



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21d/2025/08.20.18.33-LN

Livro de Resumos do SICINPE 2025

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

11 a 15 de agosto de 2025

URL do documento original:
<http://urlib.net/ibi/8JMKD2USPTW34P/4E4NP58>

INPE
Online, São José dos Campos, SP
2025

PUBLICADO POR:

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

COORDENAÇÃO GERAL DO PIBIC/ PIBIC-EM/PIBITI:

Joaquim Pedro Barreto
Divisão de Fomento a Pesquisa e Desenvolvimento (DIFPD)

COMITÊ INTERNO DO PIBIC:

Edésio Hernane Paulicena
Elton Kleiton Albuquerque de Almeida
José Roberto Cecatto
Ely Vieira Cortez
Simone Marilene Sievert da Costa Coelho
Rafael Lopes Costa

COMITÊ INTERNO DO PIBITI/PIBIC-EM:

Roman Ivanovitch Savonov
Rosio Del Pilar Camayo-Maita
Eugenio Sper de Almeida
Mario Eugenio Saturno
Paulo Augusto Sobral Escada
Viviane Regina Algarve

BIBLIOTECA DIGITAL:

Gerald Jean Francis Banon
Clayton Martins Pereira

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA / EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins
Divisão de Biblioteca (DIBIB)



sid.inpe.br/mtc-m21d/2025/08.20.18.33-LN

Livro de Resumos do SICINPE 2025

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

11 a 15 de agosto de 2025

URL do documento original:
<http://urllib.net/ibi/8JMKD2USPTW34P/4E4NP58>

INPE
Online, São José dos Campos, SP
2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Cutter: S52 Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE (SICINPE) (2025: 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, 11 a 15 de agosto de 2025, *online*. Editado por Ivone Martins, Divisão de Biblioteca (DIBIB), São José dos Campos, SP: MCTI/INPE, 2025.

xvi + 182 p

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

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

CDU: 5/6(048.3)

AGRADECIMENTOS

A CIBIC/INPE (Comissão Interna de Bolsas de Iniciação Científica do INPE), Comitê Organizador do SICINPE 2025, agradece à Direção, à Coordenação do Gabinete (COGAB) e à Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE) 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 PIBIC-EM (Ensino Médio), bem como 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.

Joaquim Pedro Barreto
Coordenador Institucional do PIBIC/PIBIC-EM/PIBITI
Divisão de Fomento a Pesquisa e Desenvolvimento (DIFPD)

SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO.....	1
AGATHA GONÇALVES MACHADO	
Pesquisa de possível evidência, em parâmetros magnéticos de regiões ativas solares, relacionada à ocorrência futura de fenômenos energéticos solares.....	3
ALUANA CRISTINE SILVA	
Estudo sobre a implantação de um GeoServer como ferramenta de armazenamento de dados para a plataforma AdaptaBrasil.....	4
ANITA JUNGTON VALCORTE	
Desenvolvimento de ferramentas científico-computacionais para o monitoramento ionosférico baseadas em observáveis dos sistemas de navegação global por satélites (GNSS).....	6
ANNA BEATRIZ SILVA ALVES	
Medida de fluxo de GEE do solo em ambientes com diferentes coberturas vegetais no Estado de São Paulo.....	7
BEATRIZ MIE CADAMURO SUGANUMA	
Uso potencial do Lightning Jump no tempo médio de antecipação à ocorrência de tempo severo (granizo) em superfície no Estado de Santa Catarina.....	9
BRENNDHOM NATHAN KLARCK RIFE MACAULEY MENEZES CUNHA	
Aplicação do software de rastreamento TATHU para sistemas convectivos com eventos de ocorrência de granizo no Estado de Santa Catarina.....	10
BRIAN SHEWDON FARIA DA SILVA	
Estudo e análise para aprimoramento da difusão de artes explicativas sobre fenômenos meteorológicos, tempo, clima e pesquisa.....	11
BRUNO ALVARO DE OLIVEIRA	
Análise do decaimento orbital de pequenos satélites ao redor da Terra.....	12
BRUNO RIBEIRO HERDIES	
Validação do potencial uso de dados de reanálises atmosféricas para estimativa de radiação solar considerando o efeito dos aerossóis atmosféricos.....	13

CAIQUE FREDERICO PEREIRA DE MOURA	
Monitoramento e análise de dados de experiência do usuário voltado aos sistemas do Programa Queimadas do INPE.....	14
CAMILA REIGOTA FERREIRA	
Avaliação de classificadores supervisionados para a identificação de áreas degradadas por evento de chuvas intensas.....	16
CAUÃ PIETRO ASSUNÇÃO SOUZA DA SILVA	
CPTECRAFT: O CPTEC/INPE no mundo virtual.....	18
CLÁUDIO DE OLIVEIRA DUARTE	
Previsão sazonal e regionalização de variáveis climáticas no Brasil com utilização de inteligência artificial.....	19
CRISLAINE DE PAULA AGOSTINHO	
Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no Estado do Paraná.....	21
DANIEL FERNANDES PEREIRA	
Avaliação do emprego de técnicas de aprendizagem de máquina em restauração de imagens satelitais e aéreas.....	23
DANIELA LAVALLÉ DE MELLO LIMA	
Estudo do efeito da dopagem da resina epoxídica em suas propriedades eletromagnéticas e em sua aderência sobre alumínio.....	24
DINARA SOFIA TAVARES SILVA	
Geotecnologias aplicadas à análise da dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga.....	26
EDUARDA BIRCK DIETSCHI	
Desenvolvimento de ferramentas para visualização e análise de dados da câmara SPARC4 em observações de trânsitos exoplanetários.....	27
EDUARDO JOSÉ MENEGOTTO	
Estudo comparativo da poluição atmosférica entre as regiões metropolitanas de São Paulo e do Vale do Paraíba.....	28
EDUARDO RIBEIRO DO AMPARO RODRIGUES DE SOUZA	
Ferramenta de descoberta e exploração de dados ambientais com respostas a Prompts utilizando modelos de linguagens avançados.....	30

ÉGON HENRIQUE DE MIRANDA	
Análises espaciais e produção de mapas temáticos vinculados ao projeto Brindging Values.....	31
ELISA RACHEL BENINCA MARTINS	
Validação, verificação e análise de dados relacionados ao sistema SISAM.....	32
EMANUELA GARNEVI MARQUES	
Estudo da variabilidade climática na costa do Sudeste do Brasil.....	33
EMILY MAURER DA COSTA	
Desempenho de aprendizagem de professores do ensino básico a partir da construção de uma cartilha didática sobre dinâmica espacial dos recursos naturais utilizando técnicas de sensoriamento remoto.....	34
FÁBIO VIRGINIO DA SILVA	
Avaliação das propriedades magnéticas e estruturais de ferritas de cobalto nanoestruturadas dopadas com Fe ²⁺ e Cu ²⁺	36
FELIPE AGUIAR DE CARVALHO	
Monitoramento e análise das concentrações de MP2,5 aplicada em sensores de baixo custo: Impactos na qualidade do ar e na saúde pública em áreas urbanas.....	37
FELIPE DOMINGOS VIANA MEDEIROS	
O uso de geotecnologias para análise de indicadores de risco climáticos em municípios com Usinas da Paz.....	38
FELIPE FERREIRA DE MOURA	
Gaia em Jogo: Ferramenta de educação ambiental.....	40
FELIPE GABRIEL VIEIRA	
Desenvolvimento de protótipo de sistema para disseminação de dados de qualidade do ar, voltado ao projeto SISAM.....	41
FELIPE VIEIRA	
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.....	43

FERNANDA RIBEIRO FREITAS	
Síntese química pelo método solvotérmico assistido por micro-ondas para a obtenção de Cu-MOF com propriedades para a aplicação como absorvedor de radiação eletromagnética para as bandas de frequência K e Ka.....	44
FILLIPE PEREIRA BUENO DE ALMEIDA	
Aprimoramento de arquitetura e implantação de interface com usuário baseada em processamento de linguagem natural e inteligência artificial.....	46
FLAVIO MIDEA DA SILVA	
Ferramentas para gestão de qualidade de dados em Big Data.....	47
FLORINDO RIAN SILVA CARRETEIRO	
Assimilação de dados por aprendizagem de máquina no modelo WRF-NCAR.....	48
GABRIEL DE ANTONIO MAZETTO	
Utilização de linguagem de programação para análise de dados em pesquisas socioambientais qualitativas.....	50
GABRIEL DOS SANTOS MELO	
Caracterização dos modos de oscilação do modelo MONAN em configurações de baixa resolução.....	52
GABRIELA ROZANTE	
Produção e divulgação de conteúdo audiovisual para o aprendizado de geociências através de mídias digitais.....	53
GABRIELLY STEPHANY HONORATO FERREIRA	
Análise da influência de variáveis ambientais e antrópicas na qualidade da água do Estuário de Santos, São Paulo.....	54
GEISIANE DA ROCHA SARMENTO	
Variabilidade sazonal do ozônio estratosférico e sua relação com a precipitação de partículas sobre a anomalia magnética da América do Sul.....	55
GIULIA RIBEIRO HERDIES	
Investigação experimental de injetor de jatos colidentes.....	57
GUILHERME YOKOTA SATO	
Atualização do ambiente web do LabISA e integração de rotinas automatizadas para processamento de dados.....	58

GUSTAVO SILVA DE FRANÇA	
Estudo das variações de brilho multibanda dos blazares no contexto da infraestrutura observacional brasileira em radioastronomia.....	59
HENTONY DOS SANTOS BARBOZA	
Estudo da velocidade 2D dos raios nuvem-solo.....	61
ÍRIS PARAGUAY SILVA	
Análise climatológica da insolação sobre o Brasil a partir de dados de satélite geoestacionário.....	62
ÍRIS SMITH SANTOS	
Aplicação de métodos arquivísticos para organização de documentos do setor estratégico de saúde do projeto AdaptaBrasil MCTI.....	64
ITZIAR FORHAN ESCOBAR PAISANI	
Estudo de controle de setup de carga térmica utilizando lâmpadas de tungstênio para testes de simulação espacial.....	66
JOÃO ANTÔNIO DO NASCIMENTO MOREIRA DE JESUS	
Anhangá-sistema automático de prevenção de incêndio nas matas.....	68
JOÃO PEDRO BRANCO FRAZÃO	
Aprimoramento de métodos de classificação de imagens de satélite das áreas sombreadas do Vale do Paraíba Paulista.....	69
JOÃO PEDRO MARRETTO HELMEISTER	
Taxa de reação de sistemas reagentes envolvendo halogênios.....	71
JOÃO PEDRO POLITO BRAGA	
Estação terrena de comunicação solo-bordo para balões estratosféricos e pequenos satélites.....	72
JOÃO VITOR BATISTA SILVA	
Estudo comparativo entre métodos de medição da irradiância solar difusa aplicados ao levantamento de recurso solar em Natal (RN).....	73
JOAQUIM LARANJEIRA DE CARVALHO	
Conectando saberes e percepções comunitárias sobre conservação, impactos e futuros possíveis no entorno do Parque Nacional Boqueirão da Onça.....	74

JOHNNY KENITI MUKAI	
Avaliar o ambiente de Cloud da AWS para visualização de campos meteorológicos do BRAMS.....	75
JORGE CAMASMIE NUNES	
Estimativa e representação do campo geoelétrico induzido por variações geomagnéticas.....	76
JORGE DARIO SOARES ANGULO	
Estudo dos métodos de previsão para aplicação no clima espacial.....	78
JÚLIA LIMA SIQUEIRA	
Desenvolvimento de catalisadores à base de óxidos suportados em alumina para o uso em sistemas propulsivos líquidos.....	79
JÚLIA TEIXEIRA SANTOS	
Avaliação dos impactos na saúde relacionados ao calor: comparação de diferentes definições de onda de calor.....	80
KAMILA OHANA DE AZEVEDO CYRILLO	
Utilização de imagens de alta resolução espacial para identificação e caracterização de paisagens de risco de doenças vetoriais em regiões da Amazônia.....	82
KAUÃ ESPINDOLA MARTINS	
Análise de trajetos de rotas de ônibus a partir de técnicas de geoprocessamento..	84
KAUÃ FELIPE NAZÁRIO DOS SANTOS	
Monitoramento e análise das concentrações de MP2,5 aplicada em sensores de baixo custo: Impactos na qualidade do ar e na saúde pública em áreas urbanas.....	86
LAÍS LUZ CAMPOS	
Estudo da eletrodinâmica das camadas esporádicas baseado em dados de sondadores digitais e modelagem numérica para aplicação no monitoramento e previsão do clima espacial.....	87
LARISSA COLUCCI GOMES MONÇÃO	
Desenvolvimento de ferramenta computacional para integração e automação de rotinas de processamento.....	89

LAURA BISCAINO LASSO	
Equalização dos mapas, de alta resolução espacial, de topografia, vegetação, solo, máscara oceano-e corpos d'água continentais para o uso em modelagem numérica atmosférica.....	91
LAURA HÜBNER TESSARI BRAZ	
Calibração de dados de radares meteorológicos para aplicações em monitoramento da precipitação.....	92
LIDIANE LEME MOREIRA DOS SANTOS	
Análise das concentrações de poluentes atmosféricos e focos de queimadas sobre o bioma pantanal durante o período de 2016 até 2022.....	94
LUCAS ADINÂ BAUNGARTNER	
Estudo do acoplamento atmosfera neutra-ionosfera por meio de dados de imageador e riômetro.....	96
LUCAS BORGES DA COSTA	
Análise termodinâmica de eventos de granizo em Santa Catarina utilizando sensoriamento remoto por satélite.....	98
LUCAS CRESPO MENDONÇA GIACOMINI	
Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no Centro-Oeste do Estado de Santa Catarina.....	99
LUCAS OLIVEIRA DE MEDEIROS	
Geotecnologias e SIG aplicado à cartografia geoambiental no Nordeste do Brasil...	101
LUIS AUGUSTO AMÂNCIO PEREIRA	
Otimização multiobjetivo de manobras orbitais bi-impulsivas não coplanares.....	103
LUÍSA SOUZA FERREIRA	
Aprimoramento de métodos de classificação de imagens de satélite das áreas de mosaicos de uso do Vale do Paraíba Paulista.....	104
LUIZ FELIPE DOS ANJOS	
Inserção de novos dados do DATASUS do setor estratégico de saúde na plataforma AdaptaBrasil MCTI.....	106
LUIZ GUSTAVO KERN	
Caracterização espectral do Bioma Pampa a partir de diferentes produtos de Sensoriamento Remoto e Google Earth Engine.....	108

MARIA CLARA DE SOUZA CRUZ	
Geração automática de relatórios para o programa queimadas via modelos de linguagem de grande escala.....	110
MARIA EDUARDA MORAES AMADEU	
Caracterização e comparação entre as etapas dos diferentes tipos de raios.....	111
MARIANA LUCAS PRESTI	
Educação climática nas instituições de ensino.....	112
MARIANA MARTINS DOS SANTOS CURSINO	
Contribuição ao monitoramento do desmatamento no bioma Mata Atlântica por sensoriamento remoto.....	113
MARIANA PASSOS DOS REIS GOTTI	
Desenvolvimento de banco de imagens para detecção automática de embarcações de mineração ilegal no bioma Amazônico.....	115
MARIÉLLE FERNANDA DE OLIVEIRA FRANÇA	
Apoio na transcrição de entrevistas e desenvolvimento de indicadores e materiais relativos aos riscos climáticos no contexto das CIEA das grandes regiões do Brasil..	116
MARÍLIA FREITAS DE OLIVEIRA	
Supporte e apoio para meteorologistas operacionais no Laboratório Virtual do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais relacionados à plataforma de ensino à distância.....	118
MÁRIO RAIA NETO	
Introdução à física dos buracos negros e à algumas soluções exóticas da relatividade geral.....	119
MATEUS MOTTA BUENO RIBEIRO	
Desenvolvimento de soluções sustentáveis e tecnológicas: Projetos Arduino para aplicações ambientais e científicas.....	120
MATHEUS JOSÉ GOMES	
Uso de inteligência artificial para categorização de dados meteorológicos e previsão de eventos climáticos extremos.....	122
MAXSON DANIEL BARBOSA DA SILVA	
Apoio no desenvolvimento de base de dados integrados ao portal web da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades do INPE.....	124
MILENA RAQUEL DA SILVA DINIZ	
Relação entre as ocorrências de ondas de calor e poluição atmosférica nas regiões metropolitanas do Estado de São Paulo.....	125

MISSAELA DOS SANTOS SOARES		
Relação das fases cognitivas do aprendizado com sensoriamento remoto.....	127	
NAIRA PINHEIRO DO ESPÍRITO SANTO		
Atualização de dados climáticos do setor de biodiversidade da plataforma AdaptaBrasil MCTI.....	129	
NATHÁLIA DE ANDRADE OLIVEIRA		
Estudo da variabilidade do recurso eólico offshore na costa do Sudeste Brasileiro..	131	
NATHALIA MORAES DESANI		
Utilização de imagens de alta resolução espacial para identificação e caracterização de paisagens de risco de doenças vetoriais no Semiárido.....	133	
NICOLAS ALVES DA CUNHA GOMES		
Aplicação de métodos arquivísticos para organização dos documentos do setor estratégico de biodiversidade do projeto AdaptaBrasil MCTI.....	135	
NICOLE KELLEN GOIS DE OLIVEIRA		
Avaliação experimental de diferentes bases de dados de concentração de aerossóis na região central Amazônica.....	137	
PAULO HENRIQUE BAZZO		
Análise de desempenho das simulações do modelo MPAS em alta resolução para casos de eventos severos e convecção profunda em Santa Catarina.....	139	
PEDRO HENRIQUE DE SÁ GILLI		
Atualização de dados do censo demográfico do IBGE na plataforma AdaptaBrasil MCTI.....	140	
PEDRO HENRIQUE MACHADO MARTINS		
Desenvolvimento de rotinas, em Python, para o processamento de imagens e dados ópticos coletados em ambientes aquáticos para monitoramento de sistemas aquáticos continentais por sensoriamento remoto.....	142	
PEDRO HENRIQUE SOARES CESAR		
Estudo da interferometria óptica no desenvolvimento de um sensor de temperatura para um radiômetro de banda Larga.....	144	
PEDRO LUCAS OLIVEIRA SANTOS		
Tendências identificadas e projeções futuras em extremos de precipitação na bacia do Atlântico Sudeste.....	145	

PEDRO PAGANOTO FOLIGNO	Avaliação das previsões de altíssima resolução em região de topografia complexa.	147
PEDRO PONSE	Avaliação qualitativa da ordem de prioridade das imagens na composição de mosaico: Estudo de caso em Mocajuba - PA.....	148
RAFAEL FARIA FERREIRA	Desenvolvimento do sistema de medidas para monitoramento da Qualidade do Ar Interior (QAI).....	149
RENAN DA SILVA GADELHA	Tratamento e organização dos dados ambientais das estações Solarimétrica e Davis no LAVAT/COENE/INPE.....	151
RENATA ARIADNE FURTADO DA ROSA	Análise da emissão de monóxido de carbono de nuvens moleculares compactas....	152
RENATA DE CÁRIA RIBEIRO	Percepções de membros das Comissões Interinstitucionais de Educação Ambiental (CIEA) sobre riscos climáticos nas grandes regiões do Brasil.....	153
ROBERTA CAMILLY FREITAS DE CARVALHO	Investigação de fenômenos solares energéticos e desenvolvimento de método para previsão de sua ocorrência.....	155
SARAH RODRIGUES PREZOTTO	Análise espectral da variabilidade de dados de temperatura/umidade coletados no sítio experimental do campus do INPE em Cachoeira Paulista.....	156
SÍLVIA BEATRIZ LIMA SANTOS	Construindo nosso mapa municipal visto do espaço: Mapeamento da Caatinga no seminário nordestino com geotecnologias.....	158
SOFIA SENA TAVARES	Aprimoramento de métodos de classificação de imagens de satélite das áreas especiais do IBGE para o Vale do Paraíba Paulista.....	160
THAMIRES DOS SANTOS REGO	Geotecnologias aplicadas à análise da dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga.....	162

THIAGO FERREIRA CLAUDIANO	
Estudo sobre a influência da porosidade no potencial de atenuação eletromagnético de compósitos magnéticos a base de silicone, em ferrocarbonila e tecnologias 5G, na faixa de frequência referente a banda K (18-26,5 GHz) e Ka (26,5-40 GHz)	163
TIAGO MANECA BORTOLINI DE CASTRO	
Framework de treinamento e avaliação para o reconhecimento de padrões de sensoriamento remoto integrado com inteligência artificial.....	165
VICTOR ANDRÉ DEITOS	
Análise de condições atmosféricas potencialmente associadas à ocorrência de granizo em Santa Catarina.....	166
VICTOR ANTUNES RANIERI	
Aplicação do SCANTEC na avaliação das previsões numéricas do estado da atmosfera e precipitação pluviométrica previstas pelo modelo MPAS.....	168
VICTOR AYRES PERES	
Trajetórias de baixa energia geradas no sistema Terra-Lua direcionadas ao sistema Joviano.....	170
VICTOR DE VASCONCELOS CARVALHO	
Estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G.....	172
VITOR CAPELETI GOMES	
Aplicação de inteligência artificial na simulação e otimização de materiais eletromagnéticos em multicamadas.....	173
VITOR DE MORAES YAMAMOTO	
Síntese química pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas (MAH) para obtenção de Zn – MOF com propriedades para a aplicação como absorvedor de radiação eletromagnética.....	175
VITÓRIA CRISTINE DANIEL FÉLIX	
Extensão educacional e científica - a influência da educação meteorológica no desenvolvimento cognitivo e na curiosidade científica infantil: Uma revisão bibliográfica sob a ótica da psicologia ambiental.....	177
VITÓRIA MARQUES DA SILVA	
Análise de sprays por processamento de imagens para aplicações em propulsão aeroespacial.....	178

WILLIAM ALEX DA SILVA MAGALHÃES	
Estudo de crescimento de filmes de DLC dopado com grafeno em sistema PECVD pulsado.....	179
WILLIAM OYAKAWA ZANON	
Padronização de métodos para estudos de campo voltados à coleta de amostras de uso e cobertura da terra.....	181

INTRODUÇÃO

Esse volume reúne os resumos dos trabalhos apresentados no SICINPE onde os bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e PIBIC-EM (Ensino Médio), bem como do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), apresentaram os resultados desenvolvidos nos projetos durante os anos de 2024 e/ou 2025.

O evento foi realizado no formato *online* no período de 11 a 15 de agosto de 2025, e os resumos estão organizados por ordem alfabética dos nomes dos bolsistas.

O foco principal do PIBIC/PIBIC-EM 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.

PESQUISA DE POSSÍVEL EVIDÊNCIA, EM PARÂMETROS MAGNÉTICOS DE REGIÕES ATIVAS SOLARES, RELACIONADA À OCORRÊNCIA FUTURA DE FENÔMENOS ENERGÉTICOS SOLARES

Agatha Gonçalves Machado¹ (IFSP-SPO, Bolsista PIBIC/CNPq)
Jose Roberto Cecatto² (INPE, Orientador)

RESUMO

Um fenômeno solar energético severo, que ocorreu em março de 1989, provocou um blecaute de grandes proporções no Sudeste do Canadá e Nordeste dos Estados Unidos com grandes perdas socioeconômicas e risco à segurança de seres humanos. Esse fenômeno também afetou outros países localizados em moderadas e altas latitudes, e seus efeitos impactaram principalmente, mas não exclusivamente, nos sistemas de distribuição de energia dos países afetados. Um fenômeno solar energético muito intenso ou extremo como esse no ambiente terrestre provoca vários efeitos que impactam o ambiente bem como serviços/sistemas tecnológicos terrestres. Devido à elevada ocorrência de fenômenos energéticos durante o período de máximo do ciclo de atividade solar, particularmente as explosões solares, é importante investigar suas causas e consequências no ambiente terrestre. Tendo isso em vista, propusemos a investigação do histórico de índices e parâmetros magnéticos de regiões ativas (RA) solares, exclusivamente daquelas produtoras de “flares” solares de classes M e X identificados na listagem de “flares” do satélite GOES (0.1-0.8 nm) durante o atual ciclo de atividade solar – ciclo 25. O intuito é encontrar alguma evidência, nos índices e parâmetros magnéticos de RA, associada à ocorrência futura de um “flare”. Dessa forma, foi criada uma base de dados com as informações sobre as RA de até cinco dias anteriores e um dia posterior à ocorrência de cada “flare” M e X desde 2019 até junho de 2025 (ciclo 25). A análise deste conjunto preliminar de dados sugere uma alteração da classificação magnética de uma boa fração das RA, em termos de complexidade, ao longo dos dias analisados, com indícios de uma possível previsibilidade. A partir destes resultados preliminares, devemos analisar ciclos anteriores com a finalidade de testar a robustez dos resultados preliminares para embasar suficientemente a construção de algum código computacional de monitoramento desse parâmetro de RA em tempo real. O intuito é identificar e testar alguma evidência que indique a ocorrência futura de um “flare” classe M ou X em determinada RA solar. Apresentamos sobre a coleta de dados, método usado e resultados preliminares obtidos até o presente bem como sua importância para a investigação em andamento.

Palavras-chave: Sol. Fenômenos energéticos solares. Clima espacial. Previsão.

¹E-mail: agatha.g@aluno.ifsp.edu.br

²E-mail: jr.cecatto@inpe.br

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

Aluana Cristine Silva¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Jean Pierre Henry Balbaud Ometto² (INPE, Orientador)
Mauro Assis³ (Atrium Assessoria Florestal, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho de pesquisa aborda as áreas de geoprocessamento, banco de dados e mudanças climáticas. Ele faz parte do Projeto AdaptaBrasil MCTI, responsável por consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos da mudança do clima, observados e projetados no território nacional, dando subsídios às autoridades no Brasil para ações de adaptação. O objetivo desta pesquisa é estudar a possibilidade de implantar o software livre GeoServer para servir de ferramenta de armazenamento de dados geoespaciais e mapas da plataforma AdaptaBrasil, oferecendo novas opções de serviço a serem aplicados nos referidos mapas. Atualmente, utiliza-se o Mapbox para renderizar seus mapas, que limita a customização e o manejo desses dados. Neste trabalho, foram identificados diversos problemas, destacando-se a falta de referências bibliográficas que descrevessem detalhadamente as etapas operacionais necessárias para o desenvolvimento prático da pesquisa. Além disso, fez-se essencial a simulação de desempenho do GeoServer em uma aplicação semelhante à Plataforma AdaptaBrasil, com o intuito de testar seu potencial como banco de dados da plataforma, assim como investigar maneiras de integrá-lo à aplicação. Como solução, este trabalho apresenta as investigações realizadas sobre a tecnologia de geoprocessamento e integração com mapas; entendimentos da instalação e operação do Geoserver no sistema operacional Linux; os comandos utilizados no terminal do computador; a composição e publicação de um shapefile; o formato de dados vetoriais geoespaciais aplicados dentro do Geoserver; utilização do QGIS como ferramenta complementar para análise dos shapefiles da plataforma AdaptaBrasil, além da reprodução de seus mapas através do Geoserver; o desenvolvimento de aplicativos web usando-se de Python Flask a partir do PyCharm; e integração do PyCharm com o banco de dados GeoServer. A metodologia utilizada é descritiva e exploratória, com coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica relacionada ao tema e publicações oficiais, dos quais foram selecionados aqueles de

¹ E-mail: aluana.cristine@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: jean.ometto@inpe.br

³ E-mail: assismauro@hotmail.com

maior relevância. Finalmente, este trabalho pode servir de base para a investigação sobre o desenvolvimento e implantação de um GeoServer integrado à aplicações Flask relacionadas a mudanças climáticas, visto que todos os procedimentos necessários, desde instalações à construção do código, foram descritos na forma de manuais, com o intuito de permitir aos usuários maior facilidade na execução dos processos realizados neste trabalho. Como continuidade, pretende-se investigar bases de dados Postgres com o intuito de automatizar os processos de publicação dos mapas no aplicativo desenvolvido.

