



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



sid.inpe.br/mtc-m21d/2023/11.13.14.18

# **Livro de Resumos do SICINPE 2023**

**Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em  
Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE**

**21 a 25 de agosto de 2023**

URL do documento original:

<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/4A7LADL>

INPE  
Online, São José dos Campos, SP  
2023

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE)  
Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
CEP 12.227-010 - São José dos Campos - SP - Brasil  
Tel.: (012) 3208-6923/7771  
E-mail: [pubtc@inpe.br](mailto:pubtc@inpe.br)

**COORDENAÇÃO GERAL DO PIBIC/PIBITI:**

Valéria Cristina dos Santos Ribeiro  
Joaquim Pedro Barreto - Substituto

**COMITÊ INTERNO DO PIBIC:**

Antonio Lopes Filho  
Edésio Hernane Paulicena  
Ely Vieira Cortez  
Elton Kleiton Albuquerque de Almeida  
Gabriel Torres de Jesus  
João Paulo Estevam de Souza  
José Roberto Cecatto  
Simone Marlene Sievert da Costa Coelho

**COMITÊ INTERNO DO PIBITI:**

Eugênio Sper de Almeida  
Heyder Hey  
Mario Eugenio Saturno  
Paulo Augusto Sobral Escada  
Roman Ivanovitch Savonov  
Rosio Del Pilar Camayo Maita  
Simone Angélica Del Ducca Barbedo  
Viviane Regina Algarve

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Gerald Jean Francis Banon  
Clayton Martins Pereira

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA / EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Ivone Martins



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



sid.inpe.br/mtc-m21d/2023/11.13.14.18

## **Livro de Resumos do SICINPE 2023**

**Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em  
Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE**

**21 a 25 de agosto de 2023**

URL do documento original:

<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/4A7LADL>

INPE  
Online, São José dos Campos, SP  
2023



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Cutter: S52 Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE (SICINPE) (22.:2023: São José dos Campos, SP).

Livro de Resumos do Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE (SICINPE), São José dos Campos, SP, 21 a 25 de agosto de 2023, *online*./ Editado por Ivone Martins, São José dos Campos, SP: MCTI/INPE, 2023.

xv + 176 p

Organização: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE).

1. Anais do SICINPE. 2. Iniciação Científica. 3. Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. 4. PIBIC. 5. PIBITI. I.Título.

CDU: 5/6(048.3)

---

Copyright © 2020 INPE

## **AGRADECIMENTOS**

A CIBIC/INPE (Comissão Interna de Bolsas de Iniciação Científica do INPE), Comitê Organizador do SICINPE 2023, agradece à Direção e à Coordenação do Gabinete (COGAB) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pela promoção deste evento.

Nossos agradecimentos ao pessoal de apoio e secretarias, que de alguma forma colaboraram para a boa consecução do evento.

Nosso muito obrigado a todos os bolsistas, orientadores e coorientadores do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e do Programa Institucional de Bolsas de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) pela dedicação, colaboração e amizade durante um ano intenso de trabalhos, que nos ajudou a conhecer melhor nossa Instituição e nos permitiu dar nossa modesta contribuição para o avanço e a difusão do conhecimento científico no País.

Finalizando, um agradecimento especial aos membros do Comitê Externo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela manutenção dos bolsistas e por todo o apoio recebido durante sua gestão.

Dra. Valéria Cristina dos Santos Ribeiro  
Coordenadora Institucional  
PIBIC-PIBITI/INPE



## SUMÁRIO

	Pág.
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>AGUINALDO DE MERCENES VIEIRA</b> Aplicações em Groupware no contexto do engajamento social e da educação: experiências e experimentações.....	3
<b>ALBERTO SELETO DE SOUZA</b> Desenvolvimento de código para o cálculo do segundo coeficiente virial.....	4
<b>ALESSANDRA DE SOUZA TEIXEIRA</b> Estudo da degenerescência de modelos de acreção em anãs brancas magnéticas.....	5
<b>ALEXIS YAGO BRAGA MAIA</b> Estudo investigativo das propriedades do silício poroso com vistas à aplicação em dispositivos armazenadores de energia.....	7
<b>ALINE CRISTIANE MONTEIRO DE OLIVEIRA</b> Mapeando processos <i>bottom-up</i> lastreados em educação ambiental nas ciências da transição/transformação.....	9
<b>ALTAMILY COSTA SANTANA</b> Estudo da dinâmica da magnetosfera saturniana em diferentes níveis da pressão do vento solar.....	11
<b>ALUANA CRISTINE SILVA</b> Estudo sobre a implementação de um Geoserver como ferramenta de armazenamento de dados para a plataforma AadaptaBrasil.....	12
<b>ANA CATARINA DAS NEVES ALVES</b> Análise espacial integrada da degradação da terra em área do Bioma Caatinga.....	14
<b>ANA CLARA DE ARAUJO SOUZA</b> Análise espectral da variabilidade de dados de temperatura-umidade coletados no sítio experimental do campus do INPE de Cachoeira Paulista.....	16

<b>ANA FLAVIA FELDHAUS</b>	
Sensoriamento remoto para mapear risco de incêndios na APA do Ibirapuitã, Pampa brasileiro.....	17
<b>ANA PAULA DE ASSIS SILVA</b>	
Geotecnologias e SIG aplicado à cartografia geoambiental no nordeste do Brasil.....	19
<b>ANDERSON NASCIMENTO DE MEDEIROS</b>	
Dinâmica do uso e cobertura do solo em áreas de extração seletiva de madeira no Estado do Pará.....	20
<b>ANDRESSA GULARTE FLORES MACHADO PAINES</b>	
Análise das condições do céu noturno para observação de luminescência atmosférica no Observatório Espacial do Sul (OES/INPE) e caracterização das ondas de gravidade de pequena escala.....	22
<b>ANITA JUNGTON VALCORTE</b>	
Estudo da ionosfera terrestre durante eventos de clima espacial por meio de satélites, sondadores digitais e magnéticos.....	23
<b>ANNA CAROLINA DE SOUZA SANTOS</b>	
Organização e análise de dados para indicadores de sustentabilidade e vulnerabilidade.....	24
<b>ASLEY HANNA DE SOUSA ANDRADE</b>	
Soluções sustentáveis para os resíduos de construção civil e sua relação como potenciais indicadores de impactos para uso no projeto AdaptaBrasil.....	25
<b>BIANCA DE MORAES BRAZ</b>	
Materiais cerâmicos com emissividade variável para uso em sistemas térmicos de satélites.....	27
<b>BRENDON ÉRICK ANDRADE DE OLIVEIRA</b>	
Análise de redes de transporte e circulação no contexto de estratégias sustentáveis para o desenvolvimento regional na escala metropolitana.....	28
<b>BRENO HIDEKI NAKAGAWA</b>	
Monitoramento de bacias hidrográficas.....	29

<b>BRUNA LETÍCIA ANDRADE</b>	
Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no Estado do Rio Grande do Sul.....	31
<b>BRUNO RIBEIRO HERDIES</b>	
Validação do potencial uso de dados de reanálises atmosféricas e dados do modelo atmosférico brasileiro para estimativa de radiação solar considerando o efeito dos aerossóis atmosféricos.....	33
<b>CAIO LUCAS TEIXEIRA FERRAZ DE OLIVEIRA</b>	
Pesquisas sobre as tempestades produtoras de FADAS detectadas com a Rede Colaborativa LEONA.....	35
<b>CARLOS EDUARDO ALVES PEIXOTO</b>	
Validação de perfis verticais de vento estimado pelo satélite Aeolus sobre Atlântico Tropical Ocidental.....	37
<b>CARLOS EDUARDO FALANDES</b>	
Estudo de técnicas de reamostragem e registro de imagens digitais.....	38
<b>CAROLINA FREIRE VIEIRA</b>	
Extensão educacional científica e tecnológica.....	40
<b>CATHARINE FREIRE DE CALDAS</b>	
Impacto do gelo marinho antártico, do ENOS e do SAM sobre os sistemas frontais na América do Sul.....	41
<b>CAUÊ MARQUES PIRES DIAS</b>	
Estudo experimental da transferência de calor em geometrias típicas de pequenos satélites em ambiente de bancada de laboratório.....	43
<b>CECILE LOPES DAMÁZIO RODRIGUES</b>	
Desenvolvimento em Python de rotinas para auxílio no processamento de dados magnetotélúricos.....	45
<b>CHRYSYTIAN MENDES FRANKLIN</b>	
Uma proposta de portais de dados abertos ambientais.....	46
<b>CINDY AIMI YAMAMOTO SALAZAR</b>	
Desenvolvimento de um catalisador nacional (33%Ir/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) para a decomposição da hidrazina em propulsores de satélites.....	47

<b>DANIEL ALVES BRAGA</b> Quantificação da intensidade da degradação florestal na Amazônia brasileira através da integração de dados LIDAR aerotransportados e de campo.....	48
<b>DANIEL FERNANDES PEREIRA</b> Avaliação do emprego de técnicas de aprendizagem de máquina em restauração de imagens satelitais e aéreas.....	50
<b>DÉBORA JOYCE DO NASCIMENTO ROCHA</b> Geotecnologias aplicadas à gestão de riscos ambientais nos Biomas no nordeste brasileiro.....	51
<b>EDUARDO SEIJI SUGUIMOTO MIYAZATO FERRER</b> Propulsor eletrotérmico de propileno.....	53
<b>ELLEN TUANE SILVA PINTO</b> Detecção de pessoas com uso de redes neurais convolucionais para aplicação de cálculo de trajetória de drones.....	54
<b>FELIPE VIEIRA</b> Estratégias para reestruturação, desenvolvimento científico e tecnológico no gerenciamento de base de dados integrados ao portal web da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV) da Ciências da Terra.....	55
<b>FILIPE AUGUSTO SILVA DOS SANTOS</b> Mapeamento das áreas verdes, utilizando classificação de imagens: uma parceria com o Ecomuseu de SJ-SP.....	56
<b>FLÁVIO AUGUSTO DOS SANTOS</b> Desenvolvimento de material de ensino à distância para meteorologistas operacionais no Laboratório Virtual da OMM, centro de excelência do Brasil.....	58
<b>GABRIEL ALGAVE DA ROSA</b> Descrição de métodos e ferramentas de gestão de projetos.....	59
<b>GABRIELA GREGANYCK ORTIZ</b> Determinação da constante de Hubble e idade do Universo através da observação de lentes gravitacionais.....	60

<b>GABRIELA PEREIRA MATOS</b>	
Estudo da aderência e refletância de polímeros metalizados.....	62
<b>GABRIELA ROZANTE</b>	
Meteorologia e meio ambiente e suas relações com a saúde: educando o público idoso por narrativas audiovisuais.....	63
<b>GABRIELE GONÇALVES VIEIRA</b>	
Previsão e monitoramento de eventos extremos climáticos sobre o Brasil usando inteligência artificial.....	64
<b>GAEL TELES DE SOUZA</b>	
Mobilidade e acessos na metrópole: um novo índice de acessibilidade rural para a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN).....	66
<b>GERÔNIMO GALLARRETA ZUBIAURRE LEMOS</b>	
Assimilação de dados por redes neurais no modelo WRF-NCAR.....	68
<b>GIOVANE BECK SUSS</b>	
Estudo dos raios através de câmeras de vídeo e sensores de campo elétrico.....	70
<b>GIULIA CRUZ TONIN</b>	
Estudo de absorvedores de radiação solar utilizando silício poroso e nanotubos de carbono.....	71
<b>GIULIA RIBEIRO HERDIES</b>	
Engenharia de sistemas baseada em modelos aplicada ao projeto NANOSATC-BR3.....	72
<b>GUSTAVO KENJI ANDO</b>	
Desenvolvimento de rotinas, em Python, para o gerenciamento da base de dados radiométricos na plataforma Mapaquali de monitoramento de sistemas aquáticos por sensoriamento remoto.....	74
<b>GUSTAVO SILVA DE FRANÇA</b>	
O estudo das variações de brilho multibanda dos blazares no contexto da infraestrutura observacional brasileira em radioastronomia.....	76
<b>HENRIQUE PERRENOUD DUARTE</b>	
Caracterização térmica, elétrica e radiométrica de um sensor de imagem CMOS APS para aplicações espaciais.....	78

<b>JOÃO ANTÔNIO ARRIADA BESKOW</b>	
Impacto da assimilação de dados na previsão numérica de tempo regional do ciclone subtropical Yakecan.....	81
<b>JOÃO PEDRO DIEHL</b>	
Tecnologias de gerenciamento de contêineres para aplicações geoespaciais.....	81
<b>JOÃO PEDRO MARRETTO HELMEISTER</b>	
Taxa de reação de sistemas reagentes envolvendo halogênios.....	83
<b>JOÃO PEDRO POLITO BRAGA</b>	
Estação terrena de comunicação solo-bordo para balões estratosféricos e pequenos satélites.....	84
<b>JÚLIA MARIA DE OLIVEIRA GADBEM</b>	
Estudo de compósitos cerâmicos para aplicação como materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) na faixa de frequência de micro-ondas.....	85
<b>JÚLIA MARCHESI NATALE</b>	
Produção de papel (tipo <i>buckypaper</i> ) de nanotubos de carbono intermeados por carvão ativado.....	87
<b>JULIANA AKEMI TAKAHASHI VIEIRA</b>	
Estudo das oscilações acústicas de bárions e simulações de observações com o radiotelescópio BINGO.....	89
<b>KAUÃ GUSTAVO RODRIGUES RENNÓ</b>	
Rotinas em Python, para processamento de dados ópticos coletados em ambientes aquáticos para monitoramento de SIS, aquáticos continentais por sensoriamento remoto.....	90
<b>KIMBERLY CAMPBELL HOFACHER ANDRADE</b>	
Tecnologia de desenvolvimento de células de OSR para radiadores de satélites.....	92
<b>LAÍS LUZ CAMPOS</b>	
Estudo da eletrodinâmica das camadas esporádicas baseado em dados de sondadores digitais e modelagem numérica para aplicação no monitoramento e previsão do clima espacial.....	93

<b>LARISSA MIONI VIEIRA ALVES</b>	
Sensoriamento remoto para resposta rápida a desastres.....	95
<b>LEANDRO MAGNO SANTOS DA MOTTA FILHO</b>	
Geotecnologias aplicadas à análise da dinâmica de uso e ocupação do solo no Bioma Caatinga.....	97
<b>LEONARDO KLAUS OLIVEIRA</b>	
Conceitos de eletromagnetismo para descrever a geração de ondas e a dinâmica de partículas carregadas na magnetosfera.....	99
<b>LÍVIA MARIA DE MOURA SOUSA</b>	
Análise do comportamento do ozônio entre o Sul do Brasil e Antártica para o período de 2014 e 2018: um estudo comparativo entre os satélites TIMED/SABER e AURA/MLS.....	100
<b>LÍVIA MARIA DE SOUZA SILVA</b>	
Métodos de tomada de decisão aplicados em problemas de otimização multiobjetivo da área aeroespacial.....	101
<b>LOUISE RAMOS BURACHED</b>	
Estudo da influência da temperatura na qualidade de anodização de ligas de alumínio.....	102
<b>LUCAS ADATI DE PAULA</b>	
Explorando bibliotecas Python para visualização de campos meteorológicos do the Brazilian Developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS).....	103
<b>LUDMILA PINHAL MARTINEZ</b>	
Estratégias de discursos para implementação de tecnologias de baixo carbono no setor elétrico brasileiro.....	105
<b>LUIS AUGUSTO AMÂNCIO PEREIRA</b>	
Otimização multiobjetivo de manobras orbitais bi-impulsivas não coplanares.....	107
<b>LUIS MARCELO BUENO SIMA</b>	
Study of a new burner configuration with external controlled air entrainment.....	109

<b>LUÍSA SILVA BARALDO PAIVA</b>	
Políticas públicas e ciência: uma análise entre a relação das ações governamentais e a evolução científica no INPE.....	110
<b>LUIZ CARLOS SIQUEIRA</b>	
Construção de capacidade adaptativa e educação ambiental: interfaces e oportunidades.....	111
<b>MAIKON NASCIMENTO DE AGUIAR</b>	
Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde humana: internações por doenças respiratórias em regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo.....	113
<b>MARCO ANTONIO REDI GONÇALVES</b>	
Sistemas de proteção contra corrosão para uso em tubos de calor em alumínio contendo água.....	115
<b>MARCUS VINICIUS GONÇALVES DA SILVA</b>	
Mapeamento da agricultura de pequena escala e dos sistemas agroflorestais com técnicas de aprendizado de máquina na região do baixo Tocantins, PA.....	117
<b>MARIA CLARA OLIVEIRA DOMINGOS RUAS</b>	
Desenvolvimento de banco de dados para armazenamento e distribuição de dados ecohidrológicos.....	119
<b>MARIA LUIZA FREIRE DE MELO</b>	
Construindo nosso mapa municipal visto do espaço: mapeamento da Caatinga no semiárido nordestino com geotecnologias.....	120
<b>MARIANA MARTINS DOS SANTOS CURSINO</b>	
Contribuição ao monitoramento do desmatamento no Bioma Mata Atlântica por sensoriamento remoto.....	122
<b>MARIANA PASSOS DOS REIS GOTTI</b>	
Análise da influência das condições de voo para reconstrução 3D a partir de sequência de imagens obtidas por drones para aplicação em sensoriamento remoto.....	124
<b>MÁRIO RAIÁ NETO</b>	
Introdução à física dos buracos negros e a algumas soluções exóticas da relatividade geral.....	125

<b>MATHEUS HENRIQUE DE OLIVEIRA A. MAGALHÃES</b> Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no leste do Estado de Santa Catarina.....	127
<b>MELISSA BUZZATTO</b> Estudo e análise para aprimoramento de audiovisuais explicativos e na difusão de conhecimento sobre Ciências da Terra através das mídias sociais.....	129
<b>MICHELLE MACHADO VEIGA DA ROCHA</b> Identificação de indicadores de degradação ambiental e de regeneração como potenciais indicadores de impactos para uso no AdaptaBrasil.....	131
<b>MILENA SILVA ASSUNÇÃO</b> Sensoriamento remoto multiescalar para estudo da macaúba no Vale do Paraíba paulista.....	133
<b>MURILO DE CARVALHO ROMÃO VIEIRA</b> Avaliação espacial das temperaturas máximas, mínimas e umidade relativa do ar provenientes das reanálise do ERA5 sobre o Estado de São Paulo.....	135
<b>NICOLAS DE MELLO FREITAS</b> Degradação da terra nos Biomas Cerrado e Caatinga no contexto dos ODS.....	137
<b>PALOMA CARDOSO DE OLIVEIRA SANTOS</b> Estudo de modelos conceituais e avaliação de resiliência para sistemas urbanos no contexto de impactos climáticos para uso no AdaptaBrasil.....	139
<b>PAULO HENRIQUE DE OLIVEIRA GOMES</b> Estudo do acoplamento mesosfera-ionosfera por meio de ondas de gravidade..	141
<b>PEDRO ANTONIO RODRIGUES GARCEZ</b> Estudo das condições atmosféricas e oceânicas que favoreceram a seca no Sudeste do Brasil durante o verão de 2020/2021.....	142
<b>PEDRO AUGUSTO SILVA GUILLEN</b> Simulações de missão do radiotelescópio BINGO e análise de contaminação galáctica e ruído na produção de mapas de emissão de hidrogênio.....	143
<b>PEDRO LUCAS OLIVEIRA PINTO</b> Avaliação da evapotranspiração regional no regime de precipitação da Amazônia.....	144

<b>PEDRO LUÍS ROCHA MAIA</b>	
Observações das plumas de aerossóis deixadas pela erupção do vulcão Hunga Tonga-Hunga Ha'apai em São José dos Campos pelo CBJLSW NA-K LiDAR resultado da cooperação entre INPE e NSSC.....	145
<b>PEDRO PAGANOTO FOLIGNO</b>	
Avaliação das previsões de altíssima resolução em região de topografia complexa.....	147
<b>RAFAEL GIANCHINI DE MOURA LIMA</b>	
Estudo e análise para aprimoramento na difusão de artes explicativas sobre fenômenos meteorológicos, tempo, clima e pesquisa.....	148
<b>RAFAEL VIEIRA</b>	
Apoio a manutenção na plataforma web em desenvolvimento para a divulgação de dados ambientais.....	149
<b>RAFAELA VIEIRA CABRAL</b>	
Sistema para monitoramento de utilização de aplicações para a Internet voltado ao projeto de Ux: back end.....	150
<b>RENAN DA SILVA GADELHA</b>	
Tratamento e organização dos dados das estações solarimétrica e DAVIS no LAVAT/COENE/ INPE.....	152
<b>RENAN GOMES ROSA</b>	
Estudo teórico e experimental, testes, montagem e preparação de tubos de calor em ambiente de laboratório.....	153
<b>RENATA ARIADNE FURTADO DA ROSA</b>	
Análise da emissão de monóxido de carbono de nuvens moleculares compactas.....	155
<b>ROBERTA CAMILLY FREITAS DE CARVALHO</b>	
Investigação de fenômenos solares energéticos e desenvolvimento de método para previsão de sua ocorrência.....	157
<b>ROBERTO LEO DOS SANTOS BALTAZAR</b>	
Desempenho das previsões sazonais do modelo Eta aninhado ao modelo BESM do INPE.....	158
<b>SAULO RIBEIRO FERREIRA</b>	
Estudo do crescimento de filmes de DLC dopados com boro em sistemas PECVD pulsado.....	160

<b>STÉPHANE FERREIRA DA SILVA</b> Irradiância solar global à superfície no Estado do Tocantins.....	162
<b>SUÊINI GOMES LIRA</b> Monitoramento da supressão de campo nativo: uma comparação de diferentes resoluções espaciais.....	164
<b>THAIS APARECIDA DA SILVA</b> Análise comparativa de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária aos desastres, no contexto urbano e das mudanças climáticas.....	166
<b>VICTOR ANDRÉ DEITOS</b> Análise de condições atmosféricas potencialmente associadas à ocorrência de granizo em SC.....	168
<b>VICTOR ANTUNES RANIERI</b> Aplicação do SCANTEC na avaliação das previsões numéricas do estado da atmosfera e precipitação pluviométrica previstas pelo modelo MPAS.....	169
<b>VICTOR DE VASCONCELOS CARVALHO</b> Estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G.....	171
<b>VITÓRIA DA SILVA QUINTANA</b> Estabelecimento de um sítio de observações meteorológicas no campus do INPE em Cachoeira Paulista.....	172
<b>WELINGTON VIEIRA DE NOVAES</b> Padrões de métodos e ferramentas para gestão da qualidade em projetos.....	174
<b>WELLINGTON AUGUSTO ARAÚJO FARIAS</b> Construção de base de dados espacial para a caracterização espaço temporal dos conflitos de terra na Amazônia.....	175

## INTRODUÇÃO

Esse volume reúne os resumos dos trabalhos apresentados no SICINPE onde os bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), apresentaram os resultados desenvolvidos nos projetos durante os anos de 2022 e/ou 2023.

O evento foi realizado no formato *online* no período de 21 a 25 de agosto de 2023, e os resumos estão organizados por ordem alfabética dos nomes dos bolsistas.

O foco principal do PIBIC é promover uma ênfase científica aos novos talentos que estão para se formar. Serve como incentivo para se iniciar em pesquisas científicas em todas as áreas de conhecimento. Os projetos de pesquisa nos quais os alunos e as alunas participam devem ter qualidade acadêmica, mérito científico e orientação adequada por um pesquisador qualificado.

O PIBITI visa proporcionar ao bolsista, orientado por pesquisador qualificado, a aprendizagem de técnicas e métodos de pesquisa tecnológica, bem como estimular o desenvolvimento do pensar tecnológico e da criatividade, decorrentes das condições criadas pelo confronto direto com os problemas de pesquisa.

As bolsas dos alunos foram mantidas pelo CNPq.



## **APLICAÇÕES EM GROUPWARE NO CONTEXTO DO ENGAJAMENTO SOCIAL E DA EDUCAÇÃO: EXPERIÊNCIAS E EXPERIMENTAÇÕES**

Aguinaldo de Marcenés Vieira<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Evandro Albiach Branco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Tiago Cerqueira Lazier

### **RESUMO**

O estudo em questão se concentra na Computação Social, um campo que explora o impacto das tecnologias emergentes na sociedade e fornece teorias para o desenvolvimento de sistemas. Exemplos notáveis incluem o algoritmo PageRank do Google e o sistema de recomendação da Amazon, que empregam técnicas de Computação Social para melhorar a experiência do usuário. Este trabalho é parte do Sistema MonitoraEA, um conjunto de projetos que veem a Computação Social como um campo de estudo rico e diversificado. A pesquisa abrange desde a interação humana em ambientes compartilhados, como jogos e salas de aula, até o desenvolvimento colaborativo de software. Ela enfatiza a importância de considerar tanto os aspectos individuais quanto os coletivos na Computação Social. A pesquisa destaca a relevância desses sistemas, além dos desafios e oportunidades para futuras pesquisas. Ela também discute a aplicação de tecnologias colaborativas, conhecidas como groupware, no contexto educacional. O objetivo é propor métodos alternativos de ensino e aprendizado para aumentar a participação e o engajamento dos alunos. Os resultados da pesquisa incluem um banco de dados de literatura científica relevante que explora a interseção entre sistemas colaborativos e processos de engajamento social. Além disso, a pesquisa fornece uma lista de experiências avaliadas, uma avaliação crítica dessas experiências à luz do Sistema MonitoraEA e sugestões para melhorias futuras. No entanto, a pesquisa também aponta as limitações das tecnologias colaborativas no contexto educacional. Embora essas tecnologias possam melhorar a interação e a satisfação dos alunos, elas também podem levar a problemas como sobrecarga de informação e falta de feedback eficaz dos professores. A eficácia dessas tecnologias pode ser limitada pela falta de habilidades técnicas dos alunos e professores e por problemas de infraestrutura tecnológica. Em resumo, a pesquisa oferece uma visão abrangente da Computação Social e dos sistemas colaborativos, destacando suas aplicações, benefícios, desafios e oportunidades, com um foco particular no contexto educacional.

Palavras-chave: Computação Social. Sistemas Colaborativos. Groupware. Engajamento dos Alunos. Sistema MonitoraEA.

---

<sup>1</sup> E-mail: [aguinaldo.marcenes@gmail.com](mailto:aguinaldo.marcenes@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [evandro.albiach@inpe.br](mailto:evandro.albiach@inpe.br)

## DESENVOLVIMENTO DE CÓDIGO PARA O CÁLCULO DO SEGUNDO COEFICIENTE VIRIAL

Alberto Selete de Souza<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Patrícia Regina Pereira Barreto<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

Esse trabalho foi iniciado em agosto de 2020, e visa desenvolver um programa *web based* denominado *Viriális* na linguagem computacional *Python* para determinar o segundo coeficiente virial de moléculas diatômicas *AB* e poliatômicas, clusters de Van der Waals do tipo *AB-CD*. As moléculas usadas até então foram: HF, H<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, e NO (diatômicas), e H<sub>2</sub> ∝ F<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> ∝ F<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> ∝ Cl<sub>2</sub> (poliatômicas). Os dados ab initio dessas moléculas são provenientes de simulações computacionais realizadas previamente pelo grupo QCC/LABAP. Uma vez que tais pontos são inseridos no *Viriális*, ele realiza um ajuste não linear, gerando uma superfície de energia potencial analítica (SEP) de acordo com a função de Rydberg generalizada de quinto grau ou com a função ILJ, Improved Lennard-Jones. Assim, é plotado o fitting da SEP, comparando-os com os pontos ab initio, e os momentos de energia, que estão relacionados com a anisotropia do sistema. Em sequência, o *Viriális* retorna o valor do segundo coeficiente virial em função da temperatura, por meio da integração do termo clássico e suas correções quânticas. Para calcular essas equações, foi necessário implementar o método de integração de Monte Carlo, por meio do algoritmo VEGAS. O *Viriális*, também, utiliza a equação virial do estado para misturas, utilizando dados experimentais para os diátomos AB e CD, a fim de obter dados de referência do sistema, que possam ser comparados com os valores recém calculados. Por fim, utiliza-se a biblioteca *streamlit* para criar uma interface gráfica, disponível online.

Palavras-chave: Integração de Monte Carlo. Superfície de Energia Potencial. Segundo Coeficiente Virial. Interface Gráfica. Ajuste não linear.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado de Engenharia Física - E-mail: [albertoseleto@usp.br](mailto:albertoseleto@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [patricia.barreto@inpe.br](mailto:patricia.barreto@inpe.br)

## ESTUDO DA DEGENERESCÊNCIA DE MODELOS DE ACREÇÃO EM ANÃS BRANCAS MAGNÉTICAS

Alessandra de Souza Teixeira<sup>1</sup> (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Cláudia Vilega Rodrigues<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

O objeto de estudo deste trabalho são as Variáveis Cataclísmicas (VCs), que são sistemas binários formados por uma anã branca e uma estrela da sequência principal de baixa massa (i.e. anã vermelha), sendo esta última a responsável pela transferência de matéria no sistema. Fazem parte da classificação das VCs as Variáveis Cataclísmicas Magnéticas (VCMs), nas quais a anã branca acreta matéria por meio de uma coluna de acreção magnética. Tais sistemas possuem forte campo magnético capaz de alterar a geometria do sistema. Na região da coluna de acreção magnética próxima à anã branca, ocorre um choque e o adensamento da matéria entre a superfície da anã branca e a frente de choque é chamado de região pós-choque (RPC). Essa região produz uma emissão que geralmente é a dominante no sistema, podendo ser maior que a das próprias estrelas que compõem o sistema binário. Os principais processos radiativos na RPC são a emissão ciclotrônica (no óptico) e *bremstrahlung* (em raios-X). Neste trabalho, propomos entender como a determinação da massa da anã branca é afetada pela degenerescência dos modelos, uma vez que entender a massa de uma estrela é uma das tarefas mais importantes em astrofísica. Para a modelagem da geometria e propriedades físicas das VCMs utilizamos o código CYCLOPS (*Cyclotron Emission of Polars*), escrito em IDL (*Interactive Data Language*) e algumas rotinas em C. O código permite calcular a emissão de uma RPC dada uma configuração física e geométrica da VCM, definida por uma série de parâmetros. Foram calculados espectros de raios-X de diferentes modelos, com diferentes parâmetros, que resultaram em uma degenerescência, isto é, diferentes parâmetros (entre eles a massa da anã branca) fornecem o mesmo espectro. Para entender o problema da degenerescência, foi feita uma busca por modelos produzidos com parâmetros diferentes, mas com espectros degenerados. A partir de um espectro de referência e usando o algoritmo genético *pikaia*, deixamos o campo magnético variar enquanto a massa da anã branca é mantida fixa, além de outros parâmetros importantes para o modelo, como por exemplo, a taxa de acreção. O objetivo foi mapear a degenerescência entre a massa e o campo magnético. A relação entre os parâmetros

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [alessandra.teixeira@inpe.br](mailto:alessandra.teixeira@inpe.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [claudia.rodrigues@inpe.br](mailto:claudia.rodrigues@inpe.br)

mostrou que o aumento da massa leva a um aumento da temperatura pelo aumento da energia cinética depositada da RPC. O aumento do campo magnético, por outro lado, diminui a temperatura, pois o campo magnético atua como um mecanismo de resfriamento. Quando diminuimos a massa da anã branca (nos diferentes ajustes testados) precisamos diminuir o campo magnético para que a temperatura se mantenha similar ao modelo original, lembrando que a temperatura é o principal parâmetro da emissão de *bremstrahlung* e, portanto, do espectro de raios-X. Isto é, os espectros de raios-X são degenerados para diferentes combinações de massa da anã branca e o campo magnético, quando estas produzem um RPC de temperatura similar.

Palavras-chave: Variáveis Cataclísmicas. Anãs brancas. Modelos de transporte radiativo.

## ESTUDO INVESTIGATIVO DAS PROPRIEDADES DO SILÍCIO POROSO COM VISTAS A APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS ARMAZENADORES DE ENERGIA

Alexis Yago Braga Maia<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Sayuri Okamoto<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Luiz Angelo Berni<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O presente trabalho concentrou-se em verificar a viabilidade do uso de silício poroso como supercapacitor. O processo de fabricação foi pesquisado no INPE, a partir do método de ataque químico-eletrolítico. Os parâmetros utilizados para caracterização e alteração da superfície das amostras, conforme aplicação em supercapacitores foram obtidos após estudos acerca da bibliografia diretamente relacionada com a temática da pesquisa. Definiu-se que a amostra ideal teria aproximadamente 25 $\mu$ m de espessura e 70% de porosidade, logo, seu tempo de produção foi estipulado em 17min, na corrente de 75,48mA com solução de ácido fluorídrico em etanol 1:2. Uma célula eletrolítica de latão (base metálica) e PVC (recipiente) foi usada para alocar a amostra de silício; a célula possui um o-ring, para delimitar a área de contato da solução com a amostra. O processo de obtenção da camada porosa envolve limpeza da célula e da amostra. Então, o silício é colocado em contato com a solução de HF e aplica-se a corrente de trabalho definida; assim que o processo é finalizado, acontece mais uma limpeza. As caracterizações das amostras obtidas foram: topo e lateral, pela técnica da microscopia eletrônica de varredura com emissão por efeito de campo (FEG-MEV); porosidade e espessura, por espectroscopia por infiltração de líquidos (Spectroscopic Liquid Infiltration Method - SLIM); diâmetro médio dos poros e área superficial, por fisissorção de nitrogênio. Realizou-se também a passivação, para neutralizar a alta reatividade da superfície do silício poroso (por grafitação e por crescimento de nanotubos). A passivação foi realizada em forno tubular com passagem de 200 SCCM Ar/ 50 SCCM Acetileno, com pressão ambiente e na temperatura de 850°C, a fim de tornar a superfície menos reativa à oxidação permitindo execução de testes eletroquímicos. Os testes de estrutura química, reação com ácido e eletroquímico foram realizados por espectroscopia Raman; resistência ao ácido sulfúrico; e, voltametria cíclica. Pelos resultados obtidos, conclui-se que o

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Tecnólogo em Projetos de Estruturas Aeronáuticas - E-mail: alexis.maia@inpe.br

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: sayuri.okamoto@inpe.br

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: luiz.berni@inpe.br

material tratado possui alta porosidade, alta área superficial, camada definida de silício poroso e sendo promissor para aplicação em capacitores de dupla camada.

Palavras-chave: Silício Poroso. Supercapacitor. Propriedades Eletroquímicas.

## **MAPEANDO PROCESSOS BOTTOM-UP LASTREADOS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS CIÊNCIAS DA TRANSIÇÃO/TRANSFORMAÇÃO**

Aline Cristiane Monteiro de Oliveira<sup>1</sup> (FATEC Jacareí, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sérgio Mantovani Paiva Pulice<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Evandro Albiach Branco<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### **RESUMO**

A Educação Ambiental (EA) se institui como uma forma ampla de educação, que intenciona engendrar conceitos e consciência crítica sobre as questões socioambientais, de modo a disseminar a compreensão sobre o meio ambiente e cidadania. Diante de um cenário de consumo exacerbado de recursos naturais, emissões de poluentes entre outros agravos ao meio ambiente e ao nosso planeta, mostra-se de grande relevância a abordagem sobre o tema envolvendo estudos e pesquisas que promovam a inserção da Educação Ambiental na sociedade, enfatizando seu papel nos processos de transição e/ou transformação para condições e cenários sustentáveis. O objetivo desta pesquisa é contribuir para o entendimento do lugar dos processos baseados em Educação Ambiental, em especial processos baseados em abordagens bottom-up, descentralizados e territorializados, dentro do emergente campo das ciências da transição/transformação para a sustentabilidade. Para realizar este estudo optou-se pela revisão sistemática por escopo (Scoping Review), por meio da construção e aplicação de um protocolo (PRISMA), que contempla etapas quantitativas e qualitativas. Para tal, foram utilizadas as bases de dados científicos Web of Science (Clarivate), Scopus/Science Direct (Elsevier) e o Google Scholar. As buscas permitiram identificar e reconhecer a abrangência do universo da produção científica no campo das ciências da transição/transformação para a sustentabilidade, que embora diverso, ainda é restrito em número de publicações e em nítido processo de construção. Foi possível encontrar um total de 419 publicações, sendo a primeira realizada no ano de 1990. A partir dos anos de 2020 a 2022 nota-se um crescimento do interesse no campo. O subconjunto desde universo que se relaciona com processos baseados em educação ambiental (e termos derivados ou variações) é ainda mais limitado, com apenas 50 publicações. Destas destacam-se alguns centros emergentes,

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Tecnologia em Meio ambiente e Recursos hídricos - **E-mail: [monteiro.aline24@gmail.com](mailto:monteiro.aline24@gmail.com)**

<sup>2</sup> Doutorando do INPE - **E-mail: [sergio.pulice@inpe.br](mailto:sergio.pulice@inpe.br)**

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: [evandro.albiach@inpe.br](mailto:evandro.albiach@inpe.br)**

como EUA, Austrália, Canadá e Alemanha. Os resultados (ainda em refinamento) indicam oportunidades de aproximação e retroalimentação teóricas, conceituais e metodológicas entre os campos, com potenciais desdobramentos produtivos para os processos de enfrentamento das mudanças ambientais globais, dos crescentes e centrais desafios climáticos, e para o fortalecimento de estratégias de transição para a sustentabilidade.

Palavras-chave: Transição para a sustentabilidade, Transformações para sustentabilidade, Educação Ambiental, revisão sistemática de escopo, epistemologia ambiental.

## ESTUDO DA DINÂMICA DA MAGNETOSFERA SATURNINA EM DIFERENTES NÍVEIS DE PRESSÃO DO VENTO SOLAR

Altamily Costa Santana<sup>1</sup> (DGEF/UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

Ezequiel Echer<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Manilo Soares Marques<sup>3</sup> (DGEF/UFRN, Coorientador)

### RESUMO

A magnetosfera saturnina, sendo a segunda maior do sistema solar, apresenta características semelhantes à da Terra. Como o campo magnético intrínseco, às correntes convectivas e o cinturão de radiação mas são divergentes em outros aspectos, por exemplo, na órbita de Titã que porta um toróide, nas absorção dos íons energéticos do cinturão de radiação por meio das luas e as fontes de plasma que são a ionosfera, o vento solar e a atmosfera gelada das suas luas. Por isso, sua dinâmica apresenta comportamento diferente da magnetosfera terrestre. Neste sentido um estudo da dinâmica da magnetosfera joviana faz-se necessário, mais para isso precisamos analisar 12 anos de dados coletados pela espaçonave Cassini que explorou várias regiões da magnetosfera saturniana, desde da frente de choque até a cauda magnética. Neste primeiro ano de Iniciação científica teve como foco, uma revisão bibliográfica sobre o tema e de criação de um catálogo de períodos de passagens pelas regiões da magnetosfera, para futura referência.

