. Dessa forma, o DeFi apresenta características especialmente propícias para a aplicação de mecanismos de automação financeira. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema para automação de operações financeiras em blockchain. O sistema completo é capaz de interagir com a blockchain, por meio de corretoras descentralizadas, para executar operações de forma automatizada conforme estratégias pré-definidas, simular a aplicação de estratégias quantitativas em intervalos de tempo passados (backtest) e hospedar esse sistema em um projeto de hardware de baixo custo, garantindo a autocustódia de todo o processo. Esse sistema foi construído de forma modular, a fim de se apresentar como uma plataforma aberta para futuros desenvolvimentos e assegurar que as estratégias avaliadas pelo backtest possam ser facilmente aplicadas ao mecanismo de interação principal. Para demonstrar a viabilidade do sistema e de mecanismos de automação já existentes, foi testada a estratégia de cruzamento de médias móveis, considerando as variações: Média Simples, Média Exponencial e Mínimos Quadrados [3]. A partir dos resultados obtidos, foram realizadas análises quantitativas que compararam o desempenho das médias entre si e em relação à estratégia de compra sem intenção de venda (holding). Além disso, foi desenvolvida uma dashboard para visualização dos dados e comparação das estratégias. Para a realização desses testes, o criptoativo utilizado foi o Bitcoin, em razão de sua expressiva capitalização de mercado. Na construção do software, foi utilizada a linguagem Python; para o fornecimento de dados, recorreu-se à biblioteca yfinance; as operações foram implementadas com auxílio de bibliotecas nas plataformas Uniswap e Binance; e, para a montagem do hardware, empregou-se um microprocessador Raspberry Pi. O sistema conta ainda com uma interface de usuário para configuração de parâmetros iniciais e avaliação dos dados. Considerando os modelos testados, o sistema apresentou duas aplicações imediatas: (i) a implementação de um livro de ordens para programação de compra de ativos e (ii) a aplicação de estratégias quantitativas de compra e venda de ativos.

[1] Kazi, A., et al. (2020). Smart Contracts and Decentralized Finance.

[2] Kocaoğullar, C., Gervais, A., Livshits, B. (2021). Towards Private On-Chain Algorithmic Trading.

[3] Smith, J. (2020). Moving Average Strategies. In: Mastering Technical Analysis: Strategies and Tactics for Trading the Financial Markets, 2ª ed

Modelagem Eletrotérmica de Componentes Eletrônicos com Simulação de Métodos de Elementos Finitos

Caio Ramos Ballarin*

ILACVN, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: caiorballarin@gmail.com

Foi investigada a resposta térmica de um conversor buck–boost por meio de um gêmeo digital no Ansys Icepak (FEM) com validação experimental em bancada. Modelaram-se os componentes a partir dos datasheets e realizaram-se simulações térmicas transientes considerando perdas nos semicondutores (por modelos analíticos de comutação) e nos passivos [1,2]; paralelamente, registraram-se temperaturas em pontos críticos do conversor (MOSFET, diodo e referência na PCB) sob carga controlada. Houve concordância qualitativa entre simulação e medidas, indicando que o modelo captou as tendências térmicas. Limitações experimentais reduziram, porém, a sensibilidade da comparação: o dissipador do MOSFET estava sobredimensionado e a alta tensão aqueceu excessivamente a carga, impedindo testes em faixas maiores. Conclui-se que o gêmeo digital em Icepak é válido para análise térmica de conversores chaveados, mas precisa de refinamento para validações quantitativas: recomenda-se calibrar o modelo com mais pontos de medição, revisar propriedades térmicas e condições de contorno, redimensionar dissipadores e usar cargas termicamente caracterizadas; além disso, avaliar configurações de dissipação e análises de densidade de potência/topologia para orientar o projeto térmico [3,4].

[1] E. O. Prado, P. C. Bolsi, H. C. Sartori, and J. R. Pinheiro. (2022). **IET Power Electronics**, vol. 15, no. 7, pp. 594–604.

[2] S. Kascak and P. Resutík. (2021). **Electrical Engineering**, vol.104, pp. 179–190.

[3] Sartori, H.C., *et al.* (2013). **IEEE**, pp. 1317–1323.

[4] Musallam, M., Yin, C., Bailey, C., Johnson, M., (2015). **IEEE Trans. Power Electron.** 30, 2601–2613.

Dados Gravimétricos: Processamento de anomalias gravimétricas e estimativa de massas no monitoramento de barragens

Vitor Cortes Gracindo*, William Pareschi Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil

*E-mail: cortes.vitor@hotmail.com

Através da análise dos dados gravimétricos de uma região é possível determinar o relevo de um embasamento, a distribuição de densidade ou limites de um corpo abaixo da superfície, desde poucos metros à quilômetros, é uma metodologia versátil, utilizada tanto em mapeamentos geológicos como na exploração de minérios e estudo de barragens. As barragens, por sua grande escala, apresentam risco às suas imediações, além de grande impacto ambiental. Graças à heterogeneidade dos materiais naturais utilizados na construção de barragens, algumas áreas são mais vulneráveis à erosão interna ou liquefação. Através da observação da variação temporal na distribuição de densidade dos sedimentos, é possível prevenir sobrecargas, fraturas e erosões na estrutura. Com o posicionamento de prismas verticais, com densidade entre $1,7\text{g/cm}^3$ e $1,9\text{g/cm}^3$, ao longo de uma linha, é simulada a disposição de resíduos em uma barragem, e então é possível obter a anomalia gravimétrica através da componente vertical do sinal gravimétrico para cada ponto de observação [1]. Foram utilizados 20 prismas ao longo de uma linha de 200 metros, organizados em 3 situações distintas: a) distribuição regular de sedimentos, b) acúmulo de sedimentos e c) buracos na sedimentação. Denominamos perfil de base a leitura do sinal gravimétrico na situação a, que representa a distribuição ideal de sedimentos na barragem, com ele as leituras das demais situações, b e c, foram comparadas para a elaboração dos gráficos da anomalia gravimétrica e dos ruídos, cujas análises nos permite acompanhar a movimentação de sedimentos, que possibilitaria a remoção dos mesmos antes de que causem danos à estrutura. Na figura abaixo, está ilustrado os ruídos obtidos em relação ao perfil de base.