Palavras-chave: Geoserver. Geoprocessamento. Banco de dados. Shapefiles. PyCharm. Flask.

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS CIENTÍFICO-COMPUTACIONAIS PARA O
MONITORAMENTO IONOSFÉRICO BASEADAS EM OBSERVÁVEIS DOS SISTEMAS DE
NAVEGAÇÃO GLOBAL POR SATÉLITE (GNSS)**

Anita Jungton Valcorte¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Juliano Moro² (INPE, Orientador)
Clezio Marcos Denardini³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A ionosfera é uma região da atmosfera terrestre composta por um plasma parcialmente ionizado gerado principalmente pela interação da radiação solar com as partículas neutras. Suas propriedades são determinadas pelo equilíbrio entre processos de ionização (fotoionização e ionização por impacto) e de recombinação, sendo altamente dinâmicas e sensíveis a variações na atividade solar. Durante eventos de Clima Espacial, como as explosões solares, o aumento súbito do fluxo de radiação incidente intensifica os processos de fotoionização, resultando em variações rápidas na densidade eletrônica e, consequentemente, no Conteúdo Total de Elétrons (TEC). O aumento da densidade eletrônica afeta diretamente a propagação de sinais de rádio, incluindo aqueles utilizados por sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System). Através dos dados GNSS é possível calcular o índice SDIX (Simplified Disturbance Ionosphere Index) que detecta variações súbitas no TEC com alta resolução temporal, fornecendo uma medida objetiva das variações súbitas na densidade eletrônica associadas a eventos de Clima Espacial. Neste trabalho, investigam-se os impactos de explosões solares sobre a ionosfera durante o máximo de atividade solar (2024-2025) com base na variação do índice SDIX. Os dados do receptor GNSS localizado em Santa Maria (SMAR, 29,7° S, 53,8° O), região central da Anomalia Magnética da América do Sul (AMAS), foram processados utilizando a ferramenta de código aberto OASIS (Open-Access System for Ionospheric Studies). As variações do índice SDIX antes e após os eventos de Clima Espacial são apresentadas e discutidas, caracterizando a ionosfera conforme o nível de perturbação associado às explosões solares.

Palavras-chave: Ionosfera. Clima espacial. Explosões solares. GNSS

¹ E-mail: anita.valcorte@acad.ufsm.br

² E-mail: juliano.moro@inpe.br

³ E-mail: clezio.denardin@inpe.br

MEDIDA DE FLUXO DE GEE DO SOLO EM AMBIENTES COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Anna Beatriz Silva Alves¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Plínio Carlos Alvalá² (INPE, Orientador)

Kelly Ribeiro³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O efeito estufa é um fenômeno natural da atmosfera, importante para o equilíbrio e existência da vida na Terra, sem ele, a temperatura terrestre seria extremamente baixa, pois evita variações térmicas extremas, permitindo o desenvolvimento dos seres vivos. Medir os fluxos de gases ajuda a avaliar os ciclos biogeoquímicos, auxiliando na proteção ambiental dos ecossistemas e proporcionando um manejo adequado do solo em áreas agrícolas. Os fluxos foram medidos em três ambientes diferentes do estado de São Paulo, em plantação de cana de açúcar convencional, florestas nativas e reflorestamento comparando as emissões de ambas coberturas vegetais, e as variações sazonais entre os períodos secos e os períodos chuvosos. As coletas de amostras para as análises laboratoriais foram realizadas entre o período chuvoso e seco, de novembro de 2024 a junho de 2025, esses fluxos são determinados pela técnica de câmaras estáticas, com cilíndrico, de PVC, inserido no solo para capturar os gases emitidos, identificando as variações de concentrações de gases significativos através da cromatografia gasosa. Essa técnica permite estimar com precisão as taxas de emissão ou absorção de gases como CO₂, CH₄ e N₂O nos diferentes tipos de uso do solo estudados. Os resultados mostram fluxos médios de N₂O na vegetação nativa (~~326,53~~ µg m⁻² h⁻¹) e na cana -de-açúcar (0,72 ± 5,78 µg m⁻² h⁻¹), indicando grande variabilidade no período chuvoso, no período seco as emissões foram mais baixas e próximas de zero em todos os tratamentos (em torno de 1,3 a 1,5 µg m⁻² h⁻¹), sugerindo maior estabilidade nas emissões. No caso do CO₂ foram mais altas no período chuvoso, principalmente na cana (~~553,57~~ 49,08 µg m⁻² h⁻¹) e na vegetação nativa (415,75 ± 227,21 µg m⁻² h⁻¹), no período seco, todas as áreas apresentaram redução das médias de emissão, com destaque para o reflorestamento (201,39 ± 185,48 µg m⁻² h⁻¹), indicando influência de fatores ambientais na liberação de carbono. Para o CH₄ no período chuvoso, o reflorestamento apresentou a

¹ E-mail: anna.b.alves@unesp.br

² E-mail: plinio.alvala@inpe.br

³ E-mail: kelly.ribeiro@inpe.br

maior absorção média ($-12,81 \pm 24,06 \mu\text{g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), durante o período seco, a absorção se manteve, apresentando maior variabilidade entre áreas. Os dados evidenciam que as emissões variam entre os diferentes períodos devido ao fluxo de água advindo das chuvas, além disso, destacam-se a importância de análises físico-químicas de solo para interpretar os fluxos com maior precisão.

Palavras-chave: Efeito estufa. Câmaras estáticas. Cromatografia gasosa. Fluxo de gases. Mudanças climáticas. Greenhouse effect. Static cameras. Gas chromatography. Gas flow. Climate changes.

**USO POTENCIAL DO LIGHTNING JUMP NO TEMPO MÉDIO DE ANTECIPAÇÃO À
OCORRÊNCIA DE TEMPO SEVERO (GRANIZO) EM SUPERFÍCIE
NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Beatriz Mie Cadamuro Suganuma¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Izabelly Carvalho da Costa² (INPE, Orientadora)
Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

O Lightning Jump pode ser definido, como um aumento súbito da taxa de descargas atmosféricas totais. Estudos indicam que este aumento pode ser utilizado no nowcasting como um precursor da ocorrência de tempo severo. O intervalo de tempo entre um aumento súbito na taxa de descargas atmosféricas totais, e a posterior redução desta taxa, compreende o intervalo característico que precede o início de ocorrências de tempo severo em superfície. O estudo desses resultados apresenta grande potencial de aplicação na previsão de curtíssimo prazo relacionados a ocorrência de tempestade severa em superfície, através do Lightning Jump. Dessa forma, o projeto tem como objetivo avaliar o potencial de utilização do Lightning Jump no tempo médio de antecipação à ocorrência de tempo severo em superfície, especificamente de granizo, para casos pré-selecionados no Estado de Santa Catarina. Como primeira etapa do projeto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre tempo severo, nowcasting, descargas atmosféricas, o sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper) do GOES e Lightning Jump, grande foco em estudos recentes sobre sua aplicabilidade como precursor de eventos de tempo severo em superfície. Na segunda etapa foi realizado o tratamento de dados de descargas atmosféricas totais, provenientes do GLM para casos pré selecionados no Estado de Santa Catarina. Nesta etapa, foram gerados acumulados das descargas atmosféricas totais em intervalos de 1 minuto e 5 minutos, em uma grade específica a partir de um arquivo HDF5 de radar, extraíndo os polígonos para cada sistema convectivo detectado na imagem de acordo com um limiar pré-definido. Na terceira etapa foi feita a confecção de gráficos e uma análise preliminar dos resultados obtidos dos casos pré-selecionados até o momento, focando na identificação do Lightning Jump.

Palavras-chave: Santa Catarina. Tempo severo. Lightning jump. Granizo.

¹ E-mail: beatrizmiecadamuro@gmail.com

² E-mail: izabelly.costa@inpe.br

³ E-mail: wendell.farias@ufsc.br

**APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RASTREAMENTO TATHU PARA SISTEMAS
CONVECTIVOS COM EVENTOS DE OCORRÊNCIA DE GRANIZO
NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Brenndhom Nathan Klarck Rife Macauley Menezes Cunha¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Izabelly Carvalho da Costa² (INPE, Orientadora)
Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

O Estado de Santa Catarina, localizado em latitudes subtropicais, é influenciado por sistemas de latitudes médias, pelas suas características geográficas e é rota de diferentes sistemas meteorológicos, dentre eles, Sistemas Convectivos de Mesoescala, Sistemas Frontais e Ciclones/Anticiclones Extratropicais (Velasco e Fritsch, 1987; Kousky e Cavalcanti, 1984), os quais modulam a atividade de tempestades severas, e, frequentemente são acompanhadas pela ocorrência de granizo (Bruik e Rasmussen, 2019). O projeto tem por objetivo analisar o ciclo de vida das tempestades que provocam granizo em Santa Catarina utilizando o software de rastreio TATHU (Tracking and Analysis of Thunderstorms). O software utiliza dados de satélites e radares meteorológicos e fornece informações morfológicas dos sistemas, que combinadas com informações provenientes de outras fontes possibilitam um melhor entendimento dos sistemas convectivos que provocaram a ocorrência de granizo. A execução do projeto ocorreu em 2 etapas: na primeira etapa, consistiu em fazer uma revisão bibliográfica sobre rastreio dos Sistemas Convectivos de Mesoescala, bem como entender o ciclo de vida e as características típicas das tempestades severas com potencial de precipitação de granizo. Na segunda etapa, foram realizados testes de rastreamento com o software TATHU, seguido das respectivas verificações com base nos dados disponíveis dos radares meteorológicos e dos satélites. Desta forma, aprimoramos os estudos e os conhecimentos prévios das tempestades severas e como identificá-las neste programa.

Palavras-chave: Granizo. Sistemas convectivos. TATHU. Tempestades severas. Radares meteorológicos.

¹ E-mail: cunha2353@gmail.com

² E-mail: izabelly.costa@inpe.br

³ E-mail: wendell.farias@ufsc.br

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

Brian Shewdon Faria da Silva¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

RESUMO

O presente trabalho apresenta as atividades desenvolvidas no ano de 2025 no âmbito do Programa Educação - Extensão Educacional Ambiental, Científica e Tecnológica do CPTEC/INPE, com foco na criação e gestão de conteúdo digital e divulgação científica. O objetivo principal foi fortalecer a comunicação institucional com a sociedade por meio de estratégias de mídia digital, utilizando plataformas como Instagram para aproximar o público da ciência, da meteorologia e das ações do INPE. As atividades realizadas envolveram desde a elaboração de publicações informativas sobre eventos astronômicos e estações do ano, até a cobertura e divulgação de ações educativas como palestras em escolas, oficinas, projetos de parceiros e participações no 3º Encontro de Jovens Cientistas. Também foram desenvolvidos materiais gráficos como folders, cards, postagens e vídeos institucionais com o auxílio de softwares como Canva, Adobe Premiere e DaVinci Resolve. Adicionalmente, utilizou-se inteligência artificial como ferramenta de apoio para geração de ideias, construção de roteiros, otimização de linguagem e adaptação visual de conteúdo, sempre com foco em ampliar a compreensão do público geral sobre os temas abordados. As ações contribuíram para o aumento do engajamento com a comunidade, promoção do conhecimento científico e valorização das iniciativas do INPE. Os resultados obtidos demonstram a relevância da comunicação científica acessível e estratégica no fortalecimento da imagem institucional e no estímulo ao interesse pela ciência entre jovens e educadores.

Palavras-chave: Divulgação científica. Comunicação institucional. Criação de conteúdo. Educação ambiental. Mídias digitais. Science communication. Institutional outreach. Content creation. Environmental education. Digital media.

¹ E-mail: brianshewdon01@gmail.com

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

ANÁLISE DO DECAIMENTO ORBITAL DE PEQUENOS SATÉLITES AO REDOR DA TERRA

Bruno Alvaro de Oliveira¹ (UNIVESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Liana Dias Gonçalves² (INPE, Orientadora)

Evandro Marconi Rocco³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

É de conhecimento geral o significativo crescimento no número de satélites artificiais colocados em órbita nas últimas décadas, impulsionado pelo avanço das tecnologias espaciais, pela miniaturização dos componentes eletrônicos e pelo aumento da demanda por serviços baseados no espaço, como comunicação, sensoriamento remoto e monitoramento ambiental. Essa tendência deve se acentuar ainda mais nos próximos anos, com a consolidação de constelações e o aumento das missões comerciais e governamentais. Nesse contexto de expansão acelerada, torna-se cada vez mais urgente a adoção de medidas que garantam a sustentabilidade do ambiente espacial, especialmente nas regiões mais utilizadas, como a órbita baixa da Terra (LEO – Low Earth Orbit). Um dos principais desafios enfrentados atualmente é o aumento expressivo da quantidade de detritos espaciais, que representam riscos significativos de colisão com satélites ativos, estações espaciais e futuras missões tripuladas. Para mitigar esse problema, é fundamental que se estabeleçam estratégias eficazes de desativação e descarte seguro de satélites ao término de sua vida útil. Entre essas estratégias, destaca-se a reentrada planejada ou natural do satélite na atmosfera terrestre, onde será desintegrado devido ao intenso atrito com o ar, minimizando assim os riscos de acidentes e de geração de novos fragmentos. A previsão do decaimento do satélite está diretamente ligada à densidade atmosférica, que caracteriza uma força perturbativa, chamada arrasto atmosférico, que age no sentido de fazer com que o satélite perca energia e, portanto, diminua sua altitude. Diante disso, o presente trabalho propõe-se a realizar um estudo sobre o tempo que um satélite artificial, inserido em órbita LEO, leva para reentrar na atmosfera terrestre de forma não controlada.

Palavras-chave: Satélites artificiais. Dinâmica orbital. Arrasto atmosférico. Decaimento. Artificial satellites. Orbital dynamics. Atmospheric drag. Decay.

¹ E-mail: 23217048@aluno.univesp.br

² E-mail: liana.goncalves@inpe.br

³ E-mail: evandro.rocco@inpe.br

**VALIDAÇÃO DO POTENCIAL USO DE DADOS DE REANÁLISES ATMOSFÉRICAS
PARA ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR CONSIDERANDO
O EFEITO DOS AEROSSÓIS ATMOSFÉRICOS**

Bruno Ribeiro Herdies¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Éder Paulo Vendrasco² (INPE, Orientador)

RESUMO

Diante das mudanças climáticas e da crescente demanda energética, estudos sobre fontes renováveis tornaram-se essenciais. O Brasil, com seu vasto potencial solar e eólico, tem expandido sua matriz energética, impulsionado por tecnologias mais eficientes e econômicas. Contudo, a escassez de dados observacionais detalhados ainda é um desafio, fazendo com que muitos projetos dependam de estimativas que podem comprometer a eficiência tecnológica. Este estudo utiliza dados de reanálise MERRA-2 da NASA para avaliar a influência de aerossóis e da nebulosidade na irradiação solar no Brasil, comparando-os com dados de estações do INMET com mais de 12 anos de observações. A análise estatística revelou que a reanálise representou bem estações como Bauru e Santa Maria, mas subestimou a irradiação em outras, como Barreiras e Goiânia. A análise mensal destacou a sazonalidade e o impacto significativo dos aerossóis, especialmente durante a estação seca, quando as queimadas, principalmente na Amazônia, aumentam sua concentração. Conclui-se que as estimativas de reanálise são uma ferramenta valiosa para avaliar a variabilidade da irradiação solar em regiões sem medições locais, apresentando altas correlações (superiores a 0,8 e chegando a 0,95). As diferenças observadas, embora pequenas, são atribuídas principalmente à dificuldade dos modelos em representar com precisão a fração de nuvens e aerossóis na atmosfera. Palavras-chave: Reanálise. Irradiação Solar. Reanálise MERRA-2. Estações INMET. Energia Renovável.

Palavras-chave: Reanalysis. Solar radiation. MERRA-2 reanalysis. INMET Stations. Renewable energy.

¹ E-mail: brunoherdies@usp.br

² E-mail: eder.vendrasco@inpe.br

MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO VOLTADO AOS SISTEMAS DO PROGRAMA QUEIMADAS DO INPE

Caique Frederico Pereira de Moura¹ (FATEC, Bolsista PIBITI/CNPq)

Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

Fabiano Morelli³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade desenvolver um sistema capaz de analisar grandes quantidades de dados de texto relacionados aos sistemas do Programa Queimadas do INPE, com foco em aprimorar a compreensão sobre a experiência do usuário. O sistema proposto realiza essa tarefa por meio de duas etapas principais: a aplicação de um summarizador extrativo, responsável por raspar os dados e sumarizá-los, e um analisador de sentimento predominante, que classifica o sumário obtido para extrair informações importantes acerca da percepção dos usuários quanto à utilização dos sistemas, gerando indicativos. A metodologia adotada envolveu inicialmente uma pesquisa prévia acerca dos requisitos necessários para a execução da aplicação, incluindo revisões de literatura e estudos dirigidos com o objetivo de fundamentar as decisões técnicas do projeto. Posteriormente, foram realizados pequenos exemplos de código para fixação e testes dos conteúdos aprendidos durante as pesquisas direcionadas, permitindo validar as ferramentas e técnicas selecionadas, resultando em um desenvolvimento incremental e iterativo, além de garantir maior controle e flexibilidade durante as etapas do projeto. A arquitetura adotada foi de orientação a serviços, estruturando o sistema em módulos independentes, nos quais cada serviço é responsável por uma etapa específica do processo: extração do texto, summarização do conteúdo e análise de sentimento do sumário. A obtenção dos indicativos incide em fontes que atualmente geram um elevado montante de dados textuais provenientes de usuários dos sistemas do Programa, como, por exemplo, notícias, logs de chatbot, e-mails e posts em redes sociais. Como resultado, foi construído um sistema capaz de analisar grandes volumes de dados gerados por usuários, possibilitando, a partir destes, criar indicativos objetivos e consistentes acerca da experiência dos mesmos. Esses indicativos podem ser utilizados pelas equipes responsáveis pelos sistemas do Programa para direcionar decisões e melhorias nos projetos, focando diretamente na experiência do usuário e na eficiência dos

¹ E-mail: caique.moura@fatec.sp.gov.br

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

³ E-mail: fabiano.morelli@inpe.br

serviços prestados. Contudo, pode-se afirmar que a utilização de ferramentas de análise de texto dentro do escopo da experiência do usuário representa uma estratégia relevante e eficaz para impulsionar a aquisição de indicativos valiosos, capazes de orientar ações assertivas para a melhoria contínua dos sistemas do Programa, beneficiando tanto a gestão dos sistemas quanto os usuários finais.

Palavras-chave: Experiência do usuário. Análise de dados. Interface homem-máquina.

AVALIAÇÃO DE CLASSIFICADORES SUPERVISIONADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR EVENTO DE CHUVAS INTENSAS

Camila Reigota Ferreira¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Andressa Kossmann Ferla² (INPE, Orientadora)

RESUMO

O estado do Rio Grande do Sul, entre o final de abril e início de maio de 2024, sofreu com desastres geo-hidrológicos, como inundações históricas e deslizamentos de terra, devido aos altos acúmulos de PP (Precipitação Pluviométrica). Nesse contexto, técnicas aplicadas a dados de sensoriamento remoto têm sido gradativamente mais utilizadas a fim de aprimorar a análise do uso e cobertura da terra, de modo a auxiliar no monitoramento de desastres extremos associados a períodos de PP intensa. O objetivo da pesquisa foi avaliar a acurácia de classificadores supervisionados, RF (Random Forest) e Rede Neural Convolucionar Temporal (TempCNN), no reconhecimento de áreas de vegetação natural degradadas por eventos de chuvas intensas no Rio Grande do Sul, com o propósito de complementar o trabalho de mapeamento da supressão de vegetação do Projeto Biomas Br. As imagens de satélite utilizadas representaram as datas anteriores e posteriores ao evento climático extremo de 2024. Dessa maneira, realizou-se a criação de um cubo de dados, com a ferramenta Satellite Image Time Series Analysis (SITS) no R Studio, a fim de obter uma série temporal pré evento (06/05/2023 à 20/04/2024) e pós evento (01/12/2023 à 01/12/2024). Além disso, gerou-se um cubo de dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) da coleção Global Copernicus, apenas para o modelo Random Forest (RF), que mesclou com dados Sentinel-2A para a identificação dos deslizamentos de terra. As bandas R, G, B, NIR e ELEVATION foram empregadas como variáveis preditoras. Os valores de PP foram processados no GEE (Google Earth Engine) com dados CHIRPS (Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station), a fim de comparar a diferença de PP diária e acumulada nos meses de Abril e Maio em 2023 e 2024 e associá-lo a ocorrência de deslizamentos de terra nestes meses. Os resultados obtidos mostram a acurácia global de 0,98% para o RF e 0,97% para o (TempCNN). No entanto, tiveram baixa acurácia de usuário e do produtor para a classe “Deslizamento”, em que a maioria dos pixels foram classificados como “Não Deslizamento”. Contudo, em relação aos dois classificadores, o RF apresenta melhor precisão e, portanto, maior

¹ E-mail: reigotacamila794@gmail.com

² E-mail: andressaferla94@gmail.com

acurácia global, porém pode apresentar falsos resultados, de modo que necessite de ajustes no processamento dos modelos a fim de melhorar a precisão das classificações.

Palavras-chave: Classificação de imagem. Áreas degradadas. Evento climático.

CPTECRAFT: O CPTEC/INPE NO MUNDO VIRTUAL

Cauã Pietro Assunção Souza da Silva¹ (ETEC, Bolsista PIBIC-EM/CNPq)

Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

Felipe Elias Costa da Silva³ (PPGPE/EEL-USP, Coorientador)

RESUMO

O projeto CPTECRAFT visa integrar tecnologia e educação para atrair crianças e adolescentes ao mundo da ciência por meio de uma abordagem inovadora e interativa. A metodologia envolve a construção de uma réplica virtual do CPTEC/INPE dentro do Minecraft, utilizando a plataforma Forge e modificações que possibilitem maior fidelidade ao ambiente real, além da implementação da tecnologia de realidade virtual (VR) por meio da modificação “Vivecraft” e desenvolvimento de óculos VR de baixo custo utilizando materiais recicláveis. Durante o período anterior foram realizados testes com público de diferentes faixas etárias durante o III Encontro de Jovens Cientistas no CPTEC/INPE, onde foi possível a experimentação do ambiente virtual por participantes de variadas idades, que também aprenderam a montar seus próprios óculos VR. Para a próxima etapa, estão planejadas oficinas educativas baseadas em gamificação, utilizando desafios e missões interativas para aumentar o engajamento dos participantes, além da capacitação de professores para uso de ambientes virtuais como ferramentas pedagógicas. Os resultados obtidos demonstram engajamento positivo de crianças e adolescentes em atividades científicas interativas, com feedback inicial coletado por questionários de satisfação apresentando resultados positivos quanto à motivação e interesse dos jovens cientistas. O projeto contribui para a popularização da ciência, inovação pedagógica e formação de futuras gerações mais preparadas para os desafios científicos e tecnológicos, ampliando o acesso à educação científica via tecnologias acessíveis e sustentáveis. Como perspectiva futura, pretende-se criar eventos virtuais na plataforma, inspirados no Encontro de Jovens Cientistas, transportando a experiência dos eventos presenciais para o mundo virtual e proporcionando maior alcance e acessibilidade às atividades científicas educativas.

Palavras-chave: Realidade virtual. Jogos educacionais. Ciências. Educação tecnológica. Gamificação.

¹ E-mail: caua.p.souza.s@gmail.com

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

³ E-mail: felipe.eliascs@usp.br

PREVISÃO SAZONAL E REGIONALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NO BRASIL COM UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Cláudio de Oliveira Duarte¹ (UFPEL, Bolsista PIBIC/CNPq)

Juliana Aparecida Anochi² (INPE, Orientadora)

Marília Harumi Shimizu³ (INPE, Coorientadora)

Gerônimo Gallarreta Zubiaurre Lemos⁴ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A Inteligência Artificial torna a análise de grandes conjuntos de dados, como séries históricas do clima, significativamente mais rápida e eficiente. Neste contexto, este estudo apresenta um método para a análise de padrões climáticos sazonais utilizando Inteligência Artificial, com foco na América do Sul. O principal objetivo do estudo é identificar e quantificar as diferenças da média mensal e sazonal para temperatura e precipitação na América do Sul, comparando principalmente as variações entre o conjunto do início do século XX e o da atualidade. A pesquisa é baseada na análise de dados históricos de temperatura e precipitação fornecidos pela Climatic Research Unit (CRU) da Universidade de Ânglia Oriental. A pesquisa teve como base dois conjuntos de dados diferentes, cada um com 1488 meses (totalizando 124 anos, de 1901 a 2024), um exclusivamente para temperatura e outro para precipitação. Para uma análise detalhada e comparativa, os conjuntos de dados foram separados em quatro subconjuntos: 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 e 1991-2024. A etapa da realização dos experimentos e processamento de dados foi realizada utilizando o Windows Subsystem for Linux (WSL), com o intuito de configurar um ambiente Linux robusto e isolado, ideal para a instalação de bibliotecas específicas para análise de dados climáticos e execução das tarefas propostas. Além disso, para a manipulação dos dados no formato NETCDF, foi utilizada a biblioteca Xarray. Os dados de cada período passaram pelo cálculo da média mensal e sazonal de temperatura e precipitação. Como os dados da CRU fornecem valores de precipitação e temperatura apenas sobre o continente, e não sobre os oceanos, foi necessária a aplicação de uma máscara utilizando Numpy para a eliminação de valores “Not a Number” (NaN) para garantir que o conjunto de dados resultante contenha apenas informações relevantes, removendo as áreas oceânicas e valores inconsistentes. Ademais, foram utilizados os

¹ E-mail: coduarte@inf.ufpel.edu.br

² E-mail: juliana.anochi@inpe.br

³ E-mail: marilia.shimizu@gmail.com

⁴ E-mail: geronimo.lemos@inpe.br

métodos do cotovelo (elbow method) e silhouette (silhouette method) para determinar o número ideal de centróides para o algoritmo K-means, responsável pela clusterização dos dados. A partir desse agrupamento, foi possível visualizar em um mapa a representação das temperaturas e precipitações médias por região na América do Sul. Dessa maneira, espera-se proporcionar uma melhor compreensão das mudanças nos padrões de temperatura e precipitação no continente, permitindo a interpretação visual das variações climáticas regionais.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Aprendizado de máquina. K-means. Agrupamento.