Palavras-chave: Magnetosfera saturnina, Cassini, plasma, dinâmica e vento solar.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Geofísica - **E-mail: altamily.santana.703@ufrn.edu.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: ezequiel.echer@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - **E-mail: manilo.marques@ufrn.br**

## ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UM GEOSERVER COMO FERRAMENTA DE ARMAZENAMENTO DE DADOS PARA A PLATAFORMA ADAPTABRASIL

Aluana Cristine Silva<sup>1</sup> (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Jean Pierre Henry Balbaud Ometto<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Mauro Assis<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O projeto foi desenvolvido com o objetivo de adquirir conhecimentos sobre geoprocessamento e implementação de dados geoespaciais dentro do software livre Geoserver, além da análise da aplicabilidade desses conhecimentos na plataforma AdaptaBrasil. Para tanto, foi estruturada uma revisão bibliográfica sistemática sobre geoprocessamento, que aborda conceitos básicos tais como a cartografia, dimensões terrestres e GPS. Após esse estudo, o trabalho foi voltado para o entendimento da instalação e operação do Geoserver no sistema operacional Linux, o que exigiu além da pesquisa dos procedimentos em si, conhecimento dos comandos utilizados no terminal do computador. Inicialmente o trabalho foi feito através de uma máquina virtual Ubuntu adquirida gratuitamente pela plataforma da AWS. Nela, a instalação do Geoserver foi concluída, no entanto, problemas relacionados a permissões dificultaram a sequência da pesquisa, uma vez que, após aberto pelo terminal do computador físico, no qual a máquina virtual estava instalada, o site permanecia aberto apenas por cerca de 10 minutos e logo depois era necessário repetir o processo. Posteriormente, o projeto adquiriu uma máquina física com o sistema operacional Ubuntu, o que solucionou problemas como o citado, além de facilitar processos de comunicação do Geoserver diretamente com a máquina no qual ele está instalado, sem a necessidade do intermédio com uma segunda máquina, como acontecia anteriormente. Com esses procedimentos finalizados, foi possível iniciar o estudo sobre a composição e publicação de um *shapefile*, formato de dados vetoriais geoespaciais, dentro do Geoserver, utilizando o OpenLayers para a visualização dos resultados. Finalmente, os estudos realizados no primeiro momento do projeto, como a cartografia, retornaram a pauta por serem recursos de extrema importância dentro da pesquisa, uma vez que a visualização final dos dados é obtida através dos mapas.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - E-mail: [aluana.cristine@aluno.ufabc.edu.br](mailto:aluana.cristine@aluno.ufabc.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [jean.ometto@inpe.br](mailto:jean.ometto@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [assismauro@hotmail.com](mailto:assismauro@hotmail.com)

Dessa maneira, é necessário compreender as formas de representação apropriadas para cada finalidade, com o intuito de transmitir as informações de maneira clara e objetiva para o público a quem são destinadas. Na prática, essa escolha de elementos cartográficos se dá pela plataforma do Geoserver, que permite a edição e estilização dos *shapefiles* presentes no banco de dados. Assim, através da aba “*Styles*”, é possível escolher os estilos já disponíveis na plataforma ou criar novos designs a serem aplicados para redefinir a aparência dos mapas. Os estilos dentro do Geoserver são construídos a partir da linguagem SLD, que permite fazer mudanças no contorno, plano de fundo, opacidade e cores dos *shapefiles*, além de oferecer opções que adicionam pontos, formas geométricas e escrita nos mapas. Todos os processos citados foram descritos e armazenados em documentos em forma de tutorial com o intuito de deixar as etapas mais diretas e transparentes, já que muitas destas não são encontradas facilmente nos materiais de pesquisa disponíveis. Portanto, o trabalho desenvolvido atingiu seu objetivo e obteve os resultados esperados, já que, a partir dele, documentos como a revisão bibliográfica sistemática e os manuais das etapas da pesquisa puderam ser escritos e têm potencial de auxiliar os trabalhos futuros.

Palavras-chave: Geoserver. Geoprocessamento. Revisão Bibliográfica Sistemática. Ubuntu. Shapefiles.

## ANÁLISE ESPACIAL INTEGRADA DA DEGRADAÇÃO DA TERRA EM ÁREA DO BIOMA CAATINGA

Ana Catarina das Neves Alves<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Gustavo Felipe Balué Arcoverde<sup>2</sup>, (INPE, Orientador)  
Jocilene Dantas Barros<sup>3</sup>, (INPE, Orientadora)

### RESUMO

A Caatinga é um bioma brasileiro caracterizado pelo clima semiárido e vegetação adaptada à escassez de água. A degradação da terra tornou-se um desafio significativo nesta região, prejudicando a subsistência da população e impactando os ecossistemas. O objetivo geral é analisar espacialmente a degradação da terra em áreas de pastagem e sua relação com o uso e cobertura da terra e pressões antrópicas indiretas. A metodologia foi baseada na comparação de dados secundários e interpretação de paisagens por meio de fotografias, com dados de carbono orgânico e nitrogênio de solos coletados em áreas degradadas e não degradadas em municípios da região de Petrolina/PE e Queimadas/PB. Também foram elaborados mapas e feitos cálculos de média e teste t entre as variáveis. Os resultados mostram as avaliações feitas pelo cruzamento de dados entre os aspectos selecionados e valores de Carbono Orgânico (CO), Nitrogênio (N) e Proporção CO/N para a região de Queimadas/PB e o Uso e cobertura da região de Petrolina. Com relação às categorias para a região de Queimadas, os valores de CO e N do aspecto “Classes” foram maiores para “Vegetação arbustiva/arbórea” e “Pastagem de uso intensivo/agricultura” e os valores de CO de “Pastagem de uso extensivo” e “Vegetação arbustiva/arbórea” mostraram-se significativamente diferentes pelo teste t. Ao cruzar o “Uso e Cobertura” do Mapbiomas com dados de solo, a categoria “Formação Savânica” apresentando médias mais altas, seguida por “Pastagem”. No aspecto de “Predomínio de espécie” (Sim ou Não), houve médias significativamente diferentes entre CO e Proporção CO/N. Sobre o “Predomínio de Porte”, a vegetação arbórea apresenta valores mais altos e o teste t mostrou diferença significativa entre “Arbustivo” e “Herbáceo” nos valores de CO e CO/N. No caso de “Presença de herbáceas” (Sim ou Não), a proporção CO/N é maior nas áreas que não têm cobertura vegetal do tipo herbácea e apresentou valores

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. E-mail: [anacnevesalves@gmail.com](mailto:anacnevesalves@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [gustavo.arcoverde@inpe.br](mailto:gustavo.arcoverde@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora-bolsista do INPE - E-mail: [jocilene.barros@inpe.br](mailto:jocilene.barros@inpe.br)

estatisticamente diferentes de CO/N. O aspecto “Vulnerabilidade de solos” agrupa os tipos de solo das regiões em “Unidades de Paisagem Natural Intermediárias” e “Unidades de Paisagem Natural Vulneráveis” e as médias foram maiores no segundo caso. Ao cruzar os aspectos “Pastagens Severamente Degradadas” e “Áreas Fortemente Degradadas” (Sim ou Não) com dados de solo, as amostras que não estavam dentro destas apresentaram maiores valores. O teste t mostrou valores significativamente diferentes para CO no caso de “Pastagens Severamente Degradadas” e N e CO para “Áreas Fortemente Degradadas”. Para a região de Petrolina, ao cruzar o “Uso e Cobertura” do Mapbiomas com dados de solo, as categorias “Pastagem”, “Mosaico de Usos” e “Formação Campestre” tem valores próximos de CO e N e “Formação Savânica” um valor maior de CO. O teste t mostrou que há diferença estatística entre os valores de “Formação Campestre” x “Formação Savânica” e “Formação Campestre” x “Pastagem” na variável Proporção CO/N. Conclui-se que há solos com mais nutrientes para a flora em áreas com vegetação natural do que aqueles com maior grau de presença humana, sobretudo pastagem.

Palavras-chave: Degradação da terra, Caatinga, Carbono Orgânico, Nitrogênio.

## ANÁLISE ESPECTRAL DA VARIABILIDADE DE DADOS DE TEMPERATURA-UMIDADE COLETADOS NO SÍTIO EXPERIMENTAL DO CAMPUS DO INPE DE CACHOEIRA PAULISTA

Ana Clara de Araujo Souza<sup>1</sup> (UNESP/Guaratinguetá (SP), Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Celso Thomaz Júnior<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Margarete Oliveira Domingues<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as características de funcionamento dos sensores ambientais bem como a análise dos dados obtidos de forma a construir uma base de dados qualificada que permitirá correlacionar aspectos qualitativos de algumas variáveis meteorológicas com aspectos característicos do sinal através de análise matemática. Inicialmente, uma revisão dos sensores ambientais envolvidos em uma estação meteorológica é apresentada. Os dados exigem um trabalho sistemático de avaliação de qualidade, seja devido a eventuais falhas instrumentais ou à existência de estacionaridade do sinal, dentre outras. Tendo em vista as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (“World Meteorological Organization – WMO”), no tópico que trata a forma de assegurar a confiabilidade dos dados ambientais, é realizada uma análise crítica preliminar para o controle dos dados disponíveis. Serão apresentados resultados preliminares da avaliação da aplicação de Análise de Séries Temporais e Análise “Wavelet” a um conjunto inicial de dados teste (temperatura e umidade). Diante de dificuldades de reunir todas as variáveis instrumentais com suas características registradas (muitas vezes não registradas), realizamos uma série de experimentos de forma a avaliar e ajustar uma série de dados ambientais utilizando a ferramenta matemática Python. Esta linguagem de programação de alto nível, interpretada de script, imperativa, funcional, de tipagem dinâmica e forte poderá fornecer subsídios importantes para o nosso trabalho. A análise preliminar destes experimentos será apresentada. A continuidade do projeto prevê a aplicação da Análise de Séries Temporais e “Wavelet” a um conjunto inicial de dados teste (temperatura e umidade) da série temporal de dados ambientais obtidos na estação ambiental do campus do INPE de Cachoeira Paulista (SP).

Palavras-chave: Transformada *Wavelets*; Temperatura; Instrumentação Meteorológica.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [anaclara8.souza@gmail.com](mailto:anaclara8.souza@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [jose.thomaz@inpe.br](mailto:jose.thomaz@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [margarete.domingues@inpe.br](mailto:margarete.domingues@inpe.br)

## SENSORIAMENTO REMOTO PARA MAPEAR RISCO DE INCÊNDIOS NA APA DO IBIRAPUITÃ, PAMPA BRASILEIRO

Ana Flavia Feldhaus<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Greice Vieira Silveira<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Igor da Silva Narvaes<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

A ocorrência de incêndios no Brasil ocorre quase que exclusivamente de forma antrópica, que afetam as propriedades da vegetação e seu meio, sendo influenciadas pelas condições climáticas e características locais, podendo causar danos muitas vezes difíceis de reverter. O monitoramento de incêndios é incluído como uma das ferramentas para a conservação do ecossistema, permitindo o dimensionamento de perdas e o controle de ocorrências por imagens de satélite e algoritmos em programas desenvolvidos com esse objetivo. Este trabalho aborda a análise temporal de focos de calor e risco de fogo com a finalidade de observar o comportamento dos focos e o comparativo ao mapeamento do risco de forma pontual na Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã (APA Ibirapuitã), localizada no Rio Grande do Sul, Brasil, utilizando dados fornecidos pelo Banco de Dados Queimadas (BDQueimadas) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica sobre o tema como subsídio para as análises futuras, desta forma o período de estudo selecionado para análise foi dos anos de 2018 a 2022, onde os dados obtidos em formato *shapefile* e aplicados ao aplicativo QGIS 3.22.6, sendo então organizados em meses, estações do ano, e período completo, permitindo a contagem dos focos em diferentes intervalos de tempo. O risco além de estar dentro dos dados dos focos, pode ser visualizado com uso das imagens em formato *TIF*, sendo categorizadas de acordo com o Risco de Fogo Observado, também obtidas por meio do BDQueimadas. Os dados foram organizados em tabelas para a produção de gráficos, que demonstram o número de focos por período, totalizando 71 focos de calor, onde cada um foi comparado com os valores de risco, sendo eles divididos nas categorias de Mínimo, Baixo, Médio, Alto e Crítico. Ao analisar os resultados para cada foco, os valores indicaram que a grande maioria dos focos, que ocorreram no período de 2018 a 2022, se encontrava na faixa de risco Médio para Crítico, principalmente o maior

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária - E-mail: [anaafeldhaus@gmail.com](mailto:anaafeldhaus@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE/COESO - E-mail: [greice.v.silveira@gmail.com](mailto:greice.v.silveira@gmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE/COESO - E-mail: [igor.narvaes@inpe.br](mailto:igor.narvaes@inpe.br)

número de ocorrências foi registrado em Janeiro de 2022, período no qual o sul do País passava por um momento de altas temperaturas e seca. Estes focos apresentaram uma densidade mais considerável nos limites da APA e na Zona de Amortecimento de 10 km em torno da região. Sendo assim, considera-se a importância da utilização das ferramentas de geoprocessamento para fiscalização e monitoramento do meio ambiente, como por exemplo, pelos órgãos públicos de controle e prevenção, acompanhando o manejo e possíveis processos de queima, onde o risco pode ser de grande ajuda nesta diferenciação.

Palavras-chave: Risco de Fogo. Focos de Calor. Área de Proteção Ambiental. Sensoriamento Remoto. Queimada.

## **GEOTECNOLOGIAS E SIG APLICADO À CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL NO NORDESTE DO BRASIL**

Ana Paula de Assis Silva<sup>1</sup> (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Melquisedec Medeiros Moreira<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Ricardo Farias do Amaral<sup>3</sup> (UFRN, Coorientador)

### **RESUMO**

Com o surgimento das cidades e seu processo de expansão acelerado, geram-se os naturais conflitos por seu uso e urbanização, por norma, torna-se desordenada, ocorrendo alterações indesejadas no cenário ambiental, com graves consequências aos sistemas naturais cruciais à manutenção da boa qualidade da vida terrestre. Neste sentido, os estudos têm como intuito executar a análise geoambiental das áreas de estudo, para tanto, detectando e mensurando os principais problemas ou impactos ambientais existentes nas áreas de estudo. A pesquisa utilizou dados e informações antigas e atuais, e aplicou técnicas modernas e ferramentas de geoprocessamento. Com isto, o trabalho foi executado a partir da análise de estudos Geoambientais em áreas costeiras e de riscos de movimento de massa do Estado do Rio Grande do Norte, mediante visitas técnicas aos locais escolhidos. Com o uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas) aplicada a ferramentas de sensoriamento remoto como o QGIS, foram analisados dois locais de estudos de áreas de risco. Os dois locais escolhidos foram: as praias de Cotovelo, a cerca de 20 km da capital do estado do Rio Grande do Norte, Natal, a outra, foi a praia de Ponta Negra, localizada na capital do estado. A partir das análises dessas regiões, e de visitas técnicas, foi possível analisar e mensurar os principais problemas acarretados pela ocupação desordenada das cidades e os principais impactos ambientais existentes e as ações mitigadoras para evitar possíveis acidentes e desastres naturais. Por fim, com as visitas técnicas realizadas e o uso da ferramenta de geoprocessamento, QGIS, foi possível a confecção de mapas de delimitação de áreas de moderado a alto risco geoambiental e de movimento de massa.

Palavras-chave: Geoambiental. Geoprocessamento. SIG, Impactos Ambientais. QGIS. Geoenvironmental. Geoprocessing. GIS. Environmental impacts. QGIS.

---

<sup>1</sup> E-mail: ana.assis@inpe.br

<sup>2</sup> E-mail: melquisedec.moreirra@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: projeto\_corais@yahoo.com.br

## DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO EM ÁREAS DE EXTRAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA NO ESTADO DO PARÁ

Anderson Nascimento de Medeiros<sup>1</sup> (IFPB, Bolsista PIBIC/CNPq)

Marcos Adami<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Nivia Rocha<sup>3</sup> (UFPA, Coorientadora)

Weber Giovanni Mendes Maciel<sup>4</sup> (IFPB, Coorientador)

### RESUMO

Fatores sociais e econômicos refletem na dinâmica de uso e cobertura do solo. Assim, é indispensável a utilização de imagens de satélites como meio de monitorar o comportamento das áreas de extração seletiva de madeira. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a abertura de dossel ocasionada pela extração seletiva de madeira. Para isso, foi estudada a floresta localizada na Fazenda Rio Capim, pertencente ao município de Paragominas – PA, por meio de geoprocessamento e sensoriamento remoto entre os anos de 2000 e 2021. O sensoriamento remoto foi de suma importância para este trabalho, pois foram executadas verificações de imagens dos satélites Landsat-5, 7 e 8, imagens Sentinel disponíveis no software livre, baseado em nuvem, Google Earth Engine (GEE), e imagens Planet. Elas foram processadas utilizando o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), que possuem o objetivo de estimar as frações do solo, vegetação e sombra com base na resposta espectral para cada pixel puro, ou seja, realçar as áreas de extração seletiva de madeira, facilitando, assim, a sua identificação. As observações das imagens foram feitas de forma progressiva, manualmente e, ano a ano, utilizando um mapa fornecido pela empresa CIKEL. Como resultados, observou-se que os três tipos de imagens utilizadas permitiram identificar as áreas de extração seletiva de madeira ao decorrer dos anos. Notou-se que as imagens planet, por terem maior resolução espacial, possibilitaram, nos dias atuais, constatar aberturas no dossel realizadas desde o ano 2000, já as imagens Sentinel e Landsat, permitiram uma caracterização em um período mais curto. Verifica-se que a extração seletiva, quando comparada a outros métodos de usufruir dos recursos naturais na dinâmica da indústria agropecuarista tradicional, torna-se mais eficaz tanto nos resultados, quanto nos impactos ambientais. Com isso,

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Civil - E-mail: [nascimento.medeiros@academico.ifpb.edu.br](mailto:nascimento.medeiros@academico.ifpb.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [marcos.adami@inpe.br](mailto:marcos.adami@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Federal do Pará - E-mail: [niviavieira.ciamb@gmail.com](mailto:niviavieira.ciamb@gmail.com)

<sup>4</sup> Pesquisador do Instituto Federal da Paraíba - E-mail: [weber.maciell@ifpb.edu.br](mailto:weber.maciell@ifpb.edu.br)

conclui-se que mesmo após 20 anos de exploração, é possível identificar o impacto causado no dossel da floresta, porém esse impacto é reduzido ao longo dos anos por meio da regeneração florestal.

Palavras-chave: Extração seletiva de madeira. Sensoriamento Remoto. Geoprocessamento. Cobertura do Solo. Abertura de dossel. Networks: Selective logging. Remote sensing. Geoprocessing. Soil Coverage. Canopy opening.

# **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DO CÉU NOTURNO PARA OBSERVAÇÃO DE LUMINESCÊNCIA ATMOSFÉRICA NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL (OES/INPE) E CARACTERIZAÇÃO DAS ONDAS DE GRAVIDADE DE PEQUENA ESCALA**

Andressa Gularte Flores Machado Paines<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Valentin Bageston<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo teórico sobre a atmosfera terrestre e o fenômeno de luminescência atmosférica, conhecido como airglow, com o objetivo de analisar as ondas de gravidade de pequena escala observadas sobre o Observatório Espacial de São Martinho da Serra-RS no período de 2017 a 2018. O estudo começa com uma revisão teórica sobre a atmosfera terrestre, abordando sua estrutura, composição química e processos físicos envolvidos. Em seguida, é realizada uma revisão bibliográfica específica sobre as ondas de gravidade, perturbações causadas pela ação da gravidade na atmosfera, estudando seus mecanismos de geração, propagação e técnicas de detecção e análise, bem como a relação com o airglow. Para a realização da análise das imagens de luminescência atmosférica, foi necessário o conhecimento em programação na linguagem IDL, utilizando-a para linearizar e analisar as imagens obtidas no Observatório Espacial. Por meio de simulações computacionais, são desenvolvidas técnicas de análise para extrair informações relevantes sobre as características do fenômeno. As ondas de gravidade de pequena escala observadas durante o período foram analisadas, identificando e caracterizando suas propriedades. Os resultados são comparados com estudos anteriores, ampliando a compreensão dos processos físicos e químicos na atmosfera terrestre e a relação entre ondas de gravidade e airglow. Além disso, o estudo contribui para o desenvolvimento de técnicas de análise de imagens de luminescência atmosférica usando programação em IDL, que podem ser aplicadas em futuras pesquisas sobre o tema.

Palavras-chave: Luminescência Atmosférica, Ondas de Gravidade, Atmosfera.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Licenciatura Plena em Física - **E-mail: andressa.flores@acad.ufsm.br**

<sup>2</sup> Pesquisador da Coordenação Espacial do Sul (COESU/INPE) - **E-mail: jose.bageston@inpe.br**

## ESTUDO DA IONOSFERA TERRESTRE DURANTE EVENTOS DE CLIMA ESPACIAL POR MEIO DE SATÉLITES, SONDADORES DIGITAIS E MAGNÉTICOS

Anita Jungton Valcorte<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Juliano Moro<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Clezio Marcos De Nardin<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

A ionosfera é uma região ionizada da atmosfera terrestre que é influenciada pela radiação solar através da ionização dos gases neutros. A eficiência desse processo depende da quantidade de energia recebida do Sol. Alguns eventos como explosões solares, que são eventos explosivos que liberam uma grande quantidade de energia em um curto intervalo de tempo, influenciam a ionização da ionosfera terrestre e podem causar o bloqueio completo dos sinais eletromagnéticos na faixa de rádio. Nesse trabalho, os efeitos das explosões solares na ionosfera são estudados por meio de dados coletados pela Digissonda instalada em Santa Maria, RS, Brasil. As explosões solares ocorridas entre 02 de abril de 2017 e 03 de março de 2023 foram classificadas em classes de acordo com a sua intensidade ( $I$ , em  $W/m^2$ ): A ( $I < 10^{-7}$ ), B ( $10^{-7} \leq I < 10^{-6}$ ), C ( $10^{-6} \leq I < 10^{-5}$ ), M ( $10^{-5} \leq I < 10^{-4}$ ), e X ( $I \geq 10^{-4}$ ). Nesse período ocorreram 6.706 explosões solares, sendo 1,15% (77) de classe A, 48,46% (3.250) de classe B, 45,11% (3.025) de classe C, 5,01% (336) de classe M e 0,27% (18 casos) de classe X. Algumas explosões solares causaram absorção parcial e/ou total das ondas de rádio emitidas pela Digissonda, e foram identificadas nos ionogramas. A variação dos parâmetros ionosféricos  $foF2$ ,  $hmF2$ ,  $foE$ ,  $hmE$ , e  $fmin$  durante esses eventos foram obtidos a cada 5 minutos através do software SAO-Explorer, e comparados com a média dos respectivos parâmetros medidos nos 5 dias geomagneticamente calmos do mês para se obter suas variações percentuais. Os resultados mostram que apenas 5 eventos de classe X causaram absorção total dos sinais transmitidos pela Digissonda. Finalmente, as variações temporais dos parâmetros ionosféricos durante esses 5 eventos são apresentadas e discutidas em termos das suas variações percentuais.

Palavras-chave: Clima Espacial. Explosões Solares. Digissonda.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Física - E-mail: [anita.valcorte@acad.ufsm.br](mailto:anita.valcorte@acad.ufsm.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da COESU/INPE - E-mail: [juliano.moro@inpe.br](mailto:juliano.moro@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [clezio.denardin@inpe.br](mailto:clezio.denardin@inpe.br)

## **ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS PARA INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E VULNERABILIDADE**

Anna Carolina de Souza Santos<sup>1</sup> (UFVJM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Gustavo Felipe Balué Arcoverde<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Evandro Albiach Branco<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### **RESUMO**

O projeto “Organização e análise de dados para indicadores de sustentabilidade e vulnerabilidade”, que teve seu início no final de 2022, tem como objetivos específicos identificar, padronizar e catalogar variáveis e indicadores, além de identificar a geração de potenciais indicadores relacionados a temáticas socioambientais, utilizando fontes oficiais existentes ou potenciais. A metodologia envolve o reconhecimento de planilhas de indicadores e variáveis já presentes no Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade (LADIS), a organização desses dados em uma planilha, a catalogação e padronização de indicadores existentes conforme temáticas socioambientais, e a identificação de potenciais indicadores com base em dados de fontes oficiais. O LADIS desenvolve indicadores de sustentabilidade e vulnerabilidade climática para o Brasil em nível municipal com finalidades específicas, como sintetizar informações complexas, padronizar a comunicação para diferentes públicos e fornecer referências para comparação. A utilização de indicadores compostos é reconhecida como um instrumento útil em diversas áreas, como análise de políticas, qualidade ecológica, pobreza multidimensional e avaliação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, a qual representa um marco na governança internacional da sustentabilidade, com 169 metas. A catalogação e indexação de variáveis e indicadores são necessárias para a organização e expansão de indicadores em diferentes projetos. Até agora, os resultados obtidos abrangem a organização e agrupamento de variáveis e indicadores correlacionados, simplificando a busca por esses dados. A análise realizada revelou a identificação de 23 indicadores ligados a recursos hídricos e saneamento, 37 indicadores relacionados à agricultura e segurança alimentar, e 23 indicadores associados a aspectos socioeconômicos.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Agenda 2030. Indicadores. Sustainable development. Agenda 2030. Indicators.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Hídrica - E-mail: [anna.santos@ufvjm.edu.br](mailto:anna.santos@ufvjm.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [gustavo.arcoverde@inpe.br](mailto:gustavo.arcoverde@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [evandro.albiach@inpe.br](mailto:evandro.albiach@inpe.br)

**SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA  
RELAÇÃO COMO POTENCIAIS INDICADORES DE IMPACTOS  
PARA USO NO PROJETO ADAPTABRASIL**

Asley Hanna de Sousa Andrade<sup>1</sup> (IFPB, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Francinelli de Angeli Francisco do Vale<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Weber Giovanni Mendes Maciel<sup>3</sup> (IFPB, Coorientador)

**RESUMO**

A construção civil é um setor muito importante para economia, gerando emprego e renda, por outro lado, é responsável por consumir 75% dos recursos naturais extraídos e gerar cerca de 80 toneladas de resíduos de obras anualmente pelas empresas do setor. Considerando que os indicadores de sustentabilidade são imprescindíveis para avaliação desse equilíbrio, entre o consumo e a produção de resíduos, esta pesquisa tem como objetivo classificar os resíduos gerados, verificar o avanço na legislação do setor e apontar possíveis indicadores que auxiliem a minimizar os impactos ao meio ambiente. A metodologia adotada foi de natureza descritiva e exploratória, por meio de uma revisão sistemática da literatura. Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos em bases de dados eletrônicas (SciELO, BDTD, Google Acadêmico), busca através das palavras-chave, artigos nos idiomas português, inglês e espanhol, e período de publicação entre 2018 e 2022. Os artigos que não seguiram os critérios adotados foram excluídos. Com os resultados da pesquisa foi possível aprofundar sobre a gestão dos resíduos da construção civil abordando aspectos como sua classificação e enquadramento legal, verificando que a reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Brasil, após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), se intensificou. As pesquisas baseadas em indicadores também estão avançando, seja na avaliação de ciclos de vida de gerenciamento de resíduos nas empresas de construções, como também na gestão municipal. Porém, muitos municípios brasileiros ainda sofrem com impactos ambientais negativos causados pela deposição irregular de RCDs, visto que não possuem áreas adequadas para a destinação, nem leis para regulamentar o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição. Tal impacto ocasionado, concomitantemente, com eventos

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil - E-mail: [asleyhannaandrade@gmail.com](mailto:asleyhannaandrade@gmail.com)

<sup>2</sup> Bolsista Pesquisadora do DIIAV/INPE - E-mail: [francinelli.vale@inpe.br](mailto:francinelli.vale@inpe.br)

<sup>3</sup> Professor Pesquisador - E-mail: [weber.maciell@ifpb.edu.br](mailto:weber.maciell@ifpb.edu.br)

climáticos extremos pode aumentar a sua magnitude causando consequências para a saúde, a economia ou o ambiente. Portanto, se faz necessário investir na busca e no desenvolvimento de novos para construir medidas inovadoras e uma política pública sustentável sobre o tema, para assim obter melhores resultados.

Palavras-chave: Resíduos de construção civil. Indicadores de resíduos de construção civil. Sustentabilidade.

## MATERIAS CERÂMICOS COM EMISSIVIDADE VARIÁVEL PARA USO EM SISTEMAS TÉRMICOS DE SATÉLITES

Bianca de Moraes Braz<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Eduardo May<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Sergio Luiz Mineiro<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O projeto de pesquisa e desenvolvimento de cerâmica do tipo  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  (LSMO – manganita de lantânio dopada com estrôncio) tem sua importância pautada na aplicação desse material em projetos aeroespaciais do INPE, notadamente em dispositivos de controle térmico de satélites, dado que o material apresenta propriedade de emissividade variável com a temperatura, ou seja, o material retém calor abaixo da temperatura ambiente e dissipa calor acima da temperatura ambiente. No período de julho de 2022 a julho de 2023 os pós foram processados, prensados na forma de pastilhas de 7 mm de diâmetro e sinterizados a 1300°C. Foram realizadas análises das fases cristalinas por difração de raios X, análise do grau de densificação da microestrutura por microscopia eletrônica de varredura e densidade pelo método de Arquimedes. Para os testes termográficos, amostras de alumínio 6061 foram anodizadas e coloridas a fim de obter um material com emissividade conhecida de maneira a compara-las com as amostras de LSMO. Com as amostras já preparadas, foi possível realizar a análise termográfica, simulando o comportamento das pastilhas em diferentes temperaturas como 25°C, 40°C, 50°C, 60°C e 70°C, sendo realizada em duas etapas, primeiramente com as pastilhas de alumínio anodizado e a uma segunda vez com as pastilhas de LSMO. Após um ano de trabalho constatou-se que a fase perovskita foi formada, houve densificação do pó durante o processo de sinterização e a densidade final da cerâmica foi de 5,6g/cm<sup>3</sup>. Os resultados de emissividade estão em fase de análise.

Palavras-chave: Emissividade Variável. Manganita de Lantânio. Cerâmica. Sistemas Térmicos. Satélite.

---

<sup>1</sup> E-mail: bianca.braz@unifesp.br

<sup>2</sup> E-mail: jose.may@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: sergio.mineiro@inpe.br

## **ANÁLISE DE REDES DE TRANSPORTE E CIRCULAÇÃO NO CONTEXTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL NA ESCALA METROPOLITANA**

Brenddon Érick Andrade de Oliveira<sup>1</sup> (UFF, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Antonio Miguel Vieira Monteiro<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Leonardo Bacelar Lima Santos<sup>3</sup> (CEMADEN, Coorientador)  
Giovanni G. Soares<sup>4</sup> (INPE, Colaborador)

### RESUMO

Um dos objetivos da análise de redes de transporte em uma cidade é encontrar maneiras de mensurar os impactos de um desastre ou excesso, e quando esse processo é aplicado em uma rede de ruas, demanda alto custo computacional. Existem diversas medidas que podem ser calculadas em uma rede de estradas, sendo uma delas a sua comunicabilidade. Neste trabalho, utilizamos três métodos diferentes para calcular o índice de comunicabilidade, denominados como método "em série", "exponencial" e "espectral". Ao lidar com redes de estradas reais, que possuem milhares de nós e arestas, é necessário realizar uma análise para compreender qual método reduz o custo computacional. Para conduzir esse estudo, foi necessário desenvolver habilidades em programação utilizando a linguagem Python, estudar Redes Complexas e entender como elas modelam as Redes de Estradas. Por fim, aplicando a metodologia, obtivemos dados que demonstram que o método mais eficiente depende do tamanho da rede analisada. Em redes aleatórias com uma densidade aproximada de 0.004, o método "em série" mostrou-se mais eficiente do que os outros para redes de até 180 nós, com diferenças mínimas nos valores obtidos pelos demais métodos. Para redes semelhantes, porém de tamanho maior, o método "exponencial" revelou-se mais eficiente. O método "espectral" é o mais custoso entre eles, independentemente do tamanho da rede.

Palavras-chave: Redes Complexas. Redes de Estradas. Comunicabilidade. Custo Computacional, Python.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Física com ênfase em Física Computacional- **E-mail: brenddonandrade@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: miguel.monteiro@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador do CEMADEN - **E-mail: santoslbl@gmail.com**

<sup>4</sup> Colaborador do INPE - **E-mail: giovanniguarnierisoares@gmail.com**

## MONITORAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Breno Hideki Nakagawa<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Juliana Aparecida Anochi<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Marilia Harumi Shimizu<sup>3</sup> (INPE/UFF, Coorientadora)

### RESUMO

O território brasileiro está dividido em cinco regiões distintas, as quais são impactadas por regimes climáticos tropicais, subtropicais e de latitudes médias, apresentando uma ampla variedade de padrões climáticos. Essas regiões abrigam as doze principais bacias hidrográficas do Brasil que ocupam aproximadamente 80% do território nacional. Devido à sua extensa cobertura no território brasileiro, e considerando que o Brasil é o quinto maior exportador agrícola do mundo, as bacias hidrográficas têm uma importância significativa para o desenvolvimento do país, sendo essenciais para diversos setores da economia, como a agricultura e a pecuária por meio da irrigação. Além disso, as bacias hidrográficas são responsáveis pelo abastecimento de água nas cidades e pela geração de eletricidade através de usinas hidrelétricas. O objetivo deste projeto, que teve início em janeiro de 2021, é expandir o monitoramento das bacias hidrográficas para todo o território brasileiro. A primeira etapa do trabalho consistiu na análise da precipitação proveniente de diferentes bases de dados (CHIRPS, GPCP) em períodos pré-determinados, focando nas bacias hidrográficas brasileiras. Dessa forma, através da observação da climatologia e anomalia, foram identificados os padrões de variação em cada bacia hidrográfica, seguindo os intervalos estabelecidos. Durante a segunda etapa, em 2022/23, a análise foi estendida temporalmente, incorporando projeções de cenários futuros do IPCC. Para a análise dos dados, foram utilizadas várias ferramentas computacionais, como o GrADS, a máquina virtual Ubuntu e a linguagem de programação NCL, que foi empregada na seleção das bacias, análises estatísticas e produção de imagens e/ou conjuntos de dados mais precisos. Além disso, foram implementadas melhorias nos códigos utilizados, automatizando a execução e permitindo a seleção de períodos e bacias hidrográficas específicas. Agora, em 2023, tem sido utilizada a linguagem de computação R, devido à sua ampla variedade de bibliotecas que auxiliam na visualização das informações disponíveis. As análises avaliaram a simulação da precipitação para os modelos do CMIP6 e as projeções de mudanças para os cenários

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas - E-mail: [brenonakg@gmail.com](mailto:brenonakg@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [juliana.anochi@inpe.br](mailto:juliana.anochi@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE / Universidade Federal Fluminense (UFF) - E-mail: [marilia.shimizu@inpe.br](mailto:marilia.shimizu@inpe.br)

SSP370 e SSP585. Os resultados dos modelos se assemelham consideravelmente ao observado em regiões da Bacia Amazônica e da Bacia do Tocantins-Araguaia, detalhando altos níveis de precipitação. Entretanto, outros modelos possuem discrepâncias, com valores altos de precipitação em regiões como a Bacia do Atlântico Nordeste Oriental, em contraste com os menores valores mostrados pelas observações. Com os resultados deste estudo foi possível identificar as projeções das alterações futuras até 2100 no padrão de precipitação em cada bacia hidrográfica, com a maioria dos modelos indicando um aumento de precipitação em bacias como a do Parnaíba. Com o auxílio dessas ferramentas, foi possível tratar os dados e visualizá-los em imagens e informações breves e úteis, contribuindo para o monitoramento das bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas, Monitoramento, Climatologia, Mudanças climáticas, Cenários futuros. Hydrological basins, Monitoring, Climatology, Climate change, Future scenarios.

## CLIMATOLOGIA SINÓTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Bruna Letícia Andrade<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Gustavo Carlos Juan Escobar<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Maria de Souza Custódio<sup>3</sup> (UNESP, Coorientadora)

### RESUMO

Eventos extremos são fenômenos que apresentam um desvio significativo dos valores médios observados para uma certa região. Quanto aos eventos extremos de chuva (EEC), referem-se a precipitações intensas que podem estar acompanhadas de agravantes como ventos fortes e granizo. A região sul do Brasil é bastante propícia para a ocorrência desses eventos, com destaque para o Rio Grande do Sul, onde não raramente são noticiados desastres em áreas rurais e urbanas associados a tempestades. O estado do RS está localizado na região subtropical e está sujeito a influência tanto das massas de ar polar, quanto das advindas da região tropical. Sistemas meteorológicos de escala sinótica e sub-sinóticas, como as frentes frias, ciclones e cavados baroclínicos, são causadores notáveis de EEC. Desta forma, torna-se necessário uma boa compreensão e um reconhecimento ágil dos fatores que favorecem os EEC e, portanto, a caracterização do perfil atmosférico relacionado a esses episódios. Este trabalho elabora uma climatologia sinótica dos eventos extremos de chuva utilizando os dados de precipitação diária de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no intervalo de tempo de 1979-2021. Os casos foram selecionados a partir do método dos percentis, tendo como referência o percentil 99%, que apresenta valores limiares entre 51,70 mm de precipitação diária (em Porto Alegre) e 71,67 mm (em São Luiz Gonzaga). Posteriormente, é feita a composição dos casos utilizando dados diários de reanálise do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis 5 (ERA5) para variáveis em baixos, médios e altos níveis. Foi observado no padrão de pressão a nível médio do mar, obtido a partir do composto de EEC na cidade de Porto Alegre, a presença de um cavado acentuado sobre o litoral sul do Brasil que passa sobre a cidade. Ainda pelo campo de pressão nota-se que o gradiente de pressão é uniforme no sul do Brasil, implicando em ventos menos intensos sobre o estado. Analisando a composição de casos do campo de umidade relativa em 850 hPa vemos valores superiores a 50% em

---

<sup>1</sup> E-mail: [bruna.leticia-andrade@unesp.br](mailto:bruna.leticia-andrade@unesp.br)

<sup>2</sup> E-mail: [gustavo.escobar@inpe.br](mailto:gustavo.escobar@inpe.br)

<sup>3</sup> E-mail: [m.custodio@unesp.br](mailto:m.custodio@unesp.br)

todo território do Rio Grande do Sul. A análise apresentada tem como objetivo identificar quais sistemas meteorológicos possui maior significância estatística na ocorrência de EEC no Rio Grande do Sul através do estudo de sua climatologia em escala sinótica, permitindo melhorar sua previsibilidade.

Palavras-chave: Rio Grande do Sul. Chuva intensa. Climatologia sinótica.

# VALIDAÇÃO DO POTENCIAL USO DE DADOS DE REANÁLISES ATMOSFÉRICAS E DADOS DO MODELO ATMOSFÉRICO BRASILEIRO PARA ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR CONSIDERANDO O EFEITO DOS AEROSSÓIS ATMOSFÉRICOS

Bruno Ribeiro Herdies<sup>1</sup> (FZEA/USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Éder Paulo Vendasco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

## RESUMO

Este estudo concentra-se na geração de energia solar como uma fonte alternativa de energia renovável no Brasil, impulsionado pela crescente demanda nesse setor. Nos últimos anos, a tecnologia de energia fotovoltaica tem experimentado avanços significativos, resultando em maior eficiência e redução de custos. No entanto, no Brasil, a disponibilidade de dados observados sobre a irradiação solar, essenciais para validar o potencial de geração dessa forma de energia, é extremamente limitada. Dado que em algumas regiões do país os únicos dados disponíveis são extrapolados de estações meteorológicas de outras localidades, este estudo adota a abordagem de utilizar dados de modelos meteorológicos para preencher essas lacunas. O estudo concentrou-se na utilização da segunda geração da reanálise MERRA-2, que tem como diferencial positivo a assimilação de dados de aerossol, fornecidos pelo GMAO/NASA, para estimar a irradiação solar em regiões tropicais e subtropicais do Brasil. Além disso, a pesquisa empregou a simulação do BAM (*Brazilian Global Atmospheric Model*), considerando diferentes cenários, como a inclusão de aerossóis climatológicos, fixos e ausência total de aerossóis. Essa abordagem possibilitou uma avaliação do impacto desses cenários na estimativa da irradiação solar, validada por meio de dados observacionais coletados em estações de superfície pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). As variáveis utilizadas da reanálise MERRA-2 e analisadas neste trabalho são: *Surface Net Downward Shortwave Flux* (SWGNT), *Surface Net Downward Shortwave Flux* assumindo nenhum aerossol (SWGNTCLN), *Surface Net Downward Shortwave Flux* assumindo (*Clear Sky*) céu claro (SWGNTCLR) e o *Surface Net Downward Shortwave Flux* assumindo céu claro e sem aerossol (SWGNTCLRCLN). Inicialmente, os dados de oito estações meteorológicas foram comparados com as estimativas de dados de reanálise, onde a cobertura de nuvens e a inclusão de aerossóis foram levadas em consideração. O estudo revelou uma alta correlação entre as observações e os modelos MERRA-2 e BAM, constatando a relevância do efeito das nuvens na estimativa da irradiação solar. O MERRA-2 obteve

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia de Biosistemas - E-mail: [brunoherdies@usp.br](mailto:brunoherdies@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [eder.vendasco@inpe.br](mailto:eder.vendasco@inpe.br)

os melhores resultados ao considerar o efeito de aerossol em situações de alta concentração como, por exemplo, em setembro em Campo Grande. O BAM, por sua vez, reproduz bem o efeito do aerossol, apesar de apresentar um viés negativo na radiação. Levando em conta a complexidade da reanálise e o procedimento adotado no BAM, o modelo do INPE demonstrou resultados satisfatórios. Na próxima etapa do estudo serão consideradas todas as regiões do Brasil, ampliando o estudo e buscando entender melhor o efeito das nuvens e dos aerossóis na irradiação solar dos modelos estudados.