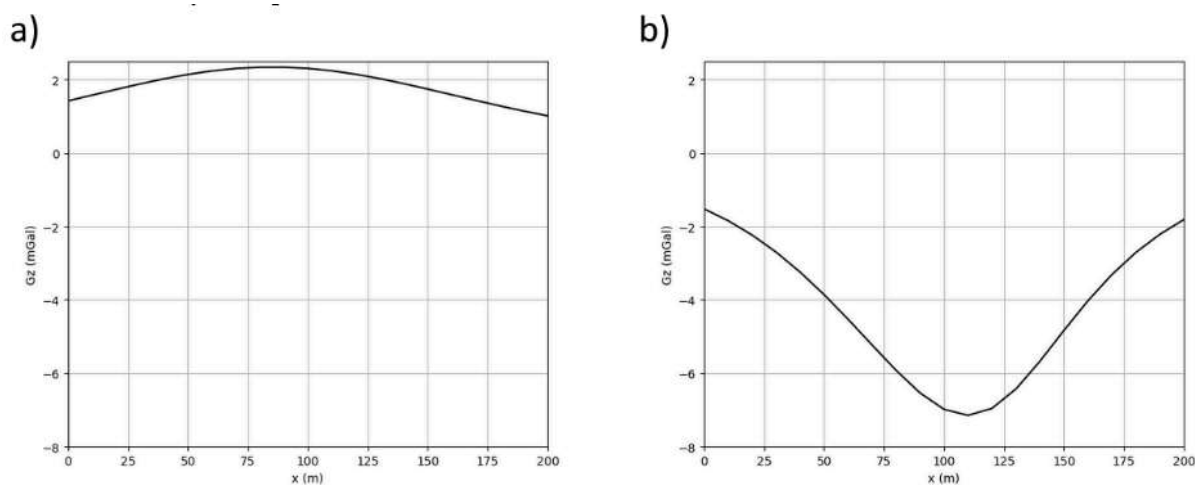


Figura 1: a) Ruído com acúmulo de sedimentos; b) Ruído com buracos na sedimentação.

[1] Plouff, Donald. (1976). *Geophysics*, 41.4, 727-741.

Introdução à Dinâmica Evolutiva da Linguagem

Gustavo Benites Wenceslau*, Eduardo do Carmo

ILACVN, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: gb.wenceslau.2023@aluno.unila.edu.br

A transmissão de informação é a base dos processos evolutivos, sejam eles biológicos ou culturais. A linguagem humana, como principal sistema de troca de informações, apresenta uma dinâmica evolutiva própria, cujo estudo quantitativo é um desafio de grande interesse científico (NOWAK, 2006). Este trabalho investiga a evolução da linguagem sob a perspectiva da física de sistemas complexos, combinando conceitos de mecânica estatística e simulação computacional, buscando compreender como um meio único e eficiente de transmissão de informação pode ser estabelecido entre uma população formada inicialmente por indivíduos cuja probabilidade de compreensão mútua é dada por uma distribuição uniforme. Primeiramente, realizou-se um estudo focado nos mecanismos de seleção e mutação que promovem a formação de um código de comunicação coeso a partir de uma população com compreensão mútua limitada. Para isso, foram implementadas simulações computacionais que integram a dinâmica evolutiva com a teoria da informação, seguindo os trabalhos de Nowak e Krakauer (1999), Nowak, Plotkin e Krakauer (1999), Komarova, Nowak e Niyogi (2001), Nowak (2006). A segunda abordagem, de cunho empírico, forneceu os dados para essas simulações através da análise da frequência de letras em obras clássicas da literatura em língua portuguesa, tratando o conjunto de frequências de letras de uma dada obra como uma distribuição de probabilidade, permite o cálculo da entropia e do conteúdo informacional dos textos. Unindo as duas abordagens, a distribuição de frequência é a distribuição de sinais de uma dada linguagem. No modelo computacional, a probabilidade de um indivíduo gerar descendentes está atrelada ao seu sucesso comunicativo. Os resultados demonstram que, ao longo das gerações, as populações simuladas apresentam uma notável redução na entropia de suas distribuições de sinais, um indicativo direto do aumento da eficiência na comunicação. Esta tendência, inspirada no modelo de (NOWAK; PLOTKIN; KRAKAUER, 1999), foi confirmada como estatisticamente significativa através da análise de um ensemble de simulações com condições iniciais idênticas.

[1] NOWAK, M.A.; KRAKAUER, D.C. (1999). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, p. 8028-8033.

[2] NOWAK, M.A.; PLOTKIN, J.B.; KRAKAUER, D.C. (1999). **Journal of Theoretical Biology**, v. 200, p. 147-162.

[3] KOMAROVA, N.L.; NIYOGI, P.; NOWAK, M.A. (2001). **Journal of Theoretical Biology**, v. 209, p. 43-59.

[4] NOWAK, M. A. **Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life**. Cambridge: Harvard University Press, 2006.

Manutenção Preditiva na Produção de Hidrogênio: Análise Sistemática com Aprendizado de Máquina Tradicional e Quântico

Gustavo Soares Pinto^{1*}, Joylan Nunes Maciel², Raphael Fortes Infante Gomes¹

¹ILACVN, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

²ILATIT, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

*E-mail: soaresgustavo.p@gmail.com

A crescente preocupação com o futuro ambiental e com as emissões de gases de efeito estufa intensifica a busca por alternativas aos combustíveis fósseis. Nesse contexto, o hidrogênio verde surge como uma alternativa promissora, pois pode ser gerado a partir de fontes renováveis, tendo a água como único subproduto [1]. Entretanto, a viabilidade econômica e a confiabilidade desses sistemas dependem diretamente da durabilidade de seus componentes mais caros, principalmente os eletrolisadores e as células de combustível. Assim, o desenvolvimento de estratégias de manutenção preditiva torna-se essencial para garantir a eficiência e a longevidade [1]. O objetivo deste trabalho foi conduzir uma revisão sistemática com o método Proknow-C [2], visando identificar estudos científicos que aplicam abordagens de Aprendizado de Máquina (AM) tradicionais e quânticas à manutenção preditiva em sistemas de hidrogênio. A pesquisa foi conduzida na base de dados OpenAlex [3], utilizando os eixos de busca “Produção de Hidrogênio”, “Manutenção Preditiva” e “Computação Quântica”. Inicialmente foram identificados 2.825 documentos, seguidos pela filtragem de títulos e resumos, adotando-se como critério de inclusão a aplicação explícita de um método de AM para previsão de falhas. Como resultado, foram selecionados aproximadamente 160 artigos relevantes, majoritariamente baseados em técnicas de AM tradicional. Destacaram-se o uso de Redes Neurais Artificiais, especialmente Long Short-Term Memory e Convolutional Neural Networks, além de algoritmos de Support Vector Machines e baseados em Decision Trees. Não foram identificados estudos aplicando computação quântica, o que evidencia uma lacuna científica mencionada por diversos autores como oportunidade para pesquisas futuras. Verificou-se também a recorrência do desafio da escassez de dados reais de falhas. Outro resultado é a concentração de pesquisas nas áreas de previsão de células a combustível, especialmente Proton Exchange Membrane Fuel Cell e Solid Oxide Fuel Cell, que são os componentes consumidores de hidrogênio. Em contraste, a aplicação de técnicas de AM para manutenção preditiva de eletrolisadores é significativamente menos explorada, indicando outra lacuna científica relevante. Conclui-se que, embora o uso de AM na manutenção preditiva de sistemas de hidrogênio esteja em expansão, a aplicação de abordagens quânticas e o foco na produção de hidrogênio ainda representam fronteiras de pesquisa pouco exploradas e promissoras para investigações futuras.