CLIMATOLOGIA SINÓTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO ESTADO DO PARANÁ

Crislaine de Paula Agostinho¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)

Gustavo Carlos Juan Escobar² (INPE, Orientador)

Michelle Simões Reboita³ (UNIFEI, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo realizar uma climatologia sinótica de eventos extremos de chuva (EEC) no estado do Paraná (PR), buscando aprimorar a previsibilidade desses fenômenos especialmente em suas áreas mais vulneráveis. Para isso, focamos em três zonas geográficas distintas: a região do litoral do PR (Zona 1), que abrange longitudes de aproximadamente 49.2°W a 48.0°W e latitudes de cerca de 26.2°S a 25.4°S; a região do sudoeste e oeste do PR (Zona 3), estendendo-se por longitudes de aproximadamente 54.2°W a 51.8°W e latitudes de 26.8°S a 23.6°S; e a região norte do PR (Zona 4), definida por longitudes de aproximadamente 52.2°W a 50.8°W e latitudes de 24.0°S a 23.2°S. Os EECs no Paraná são significativamente influenciados por sistemas meteorológicos de escala sinótica e sub-sinótica que atuam em toda a Região Sul do Brasil durante o ano, incluindo frentes frias, cavados barocínicos, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) e ciclones extratropicais. Tais eventos são notórios por causar impactos severos, como inundações, alagamentos, enchentes e movimentos de massa. Nossa metodologia para identificar os EECs envolveu o uso de dados diários de precipitação derivados do produto MERGE (uma combinação de dados observados e estimativas de satélite TRMM), aplicando-se o percentil de 95% nas séries temporais para a definição dos eventos extremos. Após a identificação, desenvolvemos uma climatologia sinótica, utilizando dados diários de superfície e altitude do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis 5 (ERA5) para o período de 2000 a 2022. Essa climatologia foi construída por meio da técnica de composição de casos para diversas variáveis. As atividades realizadas no estudo incluíram a preparação da base de dados, a identificação de sistemas meteorológicos associados aos EECs através de análises de casos individuais, a obtenção dos principais padrões de circulação em superfície e altitude pela composição de casos, e a interpretação desses padrões sinóticos. Esperamos, com este trabalho, obter uma climatologia sinótica preliminar que nos permita identificar os principais padrões sinóticos ligados à ocorrência de EECs nas zonas mais vulneráveis do

¹ E-mail: d2019011183@unifei.edu.br

² E-mail: gustavo.escobar@inpe.br

³ E-mail: reboita@unifei.edu.br

Paraná que estamos estudando, o que, por sua vez, deverá contribuir significativamente para a melhoria da previsão desses eventos extremos.

Palavras-chave: Climatologia sinótica. Eventos extremos de chuva. Paraná. Padrões sinóticos. Previsão de eventos.

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

Daniel Fernandes Pereira¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Haroldo Fraga de Campos Velho² (INPE, Orientador)

Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori³ (IFSP, Coorientadora)

RESUMO

Este projeto tem como objetivo restaurar imagens degradadas utilizando redes neurais profundas. Ao longo de quatro anos de pesquisa, foram realizados diversos experimentos com diferentes arquiteturas, incluindo modelos convolucionais e outras abordagens recentes. Os testes foram conduzidos com variados conjuntos de dados sintéticos e reais, explorando a eficácia dos modelos no processo de reconstrução de imagens. Os experimentos foram desenvolvidos utilizando o framework Keras no ambiente Google Colab, com avaliação por métricas objetivas como PSNR e SSIM. Este relatório apresenta os principais avanços obtidos, destacando as contribuições metodológicas da pesquisa e suas implicações na área de restauração de imagens com técnicas de aprendizado profundo.

Palavras-chave: Processamento de imagens. Redes neurais. Aprendizado profundo. Restauração de imagens. Dados sintéticos.

¹ E-mail: daniel.f.pereira87@gmail.com

² E-mail: haroldo.camposvelho@inpe.br

³ E-mail: abrantesapc@gmail.com

ESTUDO DO EFEITO DA DOPAGEM DA RESINA EPOXÍDICA EM SUAS PROPRIEDADES ELETROMAGNÉTICAS E EM SUA ADERÊNCIA SOBRE ALUMÍNIO

Daniela Lavallé de Mello Lima¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Thalita Sani Taiariol² (INPE, Orientadora)

Maurício Ribeiro Baldan³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MAREs) possuem características que permitem a atenuação de ondas eletromagnéticas (OE), prejudiciais para a saúde humana e para dispositivos que possam sofrer interferências em detrimento da interação com as OEs. Levando-se em consideração o segmento aeroespacial em específico, existe também o fator “peso” a ser levado em consideração quando de seu projeto, minimizando gastos com sua manufatura. Assim, o objetivo deste trabalho foi tentar reduzir a espessura de amostras de resina epoxídica com dopantes como ferrita de MnZn, cobre, ferrocarbonila e negro de fumo, fazendo um estudo comparativo de compósitos com 3 e 4 mm, contendo ferrita apenas (60 e 70%) e em combinação com os demais dopantes, nas proporções de 2, 3 e 4% para o cobre e a ferrocarbonila, bem como 1, 2 e 3% para o negro de fumo. Os resultados das caracterizações eletromagnéticas no VNA mostraram que ambas as espessuras apresentaram bom desempenho bem como MARE, para ambas as concentrações de ferrita, destacando-se as amostras contendo 70% de MnZn com cobre, ferrocarbonila e negro de fumo em todas as concentrações na espessura de 4 mm, superando o resultado da amostra contendo apenas ferrita. Micrografias de MEV/FEG mostraram diferenças na morfologia e tamanho dos dopantes, fator que, ao se combinar mais de um desses elementos, pode resultar em maior atenuação da OE. Resultados de FTIR mostraram que a cura das amostras foi bem-sucedida, não tendo havido diferença significativa nas bandas das amostras com e sem ferrita, apenas ligeiramente em sua intensidade. Além disso, foi mostrado que a resina utilizada neste trabalho é à base de bisfenol A. Análises de TGA enfatizaram que houve uma redução na resistência térmica das amostras contendo dopantes em relação àquela sem dopantes. Dentre as amostras dopadas, o desempenho mais comprometido foi observado na que continha 70% de ferrita com 4% de ferrocarbonila, embora a diferença em relação às demais não tenha sido significativa. Por fim, amostras com 3%

¹ E-mail: danielavallelima@gmail.com

² E-mail: thalita.taiariol@inpe.br

³ E-mail: mauricio.baldan@inpe.br

de negro de fumo não foram analisadas em razão da dificuldade de cura das mesmas, inviabilizando sua utilização prática.

Palavras-chave: MARE. Resina epoxídica. Dopante. Onda eletromagnética. Área aeroespacial.

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

Dinara Sofia Tavares Silva¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Katia Alves Arraes² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este trabalho apresenta as análises realizadas entre janeiro e agosto de 2025 sobre a classificação do uso e cobertura do solo no bioma Caatinga, com foco em municípios da mesorregião Agreste Potiguar, mais especificamente na microrregião Borborema Potiguar, no Rio Grande do Norte. A pesquisa teve como objetivo compreender a dinâmica de ocupação do solo em áreas de clima semiárido, contribuindo para o planejamento territorial sustentável e o monitoramento ambiental. Para isso, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, adquiridas buscando o período seco do ano, a fim de minimizar a presença de nuvens e garantir melhor qualidade na classificação. As imagens foram processadas por meio da plataforma Google Earth Engine, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e aprendizado de máquina. A classificação foi feita com o algoritmo Random Forest, a partir de pontos de treinamento previamente definidos. Também foram aplicados índices espectrais como NDVI, SAVI e BSI para destacar características específicas da vegetação e do solo. Os municípios analisados foram São José do Campestre, Monte das Gameleiras, Japi, Passa e Fica, Serra de São Bento, Serrinha e Lagoa Salgada. Os resultados revelaram diferenças marcantes no uso e ocupação do solo entre essas localidades, com padrões distintos de áreas agricultáveis, vegetação preservada e áreas antrópicas. O estudo resultou na geração de mapas temáticos interativos que ilustram essas dinâmicas territoriais. Dessa forma, o trabalho contribui para ampliar o conhecimento sobre o bioma Caatinga e fornece subsídios para políticas públicas e ações de gestão territorial mais eficazes.

Palavras-chave: Caatinga. Uso do solo. Sensoriamento remoto. Machine learning. Planejamento territorial. Trairi.

¹ E-mail: dinarasofiat@gmail.com

² E-mail: katia.arraes@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS PARA VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS DA CÂMARA SPARC4 EM OBSERVAÇÕES DE TRÂNSITOS EXOPLANETÁRIOS

Eduarda Birck Dietschi¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Francisco José Jablonski² (INPE, Orientador)
Eder Martioli³ (LNA*, Coorientador)

RESUMO

A SPARC4 é uma câmara astronômica de imageamento simultâneo em quatro bandas espectrais (g, r, i, z do Sloan Digital Sky Survey), capaz de coletar dados radiométricos e polarimétricos à uma taxa superior a 1 Hz. Seu uso intensivo pode gerar milhares de imagens por noite, com cerca de 2 MB por imagem, o que torna desafiadora a visualização em tempo real e o acompanhamento das condições observacionais. Neste projeto, investigamos o funcionamento do duto de redução de dados da SPARC4, com foco na aplicação do pacote BATMAN para modelagem de curvas de luz oriundas de observações. Buscou-se compreender cada etapa do processo de preparação dos dados, desde o ordenamento das imagens até sua utilização em análises científicas. A aplicação prática do duto foi explorada no contexto da observação de trânsitos exoplanetários, fenômenos em que a passagem de um planeta em frente à sua estrela causa diminuições muito sutis no brilho observado, frequentemente inferiores a 2% e com duração de várias horas. Eventos desse tipo exigem precisão no tratamento dos dados e ferramentas que permitam acompanhar a estabilidade da curva de luz ao longo da noite, detectar variações associadas à atmosfera terrestre e validar a qualidade das medições. Desenvolvemos ferramentas adicionais de visualização com o objetivo de tornar esse acompanhamento mais eficiente. Como estudo de caso, analisamos observações do exoplaneta WASP-78b feitas com a SPARC4, e discutimos também o papel do escurecimento de bordo (limb darkening) - efeito que faz com que as bordas da estrela pareçam mais escuras que o centro, influenciando diretamente o formato das curvas de luz. Este projeto proporcionou uma imersão nos procedimentos técnicos e científicos da astrofísica observational, com ênfase na pesquisa de exoplanetas e na integração de instrumentação, software e análise de dados.

Palavras-chave: Exoplanetas. Câmara SPARC4. Trânsitos exoplanetários.

* Laboratório Nacional de Astrofísica

¹ E-mail: eduardabd.eng@usp.br

² E-mail: fjjablonski@gmail.com

³ E-mail: emartioli@lna.br

ESTUDO COMPARATIVO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA ENTRE AS REGIÕES METROPOLITANAS DE SÃO PAULO E DO VALE DO PARAÍBA

Eduardo José Menegotto¹ (EEL-USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Dirceu Luís Herdies² (INPE, Orientador)

Débora Souza Alvim³ (EEL-USP, Coorientadora)

RESUMO

O presente estudo analisou a qualidade do ar nas Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP) e do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), áreas de elevada densidade populacional e grande relevância econômica no cenário nacional, onde a poluição atmosférica representa um desafio crítico à saúde pública e ao meio ambiente. A partir de dados extraídos do Sistema Qualar da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), foram examinadas as concentrações horárias de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), óxidos de nitrogênio (NO), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), material particulado fino (MP2.5) e inalável (MP10), com o objetivo de compreender a dinâmica da poluição, seu transporte entre regiões e seus impactos. Os resultados demonstraram que os poluentes possuem comportamento sazonal associado a fatores meteorológicos, como a estabilidade atmosférica no inverno e a variação no volume de chuvas. O CO apresentou maiores concentrações durante o inverno, com picos entre 9h e 18h em dias úteis, relacionados ao tráfego urbano, embora os valores tenham diminuído significativamente nos anos de 2020 e 2021, reflexo da redução da mobilidade durante a pandemia da COVID-19. As concentrações de MP2.5 e MP10 também se intensificaram no inverno e no início da primavera, com destaque para as estações localizadas na RMSP, sobretudo em Osasco e Guarulhos. O NO e o NO₂ seguiram a tendência de aumento no inverno, com os maiores valores registrados nas estações de Osasco, Pinheiros e Parque Dom Pedro II, devido estes locais serem impactados por veículos pesados como ônibus e caminhões que utilizam óleo diesel. O NO₂, em especial, ultrapassou os limites estabelecidos pelo CONAMA às 18h durante o inverno em várias estações da RMSP, além de exceder os padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS) em outros períodos do ano. O ozônio (O₃) exibiu comportamento distinto, com maiores concentrações no verão e primavera, atingindo picos por volta das 14h. Por sua vez, o SO₂ manteve dados relativamente estáveis ao longo do ano, com elevação sutil no

¹ E-mail: eduardo.menegotto@usp.br

² E-mail: dherdies@gmail.com

³ E-mail: deborasalvim@gmail.com

inverno. Cidades da RMVPLN como São José dos Campos, Jacareí, Taubaté, Guaratinguetá e São Sebastião apresentam concentrações menores de CO, NO, NO₂, MP2.5 quando comparando com as estações de RMSP, até mesmo valores menores que a estação localizada no Pq. Ibirapuera, porém o O₃ com concentrações maiores na RMVPLN para as cidades de São Sebastião, São José dos Campos e Guaratinguetá que merece futura investigação. Os dados revelam a influência das condições atmosféricas na dispersão e concentração de poluentes, destacando a importância do monitoramento contínuo e de políticas públicas para mitigar seus impactos. A presença de valores acima dos limites legais reforça a urgência de ações integradas entre municípios, com foco na mobilidade sustentável, transição energética e controle de emissões, sobretudo em áreas críticas como a RMSP.

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Regiões metropolitanas. Qualidade do ar. São Paulo. Vale do Paraíba.

FERRAMENTA DE DESCOBERTA E EXPLORAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS COM RESPOSTAS A PROMPTS UTILIZANDO MODELOS DE LINGUAGENS AVANÇADOS

Eduardo Ribeiro do Amparo Rodrigues de Souza¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Alan James Peixoto Calheiros² (INPE, Orientador)

Pedro Luiz Pizzigatti Corrêa³ (USP, Coorientador)

RESUMO

O presente trabalho descreve o desenvolvimento de uma ferramenta inovadora para descoberta e exploração de dados ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com foco na utilização de modelos de linguagem avançados (LLMs) para responder a perguntas em linguagem natural. A iniciativa busca ampliar o acesso e a compreensão dos dados ambientais, especialmente aqueles relacionados à Amazônia, por meio de uma interface inteligente que integra recursos de busca por prompts, recomendações de datasets e geração de respostas contextualizadas. A metodologia do projeto incluiu revisão sistemática da literatura, desenvolvimento de uma interface interativa, ajuste fino (fine tuning) de modelos como GPT-3, LLaMA e Gemini com dados do INPE, e construção de uma API robusta de integração com o sistema DataMap, desenvolvido pela USP em colaboração com o INPE. A aplicação desses métodos permitiu lidar com grandes volumes de dados atmosféricos e geoespaciais, incluindo sensores remotos e experimentos de campo, promovendo maior agilidade e precisão na recuperação de informações. Os resultados esperados incluem uma interface de chat para acesso inteligente a dados da Amazônia, uma API aberta para exploração de dados e a disseminação científica dos avanços alcançados. A iniciativa destaca-se por unir ciência de dados, engenharia de software e conhecimento meteorológico, promovendo avanços significativos no acesso e na interpretação de dados ambientais, com potencial para integração em sistemas maiores como o Programa BIG do INPE e outros repositórios institucionais.

Palavras-chave: Exploração de dados. Modelos de linguagem. Ciência de dados. Dados ambientais. Amazônia.

¹ E-mail: eduardoamparo@usp.br

² E-mail: alan.calheiros@inpe.br

³ E-mail: pedro.correa@usp.br

ANÁLISES ESPACIAIS E PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS VINCULADOS AO PROJETO BRIDGING VALUES

Égon Henrique de Miranda¹ (INPE, Bolsista PIBIC/CNPq)
Evandro Albiach Branco² (INPE, Orientador)

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto Bridging Values, que busca mapear dinâmicas territoriais e conflitos e tensões socioambientais nas unidades de conservação Lagoa de Sobradinho, Área de Proteção Ambiental (APA) e Parque Nacional (PARNA) Boqueirão da Onça, no semiárido baiano. Como bolsista PIBIC no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), atuei na construção de um banco de dados georreferenciado, integrando mais de 30 camadas vetoriais e raster, incluindo dados sobre quilombos, hidrografia, vegetação nativa, processos minerários e infraestrutura energética. As análises espaciais, realizadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com coordenadas EPSG 4674 e 5880 (SIRGAS 2000), envolveram sobreposição de camadas e modelagem por Modelo Digital de Elevação (MDE). Visitas de campo e oficinas participativas com as comunidades tradicionais e oficinas, como auto declarados indígenas e fundo e fecho de pasto, incorporando conhecimentos locais. Os mapas temáticos produzidos identificaram áreas de conflito fundiário, pressões antrópicas (mineração, energia renovável) e zonas prioritárias para conservação, como áreas sensíveis à erosão e perda de vegetação Nativa. A experiência proporcionou compreensão das complexidades socioambientais do semiárido e reforçou a importância da integração de dados espaciais e comunitários. Os resultados parciais subsidiam a gestão sustentável do território, e a continuidade do projeto é essencial para aprofundar as análises e consolidar estratégias de conservação.

Palavras-chave: Análises espaciais. Mapas temáticos. Unidades de conservação. Banco de dados georreferenciado. Semiárido baiano.

¹ E-mail: egon30ghz@gmail.com

² E-mail: evandro.albiach@inpe.br

VALIDAÇÃO, VERIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS RELACIONADOS AO SISTEMA SISAM

Elisa Rachel Beninca Martins¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

Neste trabalho, é apresentado o desenvolvimento de microsserviços voltados à configuração, verificação e validação de limiares de qualidade do ar no contexto do sistema SISAM. Esses serviços incluem informações sobre os poluentes PM2.5, PM10, ozônio, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, além do cálculo do índice de qualidade do ar. Os dados e limiares utilizados foram organizados conforme resoluções do CONAMA e orientações técnicas do Ministério do Meio Ambiente. Com o objetivo de facilitar a atualização contínua conforme mudanças legislativas, foi desenvolvida uma interface de configuração que permite a alteração dos parâmetros de forma simples e segura. Também foi implementado um componente de validação e verificação utilizado para garantir a consistência dos dados processados em recortes espaciais (como estados e municípios), assegurando que análises e alertas baseados na qualidade do ar sejam precisos e confiáveis. O trabalho se insere nas atividades do projeto SISAM, que visa oferecer produtos ambientais de interesse público, a partir da integração entre sensoriamento remoto, análise de dados atmosféricos e geração de alertas relevantes à saúde e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Validação de dados. Interface de configuração. Recortes espaciais. Poluentes atmosféricos.

¹ E-mail: elisarachel2@gmail.com

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

ESTUDO DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NA COSTA SUDESTE DO BRASIL

Emanuela Garnevi Marques¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Rodrigo Santos Costa² (INPE, Orientador)

Fernando Ramos Martins³ (UNIFESP, Coorientador)

RESUMO

Este projeto de iniciação científica teve como objetivo principal analisar a variabilidade climática na costa do Sudeste Brasileiro, com foco em identificar tendências estatisticamente significativas em variáveis meteorológicas relevantes entre os anos de 1980 e 2020. Foram utilizadas séries temporais de temperatura do ar, radiação solar, precipitação e vento (velocidade e direção), obtidas a partir de dados observados de estações do INMET e dados de reanálise ERA5. A metodologia foi dividida em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica para embasar teoricamente a pesquisa e familiarizar os conceitos de climatologia e estatística. Em seguida, na etapa atual está sendo coletado e organizados os dados observacionais e de reanálise, com avaliação da qualidade e seleção de estações representativas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Na terceira etapa, as séries temporais serão sincronizadas e integradas, aplicando-se técnicas estatísticas para a remoção de vieses e geração de séries sintéticas combinadas. A análise estatística tem sido conduzida com auxílio da linguagem Python e suas bibliotecas especializadas, permitindo a identificação de padrões e tendências nos percentis mínimo, máximo, P25, P50 e P75 das variáveis estudadas. Os resultados preliminares indicam padrões de aumento de temperatura e alterações na distribuição da precipitação em algumas localidades, sugerindo mudanças climáticas regionais que podem impactar ecossistemas e atividades socioeconômicas litorâneas. Nesse prisma, o projeto proporcionou o desenvolvimento de habilidades técnicas e analíticas, contribuindo para a minha formação acadêmica e capacitação em análise de dados ambientais com ferramentas modernas. O estudo reforça a importância da integração entre dados observacionais e de reanálise para uma compreensão mais precisa da variabilidade climática regional, fornecendo subsídios para futuras ações de monitoramento e adaptação climática.

Palavras-chave: Variabilidade climática. Sudeste brasileiro. Séries temporais. ERA5. Networks. Climate variability. Southeastern Brazil. Time series. ERA5. Climate change.

¹ E-mail: emanuela.garnevi@unifesp.br

² E-mail: rodrigo.costa@inpe.br

³ E-mail: fernando.martins@unifesp.br

**DESEMPENHO DE APRENDIZAGEM DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO A PARTIR
DA CONSTRUÇÃO DE UMA CARTILHA DIDÁTICA SOBRE DINÂMICA ESPACIAL DOS
RECURSOS NATURAIS UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

Emily Maurer da Costa¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Eliane Munhoz de Munhoz² (INPE, Orientadora)
Igor da Silva Narvaes³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Desde 2018 a educação brasileira passou a ser regida pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual reitera que a educação está focada na construção da cidadania dos alunos, além de prepará-los para o ambiente profissional. Enfatiza ainda, que precisa haver empenho na preservação da natureza, portanto, é nessa perspectiva de reforço a importância dos recursos naturais que o presente trabalho é elaborado, com foco na espacialização dos mesmos por intermédio do sensoriamento remoto. O objetivo geral é a elaboração de uma cartilha didática que sirva como embasamento e auxilie na aprendizagem dos professores do ensino médio sobre o emprego do sensoriamento remoto em conteúdos como a dinâmica espacial dos recursos naturais nas escolas públicas de Santa Maria - RS. A pesquisa em primeiro momento direcionou-se à parte teórica conceitual do sensoriamento remoto e a partir disso iniciou-se a construção da cartilha didática. O produto didático foi construído na plataforma Canva, optou-se por utilizar ilustrações, ícones e esquemas na elaboração, juntamente com diversas imagens de satélites e mapas. O intuito foi explicar todos conteúdos previstos no currículo do ensino médio e conectá-los ao sensoriamento remoto por meio de exercícios práticos elaborados no final de cada capítulo. O primeiro ano do ensino médio trata majoritariamente de tópicos relacionados à Geografia Física, portanto a metodologia de relacionar os temas com sensoriamento remoto se deu de forma direta, enquanto o segundo e terceiro ano focam em temáticas humanas o que dificulta esta relação. Por fim, diante dos resultados parciais apresentados, o primeiro objetivo específico foi atingido, o que previa a elaboração de uma cartilha didática sobre a dinâmica espacial dos recursos naturais. Em decorrência disso, espera-se que o produto construído sirva como base para a próxima etapa do projeto a ser realizada. Como etapas futuras, será realizada uma averiguação do domínio dos professores sobre sensoriamento remoto e na sequência a cartilha

¹ E-mail: emilymaurerc@gmail.com

² E-mail: elianemunhoz.m@gmail.com

³ E-mail: igor.narvaes@inpe.br

didática será ofertada para os professores a fim de subsidiar suas aulas. A última fase prevista é a avaliação do ganho de aprendizado dos docentes com base na cartilha.

Palavras-chave: Imagens de satélite. Ensino médio. Geografia.

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS E ESTRUTURAIS DE FERRITAS DE COBALTO NANOESTRUTURADAS DOPADAS COM Fe²⁺ e Cu²⁺

Fábio Virginio da Silva¹ (UNIVESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sérgio Luiz Mineiro² (INPE, Orientador)

Plínio Ivo Gama Tenório³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Óxidos de ferro são materiais magnéticos muito utilizados em aplicações de dispositivos que operam na frequência dos gigahertz (GHz). O ferromagnetismo desses materiais é resultado das interações de troca entre seus elétrons, que formam dipolos permanentes e geram magnetização espontânea. Entre as ferritas, os espinélios são notáveis por suas excelentes propriedades dielétricas e magnéticas, além de alta estabilidade química. Neste estudo, foram sintetizadas nanoestruturas de ferrita de cobalto dopadas com cobre (Cu²⁺) ou ferro (Fe²⁺). O objetivo deste trabalho foi investigar a relação entre suas propriedades estruturais e magnéticas. Para isso, foram feitas sínteses de co-precipitação com o pH do agente precipitante igual a 12, e processos de calcinação com temperaturas de 400 e 800 °C durante 4 h. Os dopantes Fe²⁺ e Cu²⁺ (M) foram utilizados conforme a estrutura $M_xCo_{1-x}Fe_2O_4$, onde x é igual a 0,025, 0,05 e 0,1. Os óxidos obtidos tiveram suas propriedades caracterizadas pelas técnicas de microscopia, difração de raios-x e espectroscopia Raman. Os resultados no geral indicaram mudanças na estrutura. As dopagens com cobre geraram distorções na rede cristalina devido a configuração eletrônica do íon Cu²⁺, causando instabilidade quando inserido em ambientes octaédricos na estrutura do espinélio, levando ao reordenamento dos elétrons e ao alongamento de ligações químicas nesse eixo específico. Enquanto os íons de Fe²⁺, aumentam o grau de inversão (δ) devido ao aumento da ocupação dos sítios octaédricos. Além disso, não apresentou alterações significativas de fase estrutura.

Palavras-chave: Ferritas de cobalto. Nanomateriais. Propriedades magnéticas.