Palavras-chave: Reanálises. Irradiação Solar. Modelo Global Atmosférico Brasileiro. Reanalyses. Solar Irradiation. Brazilian Atmospheric Model.

## **PESQUISAS SOBRE AS TEMPESTADES PRODUTORAS DE FADAS DETECTADAS COM A REDE COLABORATIVA LEONA**

Caio Lucas Teixeira Ferraz de Oliveira<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Eliah Fernanda de Maria São Sabbas Tavares<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Maria de Souza Custódio<sup>3</sup> (UNESP, Coorientadora)

### **RESUMO**

Os fenômenos que evidenciam o acoplamento eletrodinâmico entre as camadas da atmosfera são denominados EFeitos Sinalizadores do Acoplamento Eletrodinâmico Atmosférico e Espacial (FADAS). As FADAS compreendem-se pelos Eventos Luminosos Transientes (ELTs) e pelas Emissões de Alta Energia de Tempestades (ALETs). Os ELTs mais conhecidos são os Sprites. Os campos elétricos dos relâmpagos e das nuvens de tempestades são a principal fonte desses fenômenos. O objetivo principal deste trabalho foi entender a geração dos ELTs estudando o ciclo de vida de três Sistemas Convectivos (SCs) que produziram os eventos observados com a Rede LEONA nas noites 13-14/12/2018, 28-29/10/2019 e 01-02/11/2019. Para isso foram analisados: (1) mapas da temperatura de brilho observada no infravermelho (IR) pelo satélite GOES-16; (2) dados de relâmpagos detectados pela rede BrasilDAT, e; (3) mapas sinóticos da reanálise ERA5. Os resultados encontrados estão de acordo com o anteriormente relatado na literatura científica: os ELTs foram observados sobre a região estratiforme dos três sistemas, sendo os dois primeiros Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCMs) e o segundo um SC de menor porte. Foram observados mais ELTs acima dos SCMs, cujas máximas extensões foram de 501.029 km<sup>2</sup> e 316.515 km<sup>2</sup>, respectivamente, do que sobre o SC menor, que atingiu apenas 74.557 km<sup>2</sup>. Foram observados, respectivamente, 438, 461 e 33 ELTs sobre esses sistemas. Os ELTs ocorreram durante o máximo da região convectiva dos três SCs. Nas três tempestades, a taxa total de Nuvem-Solo negativos (NS-), 268 NS-/min, 69 NS-/min e 26 NS-/min, foi maior que a taxa total de Nuvem-Solo positivos (NS+) na etapa de produção de ELTs, 100 NS+/min, 20 NS+/min e 6 NS+/min, respectivamente, dando suporte a hipótese de que a atividade elétrica representada pela taxa de NS- total influencia a produção de ELTs de forma mais significativa do que normalmente considerado. O ambiente sinótico no qual os sistemas dos dias 13-14/12/2018 e 28-29/10/2019 se desenvolveram foi caracterizado pelo acoplamento do Jato Subtropical de Altos Níveis

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Meteorologia - **E-mail: caio.l.t.f.oliveria@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - **E-mail: eliahfersaosabbas@gmail.com**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - **E-mail: m.custodio@unesp.br**

(JSAN) com o Jato de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS), e pela presença da Baixa do Noroeste da Argentina (BNOA). Na noite em que ocorreu o sistema menor, 01-02/11/2019, estava presente apenas a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Nas três tempestades, o escoamento responsável pelo transporte de umidade foi máximo durante a máxima extensão da região convectiva dos sistemas.

Palavras-chave: Eventos Luminosos Transientes. Relâmpagos. Tempestades. Mesoescala. Eletricidade Atmosférica. Transient Luminous Events. Lightning. Thunderstorms. Mesoscale Atmospheric Electricity.

## VALIDAÇÃO DE PERFIS VERTICAIS DE VENTO ESTIMADO PELO SATÉLITE AEOLUS SOBRE ATLÂNTICO TROPICAL OCIDENTAL

Carlos Eduardo Alves Peixoto<sup>1</sup> (UFC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Milton Kampel<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Antonio Geraldo Ferreira<sup>3</sup> (UFC, Coorientador)

### RESUMO

Diferentes sensores orbitais são capazes de fornecer estimativas de vento na superfície do mar, como por exemplo, os escaterômetros. Mas, o satélite Aeolus, desenvolvido pela European Space Agency (ESA), possui a missão de estimar o campo tridimensional do vento. O Aeolus é o primeiro sensor orbital a fornecer estimativas diretas do vento em diferentes níveis atmosféricos, utilizando técnicas relativamente inovadoras, como o uso de Light Detection and Ranging (LIDAR). Os dados de perfis de vento obtidos pelo satélite também podem ser utilizados como informação adicional pelos serviços meteorológicos para avaliar a estabilidade/instabilidade atmosférica e realizar estudos, por exemplo, sobre a camada limite planetária em locais ou regiões onde não se realizam radiossondagens. Este trabalho, portanto, pretende analisar a acurácia estatística das estimativas de perfis de vento sobre o Oceano Atlântico Tropical Ocidental obtidas pelo satélite Aeolus, em relação a medidas *in situ* obtidas por boias meteo-oceanográficas e por radiossondagens. As estimativas Aeolus também serão comparadas a simulações do modelo de previsão numérica Weather Research and Forecasting (WRF) na mesma área de estudo. Para tais comparações, foram obtidos os dados AEOLUS do nível L2B (Scientific Wind Products), e para a validação desses dados utilizamos duas fontes principais: radiossondagens do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e das bóias do Projeto Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA). Nesta fase do projeto, criamos um banco de dados meteo-oceanográficos, de radiossondagens, de dados AEOLUS e desenvolvemos uma rotina em Python para ler e acessar as variáveis estimadas pelo sensor Atmospheric Laser Doppler Instrument (ALADIN), que permitem estimar o campo de vento em diversos níveis na atmosfera. Na etapa final do projeto foi feita a rotina em Python, para comparação e validação dos dados AEOLUS/ALADIN com os dados das bóias PIRATA, das radiossondagens. As comparações têm por finalidade verificar a acurácia dos dados do satélite e sua possível utilização para a melhoria na precisão da previsão numérica do tempo e do clima, avançar nossa compreensão da dinâmica atmosférica e processos relevantes para a variabilidade climática.

Palavras chaves: Satélite Aeolus. Vento. Aeolus Satellite. Wind.

---

<sup>1</sup> E-mail: carlospeixoto22@alu.ufc.br

<sup>2</sup> E-mail: milton.kampel@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: antonio.ferreira@ufc.br

## ESTUDO DE TÉCNICAS DE REAMOSTRAGEM E REGISTRO DE IMAGENS DIGITAIS

Carlos Eduardo Falandes<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBITI/CNPq)  
Fabrício Galende Marques de Carvalho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

No sensoriamento remoto, o estudo das técnicas de reamostragem e registro de imagens são essenciais para a observação da Terra. A reamostragem espacial permite redimensionar a imagem possibilitando a comparação com outras que foram capturadas de modo distinto (e.g.: altitudes diferentes, câmeras com resoluções distintas, etc.). Por sua vez, o registro visa alinhar imagens diferentes que compartilham regiões em comum. Essas técnicas são essenciais para a realização automatizada de procedimentos tais como a detecção de mudanças e o reconhecimento de padrões, possibilitando assim a execução de análises qualitativas e quantitativas relacionadas à região capturada pelas imagens, análises essas que são fundamentais a usuários finais tais como órgãos de fiscalização, produtores agrícolas, etc. Cabe ressaltar que diferentes técnicas de registro e reamostragem podem produzir resultados bem distintos uns dos outros, os quais podem comprometer demais as etapas subsequentes de processamento ou de reconhecimento. Neste trabalho, são implementadas e testadas técnicas de interpolação por vizinho mais próximo e interpolação bilinear. O método do vizinho mais próximo envolve a atribuição da intensidade do pixel da imagem original mais próximo à grade de reamostragem, enquanto a interpolação bilinear calcula a média ponderada dos quatro pixels adjacentes mais próximos à grade de reamostragem na imagem original. Adicionalmente, está sendo iniciada a exploração da correspondência de padrão entre imagens utilizando a técnica de correlação cruzada normalizada para a execução do registro. Considerando os resultados obtidos, pode-se afirmar que a interpolação pelo vizinho mais próximo resulta em uma perda no que tange aos detalhes finos e contornos, que passam a ter aspecto serrilhado, contudo os limites da figura são bem definidos e seu custo computacional é baixo. Já a interpolação bilinear gera suavização de contornos e perda de contraste nas bordas, porém as intensidades e transições de cores são mais fidedignas às da imagem original, contudo seu custo computacional é elevado em relação ao outro método. Ambos os métodos citados possuem vantagens e desvantagens, contudo o método bilinear apresenta melhores resultados visuais,

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Desenvolvimento de Software Multiplataforma - **E-mail:**  
**carlos.falandes@fatec.sp.gov.br**

<sup>2</sup> Tecnologista do INPE - **E-mail:** **fabricio.galende@inpe.br**

pois utiliza mais dados para calcular as intensidades dos pixels extrapolados. Até o final desse projeto, almeja-se explorar outros aspectos referentes tanto à reamostragem quanto ao registro, incluindo-se o estudo de outras técnicas e a execução de uma análise quantitativa dos métodos avaliados.

Palavras-chave: Processamento de imagens. Reamostragem. Registro de imagens. Sensoriamento remoto. Observação da terra.

## EXTENSÃO EDUCACIONAL CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Carolina Freire Vieira<sup>1</sup> (UNISAL, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Rosemary Aparecida Odorizi Lima<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

Este documento aborda um dos projetos que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) proporciona a sociedade, denominado “Projeto de Extensão Educacional Ambiental, Científica e Tecnológica”, qual visa difundir os conhecimentos abordados no instituto para o público em geral, com especial atenção aos estudantes e educadores. Diante disso, buscou-se evidenciar a relevância desse projeto e destacar suas conquistas até o momento. Com o intuito de alcançar esse objetivo, o estudo baseou-se em uma abordagem qualitativa, conduzindo uma pesquisa documental que retrata os marcos e momentos-chave do projeto. Adicionalmente, durante as fases do projeto nas escolas deste semestre (2023.1), foi proposta a aplicação de um questionário online com quatro perguntas abertas direcionadas aos professores para saber como acham que esta iniciativa impacta o meio educacional. Através disso, foi levantado sobre o projeto ser um estímulo para despertar o interesse pela cientificidade e um meio de expansão do conhecimento. Além do mais, verificou-se na pesquisa documental que desde 2017 ao primeiro semestre de 2023, mais de 2.000 alunos e professores já tinham sido atendidos pelo projeto, além do mesmo ter um embasamento nas políticas educacionais do país. Portanto, é possível considerar que o projeto possui relevância social, pois permite uma colaboração da instituição de pesquisa com as escolas, comunidade social e professores, que também são disseminadores de conteúdo.

Palavras-chave: Educação. Professores. Alunos.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Psicologia - E-mail: [carolinafvieira858@gmail.com](mailto:carolinafvieira858@gmail.com)

<sup>2</sup> Técnica do INPE - E-mail: [rosemary.odorizi@inpe.br](mailto:rosemary.odorizi@inpe.br)

## **IMPACTO DO GELO MARINHO ANTÁRTICO, DO ENOS E DO SAM SOBRE OS SISTEMAS FRONTAIS NA AMÉRICA DO SUL**

Catharine Freire de Caldas<sup>1</sup> (UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Fernanda Cerqueira Vasconcellos<sup>3</sup> (IGEO/UFRJ, Coorientadora)

### **RESUMO**

Os sistemas frontais impactam o tempo em diversas regiões da América do Sul (AS) e as variações em suas frequências podem estar relacionadas às atuações dos fenômenos de Teleconexões, tais como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e Modo Anular do Sul (Southern Hemisphere Annular Mode - SAM). As mudanças na extensão de gelo marinho antártico também afetam o tempo e o clima desse continente e de todo o globo. Em resultados prévios, foi observada a atuação conjunta desses padrões e a extensão do gelo marinho antártico no setor do mar de Weddell (MWD) nas variações da ocorrência de frentes frias na AS e no Oceano Atlântico adjacente durante o mês de setembro (mês de máxima extensão climatológica do gelo marinho Antártico). A partir destes resultados, foi notado maiores frequências de frentes frias no continente, em geral, na fase negativa do SAM, durante El Niño e com anomalia positiva da extensão de gelo. Enquanto no Oceano Atlântico e adjacente, foram observadas maiores frequências na fase positiva do SAM, durante La Niña e com anomalias positivas e negativas da extensão de gelo. Deste modo, foram investigados os possíveis mecanismos físicos que pudessem explicar os resultados encontrados para a máxima frequência de frentes frias em cada região. Para a categoria envolvendo a máxima frequência no continente, foi observada uma anomalia ciclônica, indicando uma maior atuação de sistemas transientes na região. Enquanto, para a categoria de máxima frequência no oceano, observou-se uma intensificação do Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS), favorecendo a atuação mais ao sul desses sistemas no oceano. Além disso, trens de ondas e um dipolo positivo de Temperatura da Superfície do Mar no Atlântico Sul também contribuíram para essas anomalias. Assim, o presente trabalho pretende continuar as investigações dos mecanismos físicos envolvidos que possam explicar os resultados encontrados anteriormente. Para isso, foram utilizados dados a cada 6 horas das saídas da Reanálise ERA-INTERIM do European Centre For Medium-range

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Graduação em Meteorologia - **E-mail: catharinefreirec@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - **E-mail: iracema.cavalcanti@gmail.com**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - **E-mail: fernandavasconcellos@igeo.ufrj.br**

Weather Forecasts (ECMWF) cobertura total de nuvens, fluxo líquido de radiação solar na superfície, fluxo de calor sensível na superfície e fluxo de calor latente na superfície, para o mês de setembro no período de 1981 - 2010. Nos resultados para o Balanço de Energia, observou-se a presença de nebulosidade na região de maiores frequências de frentes frias, tanto no continente da AS quanto no Oceano Atlântico adjacente. Os fluxos de onda curta se mostraram coerentes com a cobertura total de nuvens. Para as anomalias de fluxo de calor latente e sensível foram observados comportamentos opostos entre si nas categorias de máxima frequência de frente fria no continente. Enquanto no oceano, foram notadas características similares entre si.

Palavras-chave: Frentes Frias. Gelo Marinho Antártico. Teleconexões. América do Sul.

## ESTUDO EXPERIMENTAL DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM GEOMETRIAS TÍPICAS DE PEQUENOS SATÉLITES EM AMBIENTE DE BANCADA DE LABORATÓRIO

Cauê Marques Pires Dias<sup>1</sup> (ETEP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Dênio Lemos Panissi<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Rafael Lopes Costa<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O estudo da transferência de calor entre os componentes de pequenos satélites é importante para garantir o funcionamento adequado dos equipamentos internos que vão operar nos ambientes regidos pelas condições criadas no espaço. Essa área de estudo propicia o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que permitem a dissipação de calor dos equipamentos, evitando danos relacionados à temperatura que possam comprometer a missão do satélite. Além disso, entender como ocorre a transferência de calor entre os componentes do satélite é fundamental para garantir a estabilidade térmica do equipamento e para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e duradouras para o controle térmico. Nesse contexto, os estudos experimentais em laboratório são fundamentais para compreender a transferência de calor em geometrias típicas de pequenos satélites, permitindo a simulação de condições extremas e a avaliação da eficácia de diferentes estratégias de controle térmico. O objetivo desse projeto é obter dados experimentais de coeficientes de transferência de calor relacionados a geometrias básicas, materiais e dissipações térmicas característicos de pequenos satélites. Estes resultados quando trabalhados a fim de serem aperfeiçoados fornecerão dados para realizar ajustes de modelos matemáticos. Nesse trabalho foi desenvolvido um setup térmico dedicado, para ser utilizado em bancada de laboratório, com finalidade de realizar os levantamentos dos coeficientes de transferência em geometrias básicas típicas de pequenos satélites, com ênfase na classe dos CubeSats, para que se pudesse aplicar cargas térmicas, medir temperaturas e comparar os resultados obtidos com a literatura disponível. Com os resultados parciais obtidos foi desenvolvida uma calculadora de troca de calor entre uma placa aquecida e os componentes ao seu redor, nessa calculadora são consideradas todas variáveis e constantes envolvidas nos processos de troca de calor para que seja possível realizar estimativas iniciais e aperfeiçoar os testes relacionados

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado de Engenharia de Produção - **E-mail: caue.marquesd@hotmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE, Doutor em Engenharia Mecânica - **E-mail: denio.panissi@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE, Doutor em Engenharia e Tecnologias Espaciais - **E-mail: rafael.costa@inpe.br**

à transferência de calor, que são de fundamental importância para um bom funcionamento dos equipamentos internos de pequenos satélites durante sua missão.

Palavras-chave: Transferência de calor. Pequenos satélites. Controle térmico.

## DESENVOLVIMENTO EM PYTHON DE ROTINAS PARA AUXÍLIO NO PROCESSAMENTO DE DADOS MAGNETOTELÚRICOS

Cecile Lopes Damázio Rodrigues<sup>1</sup> (CEFET-MG, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Andréa Cristina Lima dos Santos-Matos<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Antonio Lopes Padilha<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Este projeto teve como objetivo desenvolver uma interface de programação de aplicações (API - Application Programming Interface), para auxiliar no processamento Rho+ do método Magnetotelúrico (MT), em linguagem Python. O processamento Rho+ é usado para validar as curvas de resistividade e fase magnetotelúricas que serão usadas para determinar a distribuição de condutividade elétrica do interior da Terra e diminuir a relação sinal-ruído nos dados obtidos pelo método MT. O projeto pretende facilitar esta etapa, que consiste em procedimentos manuais e escrita das linhas de comando, por meio do desenvolvimento de um software em linguagem Python que formam um software interativo e simples para a utilização do Rho+. A interface gráfica foi feita usando a biblioteca Tkinter do Python, junto com diversos outros módulos e bibliotecas para o funcionamento adequado dos scripts. O programa desenvolvido permitirá ao usuário fazer uso da interface para seleção dos dados coerentes reais e aqueles que desejam ser modelados por meio do pacote Rho+.

Palavras-chave: Magnetotelúrico, Rho+, Python.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária - E-mail: [ldrcecile@gmail.com](mailto:ldrcecile@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [alimageo@gmail.com](mailto:alimageo@gmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [padilha17@gmail.com](mailto:padilha17@gmail.com)

## UMA PROPOSTA DE PORTAIS DE DADOS ABERTOS AMBIENTAIS

Chrystian Mendes Franklin<sup>1</sup> (FATEC Cruzeiro, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Eugenio Sper de Almeida<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA) é responsável por coletar, processar, armazenar e disponibilizar os dados obtidos de forma remota por Plataformas de Coletas de Dados (PCDs) e bóias do projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA). A pesquisa do bolsista PIBIC/CNPq anterior, Jean Cavalcante Ribeiro (processo 160729/2021-1), teve como objetivo acelerar o acesso dos dados georreferenciados de bóias oceânicas e disponibilizar visualizações gráficas baseadas em informações estatísticas em uma plataforma monoliticamente acoplada. Durante o desenvolvimento deste projeto, foi constatado instabilidades e quedas do serviço do SINDA, causando um bloqueio temporário que apontou a necessidade de implementar um método de tratamento de dados locais após a aquisição dos mesmos pela fonte online que independesse de uma conexão à internet. Juntamente com isso, devido aos diferentes tipos de dados geográficos contidos nas PCDs e boias, foram utilizadas implementações que abordavam os dados de forma individual para cada, causando uma disparidade no tratamento dos dados, que durante a continuação do desenvolvimento poderia causar problemas para a análise e o processamento dos dados. Visando solucionar os problemas de disponibilização e integridade de dados, com maior uniformidade e um desacoplamento das etapas de processamento, foi utilizado o framework web FastAPI (v0.95.2), em conjunto com as bibliotecas numpy (v1.25.0), pandas (v2.0.2) e sqlalchemy (v2.0.15) para o processamento de dados com alta performance para a montagem de uma API de distribuição de dados, permitindo que os mesmos sejam acessados de forma similar para ambas as PCDs e as boias. Obteve-se como resultados uma melhor performance e maior versatilidade de operações com diferentes filtros de dados, que serão trabalhos na próxima etapa para incluir uma organização em camadas e implementar mecanismos de análise de dados para produzir uma melhor apresentação dos dados ambientais com bibliotecas de plotagens de gráficos informativos.

Palavras-chave: SINDA, dados georreferenciados, análise de dados, api, framework web.

---

<sup>1</sup> E-mail: [kenielfcsgo@gmail.com](mailto:kenielfcsgo@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [eugenio.almeida@inpe.br](mailto:eugenio.almeida@inpe.br)

## DESENVOLVIMENTO DE UM CATALISADOR NACIONAL (33%Ir/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) PARA A DECOMPOSIÇÃO DA HIDRAZINA EM PROPULSORES DE SATÉLITES

Cindy Aimi Yamamoto Salazar<sup>1</sup> (EEL-USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Ely Vieira Cortez<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Dancaerte de Souza Viana<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O objetivo deste presente projeto é o desenvolvimento de um catalisador nacional (33%Ir/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) para ser empregado na decomposição da hidrazina em propulsores de satélites de baixo empuxo, cujo fim é o controle de órbita e altitude dos mesmos. O uso de hidrazina como monopropelente para sistemas de propulsão de satélite é amplamente utilizado por mais de meio século. Cabe destacar que apesar de existir um direcionamento na substituição da hidrazina por propelentes verdes, considerando os seus riscos inerentes, este é ainda o monopropelente mais empregado devido ao fato de se decompor cataliticamente em baixas temperaturas (~150 °C) e, por ser altamente energético, elimina gases altamente pressurizados, sendo, portanto, o monopropelente ideal para o controle de satélites. Também é relevante citar o fato de que o Brasil ainda não possui um catalisador nacional para a decomposição do monopropelente hidrazina, dificultando na autonomia nacional em relação a catalisadores importados utilizados em satélites do instituto. O projeto é dividido em duas etapas principais sendo elas a síntese do suporte (posteriormente a caracterização e a impregnação do metal no suporte) e a qualificação do catalisador em um propulsor 1N. Os precursores da alumina, Al(OH)<sub>3</sub> (gibbsita) e AlOOH (bohemita), foram obtidos no LCP/INPE e no Laboratório de Catálise Heterogênea da Univap, respectivamente. Para a síntese da boehmita, será realizada uma reação de precipitação utilizando como reagentes o sulfato de alumínio, hidróxido de sódio e aluminato de sódio. Após a síntese, será realizado o Ensaio da Área Superficial (BET) e avaliar as condições do suporte. Esta etapa é essencial, dado que o catalisador deve ser eficiente na decomposição da hidrazina; ter capacidade de iniciar a decomposição em baixa temperatura; ter resistência mecânica compatível adequada e ser estável, de modo a se ter longa durabilidade. Desse modo, espera-se resultados positivos em relação ao suporte do catalisador para seguir com as próximas etapas do projeto.

Palavras-chave: alumina, catalisador, hidrazina.

---

<sup>1</sup> E-mail: cindysalazar@usp.br

<sup>2</sup> E-mail: ely.cortez@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: dancaerte.viana@inpe.br

# QUANTIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DA DEGRADAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DE DADOS LIDAR AEROTRANSPORTADOS E DE CAMPO

Daniel Alves Braga<sup>1</sup> (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Ricardo Dalagnol<sup>3</sup> (UCLA, Coorientador)  
Celso Bandeira de Melo Ribeiro<sup>4</sup> (UFJF, Coorientador)

## RESUMO

Os obstáculos encontrados durante a compreensão dos impactos da degradação florestal trazem grandes incertezas para a quantificação da intensidade deste fenômeno. As florestas da Amazônia sofrem com a desenfreada exploração da terra por meio do desmatamento e degradação de seus recursos. Buscando alternativas para este quadro, o uso da tecnologia LiDAR em pesquisas de temática florestal representa a forma mais precisa para análise e modelagem da estrutura florestal e estimativa do balanço de carbono na atualidade. O objetivo deste projeto foi avaliar o uso de dados LiDAR aerotransportados para estimar a perda de carbono após a ocorrência de corte seletivo em uma área de manejo florestal (intensidade de degradação). A pesquisa em questão tem foco em áreas concessão florestal da Floresta Nacional do Jamari - RO, as quais dados LiDAR foram adquiridos em iniciativas anteriores pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Paisagens Sustentáveis (EMBRAPA/Serviço Florestal Americano), e projeto EBA/INPE. O estudo está integrado com o projeto PIBIC do ano anterior, voltado para o mapeamento da degradação florestal na Amazônia Brasileira por meio do modelo de *deep learning* DL-DEGRAD. Visando a integração entre os projetos, foram avaliados dados de extração de madeira (geolocalização de árvores abatidas e volume de madeira) e dados LiDAR aerotransportados antes e depois do corte seletivo. Foram calculadas métricas estatísticas de volume/hectare e densidade/hectare de corte de árvores em cada Unidade de Produção Anual (UPA), de acordo com a disponibilidade de dados do SFB. A partir dos dados LiDAR foram calculadas estimativas do modelo de altura de dossel, e então aplicada a equação da literatura que estima a densidade de carbono acima do solo. Possuindo duas datas (antes e depois do corte), calculou-se a mudança do carbono com o corte das árvores, em toneladas de carbono por hectare. Os resultados foram organizados em tabelas contendo as métricas extraídas para todas as UPAs, sendo posteriormente comparadas com os valores

---

<sup>1</sup> Aluno de Geografia, UFSC, SC – Brasil – E-mail: [braga.daniel@grad.ufsc.br](mailto:braga.daniel@grad.ufsc.br)

<sup>2</sup> Pesquisador, INPE, SP – Brasil – E-mail: [luiz.aragao@inpe.br](mailto:luiz.aragao@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador, UCLA, LA – Estados Unidos – E-mail: [ricds@hotmail.com](mailto:ricds@hotmail.com)

<sup>4</sup> Pesquisador, UFJF, MG – Brasil – E-mail: [celso.bandeira@ufjf.br](mailto:celso.bandeira@ufjf.br)

presentes nos Planos de Manejo. O desenvolvimento dessa pesquisa atendeu a necessidade de se desenvolver metodologias para monitoramento das concessões florestais do Brasil.

Palavras-chave: Degradação Florestal. Amazônia Brasileira. LiDAR.

## AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA EM RESTAURAÇÃO DE IMAGENS SATELITAIS E AÉREAS

Daniel Fernandes Pereira<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori<sup>1</sup> (IFSP, Coorientadora)  
Haroldo Fraga de Campos Velho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Vinicius Schmidt Monego<sup>2</sup> (INPE)

### RESUMO

O processamento digital de imagens é uma área de estudo que utiliza técnicas computacionais para análise e tratamento de imagens obtidas por meio de diversos tipos de câmeras: sistema óptico de lentes, sensores CCD (*Charge Coupled Device*), CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Independentemente do dispositivo utilizado, as imagens obtidas sempre apresentam algum tipo de ruído. Neste projeto de iniciação científica, é proposto a implementação e avaliação de um filtro neural multiescala de aprendizado profundo para a restauração de imagens, um tema fundamental para várias áreas, incluindo pesquisa em astronomia e astrofísica. Ao contrário das abordagens que utilizam técnicas de aprendizado de máquina para restauração de imagens, o treinamento do algoritmo de multiescala é realizado a partir de uma única imagem (CASTRO et al., 2008). A plataforma Keras (KERAS, 2008) será utilizada para o desenvolvimento da rede neural profunda neste projeto. Uma avaliação inicial é realizada com a imagem "Lenna", que é uma referência típica em avaliação de processamento de imagens. Em seguida, são realizados experimentos com imagens astronômicas. As métricas de avaliação de desempenho da restauração são as mesmas utilizadas por Castro et al. (2008).

#### Referências:

CASTRO, A. P. A. DRUMMOND, I. N.; J. D. S. SILVA, J. D. S. (2008). A multiscale neural network method for image restoration. *TEMA: Tendências em Matemática Aplicada e Computacional*, 8(1), 41-50.

KERAS. Disponível em: <https://keras.io/>. Acesso em: 03 ago. 2022.

---

<sup>1</sup> IFSP - Jacareí (daniel.f.pereira87@gmail.com) (anapaula.acs@ifsp.edu.br)

<sup>2</sup> INPE (haroldo.camposvelho@inpe.br) (vinicius.monego@inpe.br)

## **GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NOS BIOMAS NO NORDESTE BRASILEIRO**

Débora Joyce do Nascimento Rocha<sup>1</sup> (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

Melquisedec Medeiros Moreira<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Helenice Vital<sup>3</sup> (UFRN, Coorientadora)

### **RESUMO**

O projeto intitulado como “Geotecnologias aplicadas à Gestão de Riscos Ambientais nos Biomas do Nordeste Brasileiro” tem como objetivo identificar e caracterizar áreas propícias a riscos ambientais no bioma Mata Atlântica no litoral sul do estado do Rio Grande do Norte, visando a gestão de medidas mitigadoras para o problema. No estado do Rio Grande do Norte, existem várias ameaças ambientais que colocam em risco a Mata Atlântica remanescente, seja devido a fatores naturais ou atividades humanas. Alguns dos principais perigos ambientais que afetam esse bioma no estado incluem desmatamento e fragmentação, incêndios florestais, pressão urbana e ocupação desordenada, atividades agrícolas e agropecuárias, e mudanças climáticas. O uso de geotecnologias desempenha um papel fundamental nessa questão, pois permite o mapeamento e monitoramento dessas áreas de risco por meio de sistemas de informações geográficas (SIG). Esses sistemas permitem a integração de diferentes camadas de informações, como dados topográficos, geológicos, hidrológicos e climáticos, para identificar áreas propensas a deslizamentos, inundações ou outros eventos adversos associados. Os mapas de risco fornecem informações cruciais para a gestão territorial e o planejamento urbano, possibilitando a adoção de medidas preventivas. Com base nisso, a metodologia adotada foi dividida em quatro etapas: 1) Compilação bibliográfica e interpretação de imagens de satélite, utilizando o CBERS 4A e o LANDSAT 7; 2) Realização de atividades de campo; 3) Integração dos dados obtidos nas etapas anteriores; 4) Elaboração de mapas de risco. Os resultados obtidos, permitiu identificar e classificar as principais áreas ameaçadas no estado. Portanto o uso de geotecnologias aplicadas aos riscos ambientais envolvendo o bioma Mata Atlântica é de extrema importância para a sua preservação e gestão adequada, pois os mapas de risco resultantes fornecem informações essenciais para a tomada de decisões em relação ao planejamento urbano e medidas preventivas. Dessa forma, desempenham um papel fundamental na proteção e conservação da Mata Atlântica, contribuindo para a promoção da sustentabilidade e preservação desse importante bioma.

Palavras-chave: Bioma. Mata Atlântica. Risco. Ambiental.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Geologia - **E-mail: [debora.rocha.105@ufrn.edu.br](mailto:debora.rocha.105@ufrn.edu.br)**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: [melquisedec.moreira@inpe.br](mailto:melquisedec.moreira@inpe.br)**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte — **E-mail: [helenice.vital@ufrn.br](mailto:helenice.vital@ufrn.br)**

## PROPULSOR ELETROTÉRMICO DE PROPILENO

Eduardo Seiji Suguimoto Miyazato Ferrer<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Fernando de Souza Costa<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Este trabalho descreve o projeto de um protótipo de propulsor eletrotérmico do tipo resistojetato empregando propileno como propelente visando aplicações em correção de órbita e controle de atitude de satélites. O propileno é um propelente autopressurizado que apresenta baixa toxicidade e reduzido impacto ambiental. Um modelo teórico simplificado do escoamento foi implementado para determinação da vazão mássica e da potência necessária para alcançar diferentes temperaturas de aquecimento. Com base nesse modelo, o empuxo teórico e o impulso específico ótimo foram determinados, considerando-se diferentes razões de expansão da tubeira. O projeto do propulsor foi realizado com ajuda de um software livre de CAD, visando posterior impressão 3D em metal.

Palavras-chave: Propulsão, Resistojetato, Satélites, Impressão 3D. Propulsion, Resistojet, Sattelites, 3D Printing.

---

<sup>1</sup> Aluno dos cursos de Bacharelado em Ciências Moleculares e Eng. Mecatrônica - **E-mail: eduardo.seiji@usp.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: fernando.costa@inpe.br**

## DETECÇÃO DE PESSOAS COM USO DE REDES NEURAS CONVOLUCIONAIS PARA APLICAÇÃO DE CÁLCULO DE TRAJETÓRIA DE DRONES

Ellen Tuane Silva Pinto<sup>1</sup> (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Nandamudi Lankalapalli Vijaykumar<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Elcio Hideiti Shiguemori<sup>3</sup> (IEAV, Coorientador)

### RESUMO

Os drones, também conhecidos por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), têm sido utilizados em diversas aplicações. Entre elas, destacam-se vigilância, busca e resgate, monitoramento, entrega de mercadorias e entretenimento. No entanto, há uma grande preocupação em relação à segurança, visando a proteção à vida humana e de patrimônios, sendo evidenciada em documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA). Devido ao risco de quedas e outros acidentes, o regulamento atual consiste em manter uma distância mínima de 30 metros na horizontal de pessoas. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal investigar o uso de técnicas computacionais para a detecção automática de pessoas em imagens capturadas por drones, a fim de emitir alertas que evitem sobrevoá-las. Para isso, propõe-se a análise do emprego de técnicas de inteligência artificial, em particular, as redes neurais convolucionais "YOLO V4" e "YOLO V7" para detecção de objetos. Foram inicialmente treinadas e ativadas duas redes, nomeadamente "YOLO V4" e "YOLO V4 Tiny", com o propósito de detectar pessoas em imagens capturadas a partir de um ângulo de visão de 30 graus. A avaliação das redes treinadas revelou um F1 Score de 93% e 90% para cada uma, respectivamente. Em seguida, prosseguiu-se com a segunda etapa, na qual a rede "YOLO V7" e a versão "YOLO V7 Tiny" foram treinadas e ativadas para detectar pessoas utilizando o mesmo conjunto de dados, a fim de comparar os resultados obtidos. Nesse caso, as redes treinadas apresentaram um F1 Score de 97% e 95% respectivamente. Com base nos resultados deste estudo, concluiu-se que essas técnicas computacionais podem estabelecer uma base sólida para a detecção de pessoas e conseqüentemente a delimitação de áreas restritas, promovendo a segurança operacional dessas aeronaves e o cumprimento das regulamentações. Essa aplicação se mostra essencial para possibilitar o uso responsável e seguro de drones, permitindo explorar seu potencial em diversas áreas de aplicação, especialmente no campo do sensoriamento remoto.

---

<sup>1</sup> Graduanda de Engenharia da Computação, UNIVAP - E-mail: [ellentuanesp@gmail.com](mailto:ellentuanesp@gmail.com)

<sup>2</sup> Colaborador Voluntário de Pesquisa, COPDT/INPE - E-mail: [vijay.nl@inpe.br](mailto:vijay.nl@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do Instituto de Estudos Avançados, IEAv - E-mail: [elcio@ieav.cta.br](mailto:elcio@ieav.cta.br)

# **ESTRATÉGIAS PARA REESTRUTURAÇÃO, DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO NO GERENCIAMENTO DE BASE DE DADOS INTEGRADOS AO PORTAL WEB DA DIVISÃO DE IMPACTOS, ADAPTAÇÃO E VULNERABILIDADES (DIIAV) DA CIÊNCIAS DA TERRA**

Felipe Vieira<sup>1</sup> (UNIFIE, Bolsista PIBITI/CNPq)  
Viviane Regina Algarve<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

## **RESUMO**

A ciência desempenha um papel crucial na sociedade moderna, fornecendo uma compreensão aprofundada do mundo. No entanto, a ampla disseminação e transmissão desse conhecimento para pesquisadores, estudantes e o público em geral enfrentam desafios significativos. Neste contexto, o presente trabalho engloba a criação de uma estrutura de base de dados robusta e eficiente, que surge como uma solução fundamental para a divulgação e transmissão eficazes do conhecimento científico. Com a constante atualização de dados e contribuições científicas no Portal Web da Divisão de Impactos, Adaptações e Vulnerabilidades (DIIAV), bem como o aprimoramento do sistema de leitura, análise e organização de informações para maior dinamicidade e experiência do usuário final, portanto foi necessário dar continuidade a treinamentos nas linguagens de programação HTML, CSS, e outras (PHP e Java, por exemplo) para obter conhecimento necessário para execução das melhorias de experiência. Também passaram a ser desenvolvidos relatórios contínuos de dados com períodos mensais com objetivo de mapear o alcance das publicações - foram empregados softwares confiáveis para coleta dos dados – Google Analytics e Google Trends. Além disso, foram desenvolvidos trabalhos de design para divulgação de conteúdos da DIIAV e dos cadernos do projeto NEXUS em parceria com o Núcleo de Comunicação, através do software de criação Figma. Os trabalhos de design se concentraram na interdisciplinaridade e comunicação entre os Núcleos de Comunicação e os trabalhos da Divisão, para potencializar e maximizar o alcance do desenvolvimento do projeto, bem como do que é desenvolvido pela comunidade científica englobada pela divisão. Em sequência, serão desenvolvidas novas formas de verificação de dados dos sites do Portal Web e sugestões de melhoria e criação de novos designs com conceitos de UX/UI.

Palavras-chave: Estrutura de Dados. Design. Divulgação.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em engenharia mecânica - E-mail: fevieira2002@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: viviane.algarve@inpe.br

## **MAPEAMENTO DAS ÁREAS VERDES, UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS: UMA PARCERIA COM O ECOMUSEU DE SJC-SP**

Filipe Augusto Silva dos Santos<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Jussara de Oliveira Ortiz<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
René Antônio Novaes Júnior<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### **RESUMO**

A cidade de São José dos Campos, na Zona Leste, cresce em cima de rios, ribeirões e nascentes, o que impacta a flora, a fauna e reduz a permeabilidade do solo. Para amenizar o impacto ambiental deste crescimento urbano são necessárias ações de planejamento com foco em sustentabilidade e neste sentido, a Refinaria Henrique Lage (REVAP/PETROBRAS), em São José dos Campos, mantém uma política de Responsabilidade Social Corporativa, fomentando o diálogo com as comunidades no entorno da refinaria e patrocinando projetos socioambientais. Um destes projetos é o Ecomuseu, com o propósito de provocar exercício de cidadania nos bairros selecionados, a fim de garantir a manutenção dos ecossistemas nestes ambientes. Neste contexto, o Laboratório de Aplicação de Dados Espaciais em Apoio à Sociedade (LADES/INPE) foi procurado com objetivo principal de auxiliar o Ecomuseu na elaboração de um banco de dados para o mapeamento das áreas verdes e da vegetação como um todo. A constituição do banco de dados se baseia na aplicação de métodos de processamento digital de imagens do satélite CBERS-4, livre de custo, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para parte da área definida pela REVAP, com padrões de paisagem diferentes. Foram utilizados para mapeamento da vegetação os seguintes métodos: Índice de Vegetação Normalizado (NVDI), apresentando índice de concordância kappa fraco a moderado, variando entre 0,22 e 0,45; classificador por Máxima verossimilhança (Maxver), com kappa variando de 0,42 a 0,68 e classificador supervisionado por regiões Battacharya, com kappa variando de 0,36 a 0,84. Além das imagens e classificações da vegetação, o Banco de Dados também conta com o traçado do corredor ecológico, em ambiente SIG, para um macaquinho em perigo de extinção (*Callithrix Aurita*), efetuado sobre o mapeamento da vegetação do Parque Alambari. Este mapeamento foi efetuado com o classificador supervisionado por regiões (Battacharya), com Kappa de 0,84. O Banco de Dados com os resultados obtidos, as imagens e a metodologia será repassado para os técnicos do

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental- E-mail: [filipe.a.santos@unesp.br](mailto:filipe.a.santos@unesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [jussara.ortiz@inpe.br](mailto:jussara.ortiz@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [rene.junior@inpe.br](mailto:rene.junior@inpe.br)

Ecomuseu, de modo que a cada nova área, tenham condições de escolher o melhor método a ser usado. Os resultados nas áreas avaliadas mostraram que a escolha de um método deve considerar a capacidade de discriminação dos diferentes alvos e, também, o custo/benefício do trabalho para obter um bom desempenho da classificação. Assim, quando se trata de pequenas áreas de análise, como é o caso dos bairros analisados, muitas vezes, um método híbrido de classificação digital com correções onde for necessário, pode ser satisfatório se o custo benefício da correção não for elevado. Caso contrário, a interpretação visual, com conhecimento que os técnicos já possuem da área, pode ser a melhor solução, com resultados de qualidade e poucos erros.

## DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE ENSINO À DISTÂNCIA PARA METEOROLOGISTAS OPERACIONAIS NO LABORATÓRIO VIRTUAL DA OMM, CENTRO DE EXCELÊNCIA DO BRASIL

Flávio Augusto dos Santos<sup>1</sup> (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Diego Rodrigo Souza<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Enrique Vieira Mattos<sup>3</sup> (UNIFEI, Coorientador)

### RESUMO

O INPE atua como um dos Centros de Excelência no ensino em meteorologia por satélite no âmbito do Laboratório Virtual da Organização Meteorológica Mundial e as atividades relacionadas a esta finalidade requerem a melhoria e administração do Moodle, uma plataforma aberta de apoio ao ensino presencial e à distância, hospedada nos servidores da instituição. O objetivo deste trabalho foi a manutenção da plataforma e o suporte aos eventos de treinamento e capacitação realizados pela Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos. Foram criadas novas áreas Moodle para os cursos de capacitação previstos para o ano de 2023. Nestas áreas, informações gerais sobre os cursos como objetivo, programação dos treinamentos e avaliação dos alunos, além dos materiais disponibilizados pelos professores, como videoaulas e slides foram adicionados e configurados. Toda a administração da ferramenta, como controle de usuários e auto inscrição, além do suporte ao usuário estão sendo realizadas a ocorrência. Para a realização das partes práticas dos cursos, foi realizado o desenvolvimento de um ambiente virtual de programação utilizando a linguagem Python através da ferramenta Google Colab. Visando a continuidade do projeto, estão sendo realizadas também as atualizações dos materiais de referência para futuros bolsistas e professores, demonstrando como utilizar funcionalidades ainda não exploradas através da plataforma Moodle.

Palavras-chave: Moodle. Ensino a Distância (EAD). Meteorologia por Satélite. Python.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Ciências Atmosféricas - E-mail: [d2019001937@unifei.edu.br](mailto:d2019001937@unifei.edu.br)

<sup>2</sup> Engenheiro e Professor do INPE - E-mail: [diego.souza@inpe.br](mailto:diego.souza@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da UNIFEI - E-mail: [enrique@unifei.edu.br](mailto:enrique@unifei.edu.br)

## DESCRIÇÃO DE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PROJETOS

Gabriel Algave da Rosa<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
João Paulo Estevam de Souza<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo criar um documento que tem a descrição de métodos e ferramentas utilizados na gestão de projetos, com base no toolkit fornecido, para aplicação dentro do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esse toolkit foi baseado no Guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge) tendo as dez áreas do conhecimento e as ferramentas que podem ser usadas dentro delas. Para alcançar esse objetivo, uma extensa pesquisa foi realizada, envolvendo a coleta de mais de 1226 artigos por meio de periódicos, como Capes, Web of Science, Scopus, SciElo e Research Gate. Esses artigos foram selecionados com base na relevância das ferramentas apresentadas no toolkit. Após a coleta dos dados foi feita uma revisão sistemática para separar os artigos que continham conteúdo útil e relacionado ao tema em questão, descartando aqueles que não se enquadravam nesses critérios, critérios como de artigos que abordavam ferramentas específicas, oferecendo exemplos de como essas ferramentas foram utilizadas e aplicadas em contextos particulares. As ferramentas são descritas no formato: O que é, por quê é necessária, quando pode ser usada, quem pode usar, onde pode usar, breve descrição de como pode ser usada, os pontos negativos e positivos. Além de apresentar referências para o usuário pode procurar por mais informações, essas informações contribuem significativamente para um melhor entendimento das ferramentas selecionadas e sua aplicação prática.

Palavras-chave: PMBOK, Gestão de Projetos, Revisão Sistemática da Literatura.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Mecânica - E-mail: [gabrielalgavedarosa@gmail.com](mailto:gabrielalgavedarosa@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [joao.souza@inpe.br](mailto:joao.souza@inpe.br)

## DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE DE HUBBLE E IDADE DO UNIVERSO ATRAVÉS DA OBSERVAÇÃO DE LENTES GRAVITACIONAIS

Gabriela Greganyck Ortiz<sup>1</sup> (Mackenzie, Bolsista PIBIC/CNPq)

Luiz Claudio Lima Botti<sup>2</sup> (INPE, CRAAM, Centro de Radioastronomia e Astrofísica  
Mackenzie, Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Orientador)

### RESUMO

Este estudo, iniciado em fevereiro de 2023, é uma continuação de um projeto pré-existente feito por Alex Rocha. Minha parte do projeto tem o propósito, em um primeiro momento, aprofundar-se no conceito de tempo em relação as Lentes Gravitacionais e como estas lentes deformam o tecido do espaço-tempo e, posteriormente, comparar a diferença do tempo próximo ao objeto massivo e distante desse sistema de referência, comprovando que o tempo não é absoluto. Uma Lente Gravitacional é uma consequência geométrica da curvatura do tecido do espaço-tempo devido a um corpo massivo entre o objeto e o observador, existem três regimes tradicionais de Lentes Gravitacionais. A lente forte é um regime no qual são observadas várias imagens virtuais, ou imagens altamente distorcidas de uma única fonte (o quasar), por conta do desvio da luz feita pelo corpo em primeiro plano, chamado de lente ou defletor, que causa a curvatura no espaço. As configurações de múltiplas imagens de um quasar mais comuns são as chamadas “doubles” (2 imagens observadas), seguidas pelas “quads” (4 imagens observadas). Uma propriedade fenomenal e trivial de lentes fortes, é que o tempo de viagem da luz da fonte ao observador usualmente não é a mesma para as diferentes imagens, ou seja, nós não apenas vemos diversas imagens de um mesmo objeto, mas também vemos este objeto em diferentes momentos de sua história, em cada imagem. O time-delay é uma propriedade diretamente mensurável de uma Lente Gravitacional forte e depende de distâncias físicas. Além disso, ele tem uma dimensão. O time-delay medido dimensiona um determinado sistema de lente e, portanto, o universo em que estão incorporados. Refsdal, em 1964, propôs usar medições de time-delay como uma sonda para o  $H_0$  da Constante de Hubble ( $H_0: v = H_0 \cdot D$ ;  $v$  = velocidade de recessão de uma galáxia e sua distância  $D$ ), este método é aplicado com sucesso a quasares com lentes fortes. Com isso, ao monitorar o brilho das imagens de um quasar com lente, obtém-se curvas de luz, isto é, a representação do brilho em função do tempo. As mesmas flutuações de luminosidade do quasar podem agora ser vistas, deslocadas no tempo, nas curvas de

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil - E-mail: [gabiortiz1902@gmail.com](mailto:gabiortiz1902@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do CRAAM/INPE - E-mail: [luizquas@yahoo.com.br](mailto:luizquas@yahoo.com.br)

luz de diferentes imagens deste quasar. Os gráficos, chamados curvas de luz de Lentes Gravitacionais, serão analisados para uma melhor compreensão deste fenômeno. Uma das maneiras de abordagem desse tema, será pelo projeto COSMOGRAIL (the Cosmological Monitoring of Gravitational Lenses), onde estes gráficos têm um papel essencial. COSMOGRAIL é uma campanha de monitoramento de quasares com Lentes Gravitacionais, envolvendo vários telescópios ópticos de classe métrica. O objetivo principal deste projeto é aumentar a amostra de medições precisas de time-delay entre as múltiplas imagens destes quasares, ele explora o método de Rafsdal (1964) para restringir o  $H_0$ . Além disso, é estudado também neste projeto os Tensores, que são a base para a Relatividade Geral.

## ESTUDO DA ADERÊNCIA E REFLETÂNCIA DE POLÍMEROS METALIZADOS

Gabriela Pereira Matos<sup>1</sup> (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Lucas Augusto Manfroi<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Graziela da Silva Savonov<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

A Irradiância Solar Total é uma grandeza física que pode ser determinada pelos radiômetros por substituição elétrica, os quais são relevantes para o monitoramento de variações climáticas associadas à radiação solar. Esses instrumentos possuem um dispositivo denominado “shutter”, que é uma aleta plana que alterna entre a exposição e a proteção do elemento sensor. O “shutter” tem a função principal de impedir que o sensor receba radiação solar quando não estiver em operação, preservando assim o instrumento. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é desenvolver um “shutter” com baixo custo, massa e com capacidade reflexiva, para evitar a incidência de luz e calor provenientes do Sol, atendendo aos requisitos mínimos de desempenho do radiômetro. Para tal, foram investigadas estruturas poliméricas, devido às suas propriedades de isolamento térmico e baixo custo de produção, e foram realizados ensaios de metalização sobre as mesmas, para conferir uma superfície reflexiva com boa adesão da camada metálica. O polímero utilizado foi a acrilonitrila-butadieno-estireno, que é um termoplástico com resistência mecânica adequada e facilidade de moldagem no formato desejado. A metalização apresentou resultados satisfatórios na aderência e na reflexividade da camada metálica, indicando que o polímero de acrilonitrila-butadieno-estireno metalizado é um material potencial para ser aplicado como “shutter” do radiômetro.

Palavras-chave: Polímeros; Acrilonitrila-Butadieno-Estireno; Metalização; Irradiância Solar Total; Radiômetro Ambiental.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Biomedicina - E-mail: [gabriela.matos@inpe.br](mailto:gabriela.matos@inpe.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [lucas.manfroi@inpe.br](mailto:lucas.manfroi@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [graziela.savonov@inpe.br](mailto:graziela.savonov@inpe.br)

## METEOROLOGIA E MEIO AMBIENTE E SUAS RELAÇÕES COM A SAÚDE: EDUCANDO O PÚBLICO IDOSO POR NARRATIVAS AUDIOVISUAIS

Gabriela Rozante<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Ariane Frassoni dos Santos de Mattos<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

O presente projeto possui como objetivo realizar um levantamento de dados e estudos sobre como os elementos climáticos e ambientais podem afetar a saúde do público idoso e com estas informações criar conteúdos audiovisuais pedagógicos abordando essa temática e divulgá-los em plataformas sociais acessíveis. Esta pesquisa se torna importante pela relevância dos efeitos meteorológicos e ambientais sobre o dia a dia do público alvo, que encontra-se no grupo de risco para eventos de saúde como problemas cardiovasculares e respiratórios. A crescente notoriedade do potencial educativo de produções animadas pode vir a contribuir para o melhor entendimento do público aos efeitos ambientais adversos. O trabalho é dividido nas seguintes etapas: a) seleção do público alvo e a coleta de dados; b) formulação e construção de questionários socioeconômicos, competência digital, educação ambiental e sobre níveis de dor; c) estudo e elaboração do conteúdo audiovisual; d) análise dos resultados; e) exposição do material desenvolvido ao público alvo; f) encontro virtual com os participantes. Durante o trabalho, foram realizados estudos sobre os efeitos ambientais na saúde humana, bem como foi realizada a familiarização com os *softwares* de produção audiovisual (*Adobe Animate*, *Character Animator* *After Effects*) e a produção das animações educativas sobre os temas meteorológicos e seus efeitos nos idosos. Além disso, foram desenvolvidos questionários de avaliação socioeconômica e demográfica, competência digital e educação ambiental aplicados ao público alvo utilizando o Google Forms. O trabalho também visa subsidiar a pesquisa do INPE para futuros trabalhos na produção de previsões numéricas de condições de tempo propícias para a ocorrência de dor em idosos, uma condição que afeta ao menos 37% da população brasileira (Agência Brasil, 2021). Espera-se que a produção de material audiovisual educativo para idosos possa ser de grande importância no processo de aquisição e absorção do conhecimento, já que uma grande parcela de dados e conceitos é absorvida pela visão e, em harmonia com a audição, este procedimento seja ainda mais eficiente.

Palavras-chave: Mídias digitais. Meio Ambiente e Saúde. Terceira idade. Digital Media. Environment and Health. Senior Citizens.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Artes Visuais - E-mail: [gabrielarozante@unesp.com.br](mailto:gabrielarozante@unesp.com.br)

<sup>2</sup> Coordenadora de Ciências da Terra - E-mail: [ariane.frassoni@inpe.br](mailto:ariane.frassoni@inpe.br)

## **PREVISÃO E MONITORAMENTO DE EVENTOS EXTREMOS CLIMÁTICOS SOBRE O BRASIL USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Gabriele Gonçalves Vieira<sup>1</sup> (UNIVESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Juliana Aparecida Anochi<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Marília Harumi Shimizu<sup>3</sup> (INPE/UFF, Coorientadora)

### **RESUMO**

Eventos climáticos extremos são fenômenos que podem ser definidos como aqueles eventos em que uma determinada variável meteorológica apresenta valores acima ou abaixo de um limite superior ou inferior. Esses tipos de fenômenos climáticos têm um grande impacto nas regiões brasileiras, como por exemplo, o grande acúmulo de precipitação que causam enchentes e desmoronamentos, ou as secas duradouras que geram impacto nos reservatórios de água. O objetivo desse projeto é auxiliar no desenvolvimento de uma metodologia para realizar o monitoramento e previsão de eventos climáticos extremos com o uso de inteligência artificial. A metodologia empregada buscou implantar um sistema de tratamento e análise de grandes volumes de dados. Para isso, foram usados métodos estatísticos aplicados à meteorologia em dados de precipitação de alta resolução (GPCP v3.2) com foco nos estados e regiões do território brasileiro para validação da base de dados. Em seguida, esses dados foram usados para treinamento de uma rede neural que visa fornecer a previsão da precipitação. As estratégias consistiram na previsão mensal e sazonal da precipitação e mostraram-se eficientes por conta dos erros dentro da média, e os valores de previsão que foram próximos aos valores observados. Os resultados preliminares da construção da rede neural foram avaliados a partir da construção de um ensemble de previsão para um período de 30 anos (1991-2020). Dentre as métricas para avaliação da previsão, foi implementado primeiramente o Brier score para anomalias negativas/positivas, no qual o resultado se manteve dentro do esperado, entre os valores 0 e 0.3, e tercil superior/inferior. Adicionalmente, novas métricas podem auxiliar na validação e definição de um limiar para classificação dos eventos extremos de precipitação, de modo a colaborar para o monitoramento e previsão de eventos meteorológicos extremos (seca profunda e chuvas intensas), e prevenir e/ou amenizar os impactos desses eventos nas regiões afetadas.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Tecnologia da Informação - **E-mail: gabrielevieira011@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - **E-mail: juliana.anochi@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE / Universidade Federal Fluminense (UFF) - **E-mail: marilia.shimizu@inpe.br**

Palavras-chave: Eventos Climáticos Extremos no Brasil. Previsão de precipitação. Inteligência Artificial. Extreme climate events in Brazil. Precipitation prediction. Artificial intelligence.

## **MOBILIDADE E ACESSOS NA METRÓPOLE: UM NOVO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE RURAL PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE (RMVPLN)**

Gael Teles de Souza<sup>1</sup> (FATEC JACAREÍ, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Antonio Miguel Vieira Monteiro<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Tathiane Mayumi Anazawa<sup>3</sup> (LiSS/INPE, Coorientadora)

### **RESUMO**

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) vem sendo entendida como um espaço geográfico com seus fluxos de circulação e fluxos, desde tempos históricos até os atuais. Tendo em vista que o tipo de fluxo está intimamente ligado à qual mercadoria está circulando e qual é o seu tipo de consumo, uma vez que as conectividades das vias e dos transportes é parte substancial na escala de territórios. Esse contexto assume substancial importância para a circulação de produtos baseados em economias agrárias e, sobretudo, familiares, tendo em vista que se trata de uma região com expressiva área rural. Portanto, este trabalho tem o objetivo de analisar os caminhos potenciais para a circulação de mercadorias e economias baseadas em produções agrárias na RMVPLN, uma vez que esse processo é parte necessária para o funcionamento de cadeias curtas de economia. A proposta metodológica deste trabalho foi baseada em pesquisa bibliográfica para o estudo da mobilidade, definição de categorias e institucionalidades de seus elementos estruturantes, bem como a análise de um novo conjunto de dados secundários referentes às vias. A partir do levantamento de vias junto à base do OpenStreetMaps (OSM), que continham informações sobre seu tipo e características, foi possível a atualização das Tipologias de Mobilidade da RMVPLN, proposta por Anazawa e Monteiro (2022). As Tipologias foram definidas em sete categorias: mobilidade por vias rápidas entre cidades; mobilidade por vias coletoras na cidade; mobilidade por vias locais; mobilidade por vias residenciais; mobilidade por vias de acesso; e mobilidade ativa. A análise dos dados foi realizada em duas etapas de trabalho, sendo a primeira relacionada à atualização das Tipologias de Mobilidade para o ano de 2022, apresentando sua análise exploratória. Na segunda etapa de trabalho fazendo o uso de softwares de Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi possível identificar as Tipologias a partir de nove situações de setores censitários, de acordo com o Instituto

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Tecnologias em Geoprocessamento - E-mail: [gael.souza@fatec.sp.gov.br](mailto:gael.souza@fatec.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [miguel.monteiro@inpe.br](mailto:miguel.monteiro@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do LiSS-INPE – E-mail: [tathimay@gmail.com](mailto:tathimay@gmail.com)

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com posterior atualização do cálculo do Índice de Acessibilidade Rural (RAI), de forma a mensurar a população rural com acesso à rede de vias estruturais que permitem a circulação de pessoas, de serviços e mercadorias. O resultado da pesquisa apresenta mapeamento sobre o uso do território nos 39 municípios da RMVPLN, considerando as possibilidades dos movimentos e circulação de pessoas, mercadorias, informações e capital, sobretudo, da área rural. Foi possível também obter um valor de RAI para cada uma das tipologias utilizadas em cada um dos 39 municípios da região, considerando dois conjuntos de dados populacionais. Sendo assim a contribuição desta pesquisa está na relevância em constituir um conjunto de informações e análises auxiliares à discussão sobre políticas direcionadas para a mobilidade na atualidade incluindo dinâmicas e processos do meio agrário.

Palavras-chave: Fixos e fluxos. Mercadoria. Cadeias curtas de economia. Territórios. Sistema de Informações Geográficas. Fixed and flows. Commodity. Short chains of economy. Territories. Geographic Information System.

## ASSIMILAÇÃO DE DADOS POR REDES NEURAIIS NO MODELO WRF-NCAR

Gerônimo Gallarreta Zubiaurre Lemos<sup>1</sup> (UFPEl, Bolsista PIBIC INPE/CNPq)  
Haroldo Fraga de Campos Velho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Juliana Aparecida Anochi<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

O presente trabalho propõe o uso de método de aprendizado de máquina para o problema de assimilação de dados (DA: *Data Assimilation*) aplicado ao modelo de meso-escala WRF. Para o desenvolvimento do projeto, foi estruturado um banco de dados contendo análises do sistema 3D-Var, previsões do modelo WRF (*Weather Research and Forecasting System*) e um conjunto de observações. Para gerar essas análises, foram obtidos dados de previsão do modelo GFS-NOAA (*Global Forecast System*) e dados de observações para execução do módulo de assimilação do modelo WRF (WRF-DA). Os dados para o experimento numérico foram coletados dos meses de Junho, Julho e Agosto dos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. O domínio estudado abrange a região sul do Brasil, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, além do Uruguai e parte da Argentina e sul do Paraguai. O método de aprendizado de máquina é chamado de *árvores de decisão* e usou-se a codificação da biblioteca XGBoost, que implementa uma versão otimizada do algoritmo *Gradient Boosting*, um algoritmo supervisionado. Para configurar a biblioteca XGBoost para a aplicação, o conjunto de dados foi subdividido em dois conjuntos distintos: conjunto de treinamento e conjunto de teste. O conjunto de treinamento é constituído pelos dados dos anos de 2015, 2016 e 2017, enquanto o conjunto de teste possui os dados do ano de 2018. A técnica de *K-fold Cross-Validation* foi utilizada para o treinamento do modelo, com  $k = 3$ , sendo os conjuntos de validação para cada iteração um dos anos do conjunto de treinamento. Ou seja, o modelo XGBoost-DA foi configurado por um procedimento em etapas: inicialmente, treinado com os anos de 2015 e 2016 e avaliado no ano de 2017; após, treinado com os anos de 2015-2017 e avaliado no ano de 2017 e, por fim, o último modelo foi treinado nos anos de 2016 e 2017 e avaliado no ano de 2015. Ao fim desse processo, foi escolhido o modelo com menor erro sobre o conjunto de validação. Para avaliação final do modelo, foi executado um exemplo de previsão de 24 horas no ano de 2018, com análises geradas pelo módulo de 3D-Var (nativo no WRF) e análise geradas pelo XGBoost-DA. Previsões geradas com as duas análises se mostraram muito

---

<sup>1</sup>Aluno do curso de Bacharelado em Ciência da Computação - E-mail: [ggzleamos@inf.ufpel.edu.br](mailto:ggzleamos@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Pesquisador do INPE - E-mail: [haroldo.camposvelho@inpe.br](mailto:haroldo.camposvelho@inpe.br)

<sup>3</sup>Pesquisadora do INPE - E-mail: [juliana.anochi@inpe.br](mailto:juliana.anochi@inpe.br)

similares, evidenciando a aplicação do XGBoost como uma ferramenta promissora para assimilação de dados.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Aprendizado de Máquina. Assimilação de dados. Previsão Numérica do Tempo.

## ESTUDO DOS RAIOS ATRAVÉS DE CÂMERAS DE VÍDEO E SENSORES DE CAMPO ELÉTRICO

Giovane Beck Suss<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Tagianne Patrícia da Silva<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Marcelo Magalhães Fares Saba<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Os raios podem ser divididos em dois grandes grupos: os que tocam o solo (raios descendentes e ascendentes) e os que não tocam o solo (raios intranuvem). Eles ainda podem ser divididos pela sua polaridade: positivos e negativos, dependendo da carga que é transferida para o solo. Os raios analisados nesse trabalho são descendentes positivos. Esses tipos de raios compõem aproximadamente 10% dos raios descendentes e normalmente ocorrem no final da tempestade devido a distribuição das cargas na nuvem. Além de possuírem uma corrente muito alta e com longa duração, são responsáveis por diversos danos as estruturas no solo e até mesmo incêndios. Este trabalho apresenta a classificação dos raios de 2012 a 2018 das cidades de São Paulo (Brasil), Kansas e Rapid City (Estados Unidos) onde foram instaladas câmeras de alta velocidade e sensores de campo elétrico próximos aos locais de descargas dos raios. Os dados referentes aos raios descendentes positivos foram tabelados com as seguintes informações: o tipo de câmera usada, data e hora do evento (com o auxílio da antena de GPS instalado à câmera), tipo de raio (intranuvem, descendente ou ascendente), polaridade (positivo ou negativo) e o tempo de sua ocorrência (com o auxílio da antena de GPS). Após montar a tabela, foram analisados os vídeos desses mesmos raios a fim de observar a presença de Líderes de Recuo que se conectavam ao canal principal do raio ao longo do seu desenvolvimento em direção ao solo. A análise desse fenômeno é necessária para o entendimento do comportamento dos raios positivos à medida que estes se aproximam do solo, podendo ser utilizado posteriormente para o aperfeiçoamento dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas.

Palavras-chave: Raio Descendente Positivo. Líder de recuo. Câmera de alta velocidade.

---

<sup>1</sup> Aluno do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UNIFESP - E-mail: [Giovane.b.suss@gmail.com](mailto:Giovane.b.suss@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [tagianne.silva@inpe.br](mailto:tagianne.silva@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [marcelo.saba@inpe.br](mailto:marcelo.saba@inpe.br)

## ESTUDO DE ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO SOLAR UTILIZANDO SILÍCIO POROSO E NANOTUBOS DE CARBONO

Giulia Cruz Tonin<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPQ)

Luiz Angelo Berni<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Evaldo José Corat<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Inserido no contexto dos materiais semicondutores, o silício poroso tem atraído grande interesse devido às suas propriedades físico químicas e possível utilização em diversas áreas tecnológicas, juntamente com outros materiais. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo estudar as características estruturais e de fabricação do silício poroso e de nanotubos de carbono a fim de verificar a viabilidade desses dois materiais em conjunto como absorvedores de radiação solar para uso terrestre e espacial. Os nanotubos de carbono foram crescidos sobre uma lâmina de silício de alta resistividade (1,00-2,00  $\Omega$ .cm) não porosa, através da técnica de CVD (Chemical Vapor Deposition) e analisados por meio de microscopia eletrônica (FEG) para avaliar suas características de espessura e tempo de crescimento. O silício poroso foi obtido através de ataque eletroquímico com solução de HF em lâminas de baixa resistividade (0,01-0,02  $\Omega$ .cm) e o posterior crescimento dos nanotubos de carbono nestas. Com os resultados obtidos, foi possível determinar os melhores parâmetros para o crescimento dos nanotubos de carbono para serem aplicados sob a lâmina de silício poroso visando o melhor conjunto absorvedor de radiação solar.

Palavras-chave: Silício poroso. Nanotubos de carbono. Absorvedores de radiação.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - E-mail: [giuliac-tonin@gmail.com](mailto:giuliac-tonin@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador da COPDT/INPE - E-mail: [luiz.berni@inpe.br](mailto:luiz.berni@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da COPDT/INPE - E-mail: [evaldo.corat@inpe.br](mailto:evaldo.corat@inpe.br)

## ENGENHARIA DE SISTEMAS BASEADA EM MODELOS APLICADA AO PROJETO NANOSATC-BR3

Giulia Ribeiro Herdies<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Fábio Batagin Armelin<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Eduardo Escobar Bürger<sup>3</sup> (UFSM, Coorientador)

### RESUMO

O Projeto tem como objetivo principal dar continuidade à implementação da Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos (MBSE) para a missão do NANOSATC-BR3 (NCBR3), o terceiro nanossatélite do Programa "NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats". Através do uso de ferramentas de MBSE, o projeto visa fornecer informações de análise de missão para a *Mission Definition Review* (MDR), seguindo o ciclo de vida estabelecido pela NASA. A MBSE utiliza modelos para representar e analisar sistemas complexos, como satélites, fornecendo uma representação visual e estruturada do sistema e possibilitando uma compreensão abrangente da missão por todas as partes envolvidas. Essa abordagem centrada em modelos também tem o potencial de reduzir riscos, custos e retrabalho. Uma parte fundamental desta fase do projeto é a interação com diferentes stakeholders da missão NCBR3, como os responsáveis pelas cargas úteis candidatas, pesquisadores e tecnólogos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e professores da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Essa interação permite uma troca de conhecimentos e experiências, além de garantir que as atividades do projeto estejam alinhadas com os objetivos e requisitos da missão. O projeto adota a metodologia ARCADIA para a modelagem e faz uso de diferentes softwares, como STK e GMAT/NASA, para as análises da missão. A modelagem é realizada em um software livre de MBSE (Capella), que é amplamente utilizado na indústria espacial internacional. Essa metodologia permite uma representação detalhada e inter-relacionável do sistema, facilitando a análise e a tomada de decisões durante o processo de desenvolvimento. Os softwares complementares permitem a realização dos orçamentos de energia, comunicação, entre outros. A transição para uma abordagem centrada em modelos é uma contribuição importante do projeto e os resultados obtidos durante o trabalho contribuirão para a finalização da Fase A e o desenvolvimento da Fase B, que envolve a implementação e testes do satélite. Essas informações são essenciais para o avanço da

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Engenharia Aeroespacial - E-mail: [giuliaherdies@gmail.com](mailto:giuliaherdies@gmail.com)

<sup>2</sup> Tecnólogo do INPE - E-mail: [fabio.armelin@inpe.br](mailto:fabio.armelin@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da Universidade Federal de Santa Maria - E-mail: [eduardo.burger@ufsm.br](mailto:eduardo.burger@ufsm.br)

missão e para garantir que o NCBR3 atenda aos requisitos estabelecidos pelo programa.

Palavras-chave: MBSE, Nanossatélite, Engenharia de Sistemas.

## DESENVOLVIMENTO DE ROTINAS, EM PYTHON, PARA O GERENCIAMENTO DA BASE DE DADOS RADIOMÉTRICOS NA PLATAFORMA MAPAQUALI DE MONITORAMENTO DE SISTEMAS AQUÁTICOS POR SENSORIAMENTO REMOTO

Gustavo Kenji Ando<sup>1</sup> (FATEC-SJC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Cláudio Clemente Faria Barbosa<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O desenvolvimento de rotinas no sensoriamento remoto vem se tornando cada vez mais relevante na atualidade, devido a processos que podem ser facilitados através da programação. Desse modo, durante o período de 2022 e 2023 no INPE foram implementadas novas funcionalidades em pacotes na linguagem de programação Python com finalidade de manipular imagens de satélite e gerenciar dados radiométricos de sistemas aquáticos. Assim, em conjunto de uma orientadora e outros bolsistas, as principais atividades realizadas foram: estudo do pacote AWP (funções dedicadas a redução de efeito da adjacência em corpos de água em imagens MSI/Sentinel-2) e a implementação de um fluxo de processamento adicional para imagens OLCI/Sentinel-3 (o fluxo se resume a imagens que são convertidas em TIFF, recortadas, submetidas a correção atmosférica usando o 6S como base, e são salvas e, após isso, é utilizado um modelo híbrido para estimar a ficocianina para o reservatório de Promissão). A partir disso, foi possível adquirirmos conhecimento e realizar rotinas para a correção das imagens, adquirindo dados de reflectância e ficocianina condizentes com a realidade, já que foram comparadas com dados resultantes de outra colaboradora do projeto, através de rotinas que criam gráficos com dados de pontos específicos para melhor visualização. Além disso, houve uma atividade secundária que foi a atualização do site do Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA), que envolvia a adição de novidades do laboratório (notícias, publicações, colaboradores etc.), sendo de grande relevância para a exposição dos resultados da nossa equipe. Portanto, nesse projeto foi possível adquirir experiência em relação à programação no sensoriamento remoto para imagens MSI/Sentinel-2 e OLCI/Sentinel-3 para a execução das correções nas imagens de forma eficaz e concisa, na qual foram avaliadas a partir de gráficos com os dados de reflectância e ficocianina para que de fato estes dados estivessem corretos, além de ter sido trabalhado na exposição da nossa equipe através de um site.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - **E-mail: gustavo.k.ando@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisador da DIOTG/INPE - **E-mail: claudio.barbosa@inpe.br**

Palavras-chave: Programação em sensoriamento remoto. Sistemas aquáticos. Efeito da adjacência. Correção atmosférica. Modelo híbrido. Remote sensing programming. Aquatic systems. Adjacency Effect. Atmospheric correction. Hybrid Model.

## O ESTUDO DAS VARIAÇÕES DE BRILHO MULTIBANDA DOS BLAZARES NO CONTEXTO DA INFRAESTRUTURA OBSERVACIONAL BRASILEIRA EM RADIOASTRONOMIA

Gustavo Silva de França<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Tânia Pereira Dominici<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar a variação de brilho em blazares, que são uma classe de Núcleos Ativos de Galáxias (AGNs) conhecida por apresentar variações de brilho em diferentes escalas de tempo, alta polarização e emissão no contínuo que se estende desde frequências rádio até raios-gama. Além disso, sua distribuição espectral de energia (Spectral, Energy Distribution, SED) é caracterizada por dois picos de emissão: um em baixas energias, associado à radiação síncrotron, e o segundo em altas energias, podendo ser causado por efeito Compton inverso, caso a atividade dos dois picos apresentem estar correlacionadas. Inicialmente, realizamos revisões bibliográficas sobre astrofísica extragaláctica, com foco em AGNs. Em seguida, o estudo concentrou-se em um blazar específico, o OJ 287, com o objetivo de estudar a literatura atual sobre a correlação de suas curvas de luz em rádio frequências com outros comprimentos de onda. OJ 287 se destaca por ser o único blazar ao qual foi associada uma variabilidade quasi-periódica de seu brilho no óptico, estimada em aproximadamente 12 anos. Entre os modelos propostos para explicar o fenômeno, são considerados a existência de um sistema binário de buracos negros supermassivos e o movimento de precessão de um jato relativístico. Durante o projeto, uma etapa importante foi compreender e implementar o chamado método de função de correlação discreta (Discrete Correlation Function, DCF) em curvas de luz simuladas, a fim de entender o impacto das diferenças e limites de amostragem de dados. O objetivo é aplicar o método na investigação da existência de atrasos entre as curvas de luz em radiofrequências e em raios-gama – correspondentes à duas componentes da SED. O próximo passo do projeto será aplicar esse método em curvas de luz reais do blazar OJ 287, buscando identificar padrões de variação sincronizada ou correlacionada entre as faixas de rádio e gama. Além de contribuir para a compreensão da física dos blazares, especialmente em relação às características da emissão em diferentes faixas espectrais e aos processos físicos relacionados, o projeto fornecerá informações relevantes para o planejamento de pesquisas futuras através de observações com o

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Física - E-mail: [gustavosc04@usp.br](mailto:gustavosc04@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [tania.dominici@inpe.br](mailto:tania.dominici@inpe.br)

Radio Observatório Pierre Kaufmann (ROPK), o James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) e o Large Latin American Millimeter/submillimeter Array (LLAMA).

Palavras-chave: Astrofísica Extragaláctica. Blazares. AGNs. Radioastronomia.

## CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA, ELÉTRICA E RADIOMÉTRICA DE UM SENSOR DE IMAGEM CMOS APS PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS

Henrique Perrenoud Duarte<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Márcio Afonso Arimura Fialho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a resposta eletro-óptica de um sensor de imagem com aplicações espaciais em relação à sua temperatura de operação e diversas tensões de polarização. Além disso, busca-se obter um melhor entendimento do comportamento dos sensores de imagem baseados em silício e desenvolver um sistema de controle térmico ativo para sua caracterização. O objetivo final é otimizar o desempenho radiométrico e reduzir o consumo elétrico de equipamentos que utilizam esses sensores de imagem, incluindo um sensor de estrelas em desenvolvimento no INPE. Fundamentado em projeto prévio, foi realizado um estudo do comportamento do sensor STAR-1000 em relação à temperatura, resultando na implementação de um sistema de controle ativo da temperatura no kit de desenvolvimento do sensor. Esse kit permitirá determinar as condições ideais de operação do sensor (temperatura e tensões de polarização), o que resultará em redução de custos e melhoria na qualidade das imagens obtidas. Para melhorar o funcionamento do sistema, foram realizadas algumas modificações. Com o objetivo de obter um controle mais preciso da temperatura, alterou-se a estrutura do código e a lei de controle térmico presente no controlador, baseando-se na linearização dos dados do termistor MF51E103E3950 (Cantherm) fornecidos pelo fabricante. Isso resultou em uma redução média de aproximadamente 1,7% no erro percentual. Além disso, foi acrescido o sistema de refrigeração à água, levando a algumas adaptações projetuais, como a necessidade de elaboração e desenvolvimento de apoios para o kit, visando facilitar a fixação do sistema ao bloco térmico. Também foram feitas modificações no arquivo VHDL da CPLD presente no kit para aquisição das imagens do sensor. Essa intervenção reduziu alguns erros presentes nas imagens, além de otimizar o código em termos de utilização de recursos e tamanho. Com base nessas mudanças, foi possível obter conclusões sobre o comportamento do sensor em relação à temperatura por meio de histogramas gerados para baterias de imagens registradas. Para dar continuidade a este projeto de Iniciação Científica, estão programadas as seguintes

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica - E-mail: [henrique.perrenoud@unesp.br](mailto:henrique.perrenoud@unesp.br)

<sup>2</sup> Tecnologista da Divisão de Eletrônica Espacial e Computação - E-mail: [marcio.fialho@inpe.br](mailto:marcio.fialho@inpe.br)

atividades: Atualização do código VHDL para pleno funcionamento do kit; Análise e determinação da temperatura ótima de operação do sensor considerando o custo de um sistema de refrigeração e os ganhos na qualidade das imagens; Investigação experimental sobre como a resposta eletro-óptica do sensor de imagem com aplicações espaciais varia em relação à temperatura de operação e às diversas tensões de polarização; Implementação de um código aprimorado para monitoramento do termistor no lado quente da pastilha termoelétrica.

Palavras-chave: Aquisição de Imagem. Controle Térmico. Eletrônica de Proximidade. CMOS. Sensor de Píxel Ativo. Image Acquisition. Thermal Control. Proximity Electronics. CMOS. Active Pixel Sensor.

## IMPACTO DA ASSIMILAÇÃO DE DADOS NA PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO REGIONAL DO CICLONE SUBTROPICAL YAKECAN

João Antônio Arriada Beskow<sup>1</sup> (UFPEL, Bolsista PIBIC/CNPq)

João Gerd Zell de Mattos<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Fabrcio Pereira Harter<sup>3</sup> (UFPEL, Coorientador)

### RESUMO

Neste trabalho avalia-se o impacto da assimilação dos dados do sensor AMSU-A satelital, realizada através do sistema da assimilação variacional tridimensional do modelo de previsão de tempo WRF. Estuda-se o caso do ciclone Yakecan, que causou prejuízos socioeconômicos no sul do Brasil no dia 17/05/2022. Sistemas extratropicais são bastante comuns na região de estudo, entretanto sistemas como o Yakecan, que possuem características mistas entre ciclone tropical e extratropical são de particular interesse. As simulações realizadas pelo modelo WRF captaram a propagação e desenvolvimento do sistema. Entretanto, a condição inicial gerada com dados de satélite mostrou um posicionamento do sistema de maneira mais precisa do que a simulação sem assimilação de dados. Esta diferença é fundamental para a previsão de tempo no sul do Brasil, uma vez que o correto posicionamento do sistema define se as consequências do ciclone atingem áreas densamente povoadas no litoral do país ou limita-se a atingir o oceano adjacente.