[1] IRENA. Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5C Climate Goal. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2020.

[2] MACIEL, J. N.; LEDESMA, J. J. G.; ANDO JUNIOR, O. H. (2021). **IEEE Latin America Transactions**, v. 19, n. 4, p. 612-624.

[3] OPENALEX. OpenAlex: an open catalog of the global research system.

Implementación de sensor de luminosidad en hardware empotrado

Miguel Ángel Díaz*, Federico Fernández Gomez.

Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

*E-mail: xelundes04@fpuna.edu.py

La lectura de variables físicas utilizando sensores ha facilitado el estudio de diferentes fenómenos y procesos industriales. Una de esas variables es la medición de luminosidad siendo muy importante en diferentes entornos industriales como la medida de la intensidad de luz en hornos, lámparas UV, procesos de curado de resinas, ahorro energético, detección de fallas en indicadores luminosos de máquinas, seguimiento de trayectorias por contraste lumínico, control de iluminación en invernaderos, supervisión de procesos de secado y conservación, monitoreo de radiación solar en plantas fotovoltaicas, sistemas de orientación de paneles solares, experimentos de crecimiento celular bajo diferentes condiciones de luz, estudios de fotosíntesis en plantas, en resumen: los sensores de luminosidad se usan desde control industrial en fábricas, agricultura inteligente, hasta estudios biológicos. Los sistemas de medida de luminosidad han estado dominados por sistemas de adquisición de datos basados en tecnologías ASICs, (Application-Specific Integrated Circuit)). Sin embargo con la presencia que está teniendo actualmente las FPGAs, (Field Programmable Gate Arrays), una tecnología que se diferencia de los anteriores en su capacidad de reconfiguración, es decir, cambiar o modificar su arquitectura en función a necesidades sin tener que apagar su funcionamiento. En ese sentido el uso de los procesadores empotrados basados en FPGA potencia la productividad por su capacidad de realizar procesamiento paralelo, bajo consumo de energía, capacidad de reconfiguración, permitiendo modificar un diseño acelerando los tiempos de prueba y puesta a punto con las ventajas en el costo del proyecto que eso. El objetivo de este trabajo es la implementación de sistema empotrado de adquisición de señales de un sensor de luminosidad. La metodología utilizada es el de una sistema adquisición de datos basada en una FPGA Artix 7 de AMD utilizado una placa Nexys 4, mediante el IDE Vivado 2019.1 y la funcionalidad del microprocesador MicroBlaze fue realizada en lenguaje C mediante el entorno de desarrollo Software Development Kit (SDK) 2019.1. La programación Hardware se realizó utilizando herramientas IP (Intellectual Property) para el diseño y configuración del microcontrolador MicroBlaze. La configuración de MicroBlaze fue de 32 Kb de memoria local, 100 MHz de frecuencia y comunicándose con el host pareando el terminal de comunicación USB_UART de la placa Nexys 4 con el puerto USB del PC, Como sensor de luminosidad se utilizó el Pmod ALS que es un sensor de luz ambiental. Convierte la luz en datos digitales con una resolución de 8 bits con interfaz SPI. Un valor de 0 indica un nivel de luz bajo y un valor de 255 indica un nivel de luz alto. En el proyecto se ha utilizado el procesador soft MicroBlaze de AMD lo que nos permite obtener en poco tiempo un diseño practico de funcionamiento robusto que mide en tiempo real la luminosidad medida por el sensor. La incorporación de Node-RED, una plataforma de programación visual basada en flujos, facilita la gestión y visualización de datos en tiempo real, promoviendo la interconexión de dispositivos en entornos IoT. Los resultados son concluyentes. Se tiene un sistema de monitoreo de luminosidad en tiempo real ejecutándose sobre una FPGA y con visualización de datos en Node-Red. El sistema tiene estabilidad y precisión en sus medidas pudiendo ser ampliado a más sensores ampliándose la capacidad del sistema.

[1] M. B. Kamthe y P. N. Matte, (2018). **IJCA**. Vol. 182, no. 17, pp. 15-18

[2] N. Aditya Reddy, *et al.* (2024). **IJSART**. Vol. 10 Issue 4. pp. 608-611

Pontos multicríticos no modelo de Maier-Saupe com elementos de diluição

Gabriel Krzyzanowski*, Eduardo Do Carmo.

Programa de Pós Graduação em Física Aplicada, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

*Email: gabrielkrzyzanowski@outlook.com

Cristais Líquidos são materiais cujo interesse acadêmico é justificado tanto pelo grande potencial tecnológico, quanto pela abrangência da área de estudo. Nesse contexto, fases líquido cristalinas apresentam-se como um ambiente propício para investigações experimentais de fenômenos complexos, assim como um desafio para as teorias estatísticas de transição de fase. No presente trabalho, o modelo de Maier-Saupe-Zwanzig [1] com elementos de diluição é estudado, em uma versão de campo médio, no ensemble grande canônico, o que possibilita conexões com a teoria fenomenológica de Landau de Gennes [2] e simulações computacionais. Cálculos da função de partição, no ensemble grande canônico, e da energia livre serão realizados no campo médio para que a conexão com a expansão de Landau seja feita. A partir disso, um estudo da presença de pontos multicríticos no diagrama de fases é realizado. Por fim, serão derivados coeficientes críticos a fim de investigar conexões com resultados experimentais.

[1] DE GENNES, P-G, PROST, J., 1993, **The physics of liquid crystals**. 2 ed. Paris, Oxford university press.