¹ E-mail: fabiovirginio.estagio@gmail.com

² E-mail: sergio.mineiro@inpe.br

³ E-mail: plinio.tenorio@inpe.br

MONITORAMENTO E ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DE MP2,5 APLICADA EM SENSORES DE BAIXO CUSTO: IMPACTOS NA QUALIDADE DO AR E NA SAÚDE PÚBLICA EM ÁREAS URBANAS

Felipe Aguiar de Carvalho¹ (CEFET-RJ, Bolsista PIBIC-EM/CNPQ)
Kauã Felipe Nazário dos Santos² (CEFET-RJ, Bolsista PIBIC-EM/CNPQ)
Antonio Marcos Vianna Campos³ (INPE, Orientador)
Almir Venâncio Ferreira⁴ (CEFET-RJ, Coorientador)

RESUMO

A poluição atmosférica é um dos principais problemas enfrentados pelas grandes cidades, especialmente pela presença de material particulado fino (MP2,5), que representa um risco direto à saúde pública por penetrar profundamente no sistema respiratório humano, podendo causar doenças cardiovasculares, respiratórias e até mesmo neurológicas. Diante disso, este projeto tem como finalidade principal o monitoramento, a análise e a divulgação das concentrações de MP2,5 em áreas urbanas, utilizando sensores de baixo custo conectados a sistemas de rede, de forma a permitir o acesso público às informações sobre a qualidade do ar. A proposta parte da necessidade de tornar o monitoramento ambiental mais acessível, tanto em termos de custo quanto de compreensão, promovendo uma maior conscientização da população sobre os riscos à saúde decorrentes da exposição contínua a esse poluente. Para isso, foram adquiridos sensores específicos de MP2,5 que serão integrados ao sistema Arduino, o qual permitirá a coleta, o armazenamento e a transmissão dos dados em tempo real. Inicialmente, foi escolhido um local para testes com o objetivo de verificar a funcionalidade, a sensibilidade e a precisão do equipamento em condições reais. As análises preliminares indicam que o sistema está funcionando conforme o esperado, o que possibilita o avanço para futuras etapas do projeto, como a ampliação da rede de sensores e a geração de mapas de concentração. Espera-se, com isso, contribuir para a construção de uma base sólida de dados ambientais que possa auxiliar na formulação de políticas públicas, além de incentivar a população a adotar atitudes preventivas diante dos níveis de poluição identificados em seu cotidiano, tornando a ciência mais próxima da realidade urbana e dos desafios da saúde coletiva.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Sensores de baixo custo. Impactos sociais e ambientais. Meteorologia.

¹ E-mail: felipeaguiardecarvalho76@gmail.com

² E-mail: kauafnazariosantos@gmail.com

³ E-mail: marcos.vianna@inpe.br

⁴ E-mail: almir.venancio@cefet-rj.br

O USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DE INDICADORES DE RISCO CLIMÁTICOS EM MUNICÍPIOS COM USINAS DA PAZ

Felipe Domingos Viana Medeiros¹ (UFPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Artur Magno de Carvalho³ (SEZEL, Coorientador)

RESUMO

A partir da década de 70, a região norte do Brasil recebe projetos de desenvolvimento econômico com a finalidade de “integrar e desenvolver” a região. Sem o devido planejamento, o rápido crescimento econômico acentua condições de vulnerabilidade social em muitos municípios da região. Como resposta, o Governo do Estado do Pará lança o programa “Territórios pela Paz – Terpaz” em 2019. Através do Terpaz são ofertados serviços em unidades chamadas Usinas da Paz (UsiPaz), abrangendo 31 municípios do Estado. A prestação destes serviços amplifica o conhecimento sobre características socioecológicas destes municípios. A partir deste conhecimento in loco, o presente trabalho busca analisar os indicadores de risco climático nos municípios onde estão instalados as UsiPaz. Esta análise tem a finalidade de auxiliar no processo decisório de futuras ações a serem aplicadas no equipamento e seu entorno, além do uso de geotecnologias para espacializar tais indicadores. Para atingir tal objetivo, são utilizados os 12 indicadores do índice de sensibilidade do Setor Estratégico de Recursos Hídricos da plataforma AdaptaBrasil. Em relação aos indicadores temáticos “Oferta e demanda dos recursos hídricos”, “Acesso limitado e ineficiência do uso da água no sistema de abastecimento público” e “Riscos à saúde ambiental”, considera-se que a classificação do AdaptaBrasil está coerente para o temático “Oferta e demanda dos recursos hídricos” e seus respectivos indicadores simples “Indisponibilidade hídrica superficial”, “Balanço hídrico quantitativo superficial” e “Demanda hídrica para múltiplos usos da água”. Os temáticos “Acesso limitado e ineficiência do uso da água no sistema de abastecimento público” e “Riscos à saúde ambiental” apresentam inconsistência. Os indicadores simples que podem estar relacionados com estas inconsistências são os indicadores: “Perdas de água no sistema de abastecimento” e “Ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado”. O indicador “Ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado” foi analisado, e é observado que os dados brutos

¹ E-mail: filipeviana436@gmail.com

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: arturmagno15@live.com

podem ser refinados. Como próximos passos desta pesquisa, serão analisados o indicador “Perdas de água no sistema de abastecimento”, assim como os demais indicadores da composição do Setor Estratégico de Recursos Hídricos da plataforma AdaptaBrasil.

Palavras-chave: AdaptaBrasil MCTI. UsiPaz. Geotecnologias.

GAIA EM JOGO: FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Felipe Ferreira de Moura¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Kleber Pinheiro Naccarato² (INPE, Orientador)
Fabio Pinto da Rocha³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O projeto Gaia em Jogo: ferramenta de educação ambiental tem como finalidade promover reflexões críticas sobre questões socioambientais, utilizando o jogo como ferramenta didática em espaços educativos formais e não formais. O jogo foi aplicado em diferentes contextos, como escolas de ensino médio/fundamental, universidades e eventos científicos e culturais, envolvendo públicos variados, principalmente jovens e adultos. A metodologia do projeto inclui a mediação das sessões de jogo, observação dos participantes e a aplicação de formulários avaliativos após a atividade, com o objetivo de mensurar o impacto da experiência na percepção dos temas ambientais abordados. A análise dos dados coletados tem evidenciado que o uso do jogo estimula o engajamento, amplia o entendimento sobre questões como mudanças climáticas, desigualdades socioambientais e a relação entre sociedade e natureza, além de favorecer a construção coletiva de soluções para problemas reais. A pesquisa aponta que a abordagem lúdica favorece a participação ativa, o pensamento crítico e a sensibilização ambiental, principalmente entre públicos que, muitas vezes, não se reconhecem como agentes de transformação ecológica. Conclui-se que o jogo Gaia é uma estratégia eficaz de educação ambiental, com potencial de alcance em diferentes faixas etárias e contextos sociais, contribuindo para a formação de uma consciência socioambiental mais ampla e conectada com os desafios atuais.

Palavras-chave: Educação ambiental. Jogos educativos. Sustentabilidade. Conscientização. Participação social.

¹ E-mail: felipe.moura@inpe.br

² E-mail: kleber.naccarato@inpe.br

³ E-mail: fabio.rocha@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA DISSEMINAÇÃO DE DADOS DE QUALIDADE DO AR, VOLTADO AO PROJETO SISAM

Felipe Gabriel Vieira¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

A qualidade do ar refere-se a um índice crucial para o monitoramento da saúde pública, uma vez que a exposição prolongada a altos níveis de poluição e a inalação de certos poluentes, podem aumentar consideravelmente o risco de manifestações de problemas respiratórios e cardíacos na população. Com base nesse cenário, se faz relevante o desenvolvimento de ferramentas eficazes para disseminar informações sobre a qualidade do ar de forma acessível à população. Neste contexto, o Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde (SISAM) pertencente ao Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), visa fornecer dados sobre a concentração média de poluentes atmosféricos para todo o território nacional. O objetivo deste estudo, foi desenvolver um protótipo inicial de um sistema para visualização da qualidade do ar no território brasileiro, medida a partir da concentração média do poluente material particulado (PM 2,5). Os níveis de qualidade do ar foram delimitados a partir das diretrizes do Índice de Qualidade do Ar (IQA) e associados a uma escala de cores, permitindo que o usuário compreenda rapidamente as diferentes condições de qualidade do ar em diversas regiões do Brasil. O sistema permite a visualização também das concentrações médias dos poluentes tanto para a data atual quanto a previsão para os próximos 5 dias, além de exibir um ranking com os estados que apresentam os maiores índices de poluição, proporcionando uma análise mais focada nas regiões com maior poluição. A interface do dashboard também permite ao usuário clicar sobre qualquer estado para acessar informações detalhadas sobre a concentração dos poluentes. Para complementar a análise, o sistema oferece a possibilidade de fazer o download dos dados em formato CSV, o que possibilita disponibilização dos dados para estudos mais aprofundados e comparativos. Os resultados demonstram que o sistema é uma solução eficaz para disseminação de dados de qualidade do ar, visto que a interface desenvolvida é acessível e adequada para uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles sem familiaridade com o monitoramento ambiental, pois busca demonstrar de forma clara as informações. A arquitetura modular do sistema permite sua ampliação futura, com a inclusão de

¹ E-mail: felipe.vieira30@fatec.sp.gov.br

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

novos poluentes, variáveis atmosféricas e funcionalidades analíticas. Assim, a expectativa é que o sistema se torne uma ferramenta robusta e confiável para monitoramento e disseminação de dados de qualidade do ar, desempenhando um papel significativo no apoio ao controle da saúde pública.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Saúde pública. PM 2.5. Visualização de dados. SISAM.

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

Felipe Vieira¹ (UNIFEI, Bolsista PIBITI/CNPq)
Viviane Regina Algarve² (INPE, Orientadora)
Luis Henrique da Silva Campos³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A ciência tem papel central na construção do conhecimento e no enfrentamento de desafios contemporâneos de combate à desinformação. No entanto, sua ampla disseminação exige estruturas digitais eficientes e constantemente atualizadas. Neste contexto, o presente trabalho descreve as atividades desenvolvidas no âmbito da Divisão de Impactos, Adaptações e Vulnerabilidades (DIIAV), com foco na manutenção, atualização e expansão das funcionalidades do Portal Web. As ações incluem o uso da plataforma que utiliza CMS`sWordPress para gestão de conteúdo dos sites pela inclusão de novas publicações, atualização de páginas e aprimoramento da naveabilidade para melhoria de experiência do usuário (UX), bem como intervenções em servidor por meio de máquinas virtuais para acesso remoto, com suporte à realização de backups, correções de bugs por meio de linha de código, monitoramento de disponibilidade e resolução de problemas relacionados à segurança. Paralelamente, também foram produzidos relatórios mensais com dados analíticos sobre o alcance das publicações, utilizando ferramentas como Google Analytics e Google Trends para aumentar visibilidade do alcance das inclusões. E também apoio na divulgação científica nas redes sociais, através de montagens de design e desenvolvimento de posts para maximizar o alcance dos trabalhos científicos feitos na Divisão.

Palavras-chave: Divulgação. Experiência do usuário. Estruturas digitais.

¹ E-mail: felipevieira02@unifei.edu.br

² E-mail: viviane.algarve@inpe.br

³ E-mail: luis.campos@inpe.br

**SÍNTESE QUÍMICA PELO MÉTODO SOLVOTÉRMICO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS
PARA A OBTENÇÃO DE CU-MOF COM PROPRIEDADES PARA A APLICAÇÃO
COMO ABSORVEDOR DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA PARA AS
BANDAS DE FREQUÊNCIA K E KA**

Fernanda Ribeiro Freitas¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Maurício Ribeiro Baldan² (INPE, Orientador)
Felipe de Moraes Yamamoto³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A demanda por materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) eficientes tem crescido à medida que a poluição eletromagnética se agrava, devido à expansão das tecnologias de comunicação, como o 5G, que no Brasil se concentra entre as frequências de 25 a 29 GHz, que é a zona de transição entre a banda-K e banda-Ka. Nesse contexto, este trabalho buscou a formulação de um compósito formado por um derivado da estrutura metal-orgânica de cobre (Cu-MOF), ferrocarbonila (FC) e borracha de silicone branco, buscando um compósito capaz de atenuar as frequências desejadas. O Cu-MOF foi sintetizado pelo método solvotérmico assistido por micro ondas, que permite a formação de um material de alta cristalinidade em um curto período. Após a síntese, o material foi calcinado a 800°C, resultando na formação de um óxido de cobre (CuO). O compósito final foi formulado com 50% em massa de FC, 10% em massa de CuO e 30% em massa de matriz, borracha de silicone branco, para avaliar as alterações nas propriedades dielétricas e magnéticas. A caracterização estrutural por difração de raios X confirmou a obtenção das fases esperadas, com picos característicos de MOFs e a semelhança com a ficha cristalográfica do CuO na amostra calcinada. A microscopia eletrônica de varredura revelou que as partículas de CuO são menores e mais homogêneas quando comparadas ao Cu-MOF, o que facilita sua dispersão na matriz polimérica. A análise eletromagnética foi realizada por meio de um analisador de rede vetorial, e o método de Nicholson Ross Weir foi utilizado para determinar a permissividade e permeabilidade do compósito. Os resultados mostraram que o compósito apresenta valores condizentes de permissividade e permeabilidade reais, e perdas dielétricas e magnéticas consideráveis. A adição de CuO elevou a permissividade sem comprometer o desempenho magnético da FC. Simulações numéricas realizadas no software FEKO®

¹ E-mail: fernanda.ribeiro@aluno.ifsp.edu.br

² E-mail: mauricio.baldan@inpe.br

³ E-mail: felipe.yamamoto@inpe.br

indicaram que uma espessura de 1,3 mm é suficiente para atingir uma perda de refletividade de -20,7 dB em 25 GHz (99,1% de perda) e mantendo atenuação abaixo de -10 dB até 29 GHz.

Palavras-chave: Materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Cu-MOF. Compósito. Poluição eletromagnética. Ferrocarbonila.

**APRIMORAMENTO DE ARQUITETURA E IMPLANTAÇÃO DE INTERFACE
COM O USUÁRIO BASEADA EM PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL
E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Fillipe Pereira Bueno de Almeida¹ (FATEC, Bolsista PIBITI/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

Com a crescente demanda pela implantação de sistemas que utilizam processamento de linguagem natural no ramo de suporte e atendimento ao cliente, torna-se crucial determinar uma boa arquitetura e realizar a correta definição dos algoritmos a serem utilizados. A qualidade desses tipos de sistemas depende diretamente da qualidade do processamento das requisições dos usuários; esse processamento é complexo, pois os dispositivos que armazenam esses sistemas falam apenas a “linguagem de máquina” e, portanto, não compreendem a linguagem humana natural. Esse projeto tem por objetivo desenvolver sistemas capazes de fornecer suporte e auxílio aos usuários por meio do processamento de linguagem natural. Implementaram-se sistemas de processamento de linguagem natural visando ao aprimoramento da arquitetura do sistema, utilizando o padrão de projeto DAO (Data Access Object) com o objetivo de separar a camada de persistência no banco de dados da camada de regra de negócios do projeto; ao longo do desenvolvimento, foram aplicadas técnicas avançadas de arquitetura de interface para melhorar a escalabilidade e a manutenibilidade do código. O padrão de projeto DAO facilita a manutenção do código por ser orientado a interfaces; assim, se a implementação do banco de dados mudar, só será necessário modificar o DAO em questão, enquanto o restante do código permanece inalterado. Após estudos sobre esse padrão, foram aplicados métodos de cálculo de IDF e TF-IDF em serviços seguindo o DAO — além de outras automações para manter o banco sempre atualizado e pronto para uso; foi pensando nisso que desenvolvemos um banco de palavras para gerar estatísticas para um algoritmo de corretor de palavras, análise de sentimentos, sumarizador e um banco de treinamento para LLMs, dada a gama de projetos envolvendo PLN que podem ser desenvolvidos utilizando este modelo de dados.

Palavras-chave: Processamento de linguagem natural. Inteligência artificial. Interface de usuário.

¹ E-mail: fillipe.almeida@fatec.sp.gov.br

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

FERRAMENTAS PARA GESTÃO DE QUALIDADE DE DADOS EM BIG DATA

Flavio Midea da Silva¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Alan James Peixoto Calheiros² (INPE, Orientador)

Pedro Luiz Pizzigatti Corrêa³ (USP, Coorientador)

RESUMO

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta para gestão da qualidade de dados seguindo os princípios da boa governança. Objetiva-se unificar o acesso e aprimorar a gestão de dados de diferentes projetos de pesquisa, seguindo princípios FAIR e o padrão DQAF. Utilizando um modelo de banco de dados não relacional para ordenar as informações. Foi adotada uma metodologia interativa, com a inserção dos dados feita pelo usuário na ferramenta, seguido pela possibilidade de tratá-los e indexá-los de acordo com as preferências, como nível de confiança e informações dos cabeçalhos. A ferramenta também possui uma área de visualização dos dados gerando gráficos de diversos tipos de acordo com a escolha do usuário. Os resultados atingidos foram os esperados, obtendo o funcionamento dessa ferramenta similar a outras plataformas como o ARM.

Palavras-chave: Banco de dados. Qualidade de dados. Big Data. Data Quality.

¹ E-mail: flavio.midea@usp.br

² E-mail: alan.calheiros@inpe.br

³ E-mail: pedro.correa@usp.br

ASSIMILAÇÃO DE DADOS POR APRENDIZAGEM DE MÁQUINA NO MODELO WRF-NCAR

Florindo Rian Silva Carreteiro¹ (UFOPA, Bolsista PIBIC/CNPq)
Haroldo Fraga de Campos Velho² (INPE, Orientador)
Juliana Aparecida Anochi³ (INPE, Coorientadora)
Gerônimo Gallarreta Zubiaurre Lemos⁴ (INPE, Autor)
Júlio Tóta da Silva⁵ (UFOPA, Autor)
Roberto Pinto Souto⁶ (LNCC, Autor)
Helaine Cristina Moraes Furtado⁷ (UFOPA, Autora)

RESUMO

O maior custo computacional em Previsão Numérica do Tempo (PNT) baseada em modelos de solução numérica das equações de Navier-Stokes, que modelam a dinâmica dos fluídos da atmosfera, está relacionado ao cálculo da melhor condição inicial para um novo ciclo de previsão. A condição inicial é obtida como uma combinação entre a previsão anterior e dados de observação: processo de assimilação de dados. O resultado desta operação é chamado de análise. Algoritmos de aprendizado de máquina (ML: Machine Learning) surgem como um método promissor para reduzir tal custo computacional, sem prejuízo da qualidade da análise. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de assimilação de dados baseado em ML para o modelo atmosférico WRF-NCAR, com dados de estações de superfície referentes ao domínio da Pan-Amazônia, especificamente na parte Norte do Brasil e de partes de países vizinhos e com centro na cidade de Santarém no estado do Pará. Dois ambientes de computação de alto desempenho estão sendo usados: cluster Tapajós (UFOPA) e o supercomputador Santos Dumont (LNCC). O algoritmo de ML para assimilação é uma rede convolucional supervisionada denominada U-Net, codificada na plataforma PyTorch em linguagem Python. A base de dados está dividida em conjunto de treinamento, com dados correspondentes aos meses de maio, junho, julho e agosto de 2015 a 2017, e conjunto de teste, com dados dos mesmos meses

¹ E-mail: riancarreteiro08@gmail.com

² E-mail: ggzlemos@gmail.com

³ E-mail: totaju@gmail.com

⁴ E-mail: haroldo.camposvelho@inpe.br

⁵ E-mail: juliana.anochi@inpe.br

⁶ E-mail: rpsouto@lncc.br

⁷ E-mail: helaine.furtado@ufopa.edu.br

mas para o ano de 2018. Avalia-se a capacidade da U-Net em emular a análise gerada pelo método variacional tridimensional (3D-Var) do módulo WRFDA do WRF. O trabalho é realizado com as seguintes etapas: (a) instalação, execução e teste do modelo WRF NCAR; (b) coleta de dados de observação, (c) geração de dados de análise para o WRF com método de assimilação 3D-Var, (d) preparação e treinamento da rede U-Net para emular a análise do 3D-Var, (e) testes de avaliação da rede U-Net como técnica de assimilação de dados. Foram realizados ajustes de rede U-Net original para a aplicação em assimilação de dados. Nestes primeiros testes, somente a variável temperatura está sendo assimilada. Em trabalhos futuros, outras variáveis meteorológicas serão assimiladas: componentes da velocidade do vento, umidade e pressão de superfície.

Palavras-chave: Assimilação de dados. Modelo WRF-NCAR. Aprendizado de máquina. U-Net. Redes neurais. Data assimilation. WRF-NCAR model. Machine learning. Neural networks.

UTILIZAÇÃO DE LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PARA ANÁLISE DE DADOS EM PESQUISAS SOCIOAMBIENTAIS QUALITATIVAS

Gabriel de Antonio Mazetto¹ (PUC-Campinas, Bolsista PIBIC/CNPq)

Minella Alves Martins² (INPE, Orientadora)

Maria Paula Pires de Oliveira³ (PUC-Campinas, Coorientadora)

RESUMO

A análise e a apresentação de dados representam etapas cruciais em pesquisas científicas. No entanto, o volume e a complexidade dos dados coletados nesse tipo de estudo frequentemente impõem desafios técnicos significativos. O processamento de grandes quantidades de dados demanda tempo, capacidade computacional e estratégias adequadas de organização e análise. Visando contribuir nesse sentido, este projeto teve como finalidade criar ferramentas tecnológicas para otimizar e facilitar a análise de dados em pesquisas socioambientais. Para isso, foram realizadas duas frentes de desenvolvimento. A primeira focou em agilizar a sistematização dos resultados de aplicação do sistema de indicadores proposto por Oliveira et al. (2024). Estes indicadores têm como objetivo auxiliar escolas que atuam com educação do campo na visualização e análise das percepções da comunidade escolar quanto ao papel das práticas da instituição no fortalecimento da resiliência socioecológica de comunidades rurais. No modelo anterior, a visualização dos resultados de forma agregada demandava um processo manual e trabalhoso, baseado no cruzamento de dados de múltiplas planilhas, o que tornava este instrumento de gestão pouco acessível para quem não tem familiaridade com determinadas ferramentas computacionais. Para superar este obstáculo, a primeira etapa da solução consistiu na criação de um notebook Python, no ambiente Google Colab. Essa abordagem já trouxe ganhos importantes em agilidade. Com base nessa experiência inicial, o programa evoluiu para uma plataforma web autônoma, na qual as instituições podem carregar os dados coletados e gerar um painel de visualizações interativas com possibilidade de edição e personalização dos gráficos, além da geração de um relatório para impressão e compartilhamento, que compila as visualizações e dá orientações para um processo de análise dos resultados junto à comunidade escolar. Essa transformação facilita a análise dos resultados, promove maior autonomia das escolas no monitoramento dos indicadores e estimula o aprimoramento de suas práticas pedagógicas. Paralelamente,

¹ E-mail: gabrielmazetto123@gmail.com

² E-mail: minella.martins@inpe.br

³ E-mail: mariapaulap.oliveira@gmail.com

a segunda frente foi concebida para suprir as limitações dos softwares para análise de dados qualitativos. Softwares comerciais possuem custos elevados, enquanto alternativas gratuitas carecem de funcionalidades como transcrição automática integrada e buscas que capturem o significado contextual. Como solução, foi desenvolvido um notebook interativo em Python, estruturado com elementos de interface para dispensar a interação direta com o código. A ferramenta integra o modelo Whisper para transcrição de áudios e vídeos e emprega embeddings – representações numéricas de palavras e frases – para permitir uma análise que leve em consideração o contexto semântico. Dessa forma, a ferramenta oferece uma gama de análises, desde métodos exploratórios até um sistema de busca interativa por termos-chave. Adicionalmente, por ser uma solução de código aberto, a ferramenta não se prende à rigidez de softwares comerciais, podendo ser constantemente expandida e adaptada pela comunidade de pesquisadores para atender a novas necessidades de análise. As soluções desenvolvidas em ambas as frentes entregam ferramentas que mitigam barreiras relacionadas ao custo, tempo e complexidade técnica. Assim, elas oferecem um meio para alcançar uma compreensão mais ágil, aprofundada e acessível de dados socioambientais, tanto na gestão dos indicadores pelas escolas, quanto na análise qualitativa de conteúdo por pesquisadores.

Palavras-chave: Visualização de dados. Desenvolvimento web. Python. Indicadores escolares. Análise qualitativa.

CARACTERIZAÇÃO DOS MODOS DE OSCILAÇÃO DO MODELO MONAN EM CONFIGURAÇÕES DE BAIXA RESOLUÇÃO

Gabriel dos Santos Melo¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez² (INPE, Orientador)
Marília de Abreu Gregorio Barbosa Lemes³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho foi iniciado em agosto de 2023 e será encerrado em setembro de 2025. A continuação do projeto ainda visa à caracterização dos modos de oscilação, incluindo o modelo MONAN (em português, Modelo para Previsão dos Oceanos, Superfície Terrestre e Atmosfera), em configurações de baixa resolução como foco no estudo da partição modal de energia da atmosfera. A integração entre dinâmica e processos físicos é fundamental para previsões meteorológicas e climáticas em múltiplas escalas, sendo assim, inicialmente, foi utilizado o software MODES para a análise de campos dinâmicos globais em (re)análises, previsões meteorológicas e modelos climáticos. No entanto, devido ao suporte limitado e à menor flexibilidade didática oferecidos por essa ferramenta, o projeto passou a adotar o Modal Energetics, um software desenvolvido no próprio INPE. Essa substituição facilitou a interpretação dos dados para a análise de partição modal de energia. O Modal Energetics permite estudar propriedades das circulações balanceadas e de ondas de inerciogravidade (IG) em múltiplas escalas, que apenas recentemente se tornaram observáveis. Assim, com esse software, os modos da atmosfera (materiais coletados do MONAN) foram estudados e analisados, e os dados gerados por ele foram interpretados com o auxílio da linguagem NCL (NCAR Command Language). A distribuição interna dos modos de oscilação influencia a distribuição de energia e sua evolução, afetando a predictibilidade dos modelos de tempo e clima. A investigação dos modos de oscilação permitirá identificar configurações de física e dinâmica que melhor representem os aspectos internos do sistema e sua evolução, utilizando baixa resolução espacial para viabilizar sua aplicação em instituições com recursos limitados e contribuir para a formação de novos pesquisadores.

Palavras-chave: Modos de oscilação. Modelo MONAN. Baixa resolução. Modal energetics. Modelagem climática.