Palavras-chave: Ciclone; Subtropical; Yakecan; Assimilação.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em meteorologia - E-mail: [teddynz.17@gmail.com](mailto:teddynz.17@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [joao.gerd@inpe.br](mailto:joao.gerd@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da Universidade Federal de Pelotas - E-mail: [fabrcio.harther@ufpel.edu.br](mailto:fabrcio.harther@ufpel.edu.br)

## TECNOLOGIAS DE GERENCIAMENTO DE CONTÊINERES PARA APLICAÇÕES GEOESPACIAIS

João Pedro Diehl<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Gilberto Ribeiro de Queiroz<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Rennan de Freitas Bezerra Marujo<sup>3</sup> (FUNCATE, Coorientador)

### RESUMO

O uso de tecnologias de virtualização vem crescendo nos últimos anos. Em particular, as tecnologias de containerização têm sido amplamente utilizadas de maneira complementar às tecnologias de virtualização de hardware por oferecerem um ambiente de execução leve, com grande portabilidade e isolamento. Os contêineres permitem a execução de aplicativos em ambientes isolados e são capazes de encapsular os códigos das aplicações junto de suas bibliotecas e dependências. Os orquestradores de contêineres são um avanço importante no gerenciamento de aplicações em contêineres que, frequentemente, estão distribuídos em conjuntos de clusters de servidores. Essas tecnologias trazem vantagens como maior facilidade na escalabilidade das aplicações, maior eficiência na utilização de recursos através do balanceamento de cargas de trabalho e maior facilidade na distribuição e replicação das aplicações na infraestrutura computacional disponível. Todas essas qualidades são importantes para aplicações geoespaciais desenvolvidas no INPE e no projeto *Brazil Data Cube* (BDC), que lidam com o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados, e, conseqüentemente, podem se beneficiar com uma maior automação da escalabilidade, distribuição e tolerância a falhas. Este projeto de iniciação científica tem por objetivo o estudo e implantação do serviço *BDC-STAC*, uma implementação desenvolvida pelo projeto *Brazil Data Cube* do padrão *SpatioTemporal Asset Catalog*, em um *cluster* de orquestração de contêineres implementado em máquinas virtuais disponibilizadas na infraestrutura computacional do BDC. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica de tecnologias de containerização e utilizou-se o serviço *BDC-STAC* em um ambiente controlado. Para a implementação do cluster, foi escolhido o uso da plataforma de orquestração *Kubernetes* empregando o contêiner *Runtime Docker*. Esse cluster foi implementado utilizando três máquinas virtuais. Foram criados arquivos manifestos, que são conjuntos de instruções para a

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia- E-mail: [joap715@outlook.com](mailto:joap715@outlook.com)

<sup>2</sup> Tecnologista da DIOTG/CGCT/INPE - E-mail: [gilberto.queiroz@inpe.br](mailto:gilberto.queiroz@inpe.br)

<sup>3</sup> Desenvolvedor da FUNCATE - E-mail: [rennan.marujo@funcate.org.br](mailto:rennan.marujo@funcate.org.br)

implantação de aplicações em *Kubernetes*, para o serviço *BDC-STAC* e para o banco de dados ao qual ele se conecta. O banco de dados foi inicializado em uma única réplica, enquanto o serviço *BDC-STAC* em três, de modo que as três réplicas utilizam o mesmo banco de dados. Isso, em comparação à uma arquitetura utilizando apenas uma única réplica do serviço *BDC-STAC*, deve incrementar seu balanceamento de carga e tolerância a falhas. Será feita uma avaliação comparando ambas as arquiteturas e o desempenho das mesmas com relação à quantidade de requisições, tempo de resposta e consistência dos resultados fornecidos pelo serviço, bem como avaliar aspectos de segurança e realizar testes de escalabilidade. Outras arquiteturas também serão avaliadas, como por exemplo utilizar banco de dados com réplicas. Entretanto, essa abordagem aumenta a complexidade do ambiente, uma vez que é necessário que as instâncias dos servidores de bancos de dados mantenham-se sincronizadas e consistentes. Outros serviços da plataforma BDC, em especial os de visualização de dados, também podem se beneficiar de melhorias fornecidas por uma implantação em ambiente *Kubernetes*. Desta forma, uma vez implementadas e avaliadas diferentes arquiteturas do serviço *BDC-STAC* no ambiente *Kubernetes*, outros serviços do projeto BDC também serão adaptados para esse ambiente.

Palavras-chave: *Brazil Data Cube. SpatioTemporal Asset Catalog. Geoespacial. Kubernetes. Orquestração de Contêineres.*

## TAXA DE REAÇÃO DE SISTEMAS REAGENTES ENVOLVENDO HALOGÊNIO

João Pedro Marretto Helmeister<sup>1</sup> (FCA/UNICAMP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Patrícia Regina Pereira Barreto<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

O trabalho em questão teve início em 2021 fundamentando-se no estudo de taxas de reação, via Teoria do Estados de Transição (TST) para sistemas envolvendo os halogênios, em particular reações do metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) e átomos de bromo, flúor e cloro (Br, F e Cl) e o hidrogênio (H), tendo como base o software APUAMA para o cálculo da taxa de reação e propriedades termodinâmicas. A partir disso, optou-se pela reescrita do código do APUAMA para a linguagem *Python*, que permitirá maior flexibilidade e funções do programa. Dentre as melhorias inclui-se a extração de dados das saídas do GAUSSIAN, sem necessidade de coleta manual, eliminando possíveis erros. Além de fornecer um conjunto de bibliotecas do *Python* para cálculos de integrais (*Sympy*), como é o caso das correções de tunelamento, obtendo maior precisão de resultados, ao comparar-se com as versões anteriores do APUAMA.

Palavras-Chave: APUAMA, Python, tunelamento, taxas de reação, TST.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia de Produção - E-mail: [j174564@dac.unicamp.br](mailto:j174564@dac.unicamp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [patricia.barreto@inpe.br](mailto:patricia.barreto@inpe.br)

## ESTAÇÃO TERRENA DE COMUNICAÇÃO SOLO-BORDO PARA BALÕES ESTRATOSFÉRICOS E PEQUENOS SATÉLITES

João Pedro Polito Braga <sup>1</sup> (UFSJ, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Antonio Cassiano Julio Filho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Marconi de Arruda Pereira<sup>3</sup> (UFSJ, Coorientador)  
Sérgio Oliveira<sup>3</sup> (UFSJ, Coorientador)

### RESUMO

Com o aumento do número de missões espaciais, principalmente as realizadas no meio acadêmico por meio do lançamento de pequenos satélites, surgem novos desafios em relação a testes e integração de sistemas. Dentre esses desafios, destacam-se os relacionados à avaliação da missão. Uma das principais dificuldades é a validação dos sistemas que formam a missão. Normalmente estes testes são realizados em ambientes controlados onde não é possível avaliar o comportamento da comunicação do satélite com o segmento terrestre, responsável por controlar o satélite quando ele é colocado em órbita. Este trabalho propõe, uma solução para testar Cubesats na estratosfera terrestre a bordo de um balão estratosférico. Essa solução é composta por quatro subsistemas principais: o computador de bordo, o sistema de rastreamento e telemetria que opera na frequência UHF, e o subsistema de Energia, além de uma interface para conectar o Cubesat à nossa plataforma. Esta plataforma de testes é complementada por uma estação terrena de comunicação Solo-Bordo capaz de receber telemetria e enviar comandos, e realizar cálculos para apontamento automático da antena para o balão. Este trabalho apresenta o processo de caracterização do módulo TTC, incluindo simulações, testes e os resultados obtidos para validação dos sistemas associados a plataforma e a estação terrena.

Palavras-chave: Estações Terrenas. Radio Definido por Software. Balões Estratosféricos. Ground Stations. Software Defined Radio. Stratospheric Balloons.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia de Telecomunicações - **E-mail:**  
**joapedropolito@aluno.ufsj.edu.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail:** **cassiano.filho@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadores da Universidade Federal de São João del-Rei - **E-mails:** **{marconi, sergiool}@ufsj.edu.br**

## ESTUDO DE COMPÓSITOS CERÂMICOS PARA APLICAÇÃO COMO MATERIAIS ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA (MARE) NA FAIXA DE FREQUÊNCIA DE MICRO-ONDAS

Júlia Maria de Oliveira Gadbem<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Sergio Luiz Mineiro<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Newton Adriano dos Santos Gomes<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) são materiais compósitos projetados para absorver ou atenuar a energia da radiação eletromagnética que incide sobre eles e geralmente são feitos utilizando materiais com elevada perda dielétrica a partir de uma matriz polimérica acrescida de partículas condutivas dispersas em sua matriz. O presente trabalho tem como objetivo estudar as propriedades físicas e químicas do Carbetto de Silício (SiC) e sua aplicação como um material absorvedor de radiação eletromagnética na faixa de frequência de micro-ondas. O carbetto de silício, formado por carbono e silício, é uma das principais cerâmicas avançadas e seu caráter fortemente covalente faz com que este apresente propriedades como alta condutividade térmica, resistência química e mecânica em altas temperaturas e boa resistência à oxidação, desgaste e abrasão. Foram preparadas amostras utilizando matriz de silicone variando as concentrações do aditivo de SiC em 30%, 40% e 50% e em 9 espessuras diferentes para cada uma das concentrações, de modo a avaliar sua eficiência na absorção de radiação eletromagnética. Utilizando um analisador de redes vetorial (VNA) acoplado a um guia de onda retangular na faixa de frequência da Banda X (8,2 - 12,4 GHz) para caracterização das propriedades eletromagnéticas do material, obteve-se valores para a permissividade complexa e a refletividade (Reflection Loss - RL) do material. A partir desta caracterização, foi possível analisar que a banda de absorção em que o RL se encontra abaixo de -10dB não foi alcançada nas amostras de 30% de concentração de SiC. Para as amostras com 40% de concentração do SiC, identificou-se a faixa de frequência de absorção nas espessuras de 7,72 mm e 8,72 mm e para as amostras de 50% de concentração, a faixa de absorção foi observada espessuras de 5,80 mm, 6,72 mm, 7,72 mm e 8,78 mm. Além disso, foi possível notar que, para amostras com a mesma concentração, a refletividade do material apresenta seus picos em frequências

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Biomédica - E-mail: [jgadbem@unifesp.br](mailto:jgadbem@unifesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [sergio.mineiro@inpe.br](mailto:sergio.mineiro@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [newtonnasg@yahoo.com.br](mailto:newtonnasg@yahoo.com.br)

mais baixas para espessuras maiores. Tais resultados indicam o potencial do SiC como um MARE eficiente na faixa de frequência de micro-ondas, apresentando absorção da radiação incidente próxima ou superior a 96,9%, ou seja, RL abaixo de -15 dB, para as amostras nas 4 maiores espessuras de concentração 50%.

Palavras-chave: Carbetto de Silício, Banda X, MARE, refletividade, permissividade.

## PRODUÇÃO DE PAPEL (TIPO BUCKYPAPER) DE NANOTUBOS DE CARBONO INTERMEADOS POR CARVÃO ATIVADO

Júlia Marchesi Natale<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista FAPESP)

Evaldo José Corat<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O presente trabalho é uma extensão de um projeto anterior, no qual estudou-se a evolução de hidrogênio em fibras de carbono com deposição de polianilina (PAni) e de chumbo, com a intenção de diminuir a geração de hidrogênio em baterias chumbo-ácido. Os resultados prévios foram promissores, e mostraram que o compósito PAni/Pb em fibra propicia a inibição da geração de hidrogênio. Baseando-se nesse resultado, desenvolveu-se um novo projeto, desta vez com a intenção de desenvolver um material armazenador de hidrogênio. Para tal, escolheu-se o compósito aerogel de grafeno, devido à sua alta área superficial, o que se espera ser promissor para o armazenamento daquele elemento. O tema aerogel de grafeno é uma evolução do projeto original de buckypapers de nanotubos de carbono com inserção de carvão ativado, por oferecer um material condutor de alta área superficial, em uma estrutura 3D, ou seja, oferece características melhores em termos de área superficial. O aerogel por si só pode ser entendido como um buckypaper aerado, devido à sua elevada porosidade, e o GO (Graphene Oxide) já apresenta alta capacitância. A produção do aerogel está em desenvolvimento, e diferentes metodologias estão sendo testadas a fim de se obter o material mais adequado para a futura aplicação. O método mais promissor até o momento envolveu a dispersão de 15 mL de GO em 15 mL de água deionizada, seguida de uma agitação magnética por 5 minutos e banho ultrassônico por 10 minutos. Após esse tempo, adicionou-se 0,45 g de ácido ascórbico e posterior agitação magnética por 5 minutos, e por fim, a adição de 0,4275 mL de hidróxido de amônio e agitação magnética por mais 5 minutos. Posteriormente, a amostra passou pelos seguintes tratamentos térmicos, nessa ordem: estufa a 90°C por 30 minutos, congelamento a -30°C por 2h30min e estufa novamente a 90°C por 3h30min. Após o tratamento, o aerogel foi lavado três vezes com álcool isopropílico e levado para secar a 50°C durante 5h. A próxima etapa será a deposição de PAni sobre o aerogel através da técnica de voltametria cíclica. Será utilizada uma janela de potencial de -0,2V a 0,8V, a uma taxa de varredura de 50 mV/s durante 200 ciclos. A solução eletrolítica consistirá em uma mistura de anilina e ácido

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia de Materiais - E-mail: [julia.natale@unifesp.br](mailto:julia.natale@unifesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da COPDT/INPE - E-mail: [evaldo.corat@inpe.br](mailto:evaldo.corat@inpe.br)

sulfúrico, sob concentrações ainda sendo estudadas. O eletrodo será caracterizado eletroquimicamente por voltametria cíclica de varredura linear, a fim de estudar o fenômeno de evolução de hidrogênio. Além disso, também estão previstas caracterizações morfológicas utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura, e estruturais utilizando Espectroscopia Raman.

Palavras-chave: aerogel, polianilina, hidrogênio, armazenamento.

## ESTUDO DAS OSCILAÇÕES ACÚSTICAS DE BÁRIONS E SIMULAÇÕES DE OBSERVAÇÕES COM O RADIOTELESCÓPIO BINGO

Juliana Akemi Takahashi Vieira<sup>1</sup> (UnB, Bolsista PIBIC/CNPq)

Carlos Alexandre Wuensche<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Mariana Penna Lima<sup>3</sup> (UnB, Coorientador)

### RESUMO

Neste trabalho apresentamos a análise dos processos físicos relevantes para a cosmologia de 21 cm, a fenomenologia das oscilações acústicas de bárions (BAOs) e seu impacto sobre a potencial determinação da natureza e características da energia escura. As BAOs são uma consequência do acoplamento entre a matéria e a radiação após o período inflacionário, cuja interação se dava principalmente através de processos de espalhamento Compton. Este fenômeno é caracterizado por uma série de compressões e rarefações de estruturas de dimensões variadas provenientes da competição entre a pressão da radiação e a interação gravitacional, originando ondas de densidade que se propagavam pelo plasma primordial. Considerando a escala acústica impressa na distribuição de matéria durante o desacoplamento matéria-radiação, estamos realizando estudos cosmológicos com dados da distribuição de hidrogênio neutro, que constitui cerca de 75% da matéria bariônica do Universo e é um dos traçadores da aglutinação da matéria e da formação de estruturas em grande escala. Para isso utilizaremos a técnica do mapeamento de intensidade, utilizada pelo radiotelescópio BINGO e outros instrumentos que estudam a emissão do hidrogênio em 21 cm ao longo do volume cósmico.

Palavras-chave: cosmologia de 21 cm, radioastronomia, oscilações acústicas de bárions.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [akemittv@gmail.com](mailto:akemittv@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador da DIAST/CGCE/INPE - E-mail: [ca.wuensche@inpe.br](mailto:ca.wuensche@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da UnB - E-mail: [pennalima@gmail.com](mailto:pennalima@gmail.com)

## ROTINAS EM PYTHON, PARA PROCESSAMENTO DE DADOS ÓPTICOS COLETADOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS PARA MONITORAMENTO DE SIS, AQUÁTICOS CONTINENTAIS POR SENSORIAMENTO REMOTO

Kauã Gustavo Rodrigues Rennó<sup>1</sup> (FATEC-SJC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Cláudio Clemente Faria Barbosa<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Como bolsista minha primeira atividade foi o estudo/aprofundamento da linguagem de programação Python, focando nas bibliotecas de manipulação de imagens geoespaciais(.TIFF), como a GDAL e o rasterio, outras bibliotecas que estudei foram as que utilizavam os dados extraídos das imagens, como o pandas e o numpy. Minha segunda tarefa foi a organização e implementação de novos dados no banco de dados brutos, onde eu realizava a organização e armazenamento de dados de radiometria e limnológicos coletados em campo. X campanhas de campo foram organizadas em uma estrutura de pastas e depois armazenados em um repositório, depois eram encaminhadas e armazenadas em um aplicativo de gerenciamento de pastas (Filezilla). Para cada dado foram preenchidos um arquivo .json com informações relacionadas a característica do dado (e., data e descrição do equipamento, medida e local de coleta), assim como também alguns arquivos dos custos e do pesquisadores que foram ao campo. Minha terceira atividade, atividade a qual mais trabalhei, foi a adição de novas funções em códigos já existentes, Atmospy e Uranus, esses dois códigos trabalham juntos no processo de correção atmosférica realizado através da metodologia 6SV, juntos os dois executam funções em imagens .TIFF, como máscara de nuvem, recorte da imagem para melhor clareza de dados, entre outras funções. Ambos os códigos funcionavam para imagens dos sensores MSI/Sentinel-2 e OLI/Landsat8&9, meu trabalho, junto de outro bolsista e colaboradores do projeto, foi o de adaptar e criar novas funções para os códigos passassem a processar imagens do sensor OLCI/Sentinel-3. Por fim, a última tarefa que realizei, foi junto com outro bolsista, onde criamos um código em Python que comparava os dados extraídos de uma mesma imagem que fora manipula por dois diferentes códigos de correção atmosférica, o Atmospy e o Pipeline(outro código do projeto), que após a comparação, plota um gráfico com a diferença entre os dados. Esse um ano como bolsista foi muito

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - **E-mail: [kaua.reno@gmail.com](mailto:kaua.reno@gmail.com)**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: [claudio.barbosa@inpe.br](mailto:claudio.barbosa@inpe.br)**

satisfatório, com certeza uma excelente experiência para a minha vida pessoal e profissional.

Palavras-chave: Programação Python. Campanhas de campo. Correção atmosférica. metodologia 6SV. OLCI/Sentinel-3. Python programming. Field campaigns. Atmospheric correction. 6SV methodology. OLCI/Sentinel-3.

## TECNOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE CÉLULAS DE OSR PARA RADIADORES DE SATÉLITES

Kimberly Campbell Hofacher Andrade<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBITI/CNPq)  
Rafael Lopes Costa<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Valeri Vlassov<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O controle térmico de satélites é realizado primariamente através de revestimentos superficiais selecionados para regular as trocas térmicas por radiação com o ambiente espacial, sendo a principal aplicação no dispositivo chamado Radiador Espacial. Radiadores de alto desempenho são normalmente constituídos por Refletor Solar Ótico (OSR), sendo uma espécie de espelho composto por uma pastilha de material transparente à luz solar (sílica fundida ou boro silicato) com depósito metálico reflexivo multicamadas em uma das faces. Essas pastilhas são instaladas em forma de mosaico formando o Radiador. Esse tipo de revestimento tem desempenho superior a concorrentes como tinta branca, filmes de teflon metalizado e anodização, com estabilidade no ambiente espacial e baixa degradação, permitindo seu uso em missões de longa duração. Existe um experimento embarcado no CBERS 04A desde 2019, desenvolvido pelo grupo de controle térmico de satélites da Engenharia e Tecnologia Espacial (DIMEC/CGCE), possui duas amostras de OSR fabricadas com tecnologias distintas, uma desenvolvida na Divisão Mecânica Espacial e Controle e a outra na Coordenação de Laboratórios Associados, permitindo um estudo comparativo e a perspectiva de se ter duas tecnologias qualificadas para aplicação espacial. Deve-se aprimorar a metodologia de análise dos dados de voo para avaliação do desempenho e estabilidade à degradação comparativa das amostras durante os 5 anos de missão do CBERS 04A. Ainda, deve-se manter a capacidade de produção das células de OSR no instituto, além de desenvolver uma pesquisa em busca de materiais alternativos ao RTV566 para colagem em superfícies de alumínio e tratamento superficial para tornar as superfícies externas eletricamente condutivas.

Palavras-chave: OSR, Radiadores, Satélites, Controle Térmico, Engenharia Espacial.

---

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Engenharia Mecânica- **Email: kimberlyhofacher14@gmail.com**

<sup>2</sup> Tecnologista do INPE - **E-mail: rafael.costa@inpe.br**

<sup>3</sup> Tecnologista do INPE - **E-mail: valeri.vlassov@inpe.br**

# ESTUDO DA ELETRODINÂMICA DAS CAMADAS ESPORÁDICAS BASEADO EM DADOS DE SONDAORES DIGITAIS E MODELAGEM NUMÉRICA PARA APLICAÇÃO NO MONITORAMENTO E PREVISÃO DO CLIMA ESPACIAL

Laís Luz Campos<sup>1</sup> (UFSCAR, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Clezio Marcos De nardini<sup>2</sup> (INPE, Coorientador)  
Láysa Cristina Araujo Resende Chagas<sup>3</sup> (CBJLSW/INPE, Orientadora)

## RESUMO

A ionosfera é a parte superior da atmosfera, que se estende entre aproximadamente 60 até 2000 km de altura, na qual existem partículas ionizadas e elétrons livres, gerando uma camada condutora de plasma. Esta camada está basicamente dividida em 3 regiões, chamadas de D, E e F, sendo que a camada F é subdividida em camada  $F_1$  e  $F_2$ . Na região E ionosférica, objeto do nosso estudo, ocorrem adensamentos do plasma denominadas camadas E-esporádicas (Es). Essa como as demais camadas ionosféricas afetadas por diversos fenômenos, como tempestade magnética e variações do fluxo solar. Portanto, pode-se considerar que a ionosfera no setor brasileiro é um importante parâmetro em termos de Clima Espacial. Nesse contexto, este trabalho analisou a relação de ocorrência de *flare* solares, associados ou não a tempestades magnéticas, com a dinâmica das camadas Es e região F nos ionogramas. Os *flare* solares são filamentos que se desprendem do Sol carregados de partículas de Raios-X. Quando orientados em direção a Terra eles são detectados através do satélite GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellites*) e são divididos em níveis de intensidade A, B, C, M e X. Os resultados mostraram que quando ocorrem os *flare* solares de alta intensidade no fluxo de Raios-X (classes M ou X), os sinais de rádio das camadas Es e das regiões E e F podem ser absorvidos. Esse fenômeno é denominado de “*blackouts*”, pois ao absorver as ondas de rádio com comprimento de onda na faixa do HF prejudica o estudo ionosférico utilizando ionogramas. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo de casos da relação entre as ocorrências dos flares solares e as camadas ionosféricas. Para isso, foram utilizadas as estações de São Luís - MA (2° 31' S, 44° 16' O), Cachoeira Paulista - SP (22° 39' S, 45° 00' O) e Boa Vista - RR (02° 49' N, 60° 40' O) entre o período de 2022 e 2023. Os resultados deste trabalho mostram que os *flare* solares interferem de maneira distinta nas regiões ionosféricas brasileiras.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Química - E-mail: [laisluzcampos@gmail.com](mailto:laisluzcampos@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [clezio.denardin@inpe.br](mailto:clezio.denardin@inpe.br)

<sup>3</sup> Pós-doutorada do CBJLSW/INPE - E-mail: [laysa.resende@inpe.br](mailto:laysa.resende@inpe.br)

Palavras-chave: Clima Espacial, Ionosfera, Camadas Esporádicas, Região F, *Flares* solares, Digisonda, Blackouts.

## SENSORIAMENTO REMOTO PARA RESPOSTA RÁPIDA A DESASTRES

Larissa Mioni Vieira Alves<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Thales Sehn Korting<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Laércio Massaru Namikawa<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Os grandes desastres comprometem muitas vidas humanas anualmente, além de trazerem expressivos prejuízos socioeconômicos. Dentre os desafios que surgem na gestão de eventos extremos, a fase de resposta pós-desastre demanda o fornecimento de informações rápidas. Então, o Sensoriamento Remoto (SR) pode contribuir nesse processo, a partir de técnicas já consolidadas de PDI. Durante a realização do projeto de Iniciação Científica, primeiramente foram realizados cursos de Processamento Digital de Imagens e Introdução ao Python para serem as ferramentas de realização do projeto. Houve a leitura e estudo de livros e artigos científicos do tema de estudo, para haver a familiarização e entendimento do assunto. Como participante do International Charter Space and Major Disasters (Charter), o qual é uma cooperação mundial entre agências e operadores espaciais (incluindo o INPE) voltada para o fornecimento de imagens em casos de eventos extremos, quando haviam chamados do Charter, imagens de arquivo do satélite CBERS4 foram buscadas no catálogo do INPE da área afetada pelo desastre e técnicas como registro de imagens, fusão, realce, Análise de Componentes Principais (ACP), transformações de espaços de cores e índices espectrais foram aplicadas utilizando o software SIG TerraView, bem como através da construção do programa utilizando a linguagem Python, servindo de subsídio à análise de mudanças de cobertura de terra e o impacto à sociedade, produzidas por desastres. Um dos principais trabalhos realizados durante o projeto foi após o desastre em fevereiro de 2023 no Litoral Norte de São Paulo, mais precisamente no município de São Sebastião, em que 633 mm de precipitação foram registrados entre os dias 18 e 19 de fevereiro, causando o deslizamento das encostas e o soterramento de várias residências e que levou a morte de 64 pessoas, com isso imagens do CBERS4 e CBERS4A foram buscadas e trabalhadas junto ao Value Adder (VA) do chamado do Charter, gerando imagens que puderam ajudar a reconhecer e analisar a área afetada, além de auxiliar os responsáveis pelo resgate das vítimas.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado Engenharia Ambiental - E-mail: [larissa.mioni@unesp.br](mailto:larissa.mioni@unesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [thales.korting@inpe.br](mailto:thales.korting@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [laercio.namikawa@inpe.br](mailto:laercio.namikawa@inpe.br)

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Processamento de imagens. Resposta a desastre. Remote sensing. Image processing. Disaster response.

## GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO BIOMA CAATINGA

Leandro Magno Santos da Motta Filho<sup>1</sup> (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

Kátia Alves Arraes<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

A classificação do uso e cobertura do solo no bioma Caatinga tem sido pauta nas últimas décadas por diversos ramos da ciência, motivo pelo qual, entender a dinâmica ocupacional da cobertura terrestre é de longe essencial para o planejamento territorial, no que concerne às práticas agrícolas de maneira sustentável, assim como também, no monitoramento dos recursos hídricos, geológico, além de sua importância para subsidiar a tomada de decisão de políticas públicas, sejam elas emergentes ou a longo prazo. Deste modo, o objetivo do trabalho foi analisar a dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga por meio da aplicação de geotecnologias, como o uso de sensoriamento remoto e da plataforma de processamento de dados em nuvem Google Earth Engine. O projeto visa ampliar o conhecimento sobre o bioma Caatinga através da disponibilização de mapas por municípios inseridos dentro dos limites deste bioma, aplicar índices espectrais para auxiliar no processo de classificação, realizar a classificação de municípios, redefinir áreas de interesses para aplicação do estudo, mapear e espacializar o uso e ocupação do solo das áreas selecionadas, avaliar a precisão da classificação e difundir resultados através de sítios e publicações de artigos científicos e em congressos. Desta forma, utilizamos o Google Earth Engine devido à capacidade extremamente alta de processamento de dados e a interface denominada de Code Editor, que constitui um Ambiente de Desenvolvimento Integrado baseado na web para a interface de Programação de Aplicativos JavaScript do Earth Engine. Assim, o estudo vem sendo realizado com os municípios do estado do Rio Grande do Norte. Para a análise da classificação foram utilizados dados do satélite Sentinel-2, do período da estação seca, mais precisamente por volta do mês de setembro. O método empregado para a classificação do uso e cobertura do solo foi a técnica classificação supervisionada baseada em pixel, com a utilização do *Machine Learning*, e o classificador *Random Forest*. Por fim, todos esses testes e estudos nos forneceram um avanço intelectual e tecnológico da criação de mapas de uso e ocupação do solo, ao mesmo tempo, em que o mapeamento de diversos municípios vem sendo concluído. Além disso, foi realizada também a criação de aplicativos dentro da plataforma do

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Tecnologia da Informação - E-mail: leandromagno14@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: katia.arraes@inpe.br

Google Earth Engine visando disponibilizar, de forma interativa, os mapas classificados das regiões selecionadas.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Geoprocessamento. Índices Espectrais. Aprendizado de Máquina. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo. Remote Sensing. Google Earth Engine. Spectral Indices. Machine learning. Land Use and Occupancy Mapping.

## CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO PARA DESCREVER A GERAÇÃO DE ONDAS E A DINÂMICA DE PARTÍCULAS CARREGADAS NA MAGNETOSFERA

Leonardo Klaus Oliveira<sup>1</sup> (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Livia Ribeiro Alves<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

O estudo do vento solar e sua interação com a magnetosfera é de extrema importância na área da geofísica espacial, pois permite compreender os mecanismos físicos envolvidos nesse fenômeno e seus impactos na Terra, entre os quais se destaca a ocorrência de tempestades geomagnéticas. Nesse contexto, uma das atividades desenvolvidas no projeto durante os anos de 2022 e 2023 consistia em participações semanais no *briefing*, realizado todas as segundas-feiras no INPE, a fim de apresentar e discutir as informações colhidas ao longo da semana referentes a tempestades geomagnéticas e atividades solares. Para tanto, eram criados dashboards semanais no Excel para apresentar gráficos dinâmicos que viabilizassem uma análise mais aprofundada dos valores dos índices KP, DsT e AE e dos impactos na Terra quando tais índices encontravam-se perturbados. Vale destacar que houve uma forte tempestade geomagnética entre os dias 23 e 24 de março de 2023, na qual se observou o mais baixo valor no índice DsT registrado nos últimos anos (-163 nT). Este evento permitiu, inclusive, a visualização de auroras boreais fora da zona auroral, como por exemplo em partes da Europa, da Ásia e nos Estados Unidos, motivo pelo qual ele foi objeto de estudo comparativo com outras tempestades geomagnéticas intensas, em especial a de Quebec, em 1989. Além das atividades do *briefing*, foi também realizado um estudo acerca do campo magnético da Terra e de como as componentes X, Y e Z são utilizadas para descrever a direção e a intensidade do campo magnético em um determinado local na superfície terrestre. Nesse sentido, foi proposta uma análise dos dados do campo magnético da Terra no dia 10-04-2015 obtidos pela missão Van Allen Probes e fornecidos pelo Observatório de Boulder (EUA). Foi, então, criado um programa em *Python* que recebesse esses dados e calculasse a transformada de Fourier para gerar um gráfico para as três componentes.

Palavras-chave: Magnetosfera. Tempestades geomagnéticas. Transformada de Fourier. Cinturões de radiação. Magnetosphere. Geomagnetic storms. Fourier transform. Radiation belts.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia da Computação - E-mail: [leoklaus.98@gmail.com](mailto:leoklaus.98@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [livia.alves@inpe.br](mailto:livia.alves@inpe.br)

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO OZÔNIO ENTRE O SUL DO BRASIL E ANTÁRTICA  
PARA O PERÍODO DE 2014 E 2018: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS  
SATÉLITES TIMED/SABER E AURA/MLS**

Lívia Maria de Moura Sousa<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBITI/CNPq)  
José Valentin Bageston<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Gabriela Dornelles Bittencourt<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

**RESUMO**

No ano de 1977 cientistas detectaram a existência de um buraco na camada de ozônio, que ficava próximo à Antártida. A partir disso, vêm-se tendo registros de que a camada está se tornando mais fina em algumas partes do mundo, em especial nas proximidades do Polo Sul e Polo Norte. O buraco na camada de ozônio possui relação com o efeito estufa e o aquecimento global, já que o efeito estufa é o responsável por garantir que a Terra mantenha uma temperatura adequada para a sobrevivência dos seres vivos. Porém, com a demasiada emissão de gases poluentes, esse efeito tem sido intensificado. Como resultado do aumento do efeito estufa e da maior incidência dos raios solares, as temperaturas médias da Terra aumentaram. Isso resulta no aquecimento global, fenômeno relacionado às mudanças climáticas. Tendo em vista a correlação entre os fenômenos citados anteriormente, é possível seguir a procura de correlações para analisar as mudanças climáticas na região sul do Brasil (que possui certa proximidade com a Antártida), e observar a influência do buraco na camada de ozônio neste processo. A metodologia utilizada compreende a análise de dados de satélite (SABER e MLS) de O<sub>3</sub> e temperatura, além do estudo teórico com estudo documental e análise de desenvolvimento em um certo período de tempo.

Palavras-chave: Ozônio. Buraco de ozônio. Mudanças climáticas. Efeito estufa. Aquecimento global.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Meteorologia - **E-mail: livia.sousa@acad.ufsm.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: jose.bageston@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria - **E-mail: gadornellesbittencourt@gmail.com**

## MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO APLICADOS EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DA ÁREA AEROESPACIAL

Lívia Maria de Souza Silva<sup>1</sup> (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Evandro Marconi Rocco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Liana Dias Gonçalves<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

O desenvolvimento e a operação de veículos aeroespaciais envolvem diversos parâmetros de projeto que devem ser otimizados, a fim de se obter a solução que garanta cumprimento ótimo da missão. Muitas vezes a variação desses parâmetros e de suas funções objetivo demonstram-se conflitantes entre si, necessitando-se de um método para encontrar a solução equilibrada. Problemas desse tipo são denominados como otimização multiobjetivo, em que tem-se funções objetivo conflitantes a serem otimizadas simultaneamente. Neste trabalho foram estudados métodos de otimização multiobjetivo e, ao final, aplicado o *Smallest Loss Criterion* (Critério da Menor Perda) em um problema da área aeroespacial. O problema escolhido consiste em otimizar a manobra de desvio de detrito para um satélite em órbita da terra, visando minimizar o consumo de combustível e o tempo de manobra, e maximizar a distância relativa entre o satélite e o detrito. Para obter a solução mais equilibrada foram variados os parâmetros da manobra, sendo estes o semieixo maior da órbita final após a manobra e a posição em que a manobra começa. Verifica-se que as soluções ótimas, que otimizam isoladamente cada função objetivo, são conflitantes entre si. A distância relativa é maximizada no intervalo de maiores semieixos, enquanto que o tempo é minimizado em menores ângulos de transferência e o consumo ótimo ocorre com o ângulo de transferência de 180°. A partir dos resultados encontrados determina-se, portanto, que a solução ótima é a de menor perda e a mais equilibrada, garantindo o *trade-off* entre as funções objetivo.

Palavras-chave: Veículos aeroespaciais. Otimização multiobjetivo. Otimização de Manobra. Detritos. Aerospace vehicles. Multiobjective optimization. Maneuver Optimization. Debris.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia e Engenharia Aeroespacial - **E-mail: livia.souza@outlook.com**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: evandro.rocco@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - **E-mail: lianadgon@gmail.com**

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA QUALIDADE DE ANODIZAÇÃO DE LIGAS DE ALUMÍNIO

Louise Ramos Burached<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Graziela da Silva Savonov<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

### RESUMO

O tratamento de anodização em superfícies metálicas consiste em formar uma camada de óxido integrada ao metal, a qual resiste à corrosão, à abrasão e isola eletricamente a peça. No laboratório de tratamento de superfícies, esta é uma técnica amplamente utilizada e pesquisada. Este trabalho busca analisar a influência da temperatura neste procedimento, fixando parâmetros como concentração do banho eletrolítico e a densidade de corrente que percorre o sistema e tempo de procedimento, foram anodizadas peças de liga de alumínio (Al-6351) em oito diferentes temperaturas, de 13°C a 30°C. A estrutura utilizada para a anodização possui um sistema de agitação para promover a homogeneização do banho eletrolítico e também maior controle da temperatura durante o processo. As amostras passaram por análise de espectroscopia por energia dispersiva de raios-X, microscopia eletrônica de varredura e polarização potenciodinâmica a fim comparar o comportamento das superfícies frente ao processo corrosivo e a eficiência do tratamento de anodização realizado em cada temperatura. Foram observados valores de tensão e corrente similares durante a formação da camada anódica e diferentes cores nas amostras anodizadas. As amostras submetidas a temperaturas mais baixas apresentaram camadas de óxido mais espessas e maior diferença dos valores de tensão inicial e final do tratamento.

Palavras-chave: Alumínio, Anodização, Corrosão.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia - E-mail: [louise.burached@gmail.com](mailto:louise.burached@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [graziela.savonov@inpe.br](mailto:graziela.savonov@inpe.br)

## EXPLORANDO BIBLIOTECAS PYTHON PARA VISUALIZAÇÃO DE CAMPOS METEOROLÓGICOS DO THE BRAZILIAN DEVELOPMENTS ON THE REGIONAL ATMOSPHERIC MODELING SYSTEM (BRAMS)

Lucas Adati de Paula<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Eugênio Sper de Almeida<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O resultado de uma previsão numérica de tempo e clima, gerada por um modelo atmosférico, é um conjunto de matrizes multidimensionais (cada uma representando uma variável atmosférica). O processo de geração de previsão no CPTEC/INPE consiste na execução de um workflow que coleta informações meteorológicas, altera sua resolução espacial e executa os modelos de previsão numérica. O The Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS) é um modelo numérico de previsão do tempo projetado para simular circulações atmosféricas, sendo suas saídas disponibilizadas no formato GrADS. Atualmente a geração de figuras e gráficos com informações meteorológicas utiliza o GrADS e shell script. Desta forma, o objetivo deste projeto é simplificar a visualização dos campos de temperatura do modelo atmosférico BRAMS em seus diferentes níveis atmosféricos utilizando a linguagem Python3, seus pacotes e bibliotecas. Neste desenvolvimento foi utilizado o Xgrads (v.0.2.3) para leitura e interpretação da saída do modelo BRAMS. O tratamento de dados é realizado pelo Xarray (v. 0.20.2) em conjunto com o Numpy (v.1.21.6) que permite carregar, analisar e processar os dados em memória. O Metpy (v.1.2.0) possui a finalidade de ler e gravar dados meteorológicos. Sendo assim, foi possível a manipulação dos dados tratados pelas bibliotecas citadas anteriormente. Durante o desenvolvimento do projeto foram analisadas bibliotecas para manipulação e visualização de dados atmosféricos, definição e adaptação da biblioteca adequada e a preparação e automação do ambiente de trabalho para a leitura desses dados. Para a geração de mapas com os dados dos campos de temperatura foram exploradas quatro bibliotecas Python. Inicialmente, optou-se pelo Cartopy (v.0.20.3) em conjunto com o Matplotlib (v.3.3.2). Entretanto, não foi possível gerar mapas interativos. A biblioteca Plotly (v.5.8.0) possui mapas interativos, porém não possui compatibilidade com a biblioteca Matplotlib a qual cria os gráficos dos dados. Já o Bokeh (v.2.4.3) não possui os recursos necessários

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Fatec Cruzeiro - Prof. Waldomiro May. E-mail: [lucas.paula22@fatec.sp.gov.br](mailto:lucas.paula22@fatec.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da CGIP/COPDT/INPE - E-mail: [eugenio.almeida@inpe.br](mailto:eugenio.almeida@inpe.br)

para realizar a plotagem. Por outro lado, a biblioteca Folium (v.0.14.0) em conjunto com o Matplotlib (v.3.3.2) e geojsoncontour (v.0.4.0) foi capaz de gerar mapas com os dados dos campos de temperatura. O framework Streamlit (v.1.16.0) permitiu a criação de uma interface web simples para disponibilizar os mapas gerados. Como resultados, foi possível disponibilizar as plotagens dos mapas em uma aplicação web interativa e simplificada para o usuário. Desta forma, a manipulação e visualização dos mapas foi facilitado ao usuário final, pois não há a necessidade de ter prévio conhecimento de alguma linguagem de programação.

Palavras-chave: BRAMS. Visualização. Bibliotecas gráficas.