[2] Gramsbergen, Egbert F., Lech Longa, and Wim H. de Jeu. (1986). **Physics Reports**. 135.4. 195-257.41

Desenvolvimento de um potenciostato para uso didático

Kaique de S. Silva^{1,3*}, Rafael Cunha², Fabio P. Fernandes³, Johan A. C. Suarez¹, Edson M. Kakuno¹

¹*Instituto Latino Americano de Ciências da Vida e da Natureza, UNILA, Paraná, Brasil*

²*Instituto Latino-americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, UNILA, Paraná, Brasil*

³*Teccer Industria e Comercio de Produtos Cerâmicos, Cravinhos, SP, Brasil*

*E-mail: ks.silva.2019@aluno.unila.edu.br

A eletroquímica moderna constitui um campo interdisciplinar essencial para a ciência e a tecnologia, envolvendo química, física, ciência de materiais, ciências ambientais e engenharia, com aplicações crescentes em energia, sensores e dispositivos sustentáveis. Conforme destacado por Dieter M. Kolb et al. em *Modern Electrochemistry: Interdisciplinary Research at the Forefront of Science* [1], os avanços instrumentais, como os potenciostatos, são fundamentais para estudar fenômenos interfaciais, controlar potenciais com precisão e mensurar correntes em diversas escalas. Neste trabalho, apresentamos o desenvolvimento de um potenciostato de baixo custo e uso didático, estinado a experimentos introdutórios e aplicações que requerem altas correntes. O sistema utiliza um DAC714 para geração de sinais bipolares (± 10 V), um estágio de potência com OPA541 capaz de fornecer até ± 40 V e 10 A, e um ADC, ADS1115 para monitoração do potencial entre o eletrodo de referência e o de trabalho. A corrente é medida pelo INA219, o que resulta em maior ruído devido às limitações do sensor. Um buffer de alta impedância baseado em OPA128LM isola o eletrodo de referência, e o controle de potencial é realizado por um OP07CP. Essa configuração permite executar técnicas como a voltametria cíclica (VC) com portabilidade e custo reduzido, ampliando o acesso a práticas laboratoriais em instituições que não dispõem de equipamentos comerciais de alto valor. Além do potenciostato, foi desenvolvido um eletrodo de hidrogênio de baixo custo, considerando o preço elevado e a dificuldade de obtenção dos modelos comerciais. O protótipo utiliza um fio de platina de 0,5 mm e uma seringa de 3 ml como corpo, permitindo a formação de uma bolha de H_2 junto ao fio, o que garante estabilidade por até quatro horas. O princípio baseia-se na reação de equilíbrio $2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$ (2) e a bolha atua como reservatório do gás no equilíbrio. O eletrodo apresenta fácil reconstrução, bastando regenerar a bolha, e pode ter sua estabilidade aprimorada com melhorias na vedação e no “chapéu” que prende o gás no interior do sistema, ponto em constante melhora. De acordo com Bard e Faulkner [2], compreender o funcionamento e a configuração instrumental é essencial para a correta interpretação dos experimentos — aspecto reforçado pela proposta apresentada. Os ensaios de validação, realizados em solução de H_2SO_4 $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ com eletrodo de carbono e contraeletrodo de platina, mostraram boa concordância qualitativa com um potenciostato comercial (AutoLab). A variação da velocidade de varredura ($0,01\text{--}0,1 \text{ V}\cdot\text{s}^{-1}$) revelou o aumento da corrente de pico proporcional à raiz da velocidade, conforme a equação de Randles-Sevcik, indicando processos controlados por difusão. Esses resultados confirmam que o protótipo reproduz adequadamente os fenômenos eletroquímicos esperados, constituindo alternativa promissora para ensino e pesquisa, ao aproximar os princípios de instrumentação discutidos por Bard e Faulkner [2] da prática experimental em laboratório.

[1] Kolb, D. M., Amatore, C., Compton, R. G. (2010). **ChemPhysChem**, 11(13), 2854–2855.

[2] Bard, A. J., Faulkner, L. R. (2001). **Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications**, 2ª ed. New York: Wiley.

Estudo cinético da atividade fotocatalítica de ZnO modificado com líquido iônico e dopado com terras raras

Manuel Bendecene Levene^{1,3*}, Jhonny José Medina², Janine Carvalho Padilha^{1,3}, Jefferson Luis Ferrari^{3,4}, Márcio Sousa Góes^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil.

²Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

³Grupo Interdisciplinar em Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), UNILA.

⁴Desenvolvimento de Materiais Inorgânicos com Terras Raras (DeMITER), Instituto de Química (IQ), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG.

*E-mail: mlb.peruzzo.2020@aluno.unila.edu.br

O trabalho discute a influência na atividade catalítica do ZnO modificado com líquido iônico (TEA·PS·BF₄) [1] e dopado com Er e Yb. Os ensaios de fotodegradação levaram à proposição de um modelo cinético de pseudo-primeira-ordem a fim de avaliar quantitativamente as cinéticas de degradação dos catalisadores testados, mostrada na Equação 1. A análise cinética demonstrou que todas as reações seguiram o modelo de pseudo-primeira ordem, apresentando elevados coeficientes de determinação (R² entre 0,9601 e 0,9969). Verificou-se que o ZnO modificado com LI e dopado com Er e Yb exibiu uma constante cinética (K = 0,0292 min⁻¹) aproximadamente três vezes superior à do ZnO puro (K = 0,0099 min⁻¹), indicando que as modificações estrutural e eletrônica promovidas pelo líquido iônico e dopantes, contribuíram de forma significativa para o aprimoramento da eficiência fotocatalítica do material [2]. Portanto, o Z5LI3Er10Yb foi aproximadamente 34,7% mais eficiente (ou 25 % superior) que o ZnO puro na fotodegradação do corante (azul de metileno).

$$\ln(C_0/C_t) = kt \quad (1)$$

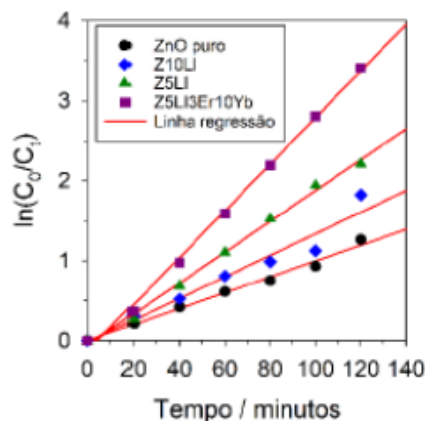


Figura 1: Ajuste cinético de pseudo-primeira ordem dos óxidos analisados.

[1] Bernardi, J. H., Arguello, et al. (2023). Bulletin of Materials Science, 46 (1), 38.

[2] Liu, Y., et al. (2019). Applied Surface Science, 463 (1), 827–834.

Redução de perdas técnicas em sistemas de distribuição com integração de geração fotovoltaica e armazenamento de energia

Marília Luiza Berti Peruzzo^{1*}, Oswaldo Hideo Ando Junior², Rodrigo Delfim Guarize¹, Jorge Javier Ledesma¹

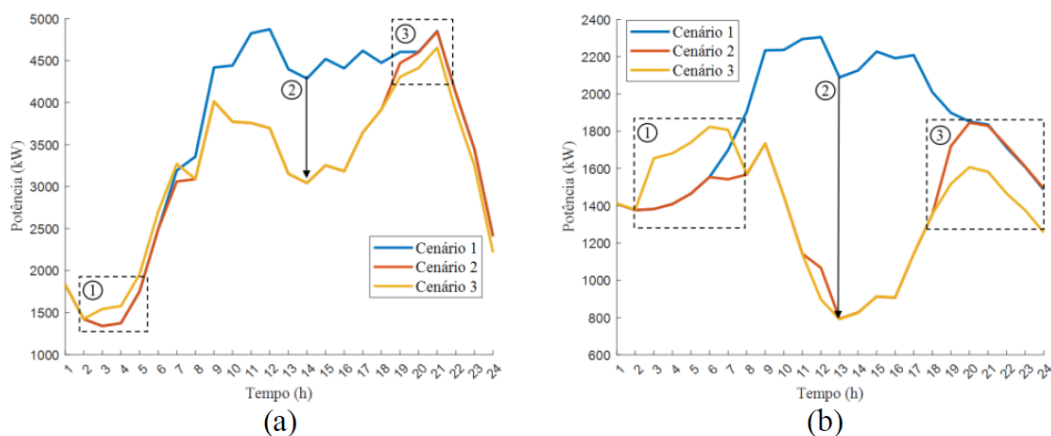
¹ILATIT, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil

²Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.