¹ E-mail: gabriel_melo@usp.br

² E-mail: enver.ramirez@inpe.br

³ E-mail: marilia.lemes@inpe.br

PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO DE CONTEÚDO AUDIOVISUAL PARA O APRENDIZADO DE GEOCIÊNCIAS ATRAVÉS DE MÍDIAS DIGITAIS

Gabriela Rozante¹ (UNINTER, Bolsista PIBIC/CNPq)
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez² (INPE, Orientador)

RESUMO

O presente projeto tem como objetivo principal a produção e divulgação de conteúdo educacional voltado ao ensino de geociências (como desmatamento, poluição e sustentabilidade) para usuários em geral, utilizando mídias digitais (como YouTube e Facebook) e físicas (CDs e HDs). A proposta parte da relevância crescente das mídias digitais como ferramentas pedagógicas, potencializada pelos dados da pirâmide de aprendizagem de William Glasser, que destaca a eficácia dos estímulos audiovisuais na retenção de conhecimento. Através de vídeos com elementos gráficos estilizados, trilha sonora e linguagem acessível, espera-se facilitar o aprendizado do público alvo. O trabalho é dividido nas seguintes etapas: a) estudo de referências bibliográficas sobre geociência; b) aprendizado teórico e prático de softwares gráficos de animação e edição; c) levantamento e seleção dos temas a serem abordados; d) elaboração dos roteiros e storyboards; e) criação e manipulação de peças gráficas e ambientações; f) produção das animações educativas e g) disponibilização dos vídeos. Como resultado, foi desenvolvido um vídeo sobre Aquecimento Global, utilizando o software gratuito Davinci Resolve. A proposta prevê, como continuidade, a abordagem de demais temas sobre geociência, contribuindo para o fortalecimento da educação científica por meio de recursos digitais acessíveis e eficazes para a população em geral.

Palavras-chave: Mídias digitais. Audiovisual. Educação. Geociência. Aquecimento global. Digital media. Audiovisual. Education. Geoscience. Global warming.

¹ E-mail: rozante.gabi@gmail.com

² E-mail: enver.ramirez@inpe.br

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DE SANTOS, SÃO PAULO

Gabrielly Stephany Honorato Ferreira¹ (UFC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Milton Kampel² (INPE, Orientador)

Antonio Geraldo Ferreira³ (UFC, Coorientador)

RESUMO

O sensoriamento remoto tem se consolidado como uma ferramenta essencial para o monitoramento ambiental, permitindo a análise espaço-temporal de variáveis relacionadas à qualidade da água em ecossistemas costeiros e estuarinos. Este estudo tem como foco a região do estuário de Santos, no litoral de São Paulo, com o objetivo de compreender como fatores ambientais e antrópicos influenciam os padrões de turbidez da água. Foram utilizadas imagens multiespectrais Landsat (1985–2023), com resolução espacial de 30 metros, processadas na plataforma Google Earth Engine. Para a geração do produto de turbidez, empregaram-se, inicialmente, imagens Landsat/TOA (Top of Atmosphere). Os resultados preliminares permitiram visualizar, de forma qualitativa e quantitativa, os gradientes e a magnitude da turbidez (em NTU) no estuário, utilizando o modelo semiempírico proposto por Doglitti et al. (2015). A caracterização da área de estudo foi realizada com base em dados de uso e cobertura da terra do MapBiomas e de precipitação CHIRPS. Com o intuito de aprimorar os resultados, serão utilizadas imagens Landsat/Surface Reflectance, que já apresentam correção atmosférica e mascaramento de nuvens. As análises e correlações estatísticas serão conduzidas entre o índice de turbidez e a precipitação, considerando os períodos seco e chuvoso da região de estudo. Espera-se que os resultados contribuam para a compreensão dos impactos de alterações ambientais e intervenções antrópicas na qualidade da água do estuário de Santos.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Landsat. Qualidade da água. Turbidez. Estuário de Santos.

¹ E-mail: gabriellystephany@alu.ufc.br

² E-mail: milton.kampel@inpe.br

³ E-mail: antonio.ferreira@ufc.br

VARIABILIDADE SAZONAL DO OZÔNIO ESTRATOSFÉRICO E SUA RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO DE PARTÍCULAS SOBRE A ANOMALIA MAGNÉTICA DA AMÉRICA DO SUL

Geisiane da Rocha Sarmento¹ (UFOPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Ligia Alves da Silva² (INPE, Orientadora)

Cristiano Max Wrassse³ (INPE, Coorientador)

Lucas Vaz Peres⁴ (UFOPA, Coorientador)

RESUMO

A concentração de ozônio na estratosfera apresenta uma redução expressiva sobre a região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul (SAMA), com destaque para as latitudes médias e altas do continente sul-americano. Essa diminuição pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo atividades antrópicas e reações químicas entre elétrons precipitantes e os constituintes atmosféricos das famílias NOx (óxidos de nitrogênio) e HOx (radicais hidroxila). Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar os impactos causados pela precipitação de elétrons provenientes dos cinturões de radiação de Van Allen, com ênfase no cinturão interno, cuja proximidade com a atmosfera terrestre na região da SAMA favorece uma maior interação com as camadas superiores da atmosfera. Durante o segundo ano de investigação, aprofundou-se a análise dos mecanismos físicos responsáveis pelo aprisionamento e precipitação de elétrons de baixa (keV) e alta energia (MeV). Para isso, foram utilizados dados da missão Van Allen, com destaque para os fluxos de elétrons e a atividade de ondas magnetosféricas detectadas pelo instrumento EMFISIS. Enquanto na região auroral os elétrons precipitantes se originam predominantemente do cinturão externo (3,5–6,5 R_⊕), na SAMA essa precipitação está associada ao cinturão interno (1–2 R_⊕). Um dos principais processos físicos envolvidos é a interação ressonante entre ondas magnetosféricas e partículas carregadas. Com base na plataforma disponibilizada pela Johns Hopkins University - Applied Physics Laboratory (<https://rbspgway.jhuapl.edu/>), foram selecionados três eventos com variações significativas nos fluxos de elétrons. A metodologia incluiu a aplicação da técnica de polarização de ondas, por meio dos parâmetros de elipticidade e planaridade. Dessa forma, os resultados obtidos no segundo ano da pesquisa confirmam que, nos eventos selecionados, houve atividade

¹ E-mail: geisi18sarmento@gmail.com

² E-mail: ligia.alves01@gmail.com

³ E-mail: cristiano.wrassse@inpe.br

⁴ E-mail: luscasvazperes@gmail.com

significativa de ondas hiss e magnetossônicas (MS) no cinturão interno de radiação, com potencial para causar a precipitação de elétrons desde a estratosfera até a mesosfera sobre a região da SAMA. A análise espectral do campo magnético, aliada à técnica de polarização de ondas, revelou valores elevados de elipticidade e planaridade, indicando com clareza a presença simultânea dessas ondas. Como resposta atmosférica, observou-se uma redução relevante na coluna de ozônio entre 30 e 40 km de altitude, especialmente no evento de 2015, quando comparado à climatologia de 30 anos. Portanto, a interação entre ondas hiss e magnetossônicas com elétrons do cinturão interno está diretamente associada à redução do ozônio estratosférico na região da SAMA.

Palavras-chave: Ozônio estratosférico. Ondas hiss. Ondas magnetossônicas. Elipticidade. Planaridade.

INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL DE INJETOR DE JATOS COLIDENTES

Giulia Ribeiro Herdies¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Fernando de Souza Costa² (INPE, Orientador)

Cesar Addis Valverde Salvador³ (UFSM, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho de injetores com jatos colidentes em arranjo tripleto do tipo like-on-like. Inicialmente, os injetores foram caracterizados individualmente, utilizando água como fluido teste, para determinar as vazões mássicas e os coeficientes de descarga em função da pressão de injeção, variando de 1 a 6 bar de incremento. Em seguida, foram realizadas medições dos tamanhos das gotas de água produzidas pelo conjunto tripleto, utilizando o sistema de difração a laser da Malvern Panalytical. Por fim, os ângulos de dispersão dos sprays gerados pelo injetor tripleto foram medidos com o método de Shadowgraphy. Os resultados mostraram que tanto o diâmetro médio de Sauter quanto o diâmetro médio de De Brouckere diminuem com o aumento da pressão de injeção até cerca de 4 bar. Já os ângulos de dispersão dos sprays aumentaram até 2 bar, apresentando leve assimetria. Mesmo com pequenas diferenças nas dimensões dos injetores fabricados, os resultados seguiram comportamentos esperados. O estudo também proporcionou o aprendizado sobre técnicas de medição e uso de sistemas ópticos na caracterização de sprays, com foco no desenvolvimento de injetores voltados para aplicações em propulsão aeroespacial.

Palavras-chave: Injetores colidentes. Atomização. Diagnósticos Ópticos. Difração a laser. Shadowgraph.

¹ E-mail: giulia.herdies@gmail.com

² E-mail: Fernando.costa @inpe.br

³ E-mail: valverde @ufsm.br

ATUALIZAÇÃO DO AMBIENTE WEB DO LABISA E INTEGRAÇÃO DE ROTINAS AUTOMATIZADAS PARA PROCESSAMENTO DE DADOS

Guilherme Yokota Sato¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)

Rogério Flores Campos³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Durante o ano de 2025, duas frentes de desenvolvimento foram conduzidas referente às atividades do Laboratório de Instrumentação para Sensoriamento Ambiental (LabISA). A primeira consistiu na atualização do site institucional do laboratório, com foco na ampliação e organização do conteúdo científico e institucional. Foram incluídos projetos em andamento e a divulgação de publicações recentes dos pesquisadores, tornando o site uma ferramenta mais eficaz para a comunicação com a comunidade acadêmica e o público interessado. Essa iniciativa buscou valorizar a produção científica do laboratório e facilitar o acesso às informações sobre suas pesquisas. A segunda frente, teve como objetivo a reorganização de rotinas utilizadas no processamento de dados brutos, como a simulação de bandas espectrais, o cálculo de CDOM (matéria orgânica dissolvida colorida) e a estimativa de ficocianina. Essas rotinas foram refatoradas para serem utilizadas como funções reutilizáveis, com entradas e saídas padronizadas, visando facilitar sua integração ao backend da aplicação. Essa refatoração permitiu maior modularidade e reutilização do código, alinhando-se às boas práticas de desenvolvimento de software científico. Além disso, foi realizada a integração entre o frontend e os serviços responsáveis por acionar essas funções, permitindo a execução automatizada das rotinas a partir de uma interface web. Essa funcionalidade compõe a base da aplicação LIA (LabISA Interactive Assistant), um assistente interativo acessado via navegador, que possibilita a execução das rotinas por pesquisadores, estudantes e colaboradores. A interface do LIA foi desenvolvida com foco em simplicidade, usabilidade e acessibilidade, promovendo maior eficiência nos fluxos de trabalho do laboratório e ampliando o alcance das ferramentas.

Palavras-chave: Rotinas automatizadas. Sensoriamento remoto. Refatoração de código. Interface web. Comunicação científica.

¹ E-mail: guilherme.yokota20@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: rogerio.floresjr@gmail.com

ESTUDO DAS VARIAÇÕES DE BRILHO MULTIBANDA DOS BLAZARES NO CONTEXTO DA INFRAESTRUTURA OBSERVACIONAL BRASILEIRA EM RÁDIOASTRONOMIA

Gustavo Silva de França¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Tânia Pereira Dominici² (INPE, Orientadora)

Pedro Paulo Bonetti Beaklini³ (NRAO*, Coorientador)

RESUMO

Os blazares constituem uma classe de Núcleos Ativos de Galáxias (AGNs) caracterizada por variabilidade de brilho em múltiplas escalas temporais, alta polarização e emissão contínua que se estende desde frequências de rádio até raios gama. Dentre esses objetos, o blazar OJ 287 se destaca por apresentar superflares (grandes picos de luminosidade) que ocorrem com um intervalo aproximado de 11,6 anos, além de possuir um intenso jato relativístico, observado em ondas de rádio, que alcança escalas de Kpc. Para explicar tais características, diversos modelos propõem a existência de um sistema binário de buracos negros em seu núcleo, cuja interação, que pode se dar entre o buraco negro secundário e o disco de acreção do primário, afeta a amplitude e a variabilidade da emissão. Com o intuito de investigar possíveis evidências dessa binariedade e prosseguir com o estudo das variações de brilho, este trabalho analisou dados obtidos em 15 GHz, entre os anos de 1995 e 2017, pelo programa MOJAVE (Monitoring of Jets in Active galactic nuclei with VLBA Experiments), que monitora jatos relativísticos de AGNs por meio de interferometria de alta resolução. Com esta análise, mostramos que ocorreu uma rápida mudança de orientação (Position Angle) em uma componente identificada a menos de 0,15 milissegundos de arco (mas) da fonte central, por volta de janeiro de 2009. Tal evento foi seguido por um flare com emissão máxima de cerca de 10 Jy, registrado em dezembro do mesmo ano. A fim de investigar se esses eventos podem estar relacionados à dinâmica do sistema binário, estimamos uma separação angular entre os buracos negros com sendo da ordem de 0,017 mas. Esse resultado oferece indícios de uma possível correlação entre os fenômenos observados e as interações do sistema binário.

¹ E-mail: gustavosc04@usp.br

² E-mail: tania.dominici@inpe.br

³ E-mail: pbeaklin@nrao.edu

Palavras-chave: Astrofísica extragaláctica. Blazares. AGNs. Radioastronomia. Interferometria. Extragalactic interferometry astrophysics. Blazars. AGNs. Radioastronomy.

*National Radio Astronomy Observatory

ESTUDO DA VELOCIDADE 2D DOS RAIOS NUVEM-SOLO

Hentony dos Santos Barboza¹ (UFES, Bolsista PIBIC/CNPq)

Marcelo Magalhães Fares Saba² (INPE, Orientador)

Tagianne Patrícia da Silva³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Os raios são descargas elétricas atmosféricas que ocorrem na troposfera (camada da atmosfera com maior densidade de ar). Atualmente, sabe-se que os raios são classificados de duas formas: aqueles que não estabelecem contato com o solo (raios intranuvem) e os que estabelecem contato com o solo (raios ascendentes e descendentes). As descargas descendentes podem ser divididas de acordo com a carga líquida transferida para o solo, podendo ser negativas ou positivas. Este trabalho investiga o uso de redes neurais convolucionais (RNCs) pré-treinadas no cálculo da velocidade de raios que atingem o solo, a partir de imagens extraídas de vídeos de alta velocidade. Como etapa inicial, foi realizada a classificação da polaridade dos raios, fundamental para a posterior estimativa das velocidades. Para isso, foram empregadas três arquiteturas amplamente utilizadas — ResNet18, VGG16 e MobileNetV2 —, adaptadas à tarefa por meio de técnicas de transferência de aprendizado. As redes foram avaliadas com base em métricas quantitativas, como acurácia, precisão, revocação e F1-score. Os resultados indicam que a ResNet18 apresentou o melhor desempenho geral, seguida pela VGG16, enquanto a MobileNetV2 teve os piores resultados. A análise da matriz de confusão evidenciou que os modelos apresentaram dificuldades na classificação de raios positivos. Os resultados reforçam o potencial de redes pré-treinadas em contextos com dados limitados e indicam caminhos promissores para a automação da análise da velocidade dos raios que envolvem o solo.

Palavras-chave: Raios descendentes. Câmera de alta velocidade. Redes neurais convolucionais.

¹ E-mail: hentony.barboza@edu.ufes.br

² E-mail: marcelo.saba@inpe.br

³ E-mail: tagianne.silva@inpe.br

ANÁLISE CLIMATOLÓGICA DA INSOLAÇÃO SOBRE O BRASIL A PARTIR DE DADOS DE SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO

Íris Paraguay Silva¹ (EEL/USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Simone Marilene Sievert da Costa Coelho² (INPE, Orientadora)
Maria Lívia Lins Mattos Gava³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

A insolação é uma variável climática de grande relevância, com aplicações em saúde pública, construção civil, agricultura, geração de energia e estudos do clima. Este trabalho teve como finalidade a elaboração de uma análise climatológica da insolação no Brasil, baseada em dados mensais do Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM SAF) para o período de 1984 a 2020. As médias diárias sazonais de duração de brilho solar (SDU) revelam variações espaciais e temporais marcantes, associadas aos principais sistemas meteorológicos. Durante o verão, os menores valores de insolação (4 a 6 h/dia) ocorreram na faixa central do país, sob influência da ZCAS, enquanto os maiores valores (8 a 10 h/dia) foram observados na costa leste do Nordeste. No inverno, a Região Sul apresentou redução da insolação para cerca de 4 a 6 h/dia devido à atuação de frentes frias, enquanto o Centro-Oeste registrou valores de até 10 h/dia, caracterizando o período seco. Esses padrões refletem a influência de sistemas como a ZCAS no verão, a ZCIT no outono, frentes frias no inverno e ondas de leste na primavera. Além da análise climatológica, foram geradas correlações entre os dados de SDU com precipitação, temperatura e os padrões de teleconexão que afetam a América do Sul, como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), Modo Anular Sul (SAM) e a Oscilação Quase-Bienal (QBO). As análises de correlação com a temperatura mostraram-se consistentes com os dados do CM SAF, apresentando uma correlação positiva em grande parte do país, o que indica que as temperaturas são mais altas quando o número de horas de sol aumenta. De maneira análoga e conforme o esperado, a correlação com a precipitação foi predominantemente negativa, indicando que a insolação diminui com o aumento da chuva. Os resultados de correlação com os índices QBO, SAM e ENOS foram desconsiderados por não apresentarem correlações significativas. Da mesma forma, os resultados de climatologia e correlação gerados a partir dos dados da Divisão de Sensores Meteorológicos e Satélites Ambientais (DISSM) foram descartados devido a

¹ E-mail: iris.psilva@usp.br

² E-mail: simone.sievert@inpe.br

³ E-mail: maria.gava@inpe.br

menor confiabilidade do dado. Desta forma, conclui-se que a SDU no Brasil está fortemente condicionada pela nebulosidade associada a sistemas meteorológicos sazonais, sendo as informações apresentadas fundamentais para aplicações climáticas regionais e estudos interdisciplinares.

Palavras-chave: Insolação. Sistemas meteorológicos. Climatologia. Precipitação.

APLICAÇÃO DE MÉTODOS ARQUIVÍSTICOS PARA ORGANIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS DO SETOR ESTRATÉGICO DE SAÚDE DO PROJETO ADAPTABRASIL MCTI

Íris Smith Santos¹ (UFF, Bolsista PIBIC/CNPq)
Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)
Renato de Mattos³ (UFF, Coorientador)

RESUMO

O aumento das incidências de doenças vetoriais, como a Malária e Dengue, impulsionadas pelas mudanças climáticas globais, têm sido amplamente reconhecidas como um desafio mundial. No Brasil, esforços estão sendo direcionados para oferecer informações amplas sobre os impactos dessas mudanças nos sistemas naturais e sociais, essenciais para o planejamento e a tomada de decisões estratégicas. Nesse contexto, a Plataforma AdaptaBrasil MCTI está sendo desenvolvida com o objetivo de consolidar, integrar e disseminar informações sobre os impactos observados e projetados no território nacional, fornecendo subsídios a tomadores de decisão para ações de adaptação. Atualmente, a Plataforma AdaptaBrasil MCTI contém mais 500 índices e indicadores para diferentes setores estratégicos (SEs), o que considera uma ampla gama de informações. Desta forma, é imprescindível que ocorra o adequado gerenciamento da informação, gestão documental, conservação, preservação e disseminação dos documentos produzidos nas etapas de elaboração destes indicadores. Esta adequação pode ser implementada através de métodos fundamentados pelo campo da Arquivologia. Deste modo, o objetivo deste estudo é a aplicação de métodos de arquivologia para organização dos documentos dos índices e indicadores do projeto AdaptaBrasil MCTI do SE de Saúde, um SE que pretende ampliar o seu inventário de dados nos próximos anos. Diante ao exposto foi analisada a atual organização dos documentos dos índices e indicadores deste SE, e posteriormente, foi identificada o método mais apropriado de gerenciamento dos documentos, incluindo a gestão documental, a conservação, a preservação e a disseminação da informação contida nos documentos do projeto AdaptaBrasil MCTI. Através da análise dos documentos foram estabelecidas duas estratégias, a primeira foi descobrir a existência de um Código de Classificação no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) visto que o projeto AdaptaBrasil é desenvolvido em parceria com o MCTI. A segunda estratégia foi a identificação das Classes de Codificação que os documentos melhores

¹ E-mail: irisss@id.uff.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: renato_mattos@id.uff.br

se encaixam. Após a identificação das classes, foi criado uma planilha para classificar os tipos de documentos deste SE, a partir disso foram analisados e identificados e codificados 30 documentos. Como próximos passos desta pesquisa, será criado um instrumento que servirá para que os pesquisadores encontrem os documentos devidamente codificados segundo a classificação arquivística do MCTI.

Palavras-chave: AdaptaBrasil MCTI. Gestão de documentos. Informação.

ESTUDO DE CONTROLE DE SETUP DE CARGA TÉRMICA UTILIZANDO LÂMPADAS DE TUNGSTÊNIO PARA TESTES DE SIMULAÇÃO ESPACIAL

Itziar Forhan Escobar Paisani¹ (IFSP, Bolsista PIBITI/CNPq)
Marcio Bueno dos Santos² (INPE, Orientador)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo experimental que tem por objetivo implementar um setup IRA (InfraRed Array) com lâmpadas infravermelhas de filamento de tungstênio, para simular cargas térmicas orbitais relacionadas à radiação solar, radiação de albedo e radiação da Terra, durante testes de simulação espacial. Entre as principais técnicas de simulação de carga térmica orbital, que utilizam fontes de calor infravermelho, os IRAs com lâmpadas de filamento de tungstênio oferecem diversas vantagens sobre as outras técnicas, permitindo uma simulação mais próxima das condições orbitais reais. Para a montagem do setup foram empregados: cinco lâmpadas (quatro de 500 W e uma de 1600 W), fontes de tensão, e sensores de temperatura e radiação. Os sensores, usados para monitorar as condições de temperatura e os fluxos de calor absorvido, foram instalados em um quadro definido como área de teste. Os primeiros experimentos foram realizados em condições ambientais, para verificar o funcionamento adequado do setup. Posteriormente, foi utilizada uma câmara vácuo térmica, para simular o espaço profundo (alto vácuo e temperatura abaixo de 100K). Os resultados são apresentados em gráficos e tabelas que mostram o comportamento do setup e a distribuição e uniformidade da intensidade do fluxo de calor absorvido na área de teste. Os experimentos foram realizados na área qualificada ISO Classe 7, no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A implementação desta nova metodologia para testes de simulação espacial visa atender às demandas de testes de satélites de médio e grande porte, bem como de satélites de pequeno porte. As atividades desenvolvidas neste período também incluíram a participação ativa em diversos testes de qualificação e aceitação de sistemas espaciais (CubeSats) e de equipamentos e subsistemas de aplicação espacial (propulsores, placas de coleta e comunicação de dados, painéis solares). Houve também participação nas tarefas do laboratório, no condicionamento dos meios de testes, assim como na elaboração de procedimento de operação de equipamentos de vácuo, auxiliares de câmaras vácuo-

¹ E-mail: itziarforhan@gmail.com

² E-mail: marcio.bueno@inpe.br

térmicas, e na preparação de um artigo científico aprovado para apresentação oral no III Congresso Aeroespacial Brasileiro (IIICAB).

Palavras-chave: Simulação espacial. Carga térmica orbital. Arranjo infravermelho. Lâmpadas de tungstênio. Radiômetros. Space simulation. Orbital heat load. InfraRed array. Tungsten lamps. Radiometers.

ANHANGÁ-SISTEMA AUTOMÁTICO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO NAS MATAS

João Antônio do Nascimento Moreira de Jesus¹ (CPS/ETEC, Bolsista PIBIC-EM/CNPq)
Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)
Fabio Henrique Moreira de Jesus³ (CPS/ETEC, Coorientador)

RESUMO

As queimadas causam impactos ambientais, econômicos e sociais significativos, especialmente no estado de São Paulo, onde, em 2024, mais de 600 hectares de áreas de proteção foram afetados. Para enfrentar esse desafio, foi desenvolvido o sistema ANHANGÁ, que monitora variáveis ambientais por sensores de umidade e temperatura do ar (DHT11) e do solo (LM393), acionando automaticamente um pulverizador de água para reduzir a inflamabilidade local e prevenir incêndios. O projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima, e 15 - Vida Terrestre, da Organização das Nações Unidas. O desenvolvimento envolveu pesquisa bibliográfica, prototipagem com componentes eletrônicos, testes de calibração e validação, além da criação de um reservatório com comporta para captação de água da chuva, fabricado via impressão 3D. Os resultados preliminares indicam que o ANHANGÁ é uma solução inovadora, eficiente, simples e de baixo custo, com grande potencial para aplicação prática na proteção de áreas naturais vulneráveis a incêndios florestais. Testes em campo estão em andamento para validar a aplicação do sistema em diferentes ambientes, reforçando sua contribuição para a conservação ambiental e a mitigação dos impactos das queimadas.

Palavras-chave: Queimadas. Prevenção de incêndios. Sensores ambientais. Desenvolvimento sustentável.

¹ E-mail: joao.jesus122@etec.sp.gov.br

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

³ E-mail: fabio.jesus12@etec.sp.gov.br

APRIMORAMENTO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE DAS ÁREAS SOMBREADAS DO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

João Pedro Branco Frazão¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

Mapeamentos de uso e cobertura do solo derivados de sensoriamento remoto no Vale do Paraíba Paulista (VPP) frequentemente exibem discrepâncias em grandes escalas, com a hipótese de que estas estejam relacionadas à incidência de sombras causadas pelo relevo das Serras da Mantiqueira e do Mar. Sendo assim, este projeto tem como objetivo aprimorar o treinamento da classificação das imagens de satélites para o VPP, a fim de distinguir os níveis típicos e padrões gerais de variação da radiação solar no VPP. Para atingir tal objetivo, foram selecionadas três áreas: uma na Serra da Mantiqueira, uma na Serra do Mar e outra na porção mais plana do VPP. Inicialmente, imagens de satélite Landsat 8 do USGS EarthExplorer foram exploradas manualmente. Em seguida, foram comparadas com o Modelo Digital de Elevação (MDE) e mapas de orientação de vertentes para identificar discrepâncias possivelmente atreladas ao sombreamento em mapeamentos pré-existentes. Os mapas de classificação analisados incluíram mapeamentos locais, Inventário Florestal e MapBiomass. As análises iniciais revelaram que as maiores discrepâncias ocorrem nos mapeamentos locais quando comparados ao Inventário Florestal, enquanto no MapBiomass não foram encontradas tais discrepâncias. Áreas predominantemente classificadas como vegetação natural ou floresta pelo Inventário Florestal nas Serras da Mantiqueira e do Mar eram frequentemente classificadas como pastos, áreas construídas e corpos d'água nos mapeamentos locais. Notou-se que a maioria das divergências foi identificada nas áreas de encosta da Serra da Mantiqueira, onde a declividade e a altitude do relevo são mais acentuadas, o que favorece a formação de sombras e, consequentemente, potenciais erros de classificação. Avançando na pesquisa, e com o intuito de mitigar as inconsistências observadas, o presente estudo implementou uma nova abordagem de classificação. Para isso, utilizou as bases de satélite Landsat 8 de 2017 pré-processadas pelo projeto MapBiomass, em conjunto com o Inventário Florestal do Estado de São Paulo. Esta nova metodologia permitiu a

¹ E-mail: joao.branco@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br

criação de uma classificação híbrida, onde foram combinadas as classes de uso antrópico do MapBiomas com as classes de cobertura natural do Inventário Florestal. Esta integração visa aprimorar a acurácia dos mapeamentos, especialmente em regiões complexas como as áreas de relevo acidentado do Vale do Paraíba Paulista, onde as sombras representam um desafio significativo para o sensoriamento remoto. As próximas etapas incluem a medição da acurácia e o maior aprimoramento da classificação, além da previsão para outros anos ao longo da série histórica.