## ESTRATÉGIAS DE DISCURSOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXO CARBONO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Ludmila Pinhal Martinez<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Evandro Albiach Branco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Sérgio Mantovani Paiva Pulice<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias de produção de energias renováveis faz parte das estratégias de mitigação das mudanças climáticas. Segundo a Organização das Nações Unidas, até 2030, é preciso reduzir em até 45% as emissões de gases de efeito estufa e, por esta razão, é preciso desenvolver a matriz energética para uma produção com menos emissões. No Brasil, de acordo com o Balanço Energético Nacional de 2021, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética, cerca de 82,9% da energia elétrica consumida já vem de fontes renováveis e, por este motivo, as tecnologias renováveis podem ter um desafio maior ao defender suas vantagens competitivas no setor como um todo. Com o objetivo de verificar as estratégias que os atores da tecnologia eólica desenvolvem no setor, esse trabalho busca identificar quais temas e categorias foram propagadas e quais atores foram mais ativos no debate sobre a implementação da tecnologia eólica no ano de 2022. A hipótese investigada é de que a categoria sustentabilidade e descarbonização é a mais propagada no debate, considerando principalmente os atores diretamente vinculados à tecnologia eólica. O método utilizado foi análise de conteúdo e análise de rede, baseado no software Discourse Network Analyser. As categorias de análise foram pré-definidas baseado na literatura científica sobre transição energética. A fonte de dados para visualização dos discursos foram notícias de jornal provinda dos jornais de maior circulação no país. Foram encontradas 532 notícias relevantes e 234 aptas para categorização segundo critérios definidos pela equipe de análise. Como resultado encontramos a categoria competitividade como a mais propagada pelos atores da tecnologia eólica e a categoria descarbonização e modicidade tarifária pelos atores do governo. Contribuímos para discussão com a literatura sobre transição energética ao revelar que estratégias dos atores de tecnologia eólica não estão concentrada exclusivamente em critérios de sustentabilidade ou descarbonização, o que pode ser um ponto de

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - E-mail: [ludmila.pinh@unifesp.br](mailto:ludmila.pinh@unifesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [evandro.albiach@inpe.br](mailto:evandro.albiach@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE – E-mail: [sergio.pulice@inpe.br](mailto:sergio.pulice@inpe.br)

alerta para futuras investigações sobre o papel do mercado na aceleração ou no retardamento da transição.

Palavras-chave: Energia elétrica. Energias renováveis. Eólica. Políticas. Discurso.

## OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE MANOBRAS ORBITAIS BI-IMPULSIVAS NÃO COPLANARES

Luis Augusto Amâncio Pereira<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Evandro Marconi Rocco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Liana Dias Gonçalves<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O conceito de manobras orbitais tem seu início em vários estudos que envolvem a astrodinâmica e a física. A mecânica celeste é uma chave principal para toda a atuação nessa área e possui total envolvimento para os projetos de missões espaciais e lançamento de satélites. Para cálculos e expectativas de manobras, existem variáveis que sempre devem ser levadas em consideração e que estarão presentes durante o percurso, por exemplo o consumo de combustível, trajeto e o tempo. Como qualquer outro projeto, estaremos interessados em estipular gastos para cada uma dessas variáveis e conseqüentemente deixá-las de maneira a fornecer o melhor desempenho, o que nos leva ao conceito de otimização. Os valores referentes ao consumo de combustível, por exemplo, vamos querer que sejam os mínimos possíveis. Apesar de aparentar uma tarefa simples, pode não ser, já que se trata de um problema multiobjetivo. Objetiva-se então otimizar múltiplos elementos, conseguindo para cada variável um valor que seja o ótimo, de modo equilibrado entre as mesmas. A otimização multiobjetivo é um processo que pode utilizar diferentes métodos para realizar a otimização que desejamos. Como método, utilizaremos o Critério da Menor Perda, onde sem admitir pesos, são feitas normalizações para a geometrização dos dados e por fim calcular-se o centro da figura gerada. Nesse método, a solução ótima para o problema é definido como a solução que apresentar a menor perda para todos os objetivos. Para o presente trabalho, criou-se o problema de partir de uma altitude inicial, alcançada com o auxílio de um lançador, e chegar até a órbita geoestacionária. A manobra orbital, partindo da altitude inicial até a órbita geoestacionária, pode ser dividida em N etapas. Dividir o trajeto em etapas é para muitos algo essencial, já que o número de etapas está diretamente ligado a capacidade dos equipamentos e sistemas disponíveis, por exemplo o propulsor. Com a linguagem Python, foram desenvolvidas rotinas que fazem os cálculos para cada divisão de etapas e que gera gráficos para visualizações simplificadas. Os resultados são salvos em uma tabela para que possam

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Biomédica - E-mail: [luisaugustoamancio@gmail.com](mailto:luisaugustoamancio@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [Evandro.rocco@inpe.br](mailto:Evandro.rocco@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da INPE – E-mail: [liana.goncalves@inpe.br](mailto:liana.goncalves@inpe.br)

ser feitas as análises futuras, como o incremento de velocidade necessário para a realização da manobra, o tempo de cada etapa e o tempo total gasto. Analisando-se os dados obtidos com manobras para 2,4,6,10 e 12 etapas, isto é, dividindo-se a distância total do trajeto nesses valores, obtiveram-se curvas que dizem que o número de etapas é proporcional aos incrementos de velocidade, tanto no primeiro quanto no segundo. O tempo para a realização de cada etapa diminui, visto que a constante  $N$  sendo o divisor da distância total. Todavia, foi observado que o tempo total foi maior, relacionando-se que  $N$  é proporcional ao tempo total. Desse modo, conclui-se que para alterações no número de etapas, existem impactos nas variáveis que desejamos otimizar. Pode-se então escolher um valor para  $N$ , de modo a aplicar o critério multiobjetivo dito anteriormente, alcançando-se uma resposta de equilíbrio para o problema apresentado.

Palavras-chave: Astrodinâmica. Manobras Orbitais. Otimização multiobjetivo. Astrodynamics. Orbital maneuver. Multiobjective Optimization.

## STUDY OF A NEW BURNER CONFIGURATION WITH EXTERNAL CONTROLLED AIR ENTRAINMENT

Luis Marcelo Bueno Sima<sup>1</sup> (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Fernando Fachini Filho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Este trabalho analisa o comportamento de uma chama difusiva em uma nova configuração: um queimador cilíndrico poroso, pelo qual o combustível é ejetado, no meio de jatos opostos impingentes de oxidante. O controle da velocidade dos jatos permite o controle do transporte de oxigênio para a chama. Para isso, neste primeiro ano de trabalho, foi feito a modelagem matemática que conta com as equações de conservação de massa, quantidade de movimento, energia e espécie dos fluidos. Além disso, foi feita a dedução das equações da fração de mistura  $Z$  e excesso de entalpia  $H$  (formulação de Shvab-Zel'dovich). Para essa formulação considera-se uma taxa de reação química infinitamente rápida, o que permite eliminar o termo não linear da reação química. A partir das equações de  $Z$  e  $H$ , os campos de frações mássicas do oxigênio e combustível e da temperatura são determinados.

Palavras-chave: Chama difusiva. Equações de conservação. Fração de mistura. Excesso de entalpia. Formulação de Shvab-Zel'dovich.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia Mecânica - **E-mail: marceloluissfc@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisador do Laboratório Associado de Combustão e Propulsão/INPE - **E-mail: fachini@lcp.inpe.br**

## **POLÍTICAS PÚBLICAS E CIÊNCIA: UMA ANÁLISE ENTRE A RELAÇÃO DAS AÇÕES GOVERNAMENTAIS E A EVOLUÇÃO CIENTÍFICA NO INPE**

Luísa Silva Baraldo Paiva<sup>1</sup> (UFOP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Roberto Rozante<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### **RESUMO**

Este trabalho explora a relação entre políticas públicas e desenvolvimento científico, com foco no caso do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A análise das políticas públicas é de importância, visto que são concebidas como ferramentas prioritárias de um governo para se relacionar com a sociedade, refletindo diretamente as prioridades e o contexto social do momento histórico e político. O INPE, estabelecido como um órgão do governo dedicado à pesquisa meteorológica e aeroespacial, bem como ao desenvolvimento de satélites brasileiros, desempenha um papel crucial na formação de mestres e doutores em diversas disciplinas científicas. No entanto, assim como outras instituições científicas governamentais, o INPE depende fortemente das alocações orçamentárias do governo federal para suas operações e manutenção. Dessa forma, o trabalho destaca que o órgão, especificamente, é afetado quando os governos não priorizam a ciência em suas políticas públicas. Além disso, reconhece que os fundamentos ideológicos do governo, o momento histórico, a opinião pública e as percepções da importância da ciência e da necessidade das ações governamentais influenciam o funcionamento e o cumprimento das atividades dessas instituições, impactando o desenvolvimento científico nacional. A partir disso, o trabalho consegue associar, através de dados do instituto acerca de formandos do mestrado e doutorado, além do número de publicações por ano em sua biblioteca digital, há momentos históricos e características de governos específicos demonstrando quais propostas políticas e contextos foram mais propícios para a ciência e para o funcionamento do INPE. Concluindo, a pesquisa consegue chegar em um ponto de reflexão acerca da importância da ciência para a formação nacional, tanto historicamente, quanto pela análise do contexto histórico do instituto desde a ditadura militar até o segundo governo Dilma e o golpe de 2016.

Palavras-chave: Políticas Públicas, INPE, Desenvolvimento científico, Momento Histórico, Política.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Jornalismo- E-mail: [luisa.paiva@aluno.ufop.edu.br](mailto:luisa.paiva@aluno.ufop.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [rozante@inpe.br](mailto:rozante@inpe.br)

## CONSTRUÇÃO DE CAPACIDADE ADAPTATIVA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: INTERFACES E OPORTUNIDADES

Luiz Carlos Siqueira<sup>1</sup> (FATEC/Jacareí, Bolsista PIBIC/CNPq)

Evandro Albiach Branco<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Mariana Gutierrez Arteiro da Paz<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

Em contextos de mudanças ambientais globais e crescentes riscos climáticos e civilizacionais, a busca por estratégias que viabilizem a ampliação da capacidade adaptativa, em todas as suas perspectivas e dimensões, ocupa cada vez mais um lugar cada vez mais central, tanto do ponto de vista do suporte à manutenção de sistemas socioecológico como do ponto de vista institucional e político. Assim, esse trabalho visa contribuir para a compreensão do lugar da Educação Ambiental dentro das estratégias de incremento da capacidade adaptativa, a partir da análise da produção científica nacional e internacional. Foi conduzida uma revisão de literatura na base de dados SCOPUS para os temas: Capacidade Adaptativa (CA) e termos afins, de Mudanças Climáticas (MC), delimitando as áreas de publicação para as relacionadas a meio ambiente, no período de publicação para até 2022 e os idiomas português, inglês e espanhol. Após essa busca, foi feito um refinamento com termos de busca que remetem à Educação Ambiental (EA), para compreender o espaço que ela ocupa no contexto da CA. Os dados das duas buscas alimentaram uma análise bibliográfica comparativa para trazer os anos de publicação, países das instituições dos autores e as universidades. A segunda análise realizada foi a qualitativa, a partir dos 5 artigos mais citados da segunda busca (com CA e EA), para compreender as seguintes questões: quais os conceitos adotados de CA e de EA pelos autores; para quais questões climáticas e como a EA é operacionalizada. Observou-se que as publicações sobre CA no contexto das MC pouco consideram a EA como estratégia para ampliação da CA. De 3550 trabalhos de CA, apenas 107 contemplam a EA de alguma forma, considerando as palavras-chave definidas pela revista. Artigos com palavras-chave que contemplam a EA definidos pelos próprios autores somam apenas 11 publicações. Ainda assim, em leitura nos artigos, observou-se que em alguns a EA se tratava de aspectos formativos, e não da EA transformadora e reflexiva. O número de artigos publicados teve um acréscimo significativo, de um em 2007 para 13 em 2019. Dentre os países que mais

---

<sup>1</sup> E-mail: [luiz.siqueira12@fatec.gov.br](mailto:luiz.siqueira12@fatec.gov.br)

<sup>2</sup> E-mail: [evandro.albiach@inpe.br](mailto:evandro.albiach@inpe.br)

<sup>3</sup> E-mail: [pazmga@gmail.com](mailto:pazmga@gmail.com)

publicaram artigos com os dois termos de busca (CA e EA), os Estados Unidos se destacaram em primeiro lugar, enquanto o Brasil ficou em 8°. Quanto às instituições brasileiras de afiliação dos autores, estão o CEMADEN, a UNICAMP, a UNEMAT e a UFMT. Dentro do universo dos artigos pesquisados, uma pequena parte considera a Educação Ambiental de alguma forma. A qualidade desta relação está em processo de investigação e análise. Esta e outras análises qualitativas dos artigos de maior impacto estão em curso e espera-se apresentar uma análise comparativa entre os conceitos de Capacidade Adaptativa e de Educação Ambiental adotados pelos autores. Como a CA está relacionada a habilidade de preparação, ajustes e responder à mudanças, e a EA, em suas perspectiva crítica, tenciona reconhecer e intervir na realidade socioambiental em busca de condições mais sustentáveis e justas, parte-se da premissa de que haveria interfaces de ordem teórica, conceitual e metodológica que poderiam ser explicitamente reconhecidas e otimizadas.

Palavra- chave: Capacidade Adaptativa, Mudanças Climáticas, Meio Ambiente, Educação Ambiental.

**EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A POLUENTES DO AR NA SAÚDE HUMANA:  
INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM REGIÕES  
METROPOLITANAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Maikon Nascimento de Aguiar<sup>1</sup> (EEL/USP, Bolsista PIBIC/CNPQ)  
Débora Souza Alvim<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

RESUMO

Os processos industriais, os veículos automotores e as queimadas são, dentre as atividades antrópicas, são as maiores causas da introdução de substâncias poluentes na atmosfera, muitas delas tóxicas à saúde humana. A partir desse contexto vários estudos, têm demonstrado que a poluição atmosférica está associada ao excesso de internações hospitalares, em particular por doenças respiratórias e cardiovasculares. O objetivo desta proposta é analisar as concentrações horárias de monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), material particulado de 10 micra (MP10), material particulado de 2.5 micra (MP2.5) junto com dados de variáveis meteorológicas para investigar efeitos de curto prazo da poluição atmosférica na internação por problemas respiratórios durante o período de 2017 a 2019 nas cidades de Guarulhos, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Campinas e São José dos Campos. Contudo, a partir da coleta de dados do sistema Qualar da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), juntamente com os valores de temperatura, umidade relativa, precipitação, radiação solar total, velocidade e direção do vento a partir das 6:00 horas da manhã até as 21:00 horas da noite. Foram feitos estudos estatísticos relacionando o número de internações por problemas respiratórios com dados obtidos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) das cidades citadas, alcançando, de forma quantitativa, resultados sobre a concentração de poluentes comparados aos valores recomendados pela legislação brasileira, CONAMA 491/2018 e pela OMS 2021. Observou-se que as maiores concentrações dos poluentes se encontram no inverno (JJA), com exceção do O<sub>3</sub>, em razão das condições climáticas adversas, o que favorece baixa dispersão dos poluentes e da umidade do ar, que resulta em maior número de internações respiratórias. Os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) apresentaram forte correlação para todas as cidades estudadas de concentração de NO<sub>x</sub> com internação por dados respiratórios e com médias de concentração anuais que ultrapassaram os

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado Engenharia Ambiental – E-mail: maikon\_aguiar@usp.br

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE – E-mail: debora.alvim@inpe.br

valores recomendados pela OMS  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com a maior correlação para a cidade de São José dos Campos  $R^2 = 0,86$  e menor para a cidade de São Caetano  $R^2 = 0,38$ , o material particulado foi o segundo material com maior grau de explicabilidade MP10 de  $R^2 = 0,8$  e MP2.5  $R^2 = 0,72$ , e mínimas para Guarulhos MP10  $R^2 = 0.31$  e MP2.5  $R^2 = 0.31$ , correlacionando concentração de MP10 com dados de internação por doenças respiratórias.

Palavras Chaves: Poluição atmosférica, Doenças respiratórias, Estado de São Paulo.

## SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO PARA USO EM TUBOS DE CALOR EM ALUMÍNIO CONTENDO ÁGUA

Marco Antonio Redi Gonçalves<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Jose Eduardo May<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Rafael Lopes Costa<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Tubos de calor são amplamente utilizados em diversas áreas da sociedade, dentre elas o setor aeroespacial, com ênfase no controle térmico de satélites espaciais. Utiliza-se frequentemente como fluido de trabalho acetona ou amônia, todavia pretende-se o uso de água como possível substituto, devido às suas propriedades térmicas superiores, assim como sua segurança em relação aos operadores e ao equipamento. Notadamente, sabe-se que tubos de calor de alumínio contendo água são incompatíveis, devido a formação de gases não condensáveis oriundos do processo de oxidação do alumínio, que com o passar do tempo resulta na redução de desempenho e até interrupção de suas funções. Assim, o uso conjunto de duas medidas protetivas com relação à corrosão, o uso de anodização em conjunto a inibidores de corrosão, tem potencial para reduzir as taxas de corrosão, podendo inibir ou retardar a formação dos gases não condensáveis dos tubos. Desta forma, estudaram-se por meio de ensaios de imersão em água e em solução de dicromato de potássio as taxas de corrosão em chapas de alumínio da liga 6061, em diferentes condições, com medições de perda de massa em 24h, 72h e 168h. Para isso, foram preparadas amostras de alumínio anodizado, formando uma dupla camada porosa e protetiva, sendo posteriormente eletrocoloridas por sulfato de estanho, e por fim seladas para garantir máxima proteção contra corrosão. As amostras anodizadas foram comparadas à amostras de alumínio sem tratamento de superfície, assim como a amostras anodizadas com um risco superficial para simular possíveis trincas ou defeitos. Foi observada uma redução na taxa de corrosão nas amostras anodizadas imersas em dicromato de potássio quando comparadas às amostras sem tratamento superficial para tempos de até 168h. Assim, conclui-se que o uso combinado dos dois métodos de proteção contra corrosão é promissor, contribuindo positivamente para a diminuição das taxas de corrosão e conseqüente diminuição da formação de gases não

---

<sup>1</sup> E-mail: marco.redi@inpe.br

<sup>2</sup> E-mail: jose.may@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: rafael.costa@inpe.br

condensáveis. Entretanto, dado que os satélites possuem vida útil bem superior aos tempos avaliados, novos ensaios de longa duração estão sendo conduzidos.

Palavras-chave: Alumínio. Anodização. Corrosão. Inibidores de corrosão. Tubos de calor.

## MAPEAMENTO DA AGRICULTURA DE PEQUENA ESCALA E DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA REGIÃO DO BAIXO TOCANTINS, PA

Marcus Vinicius Gonçalves da Silva<sup>1</sup> (UFLA, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Maria Isabel Sobral Escada<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Anielli Rosane Souza<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

Poucos esforços têm sido empregados no mapeamento de classes de uso da terra associadas a sistemas agroflorestais e cultivos de pequena escala na Amazônia. A falta de informações espaciais e dificuldades no mapeamento com imagens orbitais dificultam a compreensão das dinâmicas e a avaliação adequada do potencial socioeconômico dessas atividades. A diversidade e dimensões reduzidas das feições resultam em paisagens heterogêneas, o que leva a uma maior complexidade nos procedimentos de classificação, resultando em ausências ou imprecisões na representação espacial. Para contribuir com a resolução desse problema este trabalho tem como objetivo estabelecer uma matriz metodológica para o mapeamento do uso e cobertura da terra, especialmente para *agricultura anual de pequena escala*, estádios da *vegetação secundária* e *sistemas agroflorestais*, para os municípios de Abaetetuba, Igarapé-Miri, Cametá, Mocajuba e Baião, localizados na região nordeste do estado do Pará, com imagem de satélite de 2017. A primeira etapa deste trabalho consistiu na construção de uma matriz metodológica de mapeamento de uso e cobertura da terra, dando ênfase às classes de *agricultura anual de pequena escala* e classes relativas aos estágios sucessionais da *vegetação secundária*. Utilizamos o cubo de dados do satélite Sentinel-2A, composto por imagens de 16 dias. Foi aplicado o algoritmo Random Forest, no ambiente Sits (*Satellite Image Time Series Analysis on Earth Observation Data Cubes*) utilizando-se linguagem de programação em R. Utilizamos bandas puras (*B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B08A, B11, B12*) e índices espectrais NDVI, NBR e *Modelo Linear de Mistura Espectral* (MLME) para treinar o modelo e realizar a classificação das diferentes classes de interesse. A avaliação dos resultados da classificação foi realizada por meio de matriz de confusão e estimativas de acurácia global e Kappa. A abordagem apresentou resultados promissores, especialmente para o mapeamento da classe

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas - E-mail: [mvinicius.gsilva2003@gmail.com](mailto:mvinicius.gsilva2003@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [isabel.escada@inpe.br](mailto:isabel.escada@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [anielli.souza@inpe.br](mailto:anielli.souza@inpe.br)

*agricultura anual de pequena escala* e das classes relativas aos estágios sucessionais de *vegetação secundária*. Obteve-se uma acurácia global de 78% da classificação e um coeficiente Kappa de 75%. Destacam-se algumas das principais discordâncias entre as classes: 1) *Agricultura de pequena escala* com *Pasto limpo* (15,78%) e com *Agricultura de larga escala* (15,78%); 2) *Vegetação secundária inicial* com *Agricultura de larga escala* (6,06%) e *Pasto limpo* (3,03%) e; 3) *Vegetação secundária avançada* com *Piscicultura* (2,94%) e *Vegetação Secundária Inicial* (2,94%). Os resultados são preliminares. Testes com outros classificadores (*LightTAE* e *Support Vector Machine*) serão realizados, além da revisão das amostras utilizadas, visando um melhor balanceamento. Serão incluídos procedimentos para o mapeamento dos sistemas agroflorestais. Essas etapas adicionais são essenciais para melhorar a precisão e a confiabilidade do mapeamento das classes em estudo, possibilitando assim, inferir com um dado mais preciso, como se dão as dinâmicas do uso da terra na região.

Palavras-chave: Uso e cobertura da terra. Sistemas agroflorestais. Agricultura anual de pequena escala. Cubo de dados.

## DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS PARA ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE DADOS ECOHIDROLÓGICOS

Maria Clara Oliveira Domingos Ruas<sup>1</sup> (UFMG, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Laura de Simone Borma<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

Os dados eco hidrológicos são coletados periodicamente, acumulando-se e exigindo muitas horas de trabalho no tratamento manual dos dados coletados. Assim, o principal objetivo do projeto é tornar mais eficiente o tratamento e exibição dos conteúdos coletados. Para isso, primeiramente foi feito um levantamento de todos os dados, como eles são coletados e armazenados, deixando explícito a maneira exata que ocorre a captação e o que cada dado significa no documento gerado (.xlsx), e também sobre o que se espera de cada campo e o que seria considerado dado inválido e por fim quais são as saídas esperadas. No segundo passo, com a padronização já em mente, é realizado uma transformação dos dados e a importação, em que as informações são colocadas dentro do banco de dados em um formato de tabelas, contendo diferentes chaves de acesso definidas no passo anterior. A seguir, ainda no banco de dados, é realizado um tratamento sobre dados inválidos que, com as orientações do levantamento, tomam as medidas necessárias, seja o arredondamento de valores ou exclusão. É bom ressaltar que a quantidade e o tipo de dado inválido são informações que posteriormente serão úteis em relatórios de eficiência e manutenção. Por fim, foi criada uma interface entre o servidor e o usuário. Com a ferramenta, o usuário pode facilmente interagir com os dados do banco, seja adicionar dados ou parâmetros novos, ou visualizar os dados com qualquer filtro desejado, seja por período de tempo, região, sensor, etc. Como resultado, pode ser citado à economia de tempo ao não se precisar tratar os dados manualmente, a segurança dos dados, já que o sistema evita qualquer perda ou irregularidade em meio aos processos, e por fim, a fácil acessibilidade para consulta em pesquisas posteriores.

Palavras-chave: Automatização de Processos. Volume de Dados. Segurança. Eficiência. Process Automation. Data Volume. Security. Efficiency.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia de Sistemas – E-mail: [mariaclarao.ruas@gmail.com](mailto:mariaclarao.ruas@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE – E-mail: [laura.borma@inpe.br](mailto:laura.borma@inpe.br)

## **CONSTRUINDO NOSSO MAPA MUNICIPAL VISTO DO ESPAÇO: MAPEAMENTO DA CAATINGA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO COM GEOTECNOLOGIAS**

Maria Luiza Freire de Melo<sup>1</sup> (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Melquisedec Medeiros Moreira<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
José Braz Diniz Filho<sup>3</sup> (UFRN, Coorientador)

### **RESUMO**

O projeto "Construindo nosso mapa municipal visto do espaço" busca expandir os conhecimentos a respeito da medição da cobertura vegetal da Caatinga no semiárido nordestino, por meio principalmente de geotecnologias espaciais utilizando imagens de satélite LANDSAT-8, com uma resolução de 30 metros. O sensoriamento remoto é fundamental nessa abordagem, visando atender às necessidades de cartografia do Brasil. Apesar do avanço das geotecnologias, ainda há uma grande carência de cartas e mapas oficiais no país. A região Nordeste é especialmente carente nesse aspecto e o foco principal é atualizar o gerenciamento das informações, analisando e mapeando o uso e ocupação do solo no Semiárido do Brasil. A metodologia adotada no presente trabalho é composta por quatro etapas: A) Levantamento e análise de informações pré-existentes da área de estudo, utilizando o sensoriamento remoto, além da realização de cursos relacionados à Gestão de Riscos, Proteção e Defesa Civil, Sistemas de Monitoramento e Alerta para apoio à gestão local de riscos e desastres, bem como aspectos técnicos relacionados a hidrogeologia no país e diferenças regionais; B) Atividade de campo, no qual foi realizado o mapeamento e registro de informações em locais remotos onde não foi possível obter por meio do sensoriamento remoto, consistiu essencialmente em estudos envolvendo geologia estrutural e geologia ambiental, assim, buscando relacionar como a vegetação da Caatinga se encontra no semiárido do Rio Grande do Norte, pois a interação entre a geologia, a vegetação e o clima na Caatinga são complexa e dinâmica; C) Pós campo, que consistiu na integração de todas as informações coletadas, combinando os dados dos cursos, com o mapeamento por sensoriamento remoto, e a etapa de campo, a fim de obter informações detalhadas adicionais; D) Elaboração de mapas para disponibilização à população, visando enriquecer o conhecimento da comunidade. O estudo é a maneira de enriquecer o conhecimento a respeito da Caatinga e problemas em questão.

---

<sup>1</sup> E-mail: maria.freire.110@ufrn.edu.br

<sup>2</sup> E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: braz.diniz@ufrn.br

Palavras-chave: Mapeamento, ambiental, trabalho de campo, sensoriamento remoto.

## CONTRIBUIÇÃO AO MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NO BIOMA MATA ATLÂNTICA POR SENSORIAMENTO REMOTO

Mariana Martins dos Santos Cursino<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Silvana Amaral<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O Bioma Mata Atlântica, por sua biodiversidade, endemismo e espécies ameaçadas, é o ecossistema mais complexo e o segundo mais ameaçado do mundo. A degradação do bioma altera o regime hidrológico, produtividade do solo, emissão de gases de efeito estufa, aquecimento global e a desertificação. Apesar da lei da Mata Atlântica e as leis subsequentes desacelerarem o desmatamento, ainda há remoção de vegetação natural. Assim, sistemas de monitoramento baseados em sensoriamento remoto são fundamentais para embasar as políticas de comando e controle. Este trabalho tem por objetivo avaliar a contribuição dos diferentes sistemas que produzem estimativas de desmatamento anual para monitoramento da Mata Atlântica. Foram comparados os dados e técnicas dos principais sistemas de monitoramento: Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica & INPE), MapBiomas Mata Atlântica (Mapbiomas) e PRODES Mata Atlântica- INPE. Um quadro síntese apresenta os objetivos e métodos dos sistemas considerando: os conceitos, dados e métodos, recortes espaciais, legendas, classes e suas caracterizações espectrais, área mínima mapeada, formações florestais, sensores, composição de bandas, e métodos de classificação. Os resultados revelaram que os sistemas se assemelham apenas quanto ao uso de imagens Landsat (30 m). As metodologias diferem, principalmente quanto ao objetivo do mapeamento, os critérios de interpretação das classes, escala, limite de mapeamento, área mínima mapeada e processamento das imagens. O Atlas monitora remanescentes florestais e áreas naturais maiores que 3 hectares, com dossel de copas fechada e sem sinais de degradação, na área delimitada pela Lei da Mata Atlântica. Historicamente, seus dados têm contribuído para políticas de conservação e restauração. O MapBiomas mapeia o uso e cobertura anual do solo, para entender as transformações do território brasileiro. Com processamento em Google Earth Engine, classificação de refletância e árvore de decisão, o MapBiomas utiliza a classificação por pixel para gerar o mapeamento para todo país. Os dados de desmatamento na Mata Atlântica decorrem da comparação da cobertura vegetal identificada na série temporal. O PRODES Mata Atlântica- INPE construiu uma série

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Tecnologia em Geoprocessamento - E-mail: [mariana.martins.sc@gmail.com](mailto:mariana.martins.sc@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [silvana.amaral@inpe.br](mailto:silvana.amaral@inpe.br)

histórica de mapas de desmatamento maiores de 1 hectare, e realiza o monitoramento anual do bioma, por análise visual de áreas com cobertura de vegetação original. Os dados PRODES correspondem aos indicadores oficiais de desmatamento para a elaboração e avaliação de efetividade de políticas públicas. Considerando-se o período de 2020-2021, a 17ª edição do Atlas divulgou perda de 21.642 ha de floresta, a coleção 7 do MapBiomas divulgou perda de 9,8 milhões de ha de floresta madura, o PRODES Mata Atlântica estimou 92.698 ha de desmatamento da vegetação nativa. Ainda que cada metodologia gere resultados distintos, o que pode confundir a divulgação e interpretação do desmatamento, cada sistema contribui de forma distinta para a preservação do bioma, o que é fundamental para a elaboração de políticas públicas e preservação da Mata Atlântica.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Desmatamento. Sistemas de Monitoramento por satélite. Sensoriamento Remoto.

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE VOO PARA RECONSTRUÇÃO 3D A PARTIR DE SEQUÊNCIA DE IMAGENS OBTIDAS POR DRONES PARA APLICAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO

Mariana Passos dos Reis Gotti<sup>1</sup> (UNIP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Elcio Hideiti Shiguemori<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Moisés José dos Santos Freitas<sup>3</sup> (ITA, Coorientador)

## RESUMO

O sensoriamento remoto com uso de drones, também conhecidos por veículos aéreos não tripulados (VANT) ou aeronaves remotamente pilotadas, tem sido muito utilizado para o monitoramento de áreas desmatadas, levantamento topográfico de áreas rurais e urbanas, na área de meteorologia, geologia, áreas militares, na indústria, agricultura, demografia e para geração de dados em três dimensões (3D) devido a possibilidade desses veículos serem equipados por diferentes tipos de câmeras e sensores. Uma das vantagens do sensoriamento remoto com os drones está no detalhamento e na alta resolução das imagens obtidas. Os softwares utilizados para o processo de geração 3D possuem várias condições para serem utilizados, pois podem ser dependentes de como as imagens foram obtidas, sendo em alguns casos, não eficiente a sua reconstrução. O objetivo principal desse projeto é comparar diferentes softwares de código aberto, tais como, *Pix4D* e *Meshroom*, na geração de dados 3D, e avaliar a influência da captura na geração destes dados. Para a realização destas comparações, foram planejados e realizados voos no ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) em São José dos Campos.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Drones. Reconstrução 3D.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Civil - E-mail: [mprgotti@gmail.com](mailto:mprgotti@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [elcio.shiguemori@gp.ita.br](mailto:elcio.shiguemori@gp.ita.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) – E-mail: [freitas@ita.br](mailto:freitas@ita.br)

## INTRODUÇÃO À FÍSICA DOS BURACOS NEGROS E A ALGUMAS SOLUÇÕES EXÓTICAS DA RELATIVIDADE GERAL

Mário Raia Neto<sup>1</sup> (UFSCar, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Luiz Claudio Lima Botti<sup>2</sup> (CRAAM/INPE, Orientador)

### RESUMO

O presente projeto estudou os aspectos da matemática, física teórica e astrofísica de buracos negros, bem como dois outros espaços-tempos ditos “exóticos”: buracos de minhoca e warp drives com simetria esférica. Os buracos negros de Schwarzschild, Reissner-Nordström, Kerr e Kerr-Newman formam então soluções de vácuo e eletro-vácuo das equações de campo de Einstein; respectivamente são buracos negros, neutros, com carga elétrica, com rotação, com rotação e carga elétrica. A análise de trajetórias tipo-tempo e tipo-espaço ao redor de buracos negros foi feita, a fim de estudar o comportamento de partículas não-massivas e massivas em nestes espaços curvos, posteriormente tal análise foi empregada no estudo das “sombras” de buracos negros, discutindo então os efeitos da carga elétrica e da rotação no formato da chamada fotosfera. Além disso, o estudo de geodésicas, foi empregado para estudar processos de extração de energia rotacional de buracos negros de Kerr, como o processo de Penrose e Blandford-Znajek; em especial o último é o mecanismo físico mais aceito para a formação dos jatos relativísticos em quasares. O contraponto experimental do projeto recaiu sobre a astrofísica observacional: foram estudados os dados da curva de luz da fonte OJ287, um binário de buracos negros, o que resultou na compreensão de sua dinâmica orbital e o fenômeno de oscilações quasi-periódicas, bem como a utilização de métodos de tratamento de dados na astrofísica. Por fim, com as ferramentas teóricas desenvolvidas no estudo de buracos negros, relatividade geral e geometria diferencial, o presente projeto estudou também as ditas condições de energia sobre o tensor energia-momento e suas consequências para as geometrias de buracos de minhoca e warp drives. Em especial, o projeto estudou as sombras de buracos de minhoca com carga elétrica, que configurou um resultado inédito dentro da área da física relativística.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [mrneto@estudante.ufscar.br](mailto:mrneto@estudante.ufscar.br) / [mraianeto@gmail.com](mailto:mraianeto@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [luiz.botti@inpe.br](mailto:luiz.botti@inpe.br)

Palavras-chave: Relatividade Geral. Buracos negros. Quasares. Sombras de Buracos Negros. Curva de luz. Binary Black Hole System. Charged Wormholes, Blandford-Znajek Process.

## CLIMATOLOGIA SINÓTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO LESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Matheus Henrique de Oliveira A. Magalhães<sup>1</sup> (IAG-USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Gustavo Carlos Juan Escobar<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Rita Yuri Ynoue<sup>3</sup> (IAG-USP, Coorientadora)

### RESUMO

Com base nos intensos impactos que os eventos extremos de chuva (EEC) causam no Estado de Santa Catarina, especialmente na região leste, este trabalho visa analisar as características sinóticas que se relacionam com esses eventos por meio de uma análise sinótica dos casos de precipitação máxima diária para as cidades de Xanxerê, Camboriú, Lages, Florianópolis, Chapecó e Indaial com intuito de refinar a previsão de episódios de precipitação extrema nesta região. Para isso, foram utilizados dados disponíveis de precipitações diárias acumuladas coletadas em estações meteorológicas do INMET. Os períodos disponíveis foram, respectivamente, 1980 a 1985, 1980 a 1983, 1980 a 2017, 1980 a 2020, 1980 a 2017 e 1980 a 2018. A partir das séries temporais, foram definidos os episódios de precipitações severas (acima do percentil 95) e precipitações extremas (acima do percentil 99). Os limiares para os percentis 95 e 99, bem como a maior precipitação diária, para cada cidade foram, respectivamente: 51.7, 81.2 e 103.8 mm no dia 11/07/1983 (Xanxerê); 50.5, 81.2 e 157.6 mm no dia 07/07/1983 (Camboriú); 43.2, 69.8 e 177.0 mm no dia 01/10/2001 (Lages); 39.0, 79.15 e 404.8 mm no dia 15/11/1991 (Florianópolis); 55.4, 83.8 e 148.9 mm no dia 30/05/1990 (Chapecó) e 41.5, 70.0 e 160.6 mm no dia 05/02/1980 (Indaial). Em seguida, serão analisadas as distribuições mensais e anuais desses eventos para cada cidade, com intuito de investigar padrões sazonais e anuais na formação deles. Encontrados os eventos máximos de precipitação acumulada diária para cada cidade, foram plotados mapas sinóticos utilizando os dados da reanálise do ERA-5 de pressão reduzida a nível do mar (em hPa) e precipitação total (em mm) para identificar sistemas em superfície que podem influenciar no desenvolvimento desses EECs, em todos os casos foi encontrada uma forte frente fria oriunda de uma baixa pressão localizada na latitude entre 30°S-40°S, esta que pode ser intensificada com a presença de altas pressões ao redor dela. Os próximos passos desse trabalho serão outras análises sinóticas para cada um desses dias por meio de mapas sinóticos, considerando

---

<sup>1</sup> E-mail: mhenrique@usp.br

<sup>2</sup> E-mail: gustavo.escobar@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: ritaynoue@usp.br

mais variáveis meteorológicas como altura geopotencial (em baixos, médios e altos níveis), umidade específica, direção dos ventos, etc. Por meio disso, será possível identificar forçantes meteorológicos que podem influenciar na formação desses eventos de precipitação extrema como frentes, cavados, bloqueios atmosféricos; e sistemas de alta ou baixa pressão.

Palavras-chave: eventos de precipitação extrema, análise sinótica.

**ESTUDO E ANÁLISE PARA APRIMORAMENTO DE AUDIOVISUAIS EXPLICATIVOS E NA  
DIFUSÃO DE CONHECIMENTO SOBRE CIÊNCIAS DA TERRA  
ATRAVÉS DAS MÍDIAS SOCIAIS**

Melissa Buzzatto<sup>1</sup> (Bolsista PIBIC, INPE/CNPq)  
Gilvan Sampaio de Oliveira<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Viviane Regina Algarve<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

**RESUMO**

Esta pesquisa tem como objetivo analisar maneiras de dar continuidade no trabalho de divulgação das produções científicas e tecnológicas desenvolvidas nas áreas integrantes da Ciências da Terra no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, assim como difusão das informações institucionais relevantes ao público geral. Atualmente, pelo crescente uso das mídias sociais, nota-se uma tendência na disseminação de informações, especialmente, nas plataformas Instagram, Twitter e Facebook, trazendo luz à necessidade de buscar meios mais eficazes de capturar a atenção do público-alvo e incentivar o interesse da população em assuntos ligados à ciência, tecnologia e inovação, valorizando, principalmente, a produção nacional. Entretanto, o dinamismo e constantes mudanças do mundo digital não devem ser ignorados, ressaltando a importância de um contínuo aprimoramento e atualização nas ferramentas e abordagens trazidas para este trabalho. Por esse motivo, uma das principais tarefas, inicialmente, foi manter e lapidar a identidade visual construída para a Divisão de Impacto, Adaptação e Vulnerabilidade (DIIAV) da CGCT, especialmente no Instagram, analisando a aceitação do layout padrão para determinados assuntos, divididos entre: notícias, eventos, artigos e outros. Para tal atividade, editores de imagem e vídeo, como Canva e Figma, plataformas acessíveis e gratuitas para design gráfico, foram aprimorados modelos de postagens para manter o visual mais estruturado dos portais. Além disso, foi mantida a cartelas de cores estabelecida, observando a interação entre público-perfil, com a aparência mais uniformizada e agradável, criada com a finalidade de padronizar o mural de postagens. Por fim, a parceria com o grupo de comunicação já existente do Projeto Nexus, desenvolvido por pesquisadores integrantes da DIIAV/CGCT, foi mantida e nutrida, explorando novos

---

<sup>1</sup> Graduanda em Letras (Bacharelado – PT/FR) pela Universidade Federal de São Paulo – **E-mail: melissa.buzzatto@hotmail.com**

<sup>2</sup> Coordenador-Geral da CGCT – INPE – **E-mail: gilvan.sampaio@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades – **E-mail: viviane.algarve@inpe.br**

materiais para divulgação dos resultados obtidos durante o ano, como o “Cadernos Nexus”. Desta forma, conclui-se que intuito é não somente analisar e melhorar o engajamento dos diversos meios de divulgação, mas fortalecer o material de qualidade e o conteúdo exibido nas plataformas, levando para a comunidade interna e externa, de maneira acessível e certa, informações sobre os mais diversos temas ligados à CGCT.