*E-mail: mlb.peruzzo.2020@aluno.unila.edu.br

Este trabalho realiza a comparação entre as perdas técnicas de dois sistemas de distribuição, IEEE 13 e 34 barras, sob três cenários: (i) circuito padrão sem a geração distribuída, (ii) com sistema fotovoltaico e (iii) com sistema fotovoltaico e sistema de armazenamento de energia por baterias. As simulações foram realizadas nos softwares OpenDSS e Matlab, extraindo os resultados de potência ativa e perdas técnicas, os sistemas foram baseados nos modelos consagrados na literatura, os quais são tratados como componentes de conversão de energia [1]. As perdas obtidas foram utilizadas para estimar a energia perdida e o custo, considerando uma operação contínua de 24 h e valor da tarifa convencional da Copel (concessionária do estado do Paraná) de 0,63 R\$/kWh. Isto permitiu comparação entre os cenários [2]. Nos sistemas IEEE 13 e 34 barras, o terceiro cenário apresentou cerca de 58% e 59% de redução de perdas, respectivamente, gerando uma econômica significativa. Na figura 1 estão apresentadas as curvas de carga dos três cenários para o sistema IEEE 13 barras (a) e 34 barras (b), destacando-se alguns pontos de interesse. No ponto 1, observa-se aumento na demanda devido ao carregamento da bateria, que atua como carga para o sistema. Já no ponto 3, verifica-se a suavização da curva em 8% e 6% para o sistema IEEE 13 e 34 barras, respectivamente, resultante do fornecimento de energia à rede, por meio da bateria, quando não há geração fotovoltaica. No entanto, a curva de carga é reduzida nos períodos de maior irradiação solar (ponto 2), apresentando redução de carga média de 12% e 25% para os sistemas IEEE 13 e 34 barras, respectivamente, evidenciando a redução das perdas e a melhoria do perfil de carga.

Figura 1: Comparação das curvas de carga para os sistemas IEEE 13 e 24 barras sob três cenários.



[1] CAMPOS, H. G. J. (2025). Operação ótima de baterias em presença de incertezas de carga e geração. Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

[2] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). (2025). Ranking de Tarifas.

Identificación de fases cristalinas en difracción de rayos X mediante inteligencia artificial

Mohamad Kassem Moussa^{1*}, Alexis Javier Sanabria Gaona¹, Hussein A K Moussa^{2,3}, Jorge Luis Arrúa Ginés¹

¹*Universidad Nacional del Este, Facultad Politécnica, Carrera Ingeniería de Sistemas, Ciudad del Este, Paraguay*

²*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Universidade de São Paulo – SP, Brasil.*

*E-mail: mlb.peruzzo.2020@aluno.unila.edu.br

La interpretación manual de patrones de Difracción de Rayos X (DRX) es un proceso lento y susceptible a errores, que puede requerir hasta 12 horas por muestra [1, 2]. Este trabajo aplica técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para automatizar la identificación de fases cristalinas mediante una arquitectura CRNN (Red Neuronal Convolutiva Recurrente). Se seleccionaron 17 óxidos metálicos binarios de la base de datos Crystallography Open Database (COD), como TiO₂, ZnO, Fe₂O₃, CuO, SnO₂, ZrO₂ y MnO₂, representativos de distintos sistemas cristalinos y polimorfos comunes (anatasa, rutilo, monoclinico, cúbico, entre otros). Estos materiales se eligieron por su simplicidad química, su relevancia en campos como la catálisis, los sensores y la energía, y la disponibilidad de datos cristalográficos confiables. Muchos presentan múltiples fases cristalinas, lo que aporta una amplia diversidad de patrones de difracción para el entrenamiento del modelo. La arquitectura CRNN combina la capacidad de las CNN para extraer características locales como la posición, intensidad y forma de los picos, con la de las RNN para modelar relaciones secuenciales en el espectro. El entrenamiento y validación se realizaron bajo el marco CRISP-DM, empleando difractogramas experimentales y sintéticos. El modelo alcanzó una precisión global del 86,4 % en la clasificación de sistemas cristalinos y 77,9 % por compuesto, con diez materiales con 100 % de exactitud. Estos resultados demuestran el potencial del aprendizaje profundo para reducir drásticamente el tiempo de análisis y complementar métodos tradicionales como el refinamiento de Rietveld.

[1] Oviedo, F., Ren, Z. et al. (2019). npj Computational Materials, 5(60), 1–9.

[2] Bhattacharjee, A., Shrivastava, C. et al. (2024). Scientific Reports, 14(20717), 1–15.

Funcionalização Eletroquímica de Nanotubos de Carbono por Diferentes Líquidos Iônicos

Anna B. M. de Moura^{1*}, Glaucio J. Gomes^{1,2,3}, Caroline C. S. Gonçalves¹, María F. Zalazar², Paulo R. S. Bittencourt³, Márcio de S. Góes¹, Janine C. Padilha¹

¹*Grupo Interdisciplinar em Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), ILACVN-UNILA, Brasil.*

²*Laboratorio de Estructura Molecular y Propiedades, Instituto de Química Básica y Aplicada del Nordeste Argentino, Argentina.*