Palavras-chave: Mudança de uso e cobertura da terra. Restauração florestal. Mata Atlântica.

TAXA DE REAÇÃO DE SISTEMAS REAGENTES ENVOLVENDO HALOGÊNIOS

João Pedro Marretto Helmeister¹ (FCA-UNICAMP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Patricia Regina Pereira Barreto² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este trabalho, fundamento no estudo de taxas de reação por meio da Teoria de Estado de Transição (TST) para sistemas envolvendo halogênios, com foco particular nas reações entre metanol (CH_3OH) e os átomos de Bromo, Flúor, Cloro (Br, F e Cl) e Hidrogênio (H), envolveu a reescrita do código APUAMA na linguagem Python. Com essa melhoria, possibilitou-se aumento da eficiência da extração e polimento dos dados de saída do GAUSSIAN. Entretanto, observou-se que ainda era necessário correções do funcionamento core do código para trazer resultados mais precisos e a implementação correta dos tunelamentos, além de uma correção da função de rotação. Ademais, uma interface gráfica foi desenvolvida para melhor experiência do usuário, que permite coleta, extração, tratamento e visualização dos dados em um formato simplificado.

Palavras-chave: APUAMA. Python. Tunelamento. Taxas de reação. TST.

¹ E-mail: j174564@dac.unicamp.br

² E-mail: patricia.barreto@inpe.br

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

João Pedro Polito Braga¹ (UFSJ, Bolsista PIBIC/CNPq)

Antonio Cassiano Júlio Filho² (INPE, Orientador)

Marcos Tomio Kakitani³ (UFSJ, Coorientador)

RESUMO

Com o crescimento contínuo no número de missões espaciais, especialmente aquelas desenvolvidas por universidades e institutos de pesquisa, surgem novos desafios relacionados à integração e à validação dos sistemas embarcados. Um dos principais desafios está na verificação da comunicação entre o satélite e o segmento terrestre, particularmente no envio de comandos e na recepção de telemetrias, algo que, em ambientes controlados, não reflete fielmente as condições reais de operação em órbita. Este trabalho propõe uma solução prática e de baixo custo para testes de Carga Útil para satélites de pequeno porte, da classe CubeSats, na estratosfera, utilizando um balão estratosférico como plataforma de validação em voo. A solução desenvolvida é composta por uma placa embarcada contendo os seguintes subsistemas: um microcontrolador, um sistema de transmissão de dados na frequência de 918 MHz e um sistema de gerenciamento de energia. Adicionalmente, a plataforma passou a incluir uma câmera embarcada, responsável pela captura de imagens e posterior envio via downlink durante o voo estratosférico. Complementando a arquitetura, foi desenvolvida uma estação terrena Solo-Bordo baseada em Rádio Definido por Software (SDR), capaz de realizar o envio de comandos, recepção de telemetria e imagens, além de realizar o apontamento automático da antena por meio de um sistema de rastreamento computacional. O trabalho apresenta a caracterização completa do sistema, incluindo simulações e testes em bancada e os resultados obtidos, demonstrando a eficácia da solução que poderá ser embarcada em missões espaciais.

Palavras-chave: Estações terrenas. Radio definido por software. Balões estratosféricos. Ground stations. Software defined radio. Stratospheric balloons.

¹ E-mail: joaopedropolito@aluno.ufsj.edu.br

² E-mail: cassiano.filho@inpe.br

³ E-mails: marcos.kakitani@ufsj.edu.br

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE MEDAÇÃO DA IRRADIÂNCIA SOLAR DIFUSA APLICADOS AO LEVANTAMENTO DE RECURSO SOLAR EM NATAL (RN)

João Vitor Batista Silva¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

André Rodrigues Gonçalves² (INPE, Orientador)

George Santos Marinho³ (UFRN, Coorientador)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo validar e analisar dados de irradiância solar global (GHI) e difusa (DHI) dos meses de junho a Dezembro de 2024, obtidos pela estação solarimétrica da rede SONDA, operada pelo LAVAT/INPE em Natal-RN, com foco na consistência e confiabilidade das medições utilizadas em estudos climáticos e aplicações em energia solar. Para isso, foram utilizados protocolos de validação recomendados pelo CGCT/INPE, baseados nos critérios da rede BSRN, aplicando algoritmos específicos para variáveis radiométricas. O processamento dos dados foi realizado em Python por meio da plataforma Google Colab, com leitura direta dos arquivos hospedados em nuvem. As análises envolveram testes de qualidade física dos dados, identificação de inconsistências e substituição de valores inválidos por NaN, além da criação de colunas corrigidas. Foram estudadas as relações entre a fração difusa (Kd) e o índice de claridade (Kt), com aplicação de filtros baseados no ângulo zenital e na irradiância mínima. Também foi feita uma análise de dispersão para detecção de valores suspeitos e avaliação horária da distribuição da DHI. O trabalho ainda descreve a disposição dos equipamentos da estação e os principais problemas técnicos enfrentados, como falhas na conexão de rede, domos sujos, e o rastreador solar SOLYS2 inoperante, que impactaram a coleta de dados. Os resultados indicam boa qualidade nas medições de GHI e a necessidade de correções mais rigorosas nos dados de DHI. Este estudo contribui para o aprimoramento do controle de qualidade dos dados radiométricos e reforça a importância da manutenção adequada dos equipamentos para garantir a continuidade e a confiabilidade das séries temporais de irradiância solar.

Palavras-chave: Energia solar. Instrumentação meteorológica. Qualificação de dados.

¹ E-mail: jvitorbatista2@gmail.com

² E-mail: andre.goncalves@inpe.br

³ E-mail: george.marinho@ufrn.br

**CONECTANDO SABERES E PERCEPÇÕES COMUNITÁRIAS SOBRE CONSERVAÇÃO,
IMPACTOS E FUTUROS POSSÍVEIS NO ENTORNO DO
PARQUE NACIONAL BOQUEIRÃO DA ONÇA**

Joaquim Laranjeira de Carvalho¹ (UNEB, Bolsista PIBIC/CNPq)
Sergio Mantovani Paiva Pulice² (INPE, Orientador)
Amanda Sousa Silvino³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho apresenta um recorte qualitativo dos resultados das atividades de campo e oficinas participativas conduzidas pelo projeto Bridging Values, no entorno do Parque Nacional Boqueirão da Onça, semiárido baiano. Utilizando algumas metodologias colaborativas, como Netmaps e a abordagem 3H-CLD, foram registradas as diversas percepções de comunidades tradicionais quanto aos desafios socioambientais enfrentados, seus valores atribuídos à Caatinga e os futuros desejados para seus territórios. Os resultados revelam um cotidiano marcado por desigualdades, ausência do Estado, impactos de empreendimentos e a busca por justiça social, segurança fundiária e valorização dos saberes locais e tradicionais como também preservação das suas culturas. As oficinas permitiram não apenas o diagnóstico dos problemas estruturais, mas também a criação coletiva de estratégias que possibilitam de alguma forma a transformação social como grupo virtual que facilite a comunicação e compartilhamento de suas agendas de lutas, resgatando a dimensão representativa e afetiva das comunidades com a caatinga. Conclui-se que o fortalecer políticas públicas que tenham a participação direta das comunidades tradicionais é essencial para uma conservação justa, e que assim reconheça os povos tradicionais como sujeitos protagonistas desse território.

Palavras-chave: Caatinga. Justiça socioambiental. Saberes tradicionais. Governança territorial. Participação comunitária.

¹ E-mail: laranjeirajoaquim70@gmail.com

² E-mail: sergio.ppulse@gmail.com

³ E-mail: amandasilvino@gmail.com

AVALIAR O AMBIENTE DE CLOUD DA AWS PARA VISUALIZAÇÃO DE CAMPOS METEOROLÓGICOS DO BRAMS

Johnny Keniti Mukai¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Eugenio Sper de Almeida² (INPE, Orientador)
Ivo Kenji Koga³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A computação em nuvem permite que aplicações sejam hospedadas e acessadas remotamente, dispensando a necessidade de gerenciamento de uma infraestrutura física. Este trabalho teve como objetivo avaliar o ambiente de cloud da AWS para uma aplicação de visualização de campos meteorológicos do BRAMS. Neste projeto, utilizamos a linguagem Python para o desenvolvimento da aplicação e o serviço Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), que oferece ambientes computacionais virtualizados sob demanda. Além da hospedagem na nuvem, este projeto também adicionou novas funcionalidades e melhorou o desempenho da aplicação. Para isso, foram explorados diversos métodos: uso de memória em sessões, cache de dados, atualização das versões do Python e das bibliotecas, utilização direta de tecnologias de desenvolvimento web (HTML, CSS e JavaScript) e da biblioteca Leaflet para geração e visualização de mapas. A aplicação original utilizava o Streamlit e o Folium. O Streamlit simplifica a criação de páginas web em Python, no entanto, possui limitações. O Folium é uma adaptação do Leaflet.js para o ambiente Python. Como forma de superar essas limitações, criamos uma aplicação web nativa que permitiu a utilização direta do Leaflet, o que nos possibilitou explorar todas as funcionalidades que essa biblioteca oferece. As modificações realizadas resultaram em melhorias tanto no desempenho quanto nas funcionalidades da aplicação.

Palavras-chave: BRAMS. Computação em nuvem. Python. Visualização meteorológica. Leaflet.

¹ E-mail: johnny.mukai@fatec.sp.gov.br

² E-mail: eugenio.almeida@inpe.br

³ E-mail: ivo.koga@inpe.br

ESTIMATIVA E REPRESENTAÇÃO DO CAMPO GEOELÉTRICO INDUZIDO POR VARIAÇÕES GEOMAGNÉTICAS

Jorge Camasmie Nunes¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Karen Viviana Espinosa Sarmiento² (INPE, Orientadora)

Lívia Ribeiro Alves³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Tempestades magnéticas são distúrbios no campo magnético da Terra causados pela interação do vento solar com a magnetosfera, podendo induzir correntes elétricas na superfície terrestre, conhecidas como Correntes Geomagneticamente Induzidas (GICs, do inglês Geomagnetically Induced Currents), que afetam sistemas tecnológicos como redes de energia e sistemas de comunicação. Embora sejam mais intensas em altas latitudes, essas correntes também podem ocorrer em regiões de baixa latitude, como na América do Sul, pois são dependentes da amplitude das variações magnéticas e da distribuição da condutividade elétrica do interior da Terra. Diante disso, este trabalho teve como objetivo estimar e representar graficamente os campos geoelétricos induzidos por estas variações geomagnéticas, para comparar os efeitos regionais das tempestades magnéticas. A metodologia adotada envolveu o uso de dados da rede de magnetômetros Embrace MagNet, com registros das componentes do campo magnético obtidos durante uma tempestade magnética entre 6 a 8 de dezembro de 2022, utilizada como teste nesta etapa inicial. Os dados foram processados por uma ferramenta interativa desenvolvida em linguagem Python, utilizando bibliotecas de tratamento e visualização das séries temporais. O sistema permite carregar arquivos brutos, corrigir valores declarados como outliers usando a ferramenta estatística de média móvel, converter dados brutos para unidade em nano Tesla bem como calcular e plotar as variações diurnas e derivadas temporais para o cálculo posterior do campo geoelétrico, assim como informações de condutividade elétrica da Terra. Como resultado, o aplicativo desenvolvido oferece a representação interativa das variações geomagnéticas, permitindo observar comportamentos distintos entre estações localizadas em diferentes latitudes geográficas destacando que as variações mais intensas coincidem com áreas influenciadas por fenômenos como o Eletrojato Equatorial e a anomalia do Atlântico Sul. Esta ferramenta permite estudar a variação de campo magnético e

¹ E-mail: jocamasmienures@gmail.com

² E-mail: karen.sarmiento@inpe.br

³ E-mail: livia.alves@inpe.br

geração de campos geoelettricos na superfície para examinar os possíveis efeitos de correntes geomagneticamente induzida durante tempestades magnéticas. O dashboard desenvolvido acopla processos de visualização e tratamento de dados como ferramentas para área de pesquisa da geofísica espacial.

Palavras-chave: Tempestades geomagneticamente induzidas. Magnéticas. Campo geoelettrico. Correntes.

ESTUDO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO PARA APLICAÇÃO NO CLIMA ESPACIAL

Jorge Dario Soares Angulo¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Carolina de Sousa do Carmo² (INPE, Orientadora)

Joaquim Eduardo Rezende Costa³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este projeto visa analisar métodos de previsão em larga escala para dados de clima espacial, com foco em algoritmos de aprendizado de máquina. A previsão do clima espacial é crucial para mitigar danos em infraestruturas terrestres causados por tempestades geomagnéticas, dada a complexidade inerente de estimar valores futuros. O estudo emprega o modelo Long Short-Term Memory (LSTM), uma arquitetura de Redes Neurais Recorrentes, reconhecida por sua capacidade de processar e aprender padrões em séries temporais de grande volume. O objetivo principal é a previsão do índice planetário Kp, um indicador chave que classifica o clima espacial em calmo ($Kp \leq 4$) e perturbado ($Kp \geq 5$), com subdivisões de fraco (G1: $Kp = 5$), moderado (G2: $Kp = 6$), forte (G3: $Kp = 7$), severo (G4: $Kp = 8$) e extremo (G5: $Kp = 9$). Os dados utilizados cobrem o período completo do ano de 2024, que registrou tempestades geomagnéticas severas. Para aprimorar a robustez da previsão, o índice Kp foi integrado a outras variáveis geomagnéticas, incluindo o índice do Eletrojato Auroral (AE) e o valor escalar do Campo Magnético (B), um parâmetro crítico no acoplamento vento solar - magnetosfera. Os resultados demonstram a eficácia da abordagem proposta, com um Erro Quadrático Médio (EQM) de 0,44. Este valor indica uma estimativa significativamente positiva, considerando a complexidade e a volatilidade dos dados geomagnéticos, e ressalta o potencial das LSTM's para previsões em cenários desafiadores de clima espacial. Adicionalmente, o modelo desenvolvido superou abordagens tradicionais na detecção de eventos severos (G3 ou superiores), reduzindo falsos alarmes em 30% em comparação com métodos baseados em limiares físicos estáticos.

Palavras-chave: Clima espacial. Séries temporais. Redes neurais recorrentes. Aprendizado de máquina. Tempestades geomagnéticas.

¹ E-mail: jorge.angulo@usp.br

² E-mail: carolina.carmo@inpe.br

³ E-mail: joaquim.costa@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DE CATALISADORES À BASE DE ÓXIDOS SUPORTADOS EM ALUMINA PARA O USO EM SISTEMAS PROPULSIVOS LÍQUIDOS

Júlia Lima Siqueira¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sayuri Okamoto² (INPE, Orientadora)

Luís Gustavo Ferroni Pereira³ (ITA, Coorientador)

RESUMO

O projeto teve como objetivo desenvolver catalisadores à base de óxidos suportados em alumina, voltados para sistemas propulsivos líquidos de satélites que utilizam peróxido de hidrogênio (H_2O_2) concentrado como monopropelante. Essa pesquisa visa substituir a hidrazina — substância altamente tóxica e cancerígena — por um propelente mais limpo, eficiente e seguro. Inicialmente, foi realizada a triagem de fatores que influenciam a eficiência catalítica, por meio de um planejamento fatorial fracionário saturado. Foram investigadas variáveis como concentração da solução, tempo e temperatura de calcinação, taxa de aquecimento e tempo de secagem. Os resultados foram avaliados por testes gravimétricos e analisados com o software Minitab®, utilizando ferramentas estatísticas como gráficos de Pareto, gráficos de probabilidade normal e ANOVA. Com base nos fatores mais significativos, foram preparados catalisadores em um planejamento fatorial completo, com o objetivo de otimizar o processo. As análises mostraram que a combinação adequada de taxa de aquecimento, tempo de calcinação e tempo de secagem influencia diretamente na eficiência da decomposição do H_2O_2 . A resposta catalítica foi avaliada pela variação de massa da amostra exposta ao peróxido, e os resultados mostraram que o modelo quadrático desenvolvido é estatisticamente significativo, apresentando um bom ajuste entre os valores previstos e os observados. O estudo contribui para o avanço no desenvolvimento de green propellants (propelentes verdes) e destaca o potencial do H_2O_2 como alternativa segura e viável para aplicações espaciais.

Palavras-chave: Catalisador. Planejamento experimental. Propulsão. Peróxido de hidrogênio. Alumina.

¹ E-mail: julialima170422@gmail.com

² E-mail: sayuri.okamoto@inpe.br

³ E-mail: gustavoferroni@ita.br

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA SAÚDE RELACIONADOS AO CALOR: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES DEFINIÇÕES DE ONDA DE CALOR

Júlia Teixeira Santos¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)
Ariane Frassoni dos Santos de Mattos² (INPE, Orientadora)
João Paulo Assis Gobo³ (UNIR, Coorientador)

RESUMO

Ondas de calor estão se tornando mais frequentes, e com elas, diversos impactos são causados na sociedade, seja no setor econômico ou na saúde. As ondas de calor aumentam o risco de mortes por problemas respiratórios e cardiovasculares devido ao estresse térmico provocado ao corpo humano. Elas podem resultar em aumento de mortes e admissões de emergência em hospitais, especialmente entre grupos vulneráveis, como idosos, crianças pequenas e pacientes com doenças crônicas. Este trabalho tem por objetivo analisar a ocorrência de ondas de calor por meio de dois métodos de identificação destes eventos nos dados observacionais e nas previsões de tempo do modelo MONAN e analisar se mudanças na definição estão associadas a mudanças nos impactos sobre a saúde. Em 2024 ocorreu uma onda de calor entre os dias 24 de abril e 5 de maio no sudeste do Brasil. Para o estudo foi escolhida a cidade de São José dos Campos - SP e para análise foram utilizados variáveis de temperatura e umidade relativa disponibilizados pela CETESB e os dados de internações pelo DATASUS. Foram realizadas análises estatísticas utilizando os dados diários de temperatura, umidade relativa, e admissões nos hospitais de São José dos Campos. Utilizou-se dados de internações de pessoas na faixa etária de 60 anos ou mais, em São José dos Campos - SP relacionadas ao sistema circulatório (CID I) e respiratório (CID J). As temperaturas máximas chegaram em torno de 30 a 33°C, com anomalia positiva de 1,4 a 7,4°C e temperaturas mínimas entre 17 a 22°C, com anomalias positivas de 1,9 a 3,7°C, indicando temperaturas acima da média por mais de 12 dias. Nesses dias, a umidade relativa do ar média do dia foi em torno de 56,5 a 67,5% e anomalia negativa de 5,1 a 15,6 %, indicando ar mais seco. No dia 25/04 foram observadas 5 internações devido ao sistema circulatório e 3 ao respiratório. Já no dia 02/05, ocorreram 13 internações de origem circulatória e 4 de origem respiratória, equivalente ao dia com maior temperatura máxima (33,6°C), com a maior anomalia de 7,4°C. Nesse mesmo dia houve a menor média de umidade relativa do ar, 56,5%, com a

¹ E-mail: santostjulia@gmail.com

² E-mail: ariane.frassoni@inpe.br

³ E-mail: joao.gobo@unir.br

anomalia de -18,2%, indicando como a baixa umidade do ar e calor extremo podem afetar a ocorrência de doenças cardiovasculares e respiratórias. Os próximos passos do trabalho envolvem a identificação da onda de calor por dois diferentes métodos e avaliar se a mudança na definição de onda de calor provocará um efeito importante sobre o impacto estimado na saúde.

Palavras-chave: Ondas de calor. Saúde. Calor extremo.

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PAISAGENS DE RISCO DE DOENÇAS VETORIAIS EM REGIÕES DA AMAZÔNIA

Kamila Ohana de Azevedo Cyrillo¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maria Isabel Sobral Escada² (INPE, Orientadora)

Ana Cláudia Rorato Vítor³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar e classificar paisagens com potencial risco para a transmissão de dengue na comunidade de Tauajó, em Cametá (PA), por meio da avaliação visual dos mosaicos de imagens RGB obtidos em 2024 com o drone Mavic 3M. O estudo integra o projeto Harmonize-Brasil e busca apoiar estratégias locais de saúde pública no Bioma Amazônia. A metodologia consistiu no desenvolvimento de uma tipologia de paisagens de risco para dengue, com base em feições associadas ao habitat do mosquito e aos modos de vida humano, detectáveis nas imagens de drone. Juntamente com o sobrevoo, instalaram-se armadilhas de ovos de mosquito na área, que geraram resultados positivos para *Aedes albopictus*. Na construção da tipologia, consideraram-se variáveis como densidade de moradias, cobertura vegetal, presença de resíduos sólidos e infraestrutura de acesso. A tipologia baseou-se nos resultados de atividades de cartografia participativa com agentes de saúde, avaliação de fichas de campo, referências técnicas e interpretação visual dos mosaicos. Aplicaram-se dois grids celulares para a análise da paisagem: um com células de 90x90m, destinado à descrição geral da paisagem, e outro com 30x30m, para maior detalhamento dos elementos visíveis. As células foram classificadas no software TerraView, com atribuição de valores de risco epidemiológico (exposição) e entomológico (habitat do mosquito), possibilitando espacializar as áreas de risco. O grau de risco total à dengue foi obtido por meio da média entre as duas classes de risco, em uma escala que variou de 0 (ausência) a 5 (risco elevado). Foram identificadas áreas críticas, como locais com descarte inadequado de resíduos, presença de construções inativas e áreas alagáveis, que favorecem o acúmulo de água e criadouros de mosquito. O mapa de risco produzido evidenciou zonas prioritárias para intervenção, com destaque para áreas com alta densidade de resíduos acumulados em quintais e sob vegetação densa. Os resultados contribuem para

¹ E-mail: kamila.ohana@unesp.br

² E-mail: isabel.escada@inpe.br

³ E-mail: ana.rorato@inpe.br

orientar ações de controle vetorial e fortalecer a capacidade de análise territorial local. O estudo propõe metodologia replicável a outras localidades amazônicas e demonstra a viabilidade do uso de imagens de drone e ferramentas de SIG para apoiar a vigilância epidemiológica em ambientes com alta heterogeneidade.

Palavras-chave: Imagens de drone. Uso e cobertura da terra. Mapa de risco. Dengue.

ANÁLISE DE TRAJETOS DE ROTAS DE ÔNIBUS A PARTIR DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Kauã Espindola Martins¹ (E.E. Valmar Lourenço, Bolsista PIBIC-EM/CNPq)

Sidnei João Siqueira Sant'Anna² (INPE, Orientador)

Jussara de Oliveira Ortiz³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Uma das formas de exercer cidadania é conhecer o território onde se vive e identificar os processos que podem ser melhorados. Esse olhar pode iniciar-se através da educação, por exemplo, a partir da experiência prática de jovens e adolescentes, para compreender o uso de ferramentas didáticas gratuitas de geoprocessamento como o MyMaps, Google Earth Pro, o sistema de informações geográficas QGIS, imagens de sensoriamento remoto e, também, navegação com o sistema de posicionamento global (GPS). Neste contexto, este trabalho apresenta os resultados das atividades propostas para analisar os trajetos de percursos entre dois pontos distintos, origem e destino. A partir de técnicas de geoprocessamento foram estudadas diferentes rotas no entorno da Escola Estadual Valmar Lourenço Santiago, onde o bolsista estuda e que está localizada no bairro Campos de São José , São José dos Campos. As atividades propostas foram divididas em aprendizado de softwares, trabalho de campo com GPS, elaboração de planilhas e gráficos e confecção de mapas mostrando diferentes possibilidades de rotas e foram executadas em 5 etapas: Familiarização com o GPS, Noção de Trajeto/Caminho, Cálculo de Distância de Trajetos, Simulação de Trajetos e Análise de Tempo e Descrição de Diferentes Trajetos. A Familiarização consiste no aprendizado dos conceitos básicos de cartografia e no uso de equipamento de navegação e posicionamento, (GPS). A etapa Noção de Trajeto trata da definição de trajetos entre dois pontos, um de origem e outro de destino. Para este estudo selecionou-se um trajeto real da linha de ônibus municipal 341A que vai do terminal de ônibus central da cidade de São José dos Campos até o bairro Campo de São José, local de residência do bolsista. Neste trajeto foram registradas 49 paradas de ônibus com descritor fotográfico, com coordenadas geográficas e anotações a respeito do estado da parada de ônibus. Na terceira etapa, a partir de trajetos empiricamente criados, foi calculada a distância total de um dado trajeto e introduzido o conceito de distância Euclidiana. Na etapa de Simulação de Trajetos todas as paradas

¹ E-mail: kaua.martins1110@gmail.com

² E-mail: sidnei.santanna@inpe.br

³ E-mail: jussara.ortiz@inpe.br

de ônibus existentes no bairro foram mapeadas a fim de se estudar o tempo gasto para se percorrer o trajeto de cada parada de ônibus (origem) até a escola Valmar Lourenço Santiago (destino) usando diferentes tipos de locomoção (a pé, bicicleta e carro). Na última etapa, a Descrição de Diferentes Trajetos, diversas rotas foram criadas e medidas assim como foram analisadas as condições das vias públicas, as distâncias percorridas e os tempos gastos para percorrê-las. O principal resultado até aqui obtido é a mudança de comportamento do bolsista com relação ao exercício de cidadania. Os resultados também mostram que podem existir diferentes rotas para realização de um trajeto entre dois pontos e que a distância euclidiana nem sempre é factível. Observou-se que as diferentes rotas podem ser efetuadas com o mesmo tempo, independente dos meios de locomoção. No entanto, estas rotas nem sempre se apresentaram integradas aos pontos de ônibus analisados. Foi identificado, também, que o Google Maps sugere rotas diferentes. Todo o trabalho conduziu o aluno a melhores questionamentos em relação ao espaço onde vive, além de aprendizados múltiplos em termos de geotecnologias, proporcionando um olhar científico e prático.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Imagem de satélite. GPS. Rotas de ônibus.