Palavras-chave: Difusão; Melhorias; Mídias Sociais.

## **IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DE REGENERAÇÃO COMO POTENCIAIS INDICADORES DE IMPACTOS PARA USO NO ADAPTABRASIL**

Michelle Machado Veiga da Rocha<sup>1</sup> (UFPA Bolsista PIBIC /CNPq)  
Francinelli de Angeli Francisco<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Davi do Socorro Barros Brasil<sup>3</sup> (UFPA, Coorientador)

### **RESUMO**

A pressão das atividades antrópicas pelo processo de ocupação de terras e exploração dos recursos naturais, juntamente com as ocorrências de eventos extremos devido a intensificação das mudanças climáticas tem como consequência um decréscimo na biomassa produzida e reciclada, provocando a redução da fertilidade do solo e aumento das emissões de gases de efeito estufa. Diante desse cenário, faz-se necessário buscar informações sobre essa degradação e a capacidade regenerativa do sistema para elaborar estratégias políticas e medidas de mitigação e adaptação frente ao enfrentamento às mudanças climáticas. O presente trabalho teve por objetivo identificar indicadores de degradação e regeneração ambiental que poderiam servir de base teórica para desenvolver um possível indicador ambiental que possa compor a plataforma AdaptaBrasil. A metodologia adotada foi de natureza descritiva e exploratória, por meio de uma revisão sistemática da literatura. Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos nas bases de dados eletrônicas (Scielo, BDTD, Google Acadêmico), busca através das palavras-chave (usando aspas e descritores); idiomas português, inglês e espanhol; e período de publicação entre 2018 e 2022. Até o presente momento foi possível constatar que a degradação dos solos e dos recursos hídricos advém principalmente do manejo inadequado do solo, desmatamentos, uso excessivo de fertilizantes e irrigação, atividades industriais e de mineração. Tais ações concomitantes com as mudanças climáticas intensificam os períodos de secas ou de chuvas. Foram identificados indicadores químicos, físicos e biológicos, para monitoramento e identificação de áreas degradadas com aplicação local. E outros indicadores relacionados para vários níveis espaciais, como os constituintes com base na Área Ambiental Sensível, do Indicadores Pressão-Estado-Resposta (PER) e Forças Motrizes Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) e de Índice de Degradação Ambiental Agropecuária (IDAA), os quais fornecem informações importantes sobre o estado das áreas afetadas, colaborando para a adoção de melhores intervenções.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Química - **E-mail: michellemvrocha@gmail.com**

<sup>2</sup> Bolsista Pesquisadora do DIIAV/INPE - **E-mail: francinelli.vale@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador da UFPA - **E-mail: davibb@ufpa.br**

Nesse sentido, as pesquisas sobre o tema precisam continuar sendo exploradas e aplicadas para formar uma base de dados como referência, apontando o grau de degradação ambiental e suas inferências sobre os aspectos sociais e econômicos a fim de subsidiar políticas públicas sobre o tema.

Palavras-chave: Indicadores de degradação. Indicadores de regeneração. Degradação ambiental.

## SENSORIAMENTO REMOTO MULTIESCALAR PARA ESTUDO DA MACAÚBA NO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

Milena Silva Assunção<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Silvana Amaral Kampel<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

Klécia Gili Massi<sup>3</sup> (UNESP, Coorientadora)

### RESUMO

A macaúba, ou *Acrocomia aculeata*, é uma palmeira nativa do Brasil típica do bioma Cerrado, mas encontrada genericamente em todo território brasileiro. Essa espécie, além de alimento para fauna local, é amplamente utilizada para produção de ração animal, carvão ativado, cosméticos, e outros produtos, como a polpa e o óleo, obtidos dos frutos, a farinha, obtida do tronco e as folhas para forragem e fibras têxteis. As macaúbas também desempenham papel importante na proteção da biodiversidade, conservação da água, sequestro de carbono, e mitigação das mudanças climáticas. Recentemente, o projeto Conexão Mata Atlântica no Vale do Paraíba Paulista propôs o cultivo da macaúba como estratégia para o Pagamento por Serviços Ambientais. Contudo, há escassez de dados para se avaliar as consequências de plantios de *A. aculeata*, não há consenso quanto à espécie ser nativa da região e tão pouco se conhece sua dinâmica de povoamento e distribuição. Neste contexto, este projeto propõe estudar os maciços de macaúba no Vale do Paraíba Paulista identificando suas regiões de ocorrência e dinâmicas a partir de dados e técnicas de sensoriamento remoto e geoinformação. O objetivo específico nesta primeira fase foi realizar uma revisão bibliográfica quanto à fisiologia, preferências ambientais e distribuição. Consultando-se as bases de dados do Google Acadêmico, Scielo e Elsevier, utilizando o nome vulgar e científico da espécie como critério de busca, foram acessados todos os artigos relacionados à distribuição, biologia da espécie, e mapeamentos realizados. Foram identificados 37 trabalhos, que foram analisados quanto aos dados relevantes sobre sua ocorrência. A macaúba é uma espécie predominantemente de Cerrado, embora também ocorra na Mata Atlântica, Pantanal e transições Cerrado-Pantanal e Cerrado-Mata Atlântica. Quanto ao clima, esta espécie ocorre preferencialmente em áreas de clima tropical, com duas estações distintas: uma chuvosa, de novembro a abril, e outra seca, de maio a outubro. Ocorre também

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental - E-mail: [milena.assuncao@unesp.br](mailto:milena.assuncao@unesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [silvana.amaral@inpe.br](mailto:silvana.amaral@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – E-mail: [klecia.massi@unesp.br](mailto:klecia.massi@unesp.br)

em áreas de clima subtropical úmido, com verões quentes e períodos de estiagem, ou ainda em áreas de clima subtropical de inverno seco, com temperaturas abaixo de 18 °C. A precipitação média anual pode variar de 1070mm a 2000mm, enquanto a temperatura média anual encontra-se entre 18°C e 25.6°C. Macaúbas preferem solos férteis, como o Latossolo vermelho, podendo ser amarelado, escuro ou turvo. As macaúbas estão associadas a locais onde predominam vegetação ripária e subcaducifólia, especialmente em fitofisionomias mais fechadas como cerradão e cerrado denso. Quanto à topografia, macaúbas são encontradas em declividade de encostas e meias encostas. No Vale do Paraíba, a espécie foi mapeada nos municípios de Aparecida, Cachoeira Paulista, Cunha, Canas, Cruzeiro, Guaratinguetá, Lorena, Roseira, Silveiras e Tremembé. A partir dessas informações, outras áreas de ocorrência de macaúbas no Vale do Paraíba Paulista deverão ser identificadas usando técnicas e dados de sensoriamento remoto. Atualizar e refinar mapeamentos existentes permitirá estudar a dinâmica dos maciços de macaúbas e ajudar a propor estratégias de monitoramento, no caso de plantios para regeneração florestal e pagamento por serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: *Acrocomia aculeata*. Macaúba. Ocorrência. Vale do Paraíba Paulista.

**AVALIAÇÃO ESPACIAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS,  
MÍNIMAS E UMIDADE RELATIVA DO AR PROVENIENTES DAS REANÁLISE DO ERA5  
SOBRE O ESTADO DE SÃO PAULO**

Murilo de Carvalho Romão Vieira<sup>1</sup> (UNISO, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Ariane Frassoni<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Glícia Ruth Garcia de Araújo<sup>3</sup> (FUNCEME, INPE, Coorientadora)

**RESUMO**

Eventos extremos de calor estão se tornando mais frequentes no globo terrestre, e com eles, diversos impactos são causados na sociedade. No Brasil, as ondas de calor estão mais intensas, abrangentes e de mais duração. Para monitorar e prever esses eventos extremos, é de suma importância possuir uma rede de observações abrangente. No entanto, o Brasil possui baixa cobertura de observações, o que pode limitar a identificação espaço-temporal desses eventos. Logo, as reanálises podem fornecer as informações a partir da combinação da modelagem numérica com as observações. Destaca-se que as reanálises possuem erros sistemáticos e aleatórios que podem impactar nos cálculos da Temperatura Máxima do Ar (Tmax) e Temperatura Mínima do Ar (Tmin). Dentro desse contexto, o projeto visa analisar/quantificar os erros das variáveis Tmax e Tmin provenientes da 5ª geração de reanálises do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF/ERA5) sobre o estado de São Paulo. Para atender o objetivo principal da pesquisa foi necessário realizar o tratamento dos dados com técnicas de controle de qualidade, estudar e comparar o comportamento diário das temperaturas observadas e reanálises ERA5 e aplicar técnicas estatísticas para analisar a acurácia das reanálises do ERA5. A metodologia considera três critérios a serem atendidos: i) avaliar se as estações têm pelo menos 10 anos de dados completos; ii) que não há mais de 25% de dados faltantes (91 dias) em cada ano; iii) verificar se há mais de 10 anos de falhas em cada série histórica e identificar se os anos mais recentes estão presentes. O Estado de São Paulo possui no total 43 estações automáticas do INMET, foram validadas 16 e descartadas 27. O período escolhido para validação dos dados das reanálises foi de janeiro de 2009 a dezembro de 2019. Foram aplicados o método de Cluster para verificar a similaridade entre os dados. Os índices silhueta e cotovelo sugeriram 3 grupos, sendo eles, o grupo A, B e C para a Tmax e Tmin. O grupo A está localizado nas regiões nordeste a sudeste, o grupo B de noroeste a nordeste e grupo C na região do litoral a sudeste do estado. Foram calculados o MAE, MSE, RMSE, R<sup>2</sup> e DP, o grupo C apresentou os melhores valores, respectivamente: 0,83 °C, 0,84 °C, 0,91 °C, 0,88 e 2,59. No dia 10 a 19 de agosto de 2014 ocorreu um evento de onda de calor no Centro-Sul da América do Sul. Para avaliar os dados do ERA5 para o período selecionado, foi

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental - E-mail: [murillocarvalho08@gmail.com](mailto:murillocarvalho08@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [ariane.frassoni@inpe.br](mailto:ariane.frassoni@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da FUNCEME e aluna da PGMet/INPE - E-mail: [glicia.garcia@inpe.br](mailto:glicia.garcia@inpe.br)

calculado o viés da temperatura no horário das 18 UTC (15 horas local), definido como a diferença entre os dados de temperatura do ERA5 e estações meteorológicas. Os resultados indicam que o ERA5 tem a tendência de superestimar as temperaturas medidas nas estações meteorológicas. Porém, os valores de desvio padrão não foram discrepantes entre os valores observados e previstos. Além disso, os dados observados e da reanálise ERA5 possuem uma correlação positiva e entre os grupos avaliados.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Validação. Ondas de Calor.

## DEGRADAÇÃO DA TERRA NOS BIOMAS CERRADO E CAATINGA NO CONTEXTO DOS ODS

Nicolas de Mello Freitas<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Jocilene Dantas Barros<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Gustavo Felipe Balué Arcoverde<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)  
Evandro Albiach Branco<sup>4</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

A degradação da terra é um fenômeno que impacta negativamente o meio ambiente, através da perda da produtividade e complexidade biológica e econômica da terra. Visando mitigar esse fenômeno, a ONU propôs a meta 15.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, pela qual espera-se que até 2030 a humanidade tenha combatido a desertificação, restaurado a terra e o solo, e tenha lutado para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo. O presente trabalho tem como objetivo analisar espacialmente a degradação da terra nos biomas Cerrado e Caatinga, considerando a meta 15.3 do ODS 15. Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema e o indicador de degradação foi gerado para quatro períodos: 1992-2001, 2001-2010, 2010-2020 e 2001-2020, utilizando o plugin Trends.Earth no QGIS 3.16, com base na metodologia da UNCCD. Esse indicador foi gerado através de três subindicadores: produtividade do solo, carbono orgânico do solo (SOC) e uso e cobertura da terra. Os dados do subindicador de cobertura da terra foram baixados do Projeto MapBiomas para todos os períodos. O SOC utilizado foi o conjunto de dados padrão do Trends.Earth fornecidos pela Agência Espacial Europeia CCI-LC, e, por fim, para a produtividade, foi utilizado o índice de vegetação dos sensores MODIS e o AVHRR, sendo que o AVHRR foi utilizado somente para o período de 1992 a 2001, e o MODIS foi utilizado nos demais períodos. Para gerar o indicador final, foi utilizado o método *One Out All Out* (1OAO), no qual se um pixel é classificado, por exemplo, como degradação em pelo menos um dos três subindicadores, o pixel do indicador final será classificado como degradação. O objetivo inicial seria obter o indicador para os biomas Cerrado e Caatinga, porém foi possível obtê-lo nos diferentes períodos para todo o território brasileiro, sendo gerado o indicador para as cinco regiões administrativas brasileiras (para facilitar o processamento dos dados). As regiões que mais abrangem

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - **E-mail: n.freitas@unifesp.br**

<sup>2</sup> Pesquisadora bolsista PCI do INPE - **E-mail: jocilene.barros@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE – **E-mail: gustavo.arcoverde@inpe.br**

<sup>4</sup> Pesquisador do INPE – **E-mail: evandro.albiach@inpe.br**

os biomas Cerrado e Caatinga foram analisadas com maior detalhamento. Os resultados para o Brasil mostram que entre 1992 a 2020 houve um aumento nas áreas com melhoria, uma diminuição na degradação da terra e flutuações nas áreas estáveis. Durante o período compreendido entre 2001 e 2020, constatou-se que 17,08% do território brasileiro foi degradado, enquanto 50,10% da área permaneceu estável e 32,45% da área estudada apresentou uma melhoria. Os resultados dos períodos de 1992 a 2001, 2001 a 2010 e 2010 a 2020 mostram melhorias no Nordeste, com uma redução da degradação ao longo dos três períodos e um aumento das áreas estáveis. No Centro-Oeste, houve uma consistente diminuição da degradação e uma tendência de melhoria. Portanto, para a região Centro-Oeste, que abriga boa parte do Cerrado, e para a região Nordeste, onde se encontra a Caatinga, verificou-se ao longo do tempo que as áreas degradadas tiveram regressão, o que é um sinal positivo rumo ao atingimento da meta 15.3 do ODS 15, que visa reverter o solo degradado.

Palavras-chave: Indicador de degradação. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável. Cerrado. Caatinga. Monitoramento ambiental.

## ESTUDO DE MODELOS CONCEITUAIS E AVALIAÇÃO DE RESILIÊNCIA PARA SISTEMAS URBANOS NO CONTEXTO DE IMPACTOS CLIMÁTICOS PARA USO NO ADAPTABRASIL

Paloma Cardoso de Oliveira Santos<sup>1</sup> (UFPA, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Júlia Alves Menezes<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Davi Edson Sales e Souza<sup>3</sup> (UFPA, Coorientador)

### RESUMO

Desde a década de 1990, tem sido observado um aumento na frequência e magnitude de eventos climáticos extremos e desastres como ondas de calor, secas, aumento do nível do mar, dentre outros, os quais têm se intensificado devido à mudança climática e afetado um contingente populacional cada vez maior ao redor do globo. Esse cenário se mostra especialmente crítico para os sistemas urbanos, pois estes conformam uma grande concentração de população, ativos e atividades econômicas que implicam maiores riscos associados aos diversos impactos das mudanças climáticas. A capacidade institucional e individual dos sistemas urbanos em lidar com o risco climático pode modular os impactos associados, quer sejam presentes ou futuros, e conseqüentemente a resiliência do sistema. Em parceria com o LADIS - Laboratório de Análises e Desenvolvimento de Indicadores para a Sustentabilidade - o projeto teve como objetivo desenvolver arcabouço metodológico para a avaliação da resiliência em sistemas socioecológicos urbanos brasileiros, a partir i) de uma revisão exploratória da literatura sobre resiliência e indicadores no contexto da mudança do clima e ii) da construção de uma base de dados capaz de embasar a operacionalização de um modelo conceitual a ser aplicado em área piloto. Para o primeiro objetivo, 24 artigos foram lidos na íntegra abordando tanto a parte conceitual quanto a utilização de indicadores de resiliência para contextos urbanos. Os principais termos foram contabilizados em um glossário, que revelou a “resiliência urbana” e a “vulnerabilidade” como os mais comuns, convergindo com a literatura. O primeiro se referia à capacidade do sistema urbano suportar um choque e retornar ao seu estado, adaptando-se, e o segundo, à capacidade das cidades lidarem com os perigos. A revisão também apontou cinco dimensões como importantes para mensurar a resiliência de áreas urbanas: ambiental/ecológica, econômica, governança e segurança/instituições, infraestrutura/ambiente construído e social. Para o segundo

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental - E-mail: [paloma.santos@tucurui.ufpa.br](mailto:paloma.santos@tucurui.ufpa.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [julia.menezes@inpe.br](mailto:julia.menezes@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da UFPA - E-mail: [davisales@ufpa.br](mailto:davisales@ufpa.br)

objetivo, cerca de 300 indicadores foram compilados em um banco de dados a partir da literatura. Destes, 143 foram assinalados com alta probabilidade de serem obtidos de forma idêntica ou similar ao observado na revisão, ainda que com algumas repetições entre eles. A partir do refinamento da disponibilidade desses indicadores, um banco de indicadores está sendo finalizado para permitir a avaliação da resiliência da área urbana piloto com base nas cinco dimensões observadas. A partir dos resultados, espera-se contribuir para a consolidação de um banco de dados de indicadores de resiliência adaptados à realidade brasileira, a ser albergado no LADIS, e compreender os fatores que incrementam ou reduzem a resiliência urbana em escala local.

Palavras-chave: Resiliência. Mudança do Clima. Urbano. Indicadores

## ESTUDO DO ACOPLAMENTO MESOSFERA-IONOSFERA POR MEIO DE ONDAS DE GRAVIDADE

Paulo Henrique de Oliveira Gomes<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Valentin Bageston<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Juliano Moro<sup>3</sup> (NSSC/CAS, Coorientador)

### RESUMO

O estudo de ondas de gravidade atmosféricas é de notável relevância, uma vez que estas desempenham um papel significativo no transporte e distribuição de energia entre os diferentes níveis da atmosfera. O acoplamento entre a mesosfera e a ionosfera por meio de ondas de gravidade exerce um papel fundamental na interação dinâmica entre essas duas regiões da atmosfera. Esse processo ocorre à medida que as ondas de gravidade se propagam verticalmente e alcançam altitudes ionosféricas. Ao ascenderem, as ondas sofrem alterações em seus parâmetros físicos, isso ocorre devido a condições atmosféricas específicas. Conforme atingem a ionosfera, estas ondas provocam variações na camada ionizada da atmosfera através da deposição de energia. Essas variações, por sua vez, geram fenômenos que podem afetar a propagação de ondas de rádio, a comunicação por satélite e os sistemas de navegação global. A compreensão do acoplamento entre a atmosfera neutra e a ionizada tem suscitado um crescente interesse científico. Portanto, nesse contexto, este trabalho investigou o processo de acoplamento mesosfera-ionosfera por meio de ondas de gravidade mesosféricas. Esta investigação foi conduzida mediante a observação de aeroluminescência, em altitudes mesosféricas e ionosféricas, e da densidade eletrônica. As observações de aeroluminescência foram realizadas utilizando imageadores *all-sky* operados no Observatório Espacial do Sul (OES/INPE-MCTI), localizado em São Martinho da Serra - RS (29°26' S, 53°48' O), onde foram observadas as emissões de aeroluminescência do OH e OI 630,0 nm. Os dados referentes às sondagens da ionosfera foram obtidos por uma Digissonda instalada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada em Santa Maria - RS (29°43' S, 53°42' O). Os resultados obtidos para os anos de análise serão apresentados e discutidos em termos de um estudo de casos.

Palavras-chave: Luminescência atmosférica. Ondas de gravidade. Bolhas ionosféricas.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Meteorologia - E-mail: [hgomes.academic@gmail.com](mailto:hgomes.academic@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do COESU/INPE - E-mail: [jose.bageston@inpe.br](mailto:jose.bageston@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do NSSC/CAS - E-mail: [juliano.moro@inpe.br](mailto:juliano.moro@inpe.br)

## **ESTUDO DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E OCEÂNICAS QUE FAVORECERAM A SECA NO SUDESTE DO BRASIL DURANTE O VERÃO DE 2020/2021**

Pedro Antonio Rodrigues Garcez<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Silvio Nilo Figueroa Rivero<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### **RESUMO**

Os períodos de chuva na região Sudeste do Brasil desempenham um papel crucial na manutenção dos recursos hídricos e no abastecimento de água para milhões de pessoas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Nesse contexto, o Sistema Cantareira se destaca como um elemento fundamental para a gestão e o fornecimento de água na região, sendo responsável por suprir tanto o consumo doméstico quanto o uso comercial e industrial. Sabendo dos possíveis impactos que um período de estiagem pode desempenhar sobre a economia e abastecimento de uma população tão densa quanto a metropolitana, o objetivo deste trabalho foi estudar as condições atmosféricas e oceânicas de Pacífico e Atlântico que favoreceram a ocorrência da seca no Sudeste do Brasil no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro de 2021. Através de análise da circulação em baixa e alta troposfera, os resultados indicam que esta seca esteve associada com uma circulação atmosférica anômala, de tipo bloqueio, sobre a região leste do Oceano Pacífico, responsável por impedir o avanço de frentes frias e sistemas de chuva em direção a região Sudeste. Resultados preliminares indicam que esta circulação anômala esteve relacionada com as fases negativas de ENSO (La Niña) e Dipolo do Índico.

Palavras-chave: Condições atmosféricas. Sudeste do Brasil. Seca. Rossby. ENSO (La Niña). Atmospheric condition. Southern Brazil. Dry. Rossby. ENSO (La Niña).

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de graduação em Engenharia Física - E-mail: [pedroogarcez@usp.br](mailto:pedroogarcez@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [snilo.figueroa@gmail.com](mailto:snilo.figueroa@gmail.com)

## SIMULAÇÕES DE MISSÃO DO RADIOTELESCÓPIO BINGO E ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO GALÁCTICA E RUÍDO NA PRODUÇÃO DE MAPAS DE EMISSÃO DE HIDROGÊNIO

Pedro Augusto Silva Guillen<sup>1</sup> (FCT Unesp, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Carlos Alexandre Wuensche<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

A linha de 21 cm produzida pela transição hiperfina do átomo de hidrogênio ( $H_I$ ), elemento mais abundante do cosmos, é uma das formas mais eficientes para estudar o universo desde épocas mais longínquas, como a recombinação (redshift  $z = 1100$ ), até os tempos atuais, tornando a observação dessa linha espectral uma alternativa relevante para a cosmologia moderna. O radiotelescópio BINGO (Baryon acoustic oscillations from Integrated Neutral Gas Observations) é um instrumento projetado para medir a linha de 21 cm e detectar as oscilações acústicas bariônicas (BAO) usando a técnica de mapeamento de intensidade (do inglês, intensity mapping – IM). Colaboradores do BINGO na Univ. de Manchester (Inglaterra) desenvolveram um código na linguagem Python, que simula a estratégia de observação do céu de um determinado instrumento, produzindo um mapa de intensidade, das componentes astrofísicas e instrumentais escolhidas pelo usuário. O simulador inclui mapas de emissões galácticas e extragalácticas (de diversas origens, incluindo o Planck Sky Model, PSM, produzido pelo satélite Planck), mapas de emissões cosmológicas de  $H_I$  produzidos com o pacote Full-Sky Log-normal Astro-Fields Simulation Kit (FLASK), simulações de N-corpos feitas pelo catálogo Horizon 4 e mapas de ruído térmico. Esses mapas de entrada são processados como se tivessem sido observados pelo telescópio (como se a eles fosse aplicada a uma função de transferência), permitindo testes de diferentes configurações para o instrumento. A saída desta pipeline fornece séries temporais que são processadas para produzir mapas de saída do simulador. Utilizando esta pipeline foram simuladas missões do Bingo (observações simuladas) considerando diferentes configurações, tanto do instrumento, quanto dos foregrounds astrofísicos (refere-se as fontes de emissões galácticas e extragalácticas que contaminam o sinal de interesse), e a partir delas fazer uma análise da contaminação do sinal cosmológico de 21 cm a ser medido pelo instrumento, o que interfere diretamente na detecção de BAO.

Palavras-chave: Cosmologia de 21 cm. Separação de componente. Produção de mapas.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Licenciatura em Física - E-mail: [pedro.guillen@inpe.br](mailto:pedro.guillen@inpe.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [ca.wuensche@inpe.br](mailto:ca.wuensche@inpe.br)

## **AVALIAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REGIONAL NO REGIME DE PRECIPITAÇÃO DA AMAZÔNIA**

Pedro Lucas Oliveira Pinto<sup>1</sup> (UNESP Bauru, Bolsista PIBIC/CNPq)

Antônio Ocimar Manzi<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Demerval Soares Moreira<sup>3</sup> (UNESP Bauru, Coorientador)

### **RESUMO**

A floresta amazônica é uma das principais regiões vegetadas com importância para a manutenção e interação do clima e tempo da América do Sul, sua contribuição para os fluxos de superfície, principalmente a evapotranspiração é extremamente importante para o regime de chuvas não só na região, mas em todo continente. Baseado nisso este projeto tem o intuito de avaliar o impacto do desmatamento da Amazônia para o regime de chuvas do Brasil, estudando as mudanças nas propriedades da superfície da Amazônia como: Albedo, Rugosidade, aumento ou diminuição da concentração de gás carbônico, entre outras. Para avaliar estas mudanças será utilizado simulações do modelo numérico atmosférico regional BRAMS(Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) utilizando dados de reanálise do modelo climático global ERA5 como condição inicial, a simulação de superfície foi feita pelo modelo JULES(Joint UK Land Environment Simulator) integrado ao modelo atmosférico, utilizando de dados de estações micro meteorológicas presentes no Experimento de Larga Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), utilizando tanto simulações de períodos de tempo curtos, tanto para períodos longos. Portanto, para o trabalho a ser apresentado serão expostos os resultados da pesquisa obtidos desde final de 2022 e o primeiro semestre de 2023 através de gráficos, mapas e resultados numéricos para todo o continente e para região amazônica sobre o impacto da diminuição da vegetação no estado, relacionando com conceitos teóricos para entender o funcionamento e transporte da água dentro de um sistema de floresta e como sua mudança altera o regime de chuvas.

Palavras-chave: Evapotranspiração. Modelagem Numérica. Amazonia. Precipitação. Desmatamento.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Meteorologia - **E-mail: pedro.o.pinto@unesp.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: antonio.manzi@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisador da UNESP Bauru - **E-mail: demerval.moreira@unesp.br**

**OBSERVAÇÕES DAS PLUMAS DE AEROSSÓIS DEIXADAS PELA ERUPÇÃO DO VULCÃO HUNGA TONGA-HUNGA HA' APAI EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS PELO CBJLSW NA-K LIDAR RESULTADO DA COOPERAÇÃO ENTRE INPE E NSSC**

Pedro Luís Rocha Maia<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Maria Paulete Pereira Martins<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Vânia Fátima Andrioli<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho é compreender o funcionamento do LIDAR, analisar as estruturas da atmosfera, bem como a presença de aerossóis na estratosfera e conseguir criar um software de leitura automatizada dos dados disponibilizados pelo Radar de Laser. O Grupo FISAT/INPE tem conduzido pesquisas sobre aerossóis estratosféricos utilizando LiDAR desde 1972. Neste estudo, foram utilizados dados coletados sobre a poeira atmosférica proveniente de uma erupção vulcânica na ilha de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, no sul do Pacífico. Devido a razões físico-químicas, a água entrou em contato com o magma liberado durante a submersão do vulcão, transformando-se rapidamente em gás e se expandindo pela atmosfera de forma acelerada. No dia 17 de janeiro de 2022, o LiDAR CBJLSW-NaK estava operando na cidade de São José dos Campos e foram obtidos pelo radar de laser do INPE um decaimento exponencial do sinal recebido nas regiões entre 20 e 40 km de altitude, abrangendo a estratosfera e a baixa mesosfera. Após a coleta dos dados de Na e K observados pelo radar de laser, no período de 17 de fevereiro a 8 de agosto de 2022, foi realizada uma filtragem dos valores correspondentes à faixa de altitude de 20 a 40 km. Após os dados coletados sobre as plumas de aerossóis na atmosfera, foi desenvolvido, durante o primeiro semestre de 2023, um programa em Python no ambiente do Google Collaboratory (Colab). O Colab é um serviço de nuvem gratuito fornecido pelo Google que permitiu a criação de um programa que foi capaz de automatizar a leitura de dados e gerar gráficos de forma eficiente. O programa foi criado com o objetivo de fazer a leitura dos dados de K e Na, além de facilitar a criação rápida e dinâmica de gráficos. Utilizando as bibliotecas e recursos disponíveis no ambiente Colab, foi possível implementar as funcionalidades necessárias para manipular os dados e gerar visualizações gráficas de forma eficiente. Essa abordagem permitiu uma análise mais ágil e simplificada dos dados coletados, facilitando a

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado Ciência e Tecnologia - E-mail: [pedro.maia18@unifesp.br](mailto:pedro.maia18@unifesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [maria.paulete@inpe.br](mailto:maria.paulete@inpe.br)

<sup>3</sup> Bolsista do INPE - E-mail: [vania.andrioli@inpe.br](mailto:vania.andrioli@inpe.br)

interpretação dos resultados e possibilitando uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos observados.

Palavras-chave: LIDAR. Colab. Aerossóis. Dados. Vulcão.

## **AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES DE ALTÍSSIMA RESOLUÇÃO EM REGIÃO DE TOPOGRAFIA COMPLEXA**

Pedro Paganoto Foligno<sup>1</sup> (UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)

Chou Sin Chan<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Daniela Carneiro Rodrigues<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

Claudine Pereira Dereczynski<sup>4</sup> (UFRJ, Coorientadora)

### **RESUMO**

No dia 15 de fevereiro de 2022, ocorreu no município de Petrópolis (RJ), um dos maiores desastres da história do município. De acordo com dados da Defesa Civil, foram registradas mais de 230 mortes e 4 mil desabrigados. No dia do evento, foram registradas 176 ocorrências, sendo 148 por deslizamentos de terra e as demais por alagamento ou transbordamento. Dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) da estação do Alto da Serra mostram que o acumulado de chuvas nesta data foi de 223 mm, um valor muito próximo à média mensal de fevereiro, equivalente a 238,2 mm/mês. O objetivo deste trabalho é elaborar uma análise sinótica deste caso para identificar os fatores dinâmicos e termodinâmicos responsáveis pela ocorrência do evento. Dados de pressão atmosférica ao nível médio do mar, vento, temperatura do ar e umidade em superfície e altura geopotencial, vento, omega, em diversos níveis da troposfera foram obtidos com a reanálise ERA5 para o período de 13 a 17 de fevereiro de 2022. Imagens do satélite GOES-16 e dados de precipitação de 8 estações do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais e 1 do INEA na região de estudo, foram utilizados no trabalho. Os resultados indicaram que o evento foi provocado pela passagem de um sistema frontal (SF), associado à presença de um cavado na média troposfera, promovendo áreas de levantamento do ar em superfície. Tal SF, ao interagir com o ar quente e úmido presente na área de estudo, associado ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, geraram forte instabilidade, intensificada pela orografia da região.

Palavras-Chave: Estudo de Caso, Chuvas Intensas, Sistema Frontal, Petrópolis.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Meteorologia - E-mail: [ppfoligno@gmail.com](mailto:ppfoligno@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [chou.chan@inpe.br](mailto:chou.chan@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [rdanielacarneiro@gmail.com](mailto:rdanielacarneiro@gmail.com)

<sup>4</sup> Pesquisadora da UFRJ/IGEO - E-mail: [claudine.dereczynski@igeo.ufrj.br](mailto:claudine.dereczynski@igeo.ufrj.br)

## ESTUDO E ANÁLISE PARA APRIMORAMENTO NA DIFUSÃO DE ARTES EXPLICATIVAS SOBRE FENÔMENOS METEOROLÓGICOS, TEMPO, CLIMA E PESQUISA

Rafael Gianchini de Moura Lima<sup>1</sup> (UNIFATEA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Rosemary Aparecida Odorizi Lima<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O presente trabalho relata as atividades desenvolvidas como Social Media no CPTEC/INPE durante os anos de 2022 e 2023, como parte do projeto de pesquisa do programa PIBIC. O objetivo foi promover a disseminação de informações meteorológicas por meio das mídias sociais, com ênfase no Facebook e Instagram. A metodologia envolveu o desenvolvimento, criação e gerenciamento de conteúdo, com estratégias de marketing digital e inovação na comunicação com os usuários, onde obtivemos resultados promissores, ampliando o alcance das informações e aumentando o engajamento dos seguidores através das páginas do CPTEC/INPE, chegando à conclusão de que as mídias sociais são eficazes na divulgação de conteúdos meteorológicos, contribuindo para uma maior proximidade da instituição com o seu público, demonstrando a importância do uso estratégico das mídias sociais.

Palavras-chave: Social Media. Disseminação de Informações. Marketing Digital. Engajamento. Proximidade com o Público.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo - E-mail: [giachinirafael114@gmail.com](mailto:giachinirafael114@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [rosemary.odorizi@inpe.br](mailto:rosemary.odorizi@inpe.br)

## **APOIO A MANUTENÇÃO NA PLATAFORMA WEB EM DESENVOLVIMENTO PARA A DIVULGAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS**

Rafael Vieira<sup>1</sup> (Bolsista PIBITI, INPE/CNPq)  
Pedro Ribeiro de Andrade Neto<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Viviane Regina Algarve<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### **RESUMO**

O trabalho em questão tem como objetivo continuar o projeto de Apoio a Manutenção da Plataforma WEB em Desenvolvimento para Divulgação de Dados Ambientais. O projeto colabora para a comunicação de dados geoespaciais por meio da plataforma TerraME. Foi realizado um estudo sobre a plataforma com objetivo de entender melhor seu funcionamento e corrigir pequenos erros. Por fim, também foram feitas as aplicações de webmapping dos trabalhos de campo do projeto Nexus, envolvendo os biomas Cerrado e Caatinga. Estas aplicações apresentam os trajetos, dados coletados, fotos e vídeos das expedições. Todas as aplicações desenvolvidas estão disponíveis online.

Palavras-chave: Manutenção. Dados Ambientais. TerraMe. Aplicações. Plataforma.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Elétrica - UNIFEI – **E-mail:rafael.vieira2001@icloud.com**

<sup>2</sup> Pesquisador da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV), CGCT – **E-mail: pedro.andrade**

<sup>3</sup> Pesquisadora da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV), CGCT – **E-mail: viviane.algarve@inpe.br**

## SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE UTILIZAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA A INTERNET VOLTADO AO PROJETO DE UX: BACK END

Rafaela Vieira Cabral<sup>1</sup> (FATEC-SJC, Bolsista PIBITI/CNPq)  
Fabrício Galende Marques de Carvalho<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo pesquisar aspectos referentes à experiência do usuário, presentes em aplicações desenvolvidas pelo INPE, na qual se faz necessário o desenvolvimento de componentes para o monitoramento do uso de interfaces pelo usuário, sendo seu foco em *back end*, incluindo a criação de um dashboard para a análise dos dados de utilização. O projeto de pesquisa utiliza predominantemente o enfoque qualitativo e exploratório, em que o problema de monitoramento de utilização de aplicações é estudado sob diferentes perspectivas. O trabalho é baseado em revisão de literatura e análise de aplicações para a Internet, preferencialmente aquelas desenvolvidas pelo INPE, de modo a se compreender os principais aspectos que devem ser monitorados de modo a se extrair conclusões que ajudem no projeto de UX e, conseqüentemente, melhorem a eficácia dos serviços prestados pelo instituto à população, através de seus sistemas. Sob o ponto de vista de desenvolvimento de software, está sendo utilizada a abordagem incremental e iterativa. Até o presente momento, foram implementados componentes para a gravação de eventos no banco de dados. Tais eventos são capturados por componentes de *front end*, que também estão sendo desenvolvidos no escopo do projeto. Os dados armazenados no banco de dados podem ser listados e filtrados por meio de consultas específicas definidas pelo usuário. Essas funcionalidades foram desenvolvidas objetivando a construção de um dashboard, a fim de permitir a análise dos dados de utilização capturados e, conseqüentemente, a tomada de decisões importantes com relação ao aprimoramento de determinada aplicação. É importante ressaltar que o projeto ainda está em desenvolvimento e possui aspectos a serem melhorados e adicionados até sua conclusão. As etapas a serem realizadas incluem a implementação do controle de sessão, o aprimoramento e a generalização dos filtros de busca, a criação de análises de dados de acesso e sua disponibilização no dashboard, a modelagem dos dados necessários para representar eventos associados a mapas e demais informações em interfaces mais específicas, entre outros. Além das

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - **E-mail:**  
[rafaela.cabral@fatec.sp.gov.com](mailto:rafaela.cabral@fatec.sp.gov.com)

<sup>2</sup> Tecnologista do INPE - **E-mail:** [fabricao.galende@inpe.br](mailto:fabricao.galende@inpe.br)

funcionalidades a serem desenvolvidas, espera-se que o sistema possa ser testado no contexto de uma aplicação de interesse do instituto que esteja publicamente disponível ao cidadão (ex. sistema Queimadas) ou então que testes de validação e verificação em um sistema contendo tais aspectos seja efetuado.

Palavras-chave: experiência de usuário, análise de dados, jornada de usuário.

## TRATAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DAS ESTAÇÕES SOLARIMÉTRICA E DAVIS NO LAVAT/COENE/ INPE

Renan da Silva Gadelha<sup>1</sup> (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Maria Paulete Pereira Martins<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Francisco Raimundo da Silva<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Este trabalho consiste no tratamento e organização dos dados de radiação oriundos das estações solarimétrica e Davis (modelo Vantage PRO 2), instaladas no LAVAT (Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais), do COENE/INPE. Bem como dos dados de um GUV-2511 (*Ground-based Ultraviolet*), da Biospherical Inc., instalado no final do mês de março deste ano no LAVAT. O monitoramento da radiação solar em Natal é importante pois essa região é próxima ao equador, onde são registrados altos índices de radiação ultravioleta. Os dados coletados pelos instrumentos são depositados em um repositório de arquivos, numa nuvem online. Após a aplicação de uma metodologia de processamento, os arquivos são organizados de forma cronológica, onde é possível analisar o comportamento ao longo do tempo das variáveis ambientais estudadas. Como um exemplo, os valores de radiação captados pela Davis e pelo GUV e, diariamente, são processados e armazenados em planilhas e gráficos que são produzidos para observar o real comportamento da radiação e os valores máximos diários. Para verificar e comparar, os valores máximos e médios, são feitos gráficos que comparam os valores em intervalos de tempo maiores, sendo assim, é possível obter o comportamento anual, semestral e mensal da radiação solar na superfície em Natal. Dessa forma, a partir do confronto dos dados que são coletados, é observada a convergência entre os dados, observando-se a diferença entre as medidas feitas. Assim, é possível oferecer dados que possam fomentar a comunidade científica para a produção de trabalhos acadêmicos.