³*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Brasil.*

*E-mail: annabiamm8@gmail.com

A combinação de nanotubos de carbono (NTCs) e líquidos iônicos (LIs) tem potencial de melhorar a eficiência de processos eletroquímicos, principalmente para a produção de energias renováveis. No entanto, a influência das diferentes estruturas de LIs no processo de funcionalização de materiais e seu impacto subsequente no desempenho eletroquímico ainda é pouco compreendida. Por isso, essa pesquisa investiga a interação de diferentes líquidos iônicos ([BMIM][HSO₄], [BMIM][BF₄] e [TEA·PS] [BF₄]) no processo de eletroenxerto de nanotubos de carbono (NTCs). Os compósitos foram preparados pela maceração dos NTCs com os líquidos iônicos sintetizados até a formação de uma pasta. Dentre os sistemas analisados por voltametria cíclica e espectroscopia de infravermelho (ATR), o compósito NTCs-[BMIM][HSO₄] apresentou resultados superiores com relação aos demais. A voltametria cíclica foi fundamental para diferenciar o comportamento dos materiais, revelando que apenas o sistema NTCs-[BMIM][HSO₄] apresentou um pico de oxidação irreversível em -0,012 V vs. SCE. Esta resposta redox-ativa, ausente nos sistemas com [BMIM][BF₄] e [TEA·PS] [BF₄] que exibiram comportamento puramente capacitivo, é atribuída à oxidação de espécies do cátion BMIM⁺ adsorvidas na superfície do NTC, um processo que é mediado pelo ânion HSO₄⁻. Devido a esse comportamento, também foi realizada a análise de ATR, para o [BMIM][HSO₄], que demonstrou uma forte interação desse líquido iônico com a superfície dos NTCs, quando comparado aos outros LIs, sugerindo maior afinidade de adsorção e reatividade. Fica evidente que o ânion HSO₄⁻ atua como um mediador indispensável, favorecendo a formação de grupos eletroativos na superfície dos NTCs. Os resultados de ATR e voltametria cíclica, especificamente, indicam que a interação entre o cátion aromático compacto BMIM⁺ e o ânion HSO₄⁻, em um meio eletroquímico ácido (H₂SO₄), promove a geração de espécies radicalares que facilitam a formação de ligações covalentes na superfície dos nanotubos e podem ter alguma aplicação futuramente no desenvolvimento de materiais para a produção de energia renováveis.

[1] M.A. Alreshidi et al., **Mater. Today Sustain.**, 31 (2025) 101160.

[2] J. C. Padilha et al., **ChemElectroChem**, 2016, 3, 572-580.

Sistema de Monitoreo de Consumo Eléctrico en Tiempo Real Utilizando Arduino y Sensor de Efecto Hall

Yanine Mendoza^{1*}, Víctor Olazar¹, Daisy Ramírez¹

¹Universidad Privada del Este, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Presidente Franco,
Paraguay.

*E-mail: yaninendoza50@hotmail.com

Se presenta el desarrollo de un sistema de medición de consumo eléctrico basado en una plataforma Arduino y un sensor de efecto Hall, con capacidad de cálculo en tiempo real y registro físico mediante impresora térmica. El principio de funcionamiento se basa en la detección del campo magnético inducido por el paso de corriente alterna a través de un conductor. El sensor convierte este fenómeno en una señal analógica proporcional a la intensidad de corriente, la cual es procesada por el microcontrolador. El sistema realiza una calibración inicial para establecer el valor base (sin carga), y mediante una fórmula adecuada convierte el valor de voltaje recibido en amperios. Al incorporar el valor de tensión de entrada, el sistema calcula la potencia instantánea ($P = V \times I$) y acumula el consumo energético total (en Wh) durante el tiempo de operación. El montaje incluye una placa PCB personalizada, resistencias de 10 Ω , capacitores, cable de cobre de 1 mm, pantalla LCD de 5 V, indicadores LED para paso de corriente, y una carcasa plástica reutilizada. La fuente de alimentación se adaptó de 9 V a 5 V mediante resistencias. El sistema contó además con una memoria EEPROM para el almacenamiento de datos y un procesador Arduino P1 1. Los datos recolectados pueden ser impresos mediante una impresora térmica integrada, lo que permite llevar un registro físico del consumo acumulado. Si bien el prototipo (Figura 1) es funcional, se identificaron posibles mejoras estructurales y electrónicas que podrían ser optimizadas con la asesoría de un profesional en ingeniería electrónica.

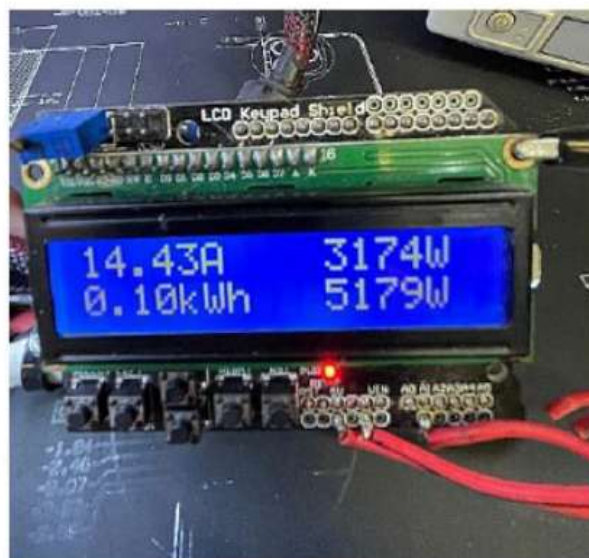


Figura 1: Prototipo del medidor de consumo eléctrico basado en una plataforma Arduino.⁴⁷

Coleta de dados de alta resolução com GPIB-Arduino e Keithley 2001

Pamela Istéfani da Silva Lago*, Edson M. Kakuno

¹Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

**E-mail: pis.lago.2018@aluno.unila.edu.br*

Aqui reportamos a coleta de dados utilizando a interface GPIB-Arduino [1] e três multímetros: Keithley 2001, Keithley 2700 e HP3457A. A coleta de dados foi realizada utilizando o software Python. Os multímetros acima citados possuem resolução de 7 1/2 D, 6 1/2 D e 6 1/2 D (dígitos) respectivamente. O HP3457A pode ter a sua resolução incrementada para 7 1/2 D via software. Qualquer medida com resolução de 6 1/2 D ou mais, por exemplo tensão ou resistência, não possui significado se realizada uma única vez. Isso porque os últimos dígitos estão sendo afetados pelo ruído da medida, fazendo que o valor medido seja equivalente a utilizar um instrumento de 5 1/2 D ou até mesmo 4 1/2 D! Para aproveitar todo o potencial de um instrumento de 6 1/2 D, se faz necessário acumular uma quantidade significativa de medidas (por exemplo 2000 leituras) e a partir destas leituras, realizar um tratamento estatístico básico, por exemplo, plotar um histograma. A Fig. 1 mostra o resultado de 2000 medidas de um resistor de 1,58 kOhms, da Vishay, tipo RS92N, de 0,01% [2]. Note que para medidas aleatórias, poderíamos ter obtido qualquer valor ao longo do pico do histograma. A Fig. 2 mostra 2000 medidas de uma tensão de referência (LTZ1000CH), tanto a tensão de referência como os multímetros foram termalizados por no mínimo duas horas em sala climatizada.

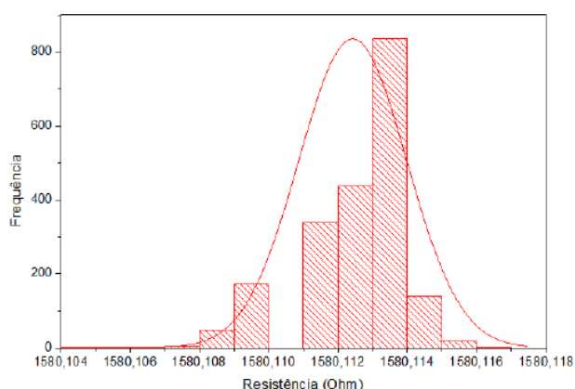


Figura 1. Medida de Resistor de Precisão.

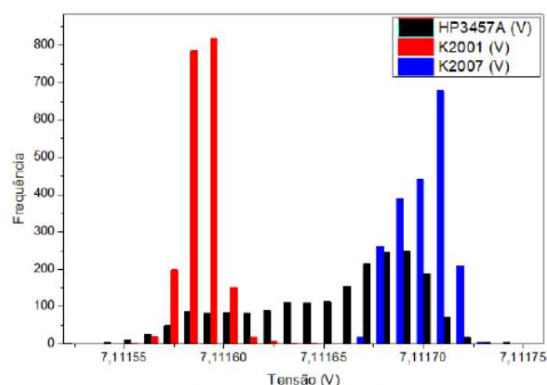


Figura 2. Medida de Tensão.

O sistema de aquisição de dados apresentou-se estável ao longo de todas as coletas de dados, mostrando que a solução GPIB-Arduino / Python de custo acessível constitui uma boa alternativa para o controle de instrumentação. Apesar da interface GPIB ser bastante antiga, muitos instrumentos e aparelhos possuem esta interface, portanto a solução aqui apresentada continua sendo de relevância, pois também permite integrar instrumentos “antigos” com os mais recentes que possuem outras interfaces, como a USB, por exemplo.

[1] Hewlett-Packard (1992). HP-IB Manual.

[2] Vishay Precision Group (2013). Vishay RS Series, RS92N Low TCR Thin Film Resistors Datasheet.

Novas Ligas Funcionais Ti-20Nb-Ta: Inovação e Desempenho em Biomateriais Metálicos

Marielle Bastos* e Pedro Akira Bazaglia Kuroda

Universidade Federal de Integração Latino-americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

*E-mail: m.bastos.2019@aluno.unila.edu.br

Novas ligas de titânio vêm se destacando em aplicações biomédicas por combinarem alta resistência mecânica, resistência à corrosão em fluido corporal e excelente biocompatibilidade com o tecido ósseo. Este estudo produziu ligas inéditas do sistema Ti-20Nb-Ta (Ta = 0, 10 e 20% em peso), com superfícies funcionalizadas com íons bioativos de Ca e P incorporados por oxidação por microarco (MAO) com o intuito de se obter novas ligas com baixo módulo de elasticidade e superfície funcional com potencial para aplicações ortopédicas. As ligas foram fundidas em forno à arco-voltaico e modificadas superficialmente via MAO em 300 V e corrente máxima de 2.5 A, em solução contendo acetato de cálcio ((CH₃COO)₂Ca) e β -glicerol fosfato (C₃H₇Na₂O₆P·5H₂O). As análises EDS confirmaram boa homogeneidade e composição nominal das ligas, enquanto as caracterizações por DRX e MEV evidenciaram o efeito β -estabilizador (promover a formação da estrutura cristalina cúbica de corpo centrado) do tântalo: Ti–20Nb apresentou microestrutura α'' (ortorrômbica) + β , Ti–20Nb–10Ta revelou a presença de α'' + ω (hexagonal)+ β e Ti– 20Nb–20Ta estabilizou-se como liga β monofásica. Os recobrimentos MAO formaram camadas cerâmicas micrométricas porosas enriquecidas com Ca²⁺ e PO₄³⁻, contendo TiO₂ cristalino nas formas anatase e rutilo em Ti–20Nb e Ti–20Nb–10Ta, e apenas anatase em Ti–20Nb–20Ta. A baixa cristalinidade de XRD indica que os óxidos MAO são predominantemente amorfos. A caracterização mecânica mostrou que o Ti–20Nb tem o menor módulo de elasticidade (58 GPa), favorecendo a compatibilidade mecânica com o osso, enquanto o substrato da liga Ti–20Nb–20Ta exibiu a menor dureza (250 HV). A liga Ti–20Nb–10Ta apresentou maior dureza e módulo, atribuídos à fase ω endurecedora. Com relação às características superficiais dos recobrimentos MAO, cerâmicas com a fases rutilo aumentaram a dureza e a molhabilidade, enquanto Ti–20Nb– 20Ta apresentou o menor ângulo de contato e maior trabalho de adesão, mantendo caráter hidrofílico. No conjunto, Ti–20Nb exibe melhor compatibilidade mecânica para implantes de carga, e Ti–20Nb–20Ta apresenta desempenho superficial superior, potencializando a osteointegração e a bioatividade do material.

[1] Bastos, M. et al. (2025). **Journal of Materials Research and Technology**. 39, 3127-3136.

[2] Kuroda, P.A.B. et al. (2024). **Materials Characterization**. 207, 113577.

[3] Y. Gao, et al (2025). **Review of Materials Research**. 1(1), 100011.49

1º Simpósio de Física Aplicada a Ecologia



Unila, Foz do Iguaçu, 6-7 de novembro

*Vêde, por toda a parte neste imenso Brasil tom-
bam aos golpes do destruidor machado e a poder
de fogo e do incêndio dilatadas e seculares flores-
tas, abrigo de inúmeros quadrúpedes e voláteis.
Perdidos os sombrios recantos que lhes são preci-
sos, tornar-se-ão cada vez mais raros e esquivos;
e por fim de todo sumir-se-ão, inocentes vítimas
da conquista do homem à solidão. Quem con-
servará a exacta representação do modo por que
exprimiam esses seres seus sentimentos ou mo-
dulavam seus cantos, se não for a zoophonia?*

- Hercules Florence

MESAS REDONDAS

MESA 1 - O POTENCIAL ECOLÓGICO DO SOM

Essa mesa tem por objetivo apresentar para os físicos (e para ecólogos), as oportunidades que o som traz para a descrição de padrões ecológicos.

Dr. Carlos B. de Araújo

Instituto de Biología Subtropical, Argentina.

En la palestra se abordará la historia de la bioacústica y la evolución de los conceptos que sustentan esta área, desde los primeros estudios sobre comunicación animal hasta las aplicaciones actuales en monitoreo biológico a gran escala. Su charla destacará cómo los avances tecnológicos y teóricos han transformado la bioacústica en una herramienta esencial para la ecología y la conservación, que permite comprender patrones de biodiversidad y sus cambios a partir del sonido.

Dra. Elena Gangenova

Instituto de Biología Subtropical, Argentina.