Palavras-chave: Ozônio. Espectrofotômetro. Variáveis ambientais. GUV. Radiação ultravioleta.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado em Ciência e Tecnologia - E-mail: [renan.gadelha.707@ufrn.edu.br](mailto:renan.gadelha.707@ufrn.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE/CGCE - E-mail: [maria.paulete@inpe.br](mailto:maria.paulete@inpe.br)

<sup>3</sup> Tecnologista do INPE/COENE – E-mail: [francisco.raimundo@inpe.br](mailto:francisco.raimundo@inpe.br)

## ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL, TESTES, MONTAGEM E PREPARAÇÃO DE TUBOS DE CALOR EM AMBIENTE DE LABORATÓRIO

Renan Gomes Rosa<sup>1</sup> (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Valeri Vlassov<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

Rafael Lopes Costa<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Durante as atividades foram realizados estudos teóricos e experimentais sobre os tubos de calor, aprofundando o conhecimento sobre seu desempenho e limites operacionais. Com a introdução da teoria e testes de desempenho de tubos de calor, foi realizado o estudo do funcionamento do aparato de testes com mesa motorizada e sistema de aquisição de dados. Foi realizada uma cadeia de testes em um tubo de calor de alumínio carregado com amônia no Laboratório de Controle Térmico DIMEC/CGCE, localizado no Prédio Satélite. O objetivo foi realizar o estudo experimental do fenômeno *dry-out*, detectando em qual inclinação desfavorável o tubo de calor para de funcionar. O tubo de calor foi equipado com dois blocos, um deles contendo duas resistências elétricas para aquecer e um termistor entre elas, e outro bloco contém 4 termistores, sendo um deles para medir a temperatura ambiente. Na mesa giratória foi adicionado um sistema de arrefecimento com ventiladores na extremidade oposta aos aquecedores. Para coleta de dados, utilizou-se um sistema de aquisição de dados, e fonte para fornecer tensão as resistências. Os testes foram padronizados para fins de análise posterior. Cada teste teve um aumento de inclinação de 0,1 grau, começando em 0,2 grau. O tempo padrão estabelecido para cada teste foi de 20 minutos. Foi adotado um critério de parada, para a segurança, quando a região do evaporador atingisse 45 graus Celsius, o teste seria interrompido. Com os dados coletados foram criados vários gráficos, e permitindo a comparação da eficiência do tubo de calor, em situação de inclinação neutra, favorável e desfavorável. Também foi feito testes com o resfriamento por convecção natural a fim de comparação. O resultado obtido de modo geral foi que na inclinação de  $0.7 \pm 0.2$  grau desfavorável o tubo de calor perde totalmente sua eficiência. O segundo projeto proposto foi o desenvolvimento de uma calculadora térmica abrangendo as principais equações relacionadas ao desempenho de tubos de calor com ranhuras axiais usados como estrutura capilar sob especificação fornecida. Optou-se pela construção da calculadora no ambiente MS Excel, oferecendo

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de bacharelado Engenharia Mecânica - E-mail: [renan.rosa@inpe.br](mailto:renan.rosa@inpe.br)

<sup>2</sup> Tecnologista do INPE - E-mail: [valeri.vlassov@inpe.br](mailto:valeri.vlassov@inpe.br)

<sup>3</sup> Tecnologista do INPE - E-mail: [rafael.costa@inpe.br](mailto:rafael.costa@inpe.br)

uma abordagem universal que permite realizar cálculos rápidos de parâmetros principais de tubos de calor e seus limites operacionais. Dando geometria externa e interna definida, condições ambientais e carga de calor, ferramenta permite, para fluidos de trabalho diferentes, calcular o limite capilar, limite de ebulição, de atrito e sônico, além de calcular a condutividade térmica efetiva, velocidades internas de vapor e líquido, e a temperatura do objeto de interesse acoplado com tubo de calor. Por fim, esta calculadora torna-se uma ferramenta muito útil tanto para engenheiros térmicos como para alunos como um instrumento de aprendizagem.

Palavras-chaves: tubos de calor, limites operacionais, estudos experimentais, testes de vida, testes de desempenho; heat pipes, operating limits, experimental studies, life tests, performance tests.

## ANÁLISE DA EMISSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO DE NUVENS MOLECULARES COMPACTAS

Renata Ariadne Furtado da Rosa<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Tânia Pereira Dominici<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

José Williams dos Santos Vilas Boas<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

O estudo das emissões moleculares, em particular o monóxido de carbono (CO), é de grande importância na radioastronomia. Neste projeto, propomos o estudo da emissão de CO em nuvens moleculares compactas e escuras, candidatas a serem sítios de formação de estrelas de baixa massa. Em particular, durante os últimos meses o trabalho concentrou-se em Sc12, nuvem escura da região do Escorpião. As observações de  $^{13}\text{CO}$  e  $\text{C}^{18}\text{O}$  (220,398 e 109,782 GHz, respectivamente) da região central desta nuvem foram obtidas com o radiotelescópio Swedish-ESO Submillimetre Telescope (SEST, Chile) em um modo chamado de frequency switch que, por sua vez, é uma opção para buscar contornar a rápida variação da contribuição do próprio céu na região espectral de interesse. Os dados foram processados para a eliminação da linha de base, obtenção da largura da linha espectral, velocidade radial, cálculo do fluxo integrado e avaliação da existência de assimetrias no formato da linha, informações necessárias para estimar a temperatura e densidade do gás molecular na região estudada. Os resultados reforçam a importância do CO como uma ferramenta poderosa para o estudo do meio interestelar e, sobretudo, devem vir a subsidiar a preparação de novas propostas de tempo de observação para mapear a região por inteiro por radiotelescópios do hemisfério Sul como o APEX e, futuramente, o LLAMA. Nos próximos meses, serão analisadas as observações disponíveis de um segundo objeto, este sendo compacto a ponto de estar inserido totalmente no feixe do SEST nas frequências em questão, de modo que os dados podem vir a subsidiar um projeto para o interferômetro ALMA, capaz de resolver espacialmente a fonte. Outra atividade prevista é a identificação de uma amostra de nuvens moleculares escuras e compactas cujas emissões de CO possam ser observadas com o James Clerk Maxwell Telescope (JCMT), rádio observatório instalado em Mauna Kea (Havaí, EUA), ao qual o Brasil tem tido acesso através de um acordo de empréstimo de instrumentos que futuramente equiparão o LLAMA.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [renata.ariadne@unesp.br](mailto:renata.ariadne@unesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [tania.dominici@inpe.br](mailto:tania.dominici@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [williams.boas@inpe.br](mailto:williams.boas@inpe.br)

Palavras-chave: Radio Astronomia. Espectroscopia. Nuvens Interestelares.

## INVESTIGAÇÃO DE FENÔMENOS SOLARES ENERGÉTICOS E DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA PREVISÃO DE SUA OCORRÊNCIA

Roberta Camilly Freitas de Carvalho<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

José Roberto Cecatto<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### RESUMO

As explosões – “flares” – solares são fenômenos energéticos gerados nas chamadas regiões ativas, localizadas na alta cromosfera / baixa coroa, e que se caracterizam por valores elevados de temperatura e densidade, relativamente à atmosfera solar circundante, e campos magnéticos intensos (centenas a poucos milhares de Gauss) na forma de arcos magnetizados. Esses fenômenos correspondem à liberação repentina de uma grande quantidade de energia ( $10^{24}$  –  $10^{32}$  erg) que se manifesta na forma de aquecimento do plasma e energização de partículas. O plasma aquecido se torna mais brilhante e as partículas energizadas formam feixes que se propagam pelos arcos magnéticos produzindo radiação eletromagnética de amplo espectro (desde ondas de rádio a raios-X e gama), que quando no ambiente terrestre, pode afetar serviços/sistemas tecnológicos causando, por exemplo, blecaute nas comunicações de rádio e perturbação dos sinais de GPS, entre outros efeitos. O fenômeno é detectado apenas quando já se encontra no ambiente terrestre, e assim não existe tempo suficiente para a tomada de qualquer medida protetiva dos serviços / sistemas tecnológicos. Sendo assim, com o objetivo de evitar ou minimizar os efeitos que esses fenômenos causam é necessário prever sua ocorrência com antecipação suficiente – 1-2 dias. Com o intuito de desenvolver um método que auxilie na previsão desse fenômeno, estamos realizando um levantamento de parâmetros e índices solares de forma a gerar um modelo empírico de previsão. Apresentamos alguns resultados preliminares desse levantamento. Para o ciclo de atividade solar atual (25), até o presente foram registrados 8 “flares” classe X e 411 “flares” classe M. Os “flares” M e X são observados apenas para níveis base do fluxo integrado de raios-X (1-8 Å) de  $1 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup> e  $4 \times 10^{-7}$  W/m<sup>2</sup>, respectivamente. Os mesmos eventos são observados apenas para níveis base da densidade de fluxo rádio (10.7cm) integrada de  $71 \times 10^{-22}$  W.Hz<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup> e  $94 \times 10^{-22}$  W.Hz<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

Palavras-chave: Sol, Explosões solares, Caso geral.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Química - E-mail: [roberta.camilly@usp.br](mailto:roberta.camilly@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [jr.cecatto@inpe.br](mailto:jr.cecatto@inpe.br)

## DESEMPENHO DAS PREVISÕES SAZONAIS DO MODELO ETA ANINHADO AO MODELO BESM DO INPE

Roberto Leo dos Santos Baltazar<sup>1</sup> (IGEO/UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Chou Sin Chan<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Claudine Pereira Dereczynski<sup>3</sup> (IGEO/UFRJ, Coorientadora)

### RESUMO

Modelos climáticos globais são ferramentas importantes para a simulação do tempo e clima em todo o planeta. Entretanto, as baixas resoluções de suas previsões sazonais fornecem informações limitadas para o planejamento e atuação em escala local. Modelos climáticos regionais permitem um aumento da escala espacial, resultando em um detalhamento adicional das previsões geradas por modelos globais, o que possibilita previsões destinadas a áreas mais limitadas e com fins mais específicos. O objetivo deste trabalho é avaliar as previsões climáticas sazonais do modelo regional Eta aninhado ao modelo global Brazilian Earth System Model (BESM), ambos modelos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em eventos extremos no país. Ademais, investiga-se as forçantes climáticas predominantes durante os eventos de extremos climáticos ocorridos na região da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O modelo regional Eta fornece previsões climáticas sazonais para todo o Brasil com resolução de 40 km. As previsões sazonais consideradas do modelo Eta40km utilizam a temperatura da superfície do mar prevista pelo modelo BESM. Anteriormente, foram realizadas avaliações do desempenho das previsões sazonais do modelo Eta40kmBESM em relação à Reanálise ERA5 e ao Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation (MSWEP) para eventos extremos secos e chuvosos no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro para o período 1987-2010. Foram também comparadas as previsões de precipitação e temperatura em níveis de pressão do modelo Eta40kmBESM e do BESM, identificando semelhanças entre os erros nos dois modelos. Nesta etapa do trabalho, deu-se continuidade às comparações entre os modelos para as variáveis de pressão ao nível médio do mar, temperatura do ar a 2m, movimento vertical em 500 hPa e altura geopotencial em 250, 500 e 850 hPa. Os erros das previsões são identificados através de comparações com dados do ERA5 e do MSWEP. As métricas calculadas são erro médio, raiz do erro quadrático médio, desvio padrão e coeficiente de correlação de Pearson para previsões nos horários de 00, 06,

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Meteorologia do IGEO/UFRJ – E-mail: [balbob97@gmail.com](mailto:balbob97@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora da DIMNT/INPE – E-mail: [chou.chan@inpe.br](mailto:chou.chan@inpe.br)

<sup>3</sup> Professora do curso de Meteorologia do IGEO/UFRJ – E-mail: [claudine@acd.ufrj.br](mailto:claudine@acd.ufrj.br)

12 e 18 UTC de cada variável. Os resultados preliminares indicam que, assim como foi visto para temperatura e precipitação, as previsões do Eta40kmBESM, para as novas variáveis analisadas, também acompanham os erros encontrados nas previsões do BESM. Os sinais e distribuição espacial das anomalias previstas pelo modelo Eta40kmBESM se mostram similares aos simulados pelo modelo BESM, tanto para casos de acertos quanto de erros nas previsões.

Palavras-chave: Previsões climáticas. América do Sul. Avaliação de modelos.

## ESTUDO DO CRESCIMENTO DE FILMES DE DLC DOPADOS COM BORO EM SISTEMAS PECVD PULSADO

Saulo Ribeiro Ferreira<sup>1</sup> (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Elver Juan de Dios Mitma Pillaca<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Vladimir Jesus Trava-Airoldi<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)

### RESUMO

Filmes de DLC (*Diamond-Like Carbon*) é um tipo de material de carbono amorfo hidrogenado com quantidades significativas de átomos de carbono com hibridização  $sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp^1$  que exhibe propriedades semelhantes às do diamante. Eles possuem excelentes propriedades como um baixo coeficiente de atrito, alta dureza, baixa taxa de desgaste, alta resistência à corrosão química, alta biocompatibilidade, entre outras. Estes filmes também permitem a incorporação de nano partículas metálicas e não metálicas e/ou dopagens em sua matriz, com o intuito de melhorar ainda mais as características citadas acima. O filme de DLC pode ser aplicado em diversas áreas como a biomédica, automobilística, indústrias metalúrgicas, aeroespaciais, etc. Neste contexto, filmes de DLC foram crescidos e dopados simultaneamente com boro objetivando sua aplicação como lubrificante sólido de alto desempenho, especialmente, para a área espacial. A metodologia usada e os resultados preliminares são apresentados neste trabalho como parte do seminário de iniciação científica do programa PIBIC. A técnica PECVD (*Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition*) foi usada para o crescimento dos filmes em presença de um cátodo adicional. Diversos materiais como Ti6Al4V, aço 304, silício e vidro foram preparados para o crescimento dos filmes. Os efeitos da incorporação do boro no DLC são avaliados utilizando diversas técnicas de caracterização de materiais, como a perfilometria óptica, para medir a rugosidade, testes de tribologia, para obter o coeficiente de atrito e o desgaste; a espectroscopia RAMAN, para a análise estrutural do filme; e a Microscopia Eletrônica de Varredura, para avaliar a topografia da superfície. Os substratos de Ti6Al4V e o aço 304 apresentaram uma rugosidade média ( $R_a$ ) em torno de 24 nm antes da deposição, enquanto os substratos de vidro e silício mantiveram um  $R_a$  em torno de 12 nm. Não houve mudanças na rugosidade em todos os materiais

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia - E-mail: [s.ferreira02@unifesp.br](mailto:s.ferreira02@unifesp.br)

<sup>2</sup> Bolsista do INPE - E-mail: [elver.mitma@inpe.br](mailto:elver.mitma@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [vladimir.airoldi@inpe.br](mailto:vladimir.airoldi@inpe.br)

após a deposição dos filmes. Com a caracterização por espectroscopia RAMAN, foi possível constatar a presença do filme de DLC. Os resultados também mostraram que filmes de DLC crescidos em maior tensão apresentam um valor de  $I_D/I_G$  alto, indicando uma tendência à grafitação. Os ensaios tribológicos e de Microscopia Eletrônica de Varredura encontram-se em andamento.

Palavras-chave: Diamond-Like Carbon, DLC dopado, PECVD, Boro, Catodo adicional.

## IRRADIÂNCIA SOLAR GLOBAL À SUPERFÍCIE NO ESTADO DO TOCANTINS

Stéphane Ferreira da Silva<sup>1</sup> (IFTO, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Simone Marilene Sievert Costa Coelho<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Hallan Souza de Jesus<sup>3</sup> (INPE e IFTO, Coorientador)

### RESUMO

A energia solar tem importância em diversas áreas. Podem ser citadas: o surgimento de cânceres de pele melanoma e não melanoma devido à exposição a radiação ultravioleta (UV); o crescimento fisiológico de plantas através dos efeitos que a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) causa na estrutura vegetal; a geração de energia fotovoltaica devido à incidência da componente direta da radiação. O conhecimento dos níveis de radiação que incide à superfície pode ser estimado por instrumentos, tais como piranômetro, pireliômetro, espectroradiômetros, dentre outros. Estimativas desses níveis à superfície podem ser realizadas mediante modelos computacionais, tal como o Modelo GL que está em operação no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) há mais de 25 anos. Três versões foram geradas até o momento: GL1.2 (em operação), GL1.4 e GL2.0 (dedicada aos efeitos dos aerossóis). A modelagem dos fluxos é única para todas as versões, tendo as suas diferenças principalmente em consideração aos campos constantes (GL1.2), campos variáveis (GL1.4) e inclusão dos efeitos instantâneos dos aerossóis. Na versão em operação são considerados campos constantes de vapor d'água (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e refletância mínima (R<sub>min</sub>). O modelo necessita apenas de um canal de observação de sensores a bordo de satélites (refletância VIS) para as suas estimativas. O objetivo deste trabalho é avaliar os níveis de incidência solar no estado do Tocantins, avaliar o seu padrão de forma regional e comparar as estimativas do GL1.4 com as observações. Tocantins localiza-se na região de transição dos biomas cerrado, caatinga e amazônico, e tal diversidade é uma das hipóteses para variação da incidência solar. As estimativas do GL1.4 para o ano de 2020 foram realizadas visando avaliar a distribuição de incidência solar no estado. Ressalta-se que a versão GL1.4 considera os campos mensais de R<sub>min</sub> e as medidas instrumentais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para validação prévia das estimativas. As métricas estatísticas utilizadas foram: erro médio (BIAS), desvio padrão do erro médio ( $\sigma$ ), erro quadrático médio (RMSE), coeficiente de correlação (r) e índice de willmott (dw). Os resultados indicam

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Agrônômica - E-mail: [stephane.silva2@estudante.ifto.edu.br](mailto:stephane.silva2@estudante.ifto.edu.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [simone.sievert@inpe.br](mailto:simone.sievert@inpe.br)

<sup>3</sup> Professor no IFTO e aluno de doutorado no INPE – E-mail: [hallanksouza@gmail.com](mailto:hallanksouza@gmail.com)

as nuvens como a principal justificava para as diferenças entre modelo e observação. Os coeficientes de correlação são maiores que 0,75. A distribuição espacial da radiação indica regiões com predomínio de incidência, sendo a região de menor incidência no verão (norte do estado - valores próximos a 20 W/m<sup>2</sup>) e com intensa incidência no inverno (toda parte leste do estado - valores próximos a 1000 W/m<sup>2</sup>). Pode-se concluir que as estimativas do modelo são consistentes e as análises espaciais permitem a identificação de áreas predominantes de incidência de radiação solar.

Palavras-chave: Radiação Solar, Modelo GL, Tocantins.

## MONITORAMENTO DA SUPRESSÃO DE CAMPO NATIVO: UMA COMPARAÇÃO DE DIFERENTES RESOLUÇÕES ESPACIAIS

Suêini Gomes Lira<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Daniela Wancura Baebieri Peixoto<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Tatiana Mora Kuplich<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

O sensoriamento remoto (SR) é ferramenta essencial para estudos de vegetação em escala regional e, dependendo da resolução espacial dos dados remotos, até local, pois é possível a geração de mapas para estimativa das áreas de campos e de seu estado de conservação, assim como monitoramento da supressão de vegetação. Nesse sentido, levando em consideração a complexidade do bioma Pampa, a proposta desse estudo foi a identificação, delimitação e mapeamento das áreas de supressão de campo nativo buscando comparar a resposta da resolução espacial das imagens provenientes dos sensores orbitais CBERS 4A, Sentinel-2, Landsat-8 e Amazônia 1. A área de estudo (área de 3.978,25 km<sup>2</sup>) está localizada na região centro-oeste do Rio Grande do Sul e para o mapeamento foram selecionadas imagens orbitais dos satélites CBERS 4A (resolução espacial de 2,5 m-fusão), Sentinel-2 (resolução espacial 10 m), Landsat-8 (resolução espacial 30 m) e Amazônia 1 (resolução espacial 60 m). No *software* livre QGIS foi criado um banco de dados com imagens dos meses de (outubro e novembro) a fim de corresponder ao calendário agrícola do estado. Para tanto foram definidas sete classes de uso e cobertura da terra para vetorização: áreas de solo exposto, área de cultivo agrícola, reflorestamento, corpos d'água, área urbana, sendo considerado apenas como vegetação natural áreas de campo nativo e vegetação florestal natural. A escala de trabalho utilizada foi de 1:75000, conforme metodologia estabelecida pelo Monitoramento ambiental dos Biomas Brasileiros por satélites (PRODES). Os dados do PRODES-Pampa disponíveis na plataforma *TerraBrasilis* foram utilizados como referência para comparação e validação do mapeamento gerado. Os resultados parciais foram apontados com base no satélites CBERS 4A e Sentinel 2. A área de estudo conforme dados do TerraBrasilis apresenta 2.767 km<sup>2</sup> (69,55% da área total) de área desmatada, a área de desmatamento encontrada no mapeamento do

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária - **E-mail: sueini.lira@acad.ufsm.br**

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE/COESU - **E-mail: daniwbarbieri@gmail.com**

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE/COESU - **E-mail: tatiana.kuplich@inpe.br**

sensor CBERS (de melhor resolução espacial) foi de 2.556 km<sup>2</sup> (7,62% a menos da área encontrada no Terrabrasilis), a área de desmatamento encontrada no Sentinel 2 compreende um total de 2678 km<sup>2</sup> (3,21% a menos da área encontrada no Terrabrasilis). Tendo em vista que o objetivo deste trabalho foi o de identificar e vetorizar as áreas de supressão de campos naturais do bioma Pampa com uso de imagem com diferentes resoluções espaciais, verificou-se que a vetorização do desmatamento por interpretação visual das imagens de maior resolução espacial resultou menor área de supressão da vegetação para a área de estudo, o que não era o esperado, visto a resolução espacial do CBERS 4A. Neste sentido verifica-se que os dados do Sentinel estiveram mais próximos dos dados Terrabrasilis o que pode ser justificado pela diferença radiométrica dos sensores.

Palavras-chave: Bioma Pampa, Sensoriamento Remoto, Resolução espacial.

## ANÁLISE COMPARATIVA DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE E DE RESILIÊNCIA COMUNITÁRIA AOS DESASTRES, NO CONTEXTO URBANO E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Thais Aparecida da Silva<sup>1</sup> (UFJF, Bolsista PIBIC/CNPq)<sup>1</sup>  
Mariana Gutierrez Arteiro da Paz<sup>2</sup> (INPE, Orientador)<sup>2</sup>  
Júlia Alves Menezes<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)<sup>3</sup>

### RESUMO

Os eventos extremos relacionados às mudanças climáticas vêm aumentando no Brasil e no mundo, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos que afetam de forma desigual diferentes comunidades. Compreender tais impactos é essencial para se pensar estratégias e medidas de mitigação e de adaptação. Assim, trabalhar a resiliência e a vulnerabilidade de cada localidade, é uma forma de auxiliar os gestores locais na equalização dessas diferenças e injustiças socioambientais. Este projeto, desenvolvido juntamente com a equipe do LADIS - Laboratório de Análises e Desenvolvimento de Indicadores para a Sustentabilidade, foca em análises comparativas teóricas e aplicadas de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária no contexto urbano e de impactos de mudanças climáticas. Os objetivos do projeto foram: testar índices de vulnerabilidade e de resiliência comunitária para os principais eventos extremos relacionados às mudanças climáticas, no contexto brasileiro, para avaliar sua capacidade de diagnosticar e comunicar; e contribuir para a compreensão da aplicação e limites de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária, em áreas urbanas, no contexto das mudanças climáticas. Para isso, as etapas metodológicas foram: i) Levantamento dos artigos sobre indicadores de vulnerabilidade; ii) Caracterização da área de estudo e levantamento dos principais eventos extremos ocorridos nessas localidades, na última década; iii) Construção do banco de dados com os indicadores de vulnerabilidade, para a área de estudo, a partir de dimensões temáticas definidas pela busca realizada; iv) Tratamento dos dados (normalização das variáveis e análises espaciais); v) Construção do Índice de Vulnerabilidade a Desastres (IVD); vi) Análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres em processo de refinamento pela equipe do LADIS. Foi possível segregar os indicadores através das seguintes dimensões:

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária - **E-mail: thais.aparecida@engenharia.ufjf.br**

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE/DIIAV/LADIS - **E-mail: mariana.paz@inpe.br**

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE/DIIAV/LADIS - **E-mail: julia.menezes@inpe.br**

socioeconômicas, capital humano, governança e instituições, ambiente construído, capital natural e serviços ecossistêmicos e, a partir disso, identificar os indicadores mais importantes para a área de estudo. Ao final, a partir da análise do banco de dados foram coletados 32 indicadores agregados por média simples para formar o IVD. A análise do IVD ainda está em processo e, por meio dela, serão elaborados mapas representativos. A partir deste estudo concluído, espera-se desenvolver mapas que auxiliem na identificação dos municípios com maior vulnerabilidade, assim como os pontos positivos e negativos a serem abordados para incremento da resiliência, além de promover uma análise comparativa a partir do mapeamento com base no IVD.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, Resiliência comunitária, Mudanças climáticas, Indicadores, Urbano.

## ANÁLISE DE CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS POTENCIALMENTE ASSOCIADAS À OCORRÊNCIA DE GRANIZO EM SC

Victor André Deitos<sup>1</sup> (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Izabelly Carvalho da Costa<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)  
Wendell Rondinelli Gomes Farias<sup>3</sup> (UFSC, Coorientador)

### RESUMO

Granizo é um tipo de precipitação formado majoritariamente em nuvens frias, quando partículas de água em suspensão ascendem para níveis mais superiores da nuvem ultrapassando a altura de congelamento, gerando gotas congeladas que ganham peso e velocidade em sua queda. De acordo com pesquisas recentes, no Brasil os eventos de granizo são mais comuns na região sul do país e dentre os três estados do sul Santa Catarina é o estado onde há mais registros de ocorrência. Os eventos de granizo estão relacionados a uma série de problemas à população, como a destruição de plantações ou até mesmo de cobertura de casas. Usando dados provenientes de radiossondagem e reanálises do ERA 5, este estudo visa analisar parâmetros meteorológicos como, CAPE (Energia disponível para Convecção), cisalhamento do vento, CINE (Energia de Inibição Convectiva), de forma a entender as características do ambiente atmosférico antes da ocorrência dos eventos de granizo no estado de Santa Catarina. Como primeira etapa do trabalho verificou-se a qualidade dos perfis verticais de temperatura disponíveis nos dados de reanálise, para os casos particulares estudados de janeiro de 2021. As comparações entre os perfis verticais de temperatura, radiossondagem versus reanálise, indicaram um desvio padrão de 0,66°C. Para uma análise preliminar dos resultados foram confeccionados mapas em que foi possível observar que esses eventos apresentaram altura do nível de congelamento entre 3300 a 4000 m, cisalhamento do vento entre 3,1 a 6,4 kt, direção entre Sudeste e Sudoeste, valores de CAPE entre 2400 a 2800 J/kg e de energia de inibição entre 210 a 330 J/kg.

Palavras-chave: Granizo. Santa Catarina. Reanálise.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Meteorologia - E-mail: [victordeit@gmail.com](mailto:victordeit@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [izabelly.costa@inpe.br](mailto:izabelly.costa@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da UFSC - E-mail: [wendell.farias@ufsc.br](mailto:wendell.farias@ufsc.br)

## **APLICAÇÃO DO SCANTEC NA AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES NUMÉRICAS DO ESTADO DA ATMOSFERA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PREVISTAS PELO MODELO MPAS**

Victor Antunes Ranieri<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Luiz Fernando Sapucci<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Danilo Couto de Souza<sup>3</sup> (USP, Coorientador)  
Ricardo de Camargo<sup>4</sup> (USP, DCA - IAG, Coorientador)

### **RESUMO**

O modelo Model for Prediction Across Scales (MPAS) surge como importante ferramenta para simular o estado da atmosfera na escala de tempo e clima, apresentando diversas vantagens em relação a outros, como resolução adaptativa, escalabilidade, interação entre escalas entre outras. Por conta dessas vantagens, o MPAS será utilizado como núcleo dinâmico do projeto MONAN (Model for Ocean-laNd-Atmosphere predictionN) o qual é uma iniciativa inovadora que tem por objetivo principal otimizar os recursos brasileiros no desenvolvimento de modelos numéricos, pois explora o desenvolvimento colaborativo incluindo diversas instituições brasileiras. O MONAN é um dos projetos institucionais do INPE e tem como objetivo gerar um modelo que abranja todas as escalas geográficas e temporais de interesse da sociedade e que seja capaz de fornecer uma representação integrada de todas as componentes do sistema terrestre: atmosfera, oceanos, superfície terrestre e camada de gelo. Visando contribuir com a evolução dos modelos de Previsão Numérica de Tempo (PNT), também no INPE, tem sido desenvolvido nos últimos anos, o Sistema Comunitário de Avaliação de modelos Numéricos de Previsão de Tempo E Clima (SCANTEC). O objetivo principal desse sistema é possibilitar uma intercomparação estatística robusta, eficiente e justa de diferentes modelos PNT. Esse trabalho tem como objetivo investigar o potencial do SCANTEC em avaliar o estado básico da atmosfera e precipitação pluviométrica das previsões de curto prazo geradas pelo modelo MPAS, evidenciando as melhorias fornecidas por este modelo ao compará-lo com os demais modelos atualmente disponíveis. Essa proposta de iniciação científica está em sua fase inicial, mas com o desenvolvimento dos trabalhos espera-se contribuir com o aprimoramento do MPAS no contexto do MONAN, ao fornecer um sistema de avaliação ajustado e apto a ser explorado pelos desenvolvedores desse

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Meteorologia - **E-mail: victor.ranieri@usp.br**

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - **E-mail: luiz.sapucci@inpe.br**

<sup>3</sup> Doutorando - **E-mail: danilo.oceano@usp.br**

<sup>4</sup> Professor Associado USP - **E-mail: ricamarg@usp.br**

modelo, tanto no INPE como nas instituições parceiras envolvidas. Um resultado adicional esperado dessa pesquisa, e tão importante como os demais produtos gerados, é o desenvolvimento comunitário do SCANTEC envolvendo os grupos de pesquisa do MASTER (IAG-USP) com os grupos de avaliação e desenvolvimento de modelos do CPTEC (CGCT-INPE).

Palavras-chave: SCANTEC; MONAN; MPAS-A; PNTC; Modelo Comunitário.

## ESTUDO DA ARQUITETURA DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO EM REDES 5G

Victor de Vasconcelos Carvalho<sup>1</sup> (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Edesio Paulicena<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Luiz Henrique Bonani<sup>3</sup> (UFABC, Coorientador)

### RESUMO

Este trabalho de pesquisa tem como tema o estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G. Possui seis meses de duração até o presente momento, portanto, a pesquisa ainda segue em progresso. A finalidade deste trabalho é verificar os níveis de segurança da rede 5G através de testes em um ambiente virtual simulado. Podemos observar que com a chegada das redes 5G, a infraestrutura de comunicação se torna mais complexa, o que trás um significativo aumento nas possíveis ameaças e vulnerabilidades da rede, o que pode influenciar nos serviços oferecidos pela rede 5G, como por exemplo, a comunicação em larga escala entre dispositivos IOT. Além disso o 5G possibilita um troca de informações mais rápida e abrangente, o que significa que uma quantidade significativa de dados pessoais será transmitida por essas redes. Através deste trabalho, será possível verificar os níveis de segurança dos protocolos utilizados pelo 5G, verificar os serviços fornecidos pela rede e acompanhar a qualidade dos mesmos, podendo também ser disponibilizado para o uso empresarial. Este trabalho foi desenvolvido em etapas, sendo elas, o estudo da arquitetura 5G, incluindo a evolução da telecomunicação para aprofundamento do tema; implementação de um ambiente virtual para alocar o simulador de redes 5G e o estudo da arquitetura de segurança para a verificação prática dos níveis de segurança da rede. Diante do que foi exposto, neste momento foi iniciada a terceira fase do projeto, parte aonde é feita a verificação dos níveis de segurança da rede através de testes que são realizados durante a comunicação entre as partes que integram o núcleo do 5G, além de verificar os resultados obtidos utilizando analisadores de tráfego.

Palavra-chave: 5G.

---

<sup>1</sup> E-mail: victor.v@aluno.ufabc.edu.br

<sup>2</sup> E-mail: edesio.paulicena@inpe.br

<sup>3</sup> E-mail: luiz.bonani@ufabc.edu.br

## ESTABELECIMENTO DE UM SÍTIO DE OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS NO CAMPUS DO INPE EM CACHOEIRA PAULISTA

Vitória da Silva Quintana<sup>1</sup> (FCN, Bolsista PIBIC/CNPq)  
José Celso Thomaz Júnior<sup>2</sup> (INPE, Orientador)  
Roberto Carlos Duarte de Freitas<sup>3</sup> (INPE, Coorientador)  
Rosemary Aparecida Odorizi Lima<sup>4</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as características de funcionamento dos sensores ambientais bem como a validação de dados experimentais gerados por uma estação meteorológica. Inicialmente, uma revisão dos sensores ambientais envolvidos em uma estação meteorológica, como também a avaliação dos dados disponíveis no campus de Cachoeira Paulista (SP) é apresentada. Os dados exigem um trabalho sistemático de avaliação de qualidade, seja devido a eventuais falhas instrumentais ou à existência de estacionaridade do sinal, dentre outras. Tendo em vista as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (“World Meteorological Organization – WMO”), no tópico que trata a forma de assegurar a confiabilidade dos dados ambientais, é realizada uma análise crítica preliminar para o controle dos dados disponíveis. Diante de dificuldades de reunir todas as variáveis instrumentais com suas características registradas (muitas vezes não registradas), realizamos uma série de experimentos reduzidos no tempo de forma a analisar a metodologia de avaliação dos dados experimentais obtidos e assim, fundamentar a análise histórica dos dados ambientais da estação meteorológica. Nesta metodologia incluímos a comparação dos dados ambientais obtidos nos experimentos com os dados da previsão numérica de tempo do modelo regional disponibilizado pelo INPE (meteogramas). A análise destes experimentos será discutida no âmbito deste trabalho. A continuidade do projeto prevê a ampliação desta análise para a série temporal de dados ambientais obtidos na estação ambiental do campus do INPE de Cachoeira Paulista (SP). Por meio desta análise pretende-se construir uma base de dados qualificada que permitirá correlacionar aspectos qualitativos de algumas variáveis meteorológicas com aspectos característicos do sinal através de análise matemática.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Bacharelado em Administração - E-mail: [vitoria.quintana@inpe.br](mailto:vitoria.quintana@inpe.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [jose.thomaz@inpe.br](mailto:jose.thomaz@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [roberto.freitas@inpe.br](mailto:roberto.freitas@inpe.br)

<sup>4</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [rosemary.odorizi@inpe.br](mailto:rosemary.odorizi@inpe.br)

Palavras-chave: Dados Ambientais; Monitoramento Ambiental; Meteorologia; Banco de Dados.

## **PADRÕES DE MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA GESTÃO DA QUALIDADE EM PROJETOS**

Wellington Vieira de Novaes<sup>1</sup> (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
João Paulo Estevam de Souza<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

### **RESUMO**

O projeto Padrões de Métodos e Ferramentas para Gestão da Qualidade em Projetos procura compreender a usabilidade e utilidade de ferramentas destinadas à gestão de projetos. Em um primeiro momento a pesquisa se destinou a delimitação de conceitos das áreas da gestão de projetos e da qualidade, compreendendo como a linguagem científica estava inserida no campo de estudos acadêmicos e da “grey literature”. Em um segundo momento foi desenvolvida a especificação dos processos metodológicos de pesquisa como a padronização de análise e registro de artigos relevantes. O objetivo primário foi a aprendizagem de técnicas e métodos de pesquisa de revisão da literatura, bem como o desenvolvimento do pensamento científico e da criatividade, decorrentes do confronto direto com os problemas de pesquisa. A partir de tal aprendizado foi elaborado um padrão mínimo (toolkit) que concentra uma pluralidade de ferramentas focadas em trazer soluções para demandas de gestão da qualidade em projetos. A partir dos métodos e ferramentas identificados na revisão da literatura, foram desenvolvidas descrições que permitam uma análise crítica de padrões de métodos e ferramentas para gestão da qualidade em projetos. O presente projeto abre a possibilidade para estudos futuros para compreender a aplicação e usabilidade dessas ferramentas em campos diversos da gestão da qualidade nos projetos.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Gestão da Qualidade. Project Management. Quality Managent. Métodos. Ferramentas. Tools. Methods.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Letras – E-mail: [wellington.vieira@usp.br](mailto:wellington.vieira@usp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [joao.souza@inpe.br](mailto:joao.souza@inpe.br)

## CONSTRUÇÃO DE BASE DE DADOS ESPACIAL PARA A CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DOS CONFLITOS DE TERRA NA AMAZÔNIA

Wellington Augusto Araújo Farias<sup>1</sup> (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maria Isabel Sobral Escada<sup>2</sup> (INPE, Orientadora)

Ana Paula Dal'Asta<sup>3</sup> (INPE, Coorientadora)

### RESUMO

No bojo das transformações da paisagem da Amazônia brasileira, duas lógicas econômicas associadas aos sistemas agrários e seus agentes sociais de produção, camponeses e patronais, mobilizam a economia agrária e sua dinâmica. Essas duas categorias, muitas vezes em contraposição, representam diferentes modelos econômicos e de ocupação, sendo a terra o recurso em disputa. Grande parte da terra incorporada nesses sistemas é produto de formas espoliativas de apropriação que levam à transformação da paisagem. Uma forma de reconhecer os mecanismos geradores de terra, onde atuam ou onde estão em curso no território, é a partir das situações de conflitos. Com os relatórios anuais da CPT (Comissão Pastoral da Terra), foi construído um banco de dados contendo registros dos conflitos por terra de 2012 a 2021 que ocorreram nos nove estados integrantes da Amazônia Legal. Após filtrar os conflitos de interesse, foram realizadas correções e preparação dos dados para incorporação em ambiente SIG. Com os registros espacializados por município, procedeu-se a análise exploratória, para identificar padrões espaço-temporais da ocorrência dos conflitos. Nessa etapa, foram analisados os acumulados anuais, por estado e por categorias de quem sofreu e causou o conflito. Do total de conflitos registrados, o Maranhão representou 25%, seguido pelo Pará (18,97%), e Rondônia (12,71%). Ao longo do período analisado, identificamos tendências, como a estabilidade no número de conflitos por terra entre 2012 e 2015, com cerca de 400 conflitos/ano e o aumento para 733 registros em 2016. Nos anos de 2017 e 2018, a taxa manteve-se próxima à 600 conflitos/ano, ocorrendo um expressivo aumento no período de 2019 a 2021, chegando em 2020 a 1.042 registros. Posteriormente, identificou-se a presença de regimes espaciais em cada período por meio da utilização dos Índices Moran local e LISA. Os agrupamentos high-high estão associados a áreas históricas de ocorrência de conflitos (sudeste paraense) e a áreas de ocupação mais recentes, como a AMACRO (fronteira dos estados do Amazonas, Acre e Rondônia),

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Graduação em Geoprocessamento - E-mail: [wellington.farias@fatec.sp.gov.br](mailto:wellington.farias@fatec.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [isabel.escada@inpe.br](mailto:isabel.escada@inpe.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora do INPE - E-mail: [ana.dalasta@inpe.br](mailto:ana.dalasta@inpe.br)

Amapá, o eixo da BR-163 no Pará e Roraima. Em Roraima observa-se uma maior contribuição dos registros em Terras Indígenas. As categorias analíticas de apreensão da economia agrária por município foram integradas ao banco de conflitos para identificar o reflexo dessa economia em movimento face às ocorrências de conflitos por terra. Os municípios com economias baseadas na pecuária e agricultura patronal concentraram quase 60% dos registros. Três processos podem ser descritos: dispersão, nos municípios com muitos conflitos; interiorização, para municípios com floresta mais íntegra; aumento de registros em municípios localizados na fronteira oeste da Amazônia, na calha do Amazonas e no eixo da BR-174. Observa-se a intensificação das situações de conflitos em municípios que tinham poucos registros, especialmente no Mato Grosso, onde o agronegócio predomina. Os resultados obtidos elucidam o comportamento diferenciado dos agentes sociais de produção realçando a assimetria de forças entre camponeses e agentes patronais, evidenciando a terra como recurso em disputa. Os agentes camponeses, indígenas e quilombolas são os que mais sofrem conflitos, sendo centrais na elaboração de estratégias e políticas para a proteção do bioma.

Palavras-chave: Amazônia Legal. Conflitos por Terra. Agentes Sociais de Produção. Sistemas Agrários.