La profesora Elena Gangenova estudia la ecología de los anfibios y los impactos de las plantaciones de pino y eucalipto sobre la diversidad de anuros. En su charla presentará cómo el monitoreo acústico pasivo (PAM) ha permitido detectar patrones de actividad, composición de especies y evaluar respuestas ecológicas a las prácticas de manejo forestal en Misiones.

Dr. Douglas H. Bottura Maccagnan

Universidade Estadual de Goiás, Brasil.

O professor Douglas atua com bioacústica de cigarras, desenvolvendo pesquisas em taxonomia e ecologia do grupo. Em sua palestra, ele apresentará seu trabalho na Embrapa voltado ao uso da bioacústica no manejo e controle de pragas agrícolas. A partir de estudos sobre o comportamento acústico e os padrões sonoros das espécies, o Dr. Douglas mostrará como o som pode ser uma ferramenta inovadora e sustentável para o monitoramento e manejo integrado de pragas.

MESA 2 – A FÍSICA DO MONITORAMENTO ACÚSTICO

Essa mesa tem por objetivo apresentar para os biólogos (e para físicos), as oportunidades que a física do som (acústica) traz para a descrição de padrões ecológicos.

MSc. Cássio Rachid Simões

ConservaSom, Brasil.

Mestre em Ciências Biológicas e especialista em análise computacional do som, Cássio apresentará índices utilizados para descrições acústicas. Sua palestra abordará desde conceitos fundamentais, como intensidade e frequência, até métodos contemporâneos baseados em índices acústicos e ecoacústicos, destacando como essas ferramentas vêm sendo aplicadas para caracterizar paisagens sonoras e compreender padrões ecológicos diretamente a partir de dados acústicos.

Dr. Eduardo do Carmo

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Brasil.

Físico de formação, o professor Eduardo do Carmo desenvolve suas pesquisas em física teórica, e vem colaborando com ecólogos no desenvolvimento de modelos de propagação sonora aplicados à bioacústica. Em sua palestra, ele apresentará os avanços mais recentes dessa colaboração interdisciplinar, mostrando como conceitos da física e da matemática podem contribuir para aprimorar a compreensão da propagação do som em ambientes naturais e fortalecer as bases teóricas do monitoramento acústico no espaço.

Dr. Gabriel Mindlin

Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Físico de formación, el profesor Gabriel se ha destacado por aplicar los principios de la física de sistemas complejos a la biología, construyendo una integración única entre ambas áreas. En su charla presentará algunos de sus estudios recientes sobre bioacústica, mostrando cómo los modelos físicos ayudan a comprender la producción y organización de los sonidos animales y los patrones emergentes en la comunicación acústica.

MESA 3 – HARDWARE, SENSORES E GRAVAÇÃO DE ÁUDIO

Essa mesa busca agregar experiências no desenvolvimento de sensores e gravadores aplicados ao monitoramento biológico, desde soluções comerciais até inovações locais.

Dr. Javier Areta

Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.

Ingeniero eléctrico de formación, el Dr. Javier Areta trabaja en análisis de señales y ha colaborado con un grupo de investigadores de Bariloche en el desarrollo del primer grabador autónomo sudamericano, llamado cariñosamente ArgenMoth. Compartirá la experiencia detrás de este proyecto innovador, discutiendo el potencial y los desafíos del desarrollo de tecnologías locales para el monitoreo acústico de biodiversidad.

Dr. Fábio Plut

ITAI, Brasil.

Especialista em baterias, o Dr. Fábio Plut tem ampla experiência no desenvolvimento de novas tecnologias para armazenamento de energia. Em sua palestra, ele apresentará as soluções mais modernas para a alimentação de sensores remotos em campo, discutindo inovações em eficiência, durabilidade e sustentabilidade que têm potencial para ampliar a autonomia e a confiabilidade dos equipamentos utilizados em monitoramentos ambientais.

Dr. Sérgio Moya

Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

Ingeniero de formación, el Dr. Sergio Moya tiene una trayectoria marcada por su trabajo en los bosques de Misiones, desde el desarrollo del turismo ecológico hasta la divulgación científica. Como profesor de la Universidad Nacional de Misiones, desarrolla sensores acústicos capaces de detectar disparos de arma de fuego, con el objetivo de mejorar el monitoreo y la lucha contra la caza furtiva en áreas protegidas. Presentará los avances y desafíos de este proyecto innovador que combina tecnología y conservación.

MSc Simone Dena

Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Mestre em Ecologia, Simone Dena atua há mais de 10 anos como gerente da maior coleção de sons da América do Sul, a Fonoteca Neotropical Jacques Viellard. Em sua palestra, Simone compartilhará sua experiência no desafio XPRIZE Rainforest, no qual coordenou a equipe de bioacústica para o desenvolvimento do Dynamic Measurement Unit (DMU). Instalado por drones, o DMU é um dispositivo inovador para gravação de sons no dossel da floresta em regiões de difícil acesso, oferecendo novas perspectivas para o monitoramento acústico de biodiversidade em áreas remotas.

MESA 4 – A OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO BIOLÓGICA A PARTIR DE ARQUIVOS DIGITAIS

Essa mesa reúne métodos de extração de informação ecológica a partir de grandes volumes de áudio, incluindo algoritmos de reconhecimento acústico, aprendizado de máquina, mas também a obtenção de dados estruturais das florestas por meio de sensores eletromagnéticos.

Dr. Diego Flores

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Brasil.

Doutor em Geografia Física, o professor Diego desenvolve pesquisas em sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto e análise do território. Sua palestra abordará o potencial dos sensores remotos para caracterizar a estrutura física dos habitats naturais, mostrando como o espectro eletromagnético pode ser utilizado para fins de imageamento e mapeamentos espaciais. O mapeamento espacial, tal como discutido na palestra, fortalecem estudos que busquem compreender a dimensão espacial do som na natureza.

Dr. Gabriel Rosa

Universidade Estadual de Londrina, Brasil.

Especialista em bioacústica, o Dr. Gabriel Rosa tem se dedicado ao estudo dos sistemas de comunicação de aves. Em sua palestra, ele apresentará algumas funcionalidades do seu pacote MonitoraSom, destacando em particular as vantagens e limitações do Template Matching para a detecção automática de cantos, oferecendo insights práticos para pesquisadores interessados em monitoramento acústico de aves.

Dr. Diego Bertolini

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.

Engenheiro da computação, o Dr. Diego Bertolini atua na área de análise de sinais e reconhecimento de padrões. Em sua palestra, ele compartilhará suas pesquisas voltadas para o reconhecimento e a classificação de vocalizações de aves neotropicais, destacando métodos e desafios no uso de técnicas computacionais para análise de bioacústica em ecossistemas tropicais.

Livro de Resumos

II Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira

1º Simpósio de Física Aplicada a Ecologia