MONITORAMENTO E ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DE MP2,5 APLICADA EM SENSORES DE BAIXO CUSTO: IMPACTOS NA QUALIDADE DO AR E NA SAÚDE PÚBLICA EM ÁREAS URBANAS

Kauã Felipe Nazário dos Santos¹ (CEFET-RJ, Bolsista PIBIC-EM/CNPQ)
Felipe Aguiar de Carvalho² (CEFET-RJ, Bolsista PIBIC-EM/CNPQ)
Antonio Marcos Vianna Campos³ (INPE, Orientador)
Almir Venâncio Ferreira⁴ (CEFET-RJ, Coorientador)

RESUMO

A poluição atmosférica é um dos principais problemas enfrentados pelas grandes cidades, especialmente pela presença de material particulado fino (MP2,5), que representa um risco direto à saúde pública por penetrar profundamente no sistema respiratório humano, podendo causar doenças cardiovasculares, respiratórias e até mesmo neurológicas. Diante disso, este projeto tem como finalidade principal o monitoramento, a análise e a divulgação das concentrações de MP2,5 em áreas urbanas, utilizando sensores de baixo custo conectados a sistemas de rede, de forma a permitir o acesso público às informações sobre a qualidade do ar. A proposta parte da necessidade de tornar o monitoramento ambiental mais acessível, tanto em termos de custo quanto de compreensão, promovendo uma maior conscientização da população sobre os riscos à saúde decorrentes da exposição contínua a esse poluente. Para isso, foram adquiridos sensores específicos de MP2,5 que serão integrados ao sistema Arduino, o qual permitirá a coleta, o armazenamento e a transmissão dos dados em tempo real. Inicialmente, foi escolhido um local para testes com o objetivo de verificar a funcionalidade, a sensibilidade e a precisão do equipamento em condições reais. As análises preliminares indicam que o sistema está funcionando conforme o esperado, o que possibilita o avanço para futuras etapas do projeto, como a ampliação da rede de sensores e a geração de mapas de concentração. Espera-se, com isso, contribuir para a construção de uma base sólida de dados ambientais que possa auxiliar na formulação de políticas públicas, além de incentivar a população a adotar atitudes preventivas diante dos níveis de poluição identificados em seu cotidiano, tornando a ciência mais próxima da realidade urbana e dos desafios da saúde coletiva.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Sensores de baixo custo. Impactos sociais e ambientais. Meteorologia.

¹ E-mail: kauafnazariosantos@gmail.com

² E-mail: felipeaguiardecarvalho76@gmail.com

³ E-mail: marcos.vianna@inpe.br

⁴ E-mail: almir.venancio@cefet-rj.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 Campos¹ (UFSCAR, Bolsista PIBIC/CNPq)
Láysa Cristina Araujo Resende Chagas² (INPE, Orientadora)
Clezio Marcos Denardini³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar os fenômenos ionosféricos relacionados ao adensamento de plasma na região E da ionosfera terrestre, conhecidos como camadas E esporádicas (Es). Essas camadas são classificadas em diferentes tipos conforme sua altitude e latitude magnética, bem como em função do seu mecanismo de formação. Em latitudes médias e baixas, a sua formação está associada ao mecanismo de cisalhamento de ventos. Em regiões equatoriais, sua presença também está associada à presença das instabilidades de plasma do eletrojato equatorial (EEJ). Já em altas latitudes, as camadas estão normalmente associadas à precipitação de partículas energéticas. No entanto, durante períodos magneticamente perturbados, ou seja, eventos de clima espacial, os campos elétricos perturbados e precipitação de partículas podem influenciar alguns dos mecanismos de formação dessas camadas. Com esse propósito, foi realizada uma análise abrangente utilizando dados de diferentes estações ionosféricas brasileiras, localizadas sobre o equador magnético e sobre a região da Anomalia Magnética da América do Sul (SAMA) durante duas tempestades magnéticas ocorridas em maio e outubro de 2024. A investigação concentrou-se em parâmetros de frequência extraídos de ionogramas, como o ftEs (frequência do topo da camada Es) e o fbEs (frequência de bloqueio da camada Es). Foi também introduzido um resultado de simulação utilizando o modelo ionosférico da região E (MIRE). Os resultados indicam que as camadas Es apresentam comportamentos distintos durante as fases principal e de recuperação das tempestades magnéticas, com variações de acordo com a sua latitude. Apesar de os campos elétricos perturbados atuarem de forma global, observa-se uma interação complexa com sistemas atmosféricos locais, que também desempenham papel relevante no desenvolvimento dessas camadas. A análise apresentada contribui para o

¹ E-mail: laisluz@estudante.ufscar.br

² E-mail: laysa.resende@inpe.br

³ E-mail: clezio.denardin@inpe.br

entendimento dos mecanismos de formação das camadas Es, oferecendo subsídios importantes para seu monitoramento e previsão.

Palavras-chave: Camada E esporádica. Tempestades magnéticas. Clima espacial. Campos elétricos perturbados.

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA INTEGRAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE ROTINAS DE PROCESSAMENTO

Larissa Colucci Gomes Monção¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)

Rogério Flores Júnior³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O projeto visou o desenvolvimento de uma ferramenta computacional baseada em tecnologias web para integrar e padronizar rotinas de processamento de dados utilizadas no LabISA. A metodologia adotada iniciou-se com o levantamento e análise da estrutura organizacional dos dados manipulados pelo laboratório, seguida de um estudo dos fluxos de processamento existentes. Posteriormente, foi solicitada à análise crítica dos códigos implementados em linguagens R e Matlab, empregados nas etapas de tratamento e conversão de dados. Com base no conhecimento adquirido durante a fase de análise, foi desenvolvida uma estratégia de migração das rotinas computacionais para a linguagem Python, com o objetivo de facilitar a manutenção do código e assegurar compatibilidade com sistemas mais modernos. Inicialmente, parte dessas funcionalidades chegou a ser implementada em uma aplicação desktop utilizando PyQt6. No entanto, com o aumento do volume de dados e a necessidade de maior escalabilidade, essa abordagem demonstrou-se limitada em termos de desempenho e flexibilidade. Foi nesse contexto que surgiu o sistema LIA (LabISA Interactive Assistant), uma aplicação web projetada para centralizar rotinas computacionais por meio de uma interface gráfica unificada e intuitiva, mais adequada às demandas do laboratório. Como atividade seguinte, foi realizado o planejamento da arquitetura do sistema, com a definição de módulos de integração, fluxo de dados e funcionalidades desejadas. Também foram iniciadas adaptações das rotinas legadas para que operem de forma coordenada com os novos scripts em Python. A interface do usuário foi projetada com ênfase em usabilidade e organização funcional, incorporando recursos para carregamento de arquivos, aplicação de filtros especializados, visualização gráfica interativa dos dados e exportação de resultados processados. A implementação do front-end utilizou tecnologias web modernas, como React para construção da interface, Vite para otimização do desempenho e Tailwind CSS para estilização responsiva. A estrutura foi pensada para oferecer uma experiência

¹ E-mail: larissa.cgmoncao@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: rogerio.junior@inpe.br

clara e acessível, mesmo para usuários com pouca familiaridade técnica. O sistema desenvolvido permite a automatização de etapas críticas do processamento, promovendo padronização metodológica e facilitando o reuso das rotinas computacionais desenvolvidas pelo laboratório, contribuindo assim para a eficiência operacional e consistência dos processos de análise de dados.

Palavras-chave: Python. R. Matlab. React. Tailwind CSS. Vite. Interface web. Processamento. LabISA. Desenvolvimento de sistemas. Front-end.

EQUALIZAÇÃO DOS MAPAS, DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL, DE TOPOGRAFIA, VEGETAÇÃO, SOLO, MÁSCARA OCEANO-E CORPOS D'ÁGUA CONTINENTAIS PARA O USO EM MODELAGEM NUMÉRICA ATMOSFÉRICA

Laura Biscaino Lasso¹ (UNICAMP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Jorge Luis Gomes² (INPE, Orientador)
Isabel Pilotto³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

No presente trabalho, foram elaborados mapas temáticos e máscaras geográficas com o objetivo de analisar características ambientais como topografia, vegetação e pedologia. Cobrindo um recorte territorial do Brasil que abrange uma área de 1.333.306,67 km². Os dados foram obtidos por meio de diferentes plataformas públicas, cada qual apresentando distintas resoluções espaciais e sistema de coordenadas geográficas. Diante das diferenciações, foi necessário um processo de padronização e equalização dos dados, que incluiu a reprojeção das imagens para o sistema geodésico World Geodetic System 1984 (WGS 84) e para resoluções espaciais de 30 metros, garantindo a compatibilidade entre as diferentes camadas geográficas. Além disso, foi realizada a harmonização de detalhes nas áreas litorâneas e corpos d'água, assegurando uniformidade nos limites e contornos dessas regiões, o que é essencial para análises espaciais mais precisas e integradas.

Palavras-chave: SIG (Sistema de Informação geográfica). Mapeamento. Qgis. Modelagem espacial.

¹ E-mail: l246090@dac.unicamp.br

² E-mail: jorge.gomes@inpe.br

³ E-mail: isabel.pilotto@inpe.br

CALIBRAÇÃO DE DADOS DE RADARES METEOROLÓGICOS PARA APLICAÇÕES EM MONITORAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

Laura Hübner Tessari Braz¹ (IAG/USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Thiago Souza Biscaro² (INPE, Orientador)

Rachel Ifanger Albrecht³ (IAG/USP, Coorientadora)

RESUMO

A precisão no monitoramento da precipitação é fundamental para diversas aplicações em hidrologia e meteorologia. No entanto, uma das maiores fontes de erro na estimativa de precipitação é a calibração dos radares de superfície (Ground Radars - GR), que podem resultar em uma medida da precipitação sistematicamente maior ou menor do que a real, em função de um viés nos valores de refletividade. Este trabalho foca na identificação e correção desses vieses para cinco radares do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), disponíveis na base de dados do INPE, localizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil: São Roque, Santiago, Canguçu, Morro da Igreja e Pico do Couto. Uma das abordagens para realizar a correção das observações feitas pelos radares de superfície é por meio da comparação com os sensores a bordo de satélites (Spaceborne Radars - SR). No caso deste estudo, foram utilizados dados do radar de precipitação de bordo (DPR) da missão Global Precipitation Measurement (GPM), rede internacional de satélites que fornece observações globais de chuva e neve. O GPM disponibiliza bancos de dados com acesso facilitado através da plataforma online da NASA. A metodologia empregada baseia-se no método de correspondência de volumes (Volume Matching Method - VMM). O VMM permite uma comparação quantitativa das refletividades de um radar a bordo de satélite (SR) e um radar de solo (GR) com processamento espacial mínimo dos dois conjuntos de dados. As interseções entre um feixe do SR e uma varredura do GR são identificadas, e as refletividades de ambos os instrumentos são calculadas para igualar aproximadamente os volumes da amostra. Utilizando a linguagem de programação Python via Google Colab, inicialmente, filtraram-se os dados disponíveis nas regiões de interesse dos cinco radares que coincidiam com a área de abrangência do GPM para um período de um ano, com os resultados em uma tabela para inspeção de cada um dos cinco radares. Posteriormente, visando equalizar os volumes amostrais e obter pares de

¹ E-mail: laurabraz@usp.br

² E-mail: thiago.biscaro@inpe.br

³ E-mail: rachel.albrecht@iag.usp.br

medidas de refletividade correspondentes, aplicou-se o VMM para os casos coincidentes.

Palavras-chave: Radares meteorológicos. Precipitação. GPM. Sensoriamento remoto.

ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E FOCOS DE QUEIMADAS SOBRE O BIOMA PANTANAL DURANTE O PERÍODO DE 2016 ATÉ 2022

Lidiane Leme Moreira dos Santos¹ (EEL/USP, Bolsista PIBIC/CNPQ)

José Roberto Rozante² (INPE, Orientador)

Débora Souza Alvim³ (EEL/USP, Coorientadora)

RESUMO

As queimadas no Pantanal provocaram impactos ambientais significativos, sobretudo devido às emissões antropogênicas de poluentes atmosféricos que alteraram a composição da troposfera. Entre 2016 e 2021, foram analisadas espacialmente as concentrações de diversos poluentes atmosféricos: monóxido de carbono (CO), obtido pelo sensor MOPITT do satélite Terra; dióxido de nitrogênio (NO_2), a partir do sensor OMI do satélite AURA; e os compostos como carbono negro (BC), carbono orgânico (OC), profundidade óptica de aerossóis e dióxido de enxofre (SO_2), obtidos por reanálises do MERRA-2 e precipitação total do ERA5. As maiores concentrações desses poluentes e o maior número de focos de queimadas foram observados no período de seca da região, entre os meses de junho e novembro, com destaque para os meses de agosto, setembro e outubro (ASO). Esse padrão foi ainda mais acentuado nos últimos três anos da série (2019–2021), principalmente em 2020, quando, no período de ASO, os aumentos médios em relação ao período de 2016–2018 foram de 29% para CO, 31% para NO_2 , e aproximadamente 50% para SO_2 , BC e OC. Embora tradicionalmente a seca esteja associada a um aumento das queimadas, os dados indicam que o agravamento recente está mais relacionado à ação humana. Em 2021, por exemplo, a precipitação média mensal foi 48% superior à de 2016, 2017, 2019 e 2020, mas ainda assim o ano apresentou a maior Potência Radiativa do Fogo (FRP) e foi o segundo com maior número de focos de queimadas e de concentrações de poluentes, superado apenas por 2020, que deteve o recorde histórico. Para aprimorar o monitoramento e a compreensão desses eventos, é essencial incorporar novas variáveis às análises, como o FRP espacial, além de fatores climáticos como velocidade e direção dos ventos e temperatura. Nos últimos quatro anos analisados (2019 a 2022), foi observado um aumento expressivo nas concentrações de poluentes atmosféricos durante o período seco, comportamento que não se repetiu nos anos iniciais do estudo. Esse padrão evidencia a necessidade de ampliar o monitoramento

¹ E-mail: lidianesantos@usp.br

² E-mail: roberto.rozante@inpe.br

³ E-mail: debora.alvim@eel.usp.br

da qualidade do ar, integrando a análise de variáveis como o número de focos de queimadas e a Potência Radiativa do Fogo (FRP), a fim de identificar possíveis tendências de intensificação no desmatamento, nas queimadas e, consequentemente, na poluição atmosférica. Embora a estação seca torne naturalmente a vegetação mais suscetível a incêndios, os dados apontam que a principal causa da intensificação desses eventos é de origem antrópica, como o uso do fogo para fins agropecuários e outras práticas não sustentáveis. Essas ações humanas são os principais vetores das alterações ambientais registradas, provocando não apenas mudanças na composição da atmosfera, mas também sérios impactos à saúde pública e à biodiversidade. A exposição à poluição resultante das queimadas pode causar desde sintomas leves, como irritação nos olhos e vias respiratórias, até doenças mais graves, afetando os sistemas respiratório e cardiovascular da população exposta. No caso específico do Pantanal, os danos ambientais incluindo a perda de biodiversidade que podem ser duradouros ou mesmo irreversíveis.

Palavras-chave: Poluentes atmosféricos. Queimadas. Pantanal.

ESTUDO DO ACOPLAMENTO ATMOSFERA NEUTRA-IONOSFERA POR MEIO DE DADOS DE IMAGEADOR E RIÔMETRO

Lucas Adinâ Baungartner¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cristiano Max Wrasse² (INPE, Orientador)

Juliano Moro³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Ondas de gravidade (OG) são fenômenos atmosféricos resultantes do movimento de massas de ar devido a efeitos orográficos e gradientes de pressão e temperatura, sendo responsáveis pela transferência de energia e momento ao longo da atmosfera. Elas podem ser classificadas em Bandas, Ripples e Ladders. O estudo das OG é associado ao fenômeno da aeroluminescência, emissão de radiação pelos gases atmosféricos devido a excitação eletrônica. As mudanças nas propriedades físicas das regiões onde ocorre a aeroluminescência são usadas como traçadores para identificação das OG nos registros noturnos do imageador All-Sky. Em paralelo, processos de origem externa à atmosfera terrestre, como as tempestades geomagnéticas (TG), também alteram suas propriedades físicas. Os efeitos das TG podem ser estudados a partir da variação da absorção do ruído cósmico pela ionosfera, região da atmosfera com alta concentração de íons e elétrons livres. O riômetro, por sua vez, mede a intensidade do ruído cósmico proveniente de diversas regiões do espaço nas frequências de 30 ou 38,2 MHz. Nesse trabalho, foram utilizados dados do imageador All-Sky e do riômetro instalados no Observatório Espacial do Sul (-29,4, -53,8) em São Martinho da Serra- RS (SMS), para o estudo do acoplamento entre atmosfera neutra e ionosfera. Com os dados obtidos pelo imageador All-Sky no ano de 2024, foram identificados 362 eventos de OG, sendo 181 (50,00%) eventos classificados como do tipo Banda, 134 (37,02%) do tipo Ripple e 47 (12,98%) do tipo Ladder. Com relação aos efeitos das TG na ionosfera vistos com o riômetro, foi identificado um aumento da densidade eletrônica sobre SMS durante a ocorrência da TG dos dias 4 e 5 de agosto de 2024. Essa TG, que atingiu valor de aproximadamente -100 nT no índice Disturbance Storm Time (Dst), causou uma absorção ionosférica do ruído cósmico (38,2 MHz) de aproximadamente 0,8 dB às 13:47 UT do dia 5 de agosto de 2024 (fase de recuperação). Com a experiência obtida com esses dois instrumentos, o próximo passo refere-se ao estudo de eventuais flutuações na absorção do ruído

¹ E-mail: lucasbaungartner941@gmail.com

² E-mail: cristiano.wrasse@inpe.br

³ E-mail: juliano.moro@inpe.br

cósmico correlacionando-as com a passagem de ondas de gravidade de curtos períodos.

Palavras-chave: Ondas de gravidade. Aeroluminescência. Tempestades geomagnéticas. Riômetro.

ANÁLISE TERMODINÂMICA DE EVENTOS DE GRANIZO EM SANTA CATARINA UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO POR SATÉLITE

Lucas Borges da Costa¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Diego Pereira Enore² (INPE, Orientador)

Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

Visando aprimorar as análises dos ambientes pré-convectivos que favorecem precipitação de granizo no estado de Santa Catarina, por meio de informações importantes inerentes ao diagrama termodinâmico Skew-T Log-P, as atividades desenvolvidas no presente projeto se voltaram à realização de análises estatísticas de determinados índices termodinâmicos, como: Índice K, Total-Totals, Índice de Levantamento, SWEAT, Água Precipitável e índices relativos ao CAPE e CIN, comparando tais índices obtidos de radiossondagem àquelas estimadas a partir do satélite GOES-16. Os resultados mostram que os índices obtidos pelos dois meios apresentavam valores bem próximos quando a atmosfera estava mais seca e sem nuvens, enquanto que em ambientes úmidos tais valores divergiam significativamente. A exceção se abre aos índices CAPE e CIN, pois suas estimativas se diferenciaram muito dos valores reais na grande maioria dos casos em que ambos eram não nulos. Além disso, concluiu-se que a cobertura de nuvens interfere significativamente no sensoriamento do GOES-16, pois em ambientes muito nublados dificilmente havia a disponibilidade dos dados de temperatura e umidade extraídos por este satélite, esse fato tem relação com o seu produto Mascaramento de Nuvens. Tais resultados evidenciam condições favoráveis à extração de diagramas Skew-T Log-P, e seu índices, através do sensoriamento remoto do GOES-16, em ambientes com o ar insaturado, seco e sem nuvens, em locais onde não há medições através de radiossondas.

Palavras-chave: Análise estatística. Índices termodinâmicos. Skew-T Log-P. Mascaramento de nuvens.

¹ E-mail: lucasborgescosta18@gmail.com

² E-mail: diego.enore@inpe.br

³ E-mail: wendell.farias@ufsc.br

CLIMATOLOGIA SINÓTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Lucas Crespo Mendonça Giacomini¹ (UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)

Gustavo Carlos Juan Escobar² (INPE, Orientador)

Claudine Pereira Dereczynski³ (UFRJ, Coorientadora)

RESUMO

O setor oeste do Estado de Santa Catarina (OSC) é uma região muito favorável à ocorrência de eventos extremos de chuva (EECs) geradas por sistemas baroclínicos que atuam na região, tais como sistemas frontais, ciclones e cavados. O objetivo deste trabalho é caracterizar os principais sistemas meteorológicos de escala sinótica associados à EECs na região de estudo. A metodologia para identificação de EECs constitui-se inicialmente no cálculo da média espacial da precipitação diária (PREC) obtida com MERGE no OSC. A seguir, calculou-se o percentil 95 (P95) da PREC no período de estudo (2001–2023), resultando em 47 mm/dia. Nesse cálculo considerou-se apenas a PREC superior a 1 mm/dia. Com isso, identificam-se as datas onde a PREC ultrapassou o P95 na área. Estudos de casos estão sendo elaborados para os 10 dias mais chuvosos no OSC. Dados do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis v5 com resolução espacial de 0,25° de latitude x 0,25° de longitude a cada 6 horas estão sendo utilizados em tais análises. Os resultados mostram a ocorrência de 103 dias de EECs, com um total de 21 casos. Nota-se uma grande variabilidade interanual na frequência dos EECs, com máximo em 2005 (10 dias) e mínimo em 2001 (0 dias). Em 2005 (2001) registrou-se o maior (menor) total pluviométrico acumulado durante os dias de EECs: 649 mm e 0 mm respectivamente. Dentre os 10 maiores EECs o dia 16 de agosto de 2006 (26 de abril de 2010) foi o de maior (menor) precipitação no OSC, com 97 mm/dia (74 mm/dia), sendo esse valor obtido através da média na área do OSC. O evento do dia 16 de agosto de 2006 foi provocado pela passagem de uma frente fria na região, formou-se entre o Uruguai e o sul do Brasil no dia 13, deslocando-se para o oceano no dia 14. Nesse mesmo dia, uma área de baixa pressão sobre o Uruguai deu origem ao quarto sistema frontal do mês. Essa quarta frente fria avançou pelo interior da Região Sul, resultando no maior acumulado pluviométrico no dia 16 no OSC. No campo de pressão ao nível médio do mar observa-se um ciclone de 1012 hPa exatamente sobre o OSC durante todo o dia

¹ E-mail: lucascrespmg02@gmail.com

² E-mail: gustavo.escobar@inpe.br

³ E-mail: claudine.dereczynski@igeo.ufrj.br

16. No campo de linhas de corrente e razão de mistura em 850 hPa e, temperatura do ar a 2m de altura nota-se a confluência do ar frio e seco proveniente do anticiclone migratório do sul da Argentina com o ar quente e úmido vindo do Atlântico, atravessando o Centro-Oeste do Brasil, ambos convergindo para o ciclone no OSC. No campo de espessura 500–1000 hPa nota-se a presença de um cavado sobre a Argentina, dando suporte ao sistema frontal. No dia 18, esse sistema frontal foi localizado em Santos, litoral de São Paulo. Nas próximas etapas deste trabalho os demais casos serão investigados e compostos com os 103 dias de EECs serão elaborados a fim de identificar os aspectos comuns a maior parte dos eventos.

Palavras-chave: Precipitação intensa. Sistemas meteorológicos. Oeste Catarinense.

GEOTECNOLOGIA E SIG APLICADO À CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL NO NORDESTE DO BRASIL

Lucas Oliveira de Medeiros¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Melquisedec Medeiros Moreira² (INPE, Orientador)
Helenice Vital³ (UFRN, Coorientadora)

RESUMO

A erosão costeira é um processo natural que afeta diversas regiões litorâneas do Brasil e vem sendo observada com maior intensidade desde a década de 1990. Um exemplo atual desse fenômeno ocorreu em 2024, na Praia de Ponta Negra, em Natal/RN, que passou por um processo de alimentação artificial de praia, conhecido como "engorda". A obra teve início em setembro, com a execução dos primeiros trechos, e em outubro foi realizada uma visita técnica ao local. O objetivo foi compreender as soluções de engenharia aplicadas e coletar amostras para análises laboratoriais. Os resultados dessas análises indicaram que a areia utilizada no processo difere da original, apresentando granulometria mais grossa, maior teor de carbonato e matéria orgânica, características que podem impactar na dinâmica sedimentar e nos ecossistemas costeiros da região. No mês de dezembro do mesmo ano, foi realizada outra visita técnica ao município de Jacobina, na Bahia, localizado em um vale cercado por serras compostas predominantemente por rochas metamórficas do tipo quartzito. A geologia e geomorfologia locais contrastam significativamente com as de Natal. Jacobina apresenta um relevo acidentado e clima com alta incidência de chuvas. Em algumas áreas, observou-se a presença de rochas friáveis, o que eleva o risco de deslizamentos e desabamentos, especialmente em encostas. A cidade também é cortada por dois rios que se encontram em seu perímetro urbano. Durante eventos de chuvas intensas, esses rios frequentemente transbordam, provocando inundações nas principais vias. Diante desse cenário, a Defesa Civil local implantou um sistema de sinalização com placas em postes indicando rotas de fuga, além de instalar bueiros de grandes dimensões em áreas mais suscetíveis, com o objetivo de mitigar os impactos das enchentes e preservar vidas. Esse tipo de ação preventiva reforça a importância do mapeamento de risco geológico e hidrológico, que deve considerar as particularidades de cada região. A comparação entre os dois municípios evidencia como diferentes contextos geológicos e geomorfológicos resultam em distintos tipos de riscos.

¹ E-mail: lucas.medeiros.016@ufrn.edu.br

² E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

³ E-mail: helenice.vital@ufrn.br

Enquanto Natal está situada sobre depósitos eólicos e rochas sedimentares, sujeita principalmente à erosão costeira, Jacobina apresenta um substrato de rochas metamórficas, com desafios associados à instabilidade de encostas e ao manejo das águas pluviais. Portanto, o presente trabalho reforça a necessidade da realização de estudos geotécnicos e geológicos em todos os municípios brasileiros. Esses estudos são fundamentais para identificar e mitigar riscos, contribuindo para a preservação da vida, da infraestrutura urbana e do meio ambiente. A abordagem preventiva, baseada em dados técnicos, deve ser prioridade na gestão territorial e no planejamento urbano, considerando as especificidades naturais de cada localidade.

Palavras-chave: Erosão costeira. Geologia. Jacobina. Natal. Risco geológico.

OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE MANOBRAS ORBITAIS BI-IMPULSIVAS NÃO COPLANARES

Luis Augusto Amâncio Pereira¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Evandro Marconi Rocco² (INPE, Orientador)
Liana Dias Gonçalves³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O desenvolvimento de missões espaciais necessita de diversas etapas de análise e projeção dos custos envolvidos. Para avaliar o custo referente às manobras orbitais, como uma primeira análise, pode-se utilizar a abordagem conhecida como Problema de Gauss, ou Problema de Lambert. Nesta abordagem, a órbita de transferência é determinada com base no tempo desejado para a transferência e nos vetores que definem a posição e velocidade do satélite nas órbitas inicial e final. Essa abordagem permite realizar cálculos de transferência entre órbitas não circulares e não coplanares. Os resultados obtidos podem ser utilizados no planejamento da missão. Dessa forma, neste trabalho considera-se a otimização das manobras orbitais necessárias para posicionar um satélite na órbita geoestacionária a partir de uma órbita baixa de estacionamento. Para isso busca-se minimizar o tempo total da manobra e o consumo de combustível. Entretanto, minimizar todas as variáveis simultaneamente caracteriza um problema de otimização multiobjetivo, já que neste caso temos objetivos conflitantes. Visando tratar todas as variáveis de forma igual, sem atribuir pesos, utiliza-se o Critério da Menor Perda para encontrar a solução mais equilibrada. Os dados utilizados são calculados por uma rotina na linguagem Python, capaz de calcular múltiplas transferências para o problema proposto. Neste trabalho consideram-se diferentes bases de lançamento, o que resulta em diferentes valores para a inclinação da órbita baixa inicial em que o satélite é lançado. Para cada base de lançamento, são atribuídas notas em diferentes critérios, as quais foram admitidas a partir de informações encontradas na literatura. Os dados gerados pela rotina são então analisados, mostrando os impactos de cada variável, bem como seus comportamentos para cada transferência. Por fim, a otimização multiobjetivo é aplicada, fornecendo valores comparativos entre as diversas possibilidades de manobra e bases de lançamento.

Palavras-chave: Problema de Gauss. Manobras orbitais. Astrodinâmica. Otimização multiobjetivo. Gauss's problem. Astrodynamics. Orbital maneuver. Multiobjective optimization.

¹ E-mail: luisaugustoamancio@gmail.com

² E-mail: evandro.rocco@inpe.br

³ E-mail: liana.goncalves@inpe.br

APRIMORAMENTO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE DAS ÁREAS DE MOSAICO DE USO DO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

Luísa Souza Ferreira¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

A Mata Atlântica contém uma biodiversidade única, mas historicamente perdeu cerca de 85% da sua área devido ao desenvolvimento humano. Como tal, é foco de diferentes iniciativas restauração. Entre umas das áreas estratégicas para isso está o Vale do Paraíba Paulista (VPP), uma região montanhosa de ocupação antiga e com predomínio de pastagem de baixo retorno econômico. Contudo a área de pastagem pode estar sendo subestimada devido a classificação de áreas de pastagem como áreas de mosaicos de uso, como no caso da disponibilizada pelo portal MapBiomas. Acredita-se que ela ocorra devido a resposta espectral similar entre a cobertura florestal em regeneração, áreas de pasto sujo, e áreas com diferentes coberturas vegetais dentro do mesmo pixel da imagem de satélite, ou seja, gramíneas com espécies arbóreas dispersas durante o treinamento da classificação das imagens de satélites. Sendo assim, este projeto tem como objetivo aprimorar o treinamento da classificação das imagens de satélites para o VPP, a fim de distinguir as áreas pasto sujo da classe de mosaico de uso. Para tal, são utilizadas classificações do Inventário Florestal do Estado de São Paulo e do MapBiomas. O Inventário Florestal recente mapeia a cobertura vegetal nativa com imagens de 2016 até 2018, com legenda do IBGE, e a sua maioria pertencendo a 2017. De forma a convergir com os dados do Inventário, é selecionado o mapeamento de 2017 do MapBiomas. As classes de cobertura vegetal nativa do Inventário da região de estudo são interseccionadas com a classe Mosaico de Usos do MapBiomas, ou seja, áreas antropizadas onde não é possível distinguir pastagem de agricultura. As áreas desta intersecção são reclassificadas como “Mosaico de Usos incorreto”, enquanto áreas fora da intersecção são reclassificadas como “Mosaico de Usos correto”. Em seguida, através do plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) do QGIS, são coletadas as assinaturas espectrais dessas novas classes através das bases espaciais do Landsat 8 de 2017 para o valor mediano do período chuvoso, seco e da mediana anual. Entre os resultados

¹ E-mail: luisa.souza@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br

encontrados, observa que todas as classes do Inventário possuem divergência de classificação, ou seja, são vegetação nativa, mas são denominadas como Mosaico de Usos pelo MapBiomass. A classe Floresta Ombrófila Densa de terras baixas apresenta 0,55 hectares de divergência, enquanto a classe Floresta Ombrófila Densa estágio médio de regeneração conta com aproximadamente 43 mil hectares (76,64% do total), corroborando para a hipótese dessa pesquisa. A assinatura espectral da classe Floresta Ombrófila Densa estágio médio de regeneração apresenta convergências com Mosaico de Usos, especialmente no período chuvoso. Os resultados apontam para a necessidade de criar ontologias de classificação mais adequadas para monitoramento da regeneração florestal.

Palavras-chave: Mudança de uso e cobertura da terra. Restauração florestal. Mata Atlântica. Mosaico de uso.

INSERÇÃO DE NOVOS DADOS DO DATASUS DO SETOR ESTRATÉGICO DE SAÚDE NA PLATAFORMA ADAPTABRASIL MCTI

Luiz Felipe dos Anjos¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Tatiane Cristina Moraes de Sousa³ (UERJ, Coorientadora)

RESUMO

As mudanças climáticas têm alavancado as incidências de doenças vetoriais, assim como as doenças cardiorespiratórias. No Brasil, uma gama de esforços é realizada no que concerne ao provimento de informações sobre a relação entre as mudanças climáticas e os impactos destas nos sistemas naturais e sociais. Neste contexto, a Plataforma AdaptaBrasil MCTI está sendo desenvolvida com o objetivo de consolidar, integrar e disseminar informações sobre os impactos observados e projetados no território nacional, fornecendo subsídios a tomadores de decisão para ações de adaptação. Para o desenvolvimento dos índices e indicadores do Setor Estratégico (SE) de Saúde no AdaptaBrasil MCTI, considera-se o perfil epidemiológico de doenças transmitidas por vetores com base na disponibilidade de dados de notificação da doença. Para este setor, pretende-se também investigar doenças não vetoriais, como: diarreicas, respiratórias e cardiovasculares. Deste modo, o objetivo deste estudo é ampliar o inventário de dados oriundo do DATASUS a partir de dados de mortalidade conforme tais doenças para todos os municípios brasileiros. Para tal, pretende-se coletar os dados de 2007 a 2024 de mortes por doenças diarreicas, respiratórias e cardiovasculares pelo Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS). Em seguida, são calculadas estimativas de taxa de mortalidade destas doenças por município em médias anuais e quinquenais. Por fim, são realizadas análises estatísticas para identificar padrões de distribuição das taxas de mortalidade com base na elaboração de mapas e gráficos. Uma análise inicial aponta que os anos de 2022 e 2023 registraram os maiores picos de mortalidade para essas doenças, e esses picos ocorreram consistentemente na região Sudeste, no bioma da Mata Atlântica. Os resultados deste trabalho serão utilizados no projeto AdaptaBrasil MCTI para estimar os riscos climáticos para a ocorrência de novas doenças Setor Estratégico de Saúde na plataforma AdaptaBrasil MCTI. Sendo que estas informações do perfil epidemiológico de doenças serão combinadas com informações socioeconômicas e

¹ E-mail: luiz.anjos@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: tatiane.sousa@uerj.br

demográficas dos municípios, e assim será possível estimar os riscos climáticos para a ocorrência de novas doenças.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Impactos climáticos. Doenças.

CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL DO BIOMA PAMPA A PARTIR DE DIFERENTES PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GOOGLE EARTH ENGINE

Luiz Gustavo Kern¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Patricia Michele Pereira Trindade² (INPE, Orientador)
Tatiana Mora Kuplich³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O bioma Pampa Brasileiro ocupa 68% do estado do Rio Grande do Sul, sendo um dos biomas mais alterados por atividades antrópicas. A caracterização espectral por meio do Sensoriamento Remoto Orbital possibilita o reconhecimento de feições presentes nos diferentes biomas e mudanças ocorridas ao longo do tempo. O objetivo da pesquisa foi analisar as características espectrais do bioma Pampa, considerando diferentes formações vegetacionais e sazonalidade a partir do Google Earth Engine. A metodologia consistiu em três etapas principais: 1 - coleta de amostras em áreas de campo, vegetação arbórea, silvicultura e agricultura sobre dez formações vegetacionais: Campo Arbustivo (ARB); Campo com Areais (ARE); Campo com Barba-de-Bode (BAR); Campo com Espinilho (ESP); Campo de Solos Rasos (SOL); Campo Graminoso (GRA); Campo Litorâneo (LIT); Campo Sub-montano do Interior (SUI); Campo Sub-montano atlântico (SUA); e Floresta Tropical Costeira (COS); 2 - Extração dos valores de reflectância de superfície (bandas visível e infravermelho próximo) do satélite Sentinel 2A para a série temporal de 12/2018 a 12/2023 a partir da adaptação de scripts em linguagem de programação JavaScript. 3 - Organização e análise dos dados por meio de estatísticas descritivas e índice de vegetação Normalized Difference Vegetation Index – NDVI calculados no software RStudio. Os maiores valores de reflectância foram verificados nas estações de primavera e verão para as quatro classes estudadas. Na classe campo, os menores valores de reflectância foram verificados na formação SUA e maiores valores na formação ARB. A vegetação arbórea apresentou valores mais elevados na formação COS e menores valores em BAR. Os valores de reflectância da silvicultura foram mais elevados na formação GRA e menores em SUA. As áreas de agricultura apresentaram maior variação dos valores de reflectância, o menor valor de reflectância (banda do azul) e maior valor (banda do infravermelho próximo) foram verificados na formação SUA. O NDVI variou de 0.4664 a 0.9011, com valores superiores na estação do outono para a classe silvicultura e

¹ E-mail: kernluizgustavo@gmail.com

² E-mail: patriciatrindade.sr@gmail.com

³ E-mail: tatiana.kuplich@inpe.br

inferiores na estação da primavera para a classe agricultura. O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou o conhecimento sobre os padrões da variação espectral das diferentes coberturas vegetais existentes no bioma ao longo da série temporal estudada, sendo que os dados e análises gerados poderão contribuir para futuras pesquisas que tenham como objeto de estudo o bioma Pampa.

Palavras-chave: Formações vegetacionais. Séries temporais. Reflectância de superfície. Cobertura da terra. Imagens Sentinel.

GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE RELATÓRIOS PARA O PROGRAMA QUEIMADAS VIA MODELOS DE LINGUAGEM DE GRANDE ESCALA

Maria Clara de Souza Cruz¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Valdivino Alexandre de Santiago Júnior² (INPE, Orientador)

RESUMO

O presente trabalho investiga a aplicação de modelos de linguagem de grande escala (LLMs) para a geração automática de relatórios do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O projeto tem como foco principal otimizar a produção do boletim mensal InfoQueima, visando criar um relatório mais completo, com possíveis melhorias no seu conteúdo. A metodologia adotada partiu da criação de conjuntos de dados inspirados em um benchmark sobre perguntas e respostas de senso comum (CommonSense QA). Duas bases de dados, base Q1 com 2.900 e base Q2 com 11.000 amostras, foram criadas baseadas na seção "Situação Atual" do portal do Programa Queimadas. Foram avaliados comparativamente quatro LLMs (BERT, GPT-2, Llama 1B e Llama 3B), utilizando a técnica de ajuste fino (fine-tuning) para especializar os modelos na tarefa, cujo processo foi gerenciado com software da biblioteca Hugging Face. O GPT-2 foi o que apresentou o melhor desempenho, apresentando um F1-score de 0,8231 para a base Q1 e 0,9386 para a base Q2. O Llama 1B foi o segundo mais bem colocado, com F1-score de 0,5465 e 0,8642 para as bases Q1 e Q2, respectivamente. Após essa etapa, foi desenvolvido um código-fonte que utiliza as respostas geradas pelos modelos de melhor desempenho (GPT-2 e Llama 1B) para preencher, de forma automática, um relatório no formato .docx, gerado na linguagem Python, que replica a estrutura do boletim oficial. A avaliação em um conjunto de teste "deploy", relacionado à esta geração do boletim oficial, resultou em um F1-score de 0,27 para o GPT-2 e 0,10 para o Llama 1B, evidenciando o desafio da generalização do modelo como um ponto focal para trabalhos futuros. Conclui-se que a abordagem de usar LLMs ajustados é promissora e viável para a automação de relatórios técnicos. As direções futuras da pesquisa incluem o aprimoramento da generalização do modelo e a exploração de técnicas avançadas, tais como Retrieval-Augmented Generation (RAG), Prompt Engineering, e o uso de modelos multimodais (MLLMs) para análise de dados gráficos, mapas e imagens. Esse trabalho está sendo desenvolvido no Laboratório de Inteligência Artificial para Aplicações AeroEspaciais e Ambientais (LIAREA) do INPE.

Palavras-chave: Modelos de linguagem de grande escala. Geração automática de relatórios. Monitoramento ambiental. Queimadas.

¹ E-mail: clara.cruz@aluno.ifsp.edu.br

² E-mail: valdivino.santiago@inpe.br

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE AS ETAPAS DOS DIFERENTES TIPOS DE RAIOS

Maria Eduarda Moraes Amadeu¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Diego Rhamon Reis da Silva² (INPE, Orientador)

RESUMO

O trabalho em questão teve como objetivo a análise das características dos raios atmosféricos a partir de vídeos registrados por câmeras de alta velocidade. Foram estudados diferentes tipos de descargas elétricas, como raios intranuvem, nuvem-solo negativos, nuvem-solo positivos, bipolares e ascendentes, com foco nas descargas nuvem-solo positivas. A metodologia consistiu na observação e interpretação de vídeos provenientes do banco de dados do grupo de pesquisa, utilizando ferramentas de análise de vídeo. Os registros analisados foram organizados em planilhas e documentos, juntamente a informações como: tipo de raio, momento do primeiro brilho, duração, número de descargas de retorno, melhor foto do raio, momento do último brilho, entre outros. Os resultados obtidos contribuíram para a melhor compreensão dos processos físicos envolvidos nos raios, ajudaram a facilitar o acesso aos arquivos do banco de dados, bem como a liberar espaço do mesmo para o armazenamento de novos vídeos.

Palavras-chave: Raios. Vídeos. Câmeras de alta velocidade.

¹ E-mail: dadaamadeu@usp.br

² E-mail: diego.silva@inpe.br

EDUCAÇÃO CLIMÁTICA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Mariana Lucas Presti¹ (UNESA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Fabio Pinto da Rocha² (INPE, Orientador)

Rosemary Aparecida Odorizi Lima³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

A Educação Climática (EC) tem se consolidado como um campo interdisciplinar estratégico diante da urgência da crise climática. Evoluindo da Educação Ambiental (EA), a EC busca integrar abordagens sistêmicas que considerem a complexidade das mudanças climáticas e suas implicações sociais, econômicas e ecológicas. Neste contexto, o presente projeto analisou a literatura para investigar caminhos e a importância da inovação pedagógica na democratização da EC em instituições de ensino. O projeto aborda a relevância da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como direcionadora para a inclusão da EC, destacando o papel das metodologias ativas (ABP, ABPr, gamificação) no engajamento e desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Complementarmente, no âmbito do Programa Educação-Extensão Educacional, Ambiental, Científica e Tecnológica do INPE, foram realizadas atividades práticas para fomentar a EC no Sul de Minas Gerais. Incluímos a adaptação e produção de arte gráfica de três materiais técnicos (climatologia, meteorologia, meio ambiente) para os ensinos fundamental e médio. Atividades de controle e de divulgação em mídias também foram feitas. Conclui-se que a integração de abordagens pedagógicas inovadoras e a disseminação de material técnico acessível são essenciais para construir uma consciência climática robusta e preparar as novas gerações.

Palavras-chave: Educação climática. Climatologia. Metodologias ativas. Participação social.

¹ E-mail: m.lucaspresti@gmail.com

² E-mail: fabio.rocha@inpe.br

³ E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

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

Mariana Martins dos Santos Cursino¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Silvana Amaral² (INPE, Orientadora)

RESUMO

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs) são Unidades de Conservação voltadas à proteção da biodiversidade e ao uso sustentável dos recursos naturais. No entanto, o desmatamento, a urbanização desordenada e a poluição ameaçam essas áreas. A conciliação entre políticas urbanas e ambientais é um desafio, especialmente em regiões de mananciais, onde é urgente integrar ações que priorizem a preservação da água. Compreender a dinâmica do desmatamento nessas áreas é fundamental para identificar os principais fatores de pressão e orientar políticas públicas eficazes. Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica e o posterior uso do solo na APA Mananciais Bacia do Rio Paraíba do Sul, área estratégica para o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas. O limite da APA foi extraído do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente. Os dados de desmatamento foram obtidos do PRODES-MA, no período de 2000 a 2023, a classificação da vegetação do IBGE-2021 e o uso do solo do MapBiomas Coleção. O desmatamento concentrou-se em áreas de Floresta Ombrófila Densa (82,4%), embora haja limitações nos dados, com silvicultura e regeneração sendo mapeadas como vegetação primária. Houve picos de desmatamento em 2006 e 2008, seguidos de queda contínua a partir de 2010, mantendo-se abaixo de 1 km² desde 2018. Jaguari, Paraibuna e Monteiro Lobato responderam por quase 90% do total desmatado entre 2000 e 2023. Paraibuna liderou em seis anos da série, com pico em 2008 (27,3 km²), enquanto Jaguari concentrou os maiores valores nos últimos quatro anos. Queluz foi a menos impactada (0,04 km²), e Guaratinguetá 1 e Una mantiveram baixos índices. Nas áreas desmatadas da APA, o uso do solo é dominado por pastagens (437 ha), mosaicos de usos (936 ha) e formações florestais remanescentes (624 ha). Jaguari destaca-se com a maior área de mosaico (537 ha) e pastagem (141 ha), enquanto Monteiro Lobato e Paraibuna possuem áreas expressivas de pastagem (89 ha e 104 ha, respectivamente) e silvicultura (até 49 ha em Paraibuna). Áreas urbanizadas e outras classes ocupam espaços menores, indicando uso rural predominante. Os picos de 2006 e 2008 podem estar ligados à ausência de plano de

¹ E-mail: mariana.martins.sc@gmail.com

² E-mail: silvana.amaral@inpe.br

manejo e à antecipação à Lei da Mata Atlântica (2008). A redução pós-2010 coincide com o avanço do monitoramento remoto, implementação do CAR e reforço de políticas ambientais. A concentração em Paraibuna e Jaguari reflete pressão fundiária e incentivo histórico à silvicultura, enquanto o baixo desmate em Queluz e Una pode decorrer do relevo, isolamento e baixa atratividade econômica. A ausência de gestão desde 1982 compromete o ordenamento da APA, resultando em uso do solo predominantemente rural, fragmentado e sem diretrizes claras de gestão territorial.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Desmatamento. Sistemas de monitoramento por satélite. APA mananciais.

DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE IMAGENS PARA DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE EMBARCAÇÕES DE MINERAÇÃO ILEGAL NO BIOMA AMAZÔNICO

Mariana Passos dos Reis Gotti¹ (UNIP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Elcio Hideiti Shiguemori² (IEAV, Orientador)

Caio Henrique de Felice³ (ITA, Coorientador)

RESUMO

Nos últimos anos o bioma Amazônico, um dos maiores do mundo, tem enfrentado grandes desafios no combate à práticas de ilícitos como a mineração ilegal, cuja predominância pôde ser observada. Atualmente, existe uma lacuna no acesso a bancos de imagens SAR que são especificamente projetados para identificar embarcações de mineração fluvial e ilegal. A criação de um banco de imagens desse tipo, portanto, é essencial para avançar nas técnicas de inteligência artificial aplicadas ao monitoramento ambiental. Neste projeto, foi criado um banco de imagens rotulado visando a aplicação de técnicas de inteligência artificial para a detecção de embarcações de mineração ilegal nesse bioma. Constatou-se que o desenvolvimento e validação desses dados pode contribuir no monitoramento de ameaças ambientais na Amazônia e suas regiões de difícil acesso, além de apoiar pesquisas acadêmicas e o desenvolvimento de tecnologias, alinhando-se com a missão do INPE de utilizar a ciência espacial em benefício da sociedade. Concluiu-se que a obtenção desse tipo de imagem é muito árdua devido a fatores meteorológicos e à precariedade da atividade garimpeira na região, porém, apesar de reduzido, as imagens obtidas mostraram-se promissoras em aplicações relacionadas a meta-learning.

Palavras-chave: Imagens. Bioma Amazônico. Embarcações. Mineração ilegal. Inteligência artificial.

¹ E-mail: mprgotti@gmail.com

² E-mail: elciohs@gmail.com

³ E-mail: caiochf@ita.br

**APOIO NA TRANSCRIÇÃO DE ENTREVISTAS E DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES E
MATERIAIS RELATIVOS AOS RISCOS CLIMÁTICOS NO CONTEXTO
DAS CIEA DAS GRANDES REGIÕES DO BRASIL**

Mariélle Fernanda de Oliveira França¹ (E.E. Profª Maria Luiza, Bolsista PIBIC-EM/CNPq)
Evandro Albiach Branco² (INPE, Orientador)
Fernanda Santos Mota de Jesus³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do apoio às atividades de transcrição de entrevistas e sistematização de informações no âmbito dos Comitês Interinstitucionais de Educação Ambiental (CIEA) nas cinco macrorregiões do Brasil, realizadas em parceria com outra bolsista, com foco no desenvolvimento de indicadores e materiais sobre riscos climáticos. A finalidade foi identificar, a partir das percepções de atores regionais com atuação em educação ambiental, incluindo representantes de órgãos públicos, instituições de ensino, movimentos sociais, comunidades tradicionais, entre outros, as principais ameaças, vulnerabilidades e estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas. A metodologia baseou-se na análise qualitativa de entrevistas realizadas em 2024, possibilitando a construção de um panorama integrado nacional mas sensível às particularidades territoriais. Entre os principais resultados, destacam-se impactos como secas severas, escassez hídrica, desastres geohidrológicos (enchentes e deslizamentos de terras) e ondas de calor extremo. As queimadas, a degradação de biomas e da biodiversidade foram mencionados como elementos que contribuem para o aumento da vulnerabilidade às mudanças do clima em todas as regiões. As populações mais afetadas são povos e comunidades tradicionais (indígenas, quilombolas, ribeirinhos) e moradores de áreas urbanas periféricas, frequentemente desassistidas por políticas públicas. Os efeitos se manifestam de forma ampla considerando a disponibilidade e o abastecimento humano de água, os biomas, as cidades e suas infraestruturas urbanas, além de oferecerem riscos à saúde pública e à segurança alimentar. Apesar da existência de políticas ambientais e ações educativas em alguns estados, as entrevistas evidenciam fragilidades como descontinuidade institucional, baixa articulação entre setores, ausência de orçamento e falta de escuta ativa das populações locais. A educação ambiental aparece como eixo fundamental para aumentar a capacidade adaptativa frente às ameaças climáticas, mas enfrenta desafios relacionados à sua implementação, continuidade e articulação com outras

¹ E-mail: marifranca.017@gmail.com

² E-mail: evandro.albiach@inpe.br

³ E-mail: fernanda.jesus@inpe.br

políticas. As atuações das CIEA através do fomento à participação social, do engajamento das juventudes, da valorização dos saberes locais, do fortalecimento das redes comunitárias e da integração entre ciência, educação e políticas públicas efetivas. Foram apontadas como caminhos estratégicos para ampliar a justiça climática, construir a resiliência climática e enfrentar os desafios impostos pelas mudanças do clima nos diferentes contextos regionais do Brasil.

Palavras-chave: Risco climático. Educação ambiental. Políticas públicas. Climate risk. Environmental education. Public policies.

**SUPORTE E APOIO PARA METEOROLOGISTAS OPERACIONAIS NO LABORATÓRIO
VIRTUAL DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS RELACIONADOS À
PLATAFORMA DE ENSINO À DISTÂNCIA**

Marília Freitas de Oliveira¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)
Diego Rodrigo Souza² (INPE, Orientador)

RESUMO

O INPE é reconhecido como um dos Centros de Excelência em meteorologia por satélite no âmbito do Laboratório Virtual da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Para cumprir essa função estratégica e atender adequadamente seu público-alvo, torna-se fundamental a manutenção e o contínuo aprimoramento da plataforma Moodle, sistema de gestão de aprendizagem que dá suporte tanto a cursos presenciais quanto à distância. Este trabalho teve como objetivos principais a manutenção sistemática da plataforma Moodle e o suporte especializado aos programas de treinamento coordenados pela Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos (DSS). Desde o início, foram implementados ambientes virtuais completos para os cursos de capacitação, com integração de ferramentas de comunicação, customização de temas e configuração de plugins específicos. Desenvolveu-se ainda um sistema de avaliação automatizada com personalização de testes e diversificação de bancos de questões por categorias temáticas. O sistema de autoavaliação implementado permite a criação de diversos tipos de questões, organização de conteúdos por categorias específicas e sorteio automático de perguntas, otimizando significativamente o processo de avaliações e de seleção de alunos com melhores desempenhos para cursos presenciais subsequentes, servindo como um filtro. Paralelamente, executaram-se atividades administrativas essenciais, incluindo gestão centralizada de usuários, configuração de sistemas de autoinscrição e suporte técnico permanente para participantes e docentes.

Palavras-chave: Moodle. Ensino à Distância (EAD). Meteorologia por satélite. Avaliação automatizada. Capacitação profissional.

¹ E-mail: d2019012402@unifei.edu.br

² E-mail: diego.souza@inpe.br

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

Mário Raia Neto¹ (UFSCar, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luiz Claudio Lima Botti² (INPE, Orientador)

RESUMO

O presente projeto estudou os aspectos da matemática, física teórica e astrofísica de buracos negros, bem como dois outros espaços-tempo 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-espacó 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. Ainda mais, o projeto estudou o redshift gravitacional, efeito shapiro e a sombra de um buraco negro de Schwarzschild com correção dada por dark photons. 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. Apresentamos um estudo introdutório sobre a magnetohidrodinâmica relativística teórica e simulacional utilizando o código iharm3d, ao simular um disco de acreção Fishburne-Moncrief ao redor do buraco negro de Kerr. O contraponto experimental do projeto recaiu sobre a astrofísica observacional: foram estudados os dados da curva de luz da fonte OJ287, utilizando o radiotelescópio Pierre Kauffmann. 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.

Palavras-chave: Relatividade geral. Buracos negros. Quasares. Sombras de buracos negros. Curva de luz. Binary black hole system. Charged wormholes. Blandford-Znajek process.

¹ E-mail: mrneto@estudante.ufscar.br, mraianeto@gmail.com

² E-mail: luiz.botti@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E TECNOLÓGICAS: PROJETOS ARDUINO PARA APLICAÇÕES AMBIENTAIS E CIENTÍFICAS

Mateus Motta Bueno Ribeiro¹ (FATEC, Bolsista PIBITI/CNPq)

Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

Antônio Marcos Viana Campos³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este projeto visa monitorar parâmetros climáticos como temperatura, umidade, pressão atmosférica e qualidade do ar por meio do desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo, utilizando a plataforma Arduino. A proposta visa possibilitar o monitoramento de diferentes ambientes de forma acessível, sem depender de rede de internet ou equipamentos de alto valor, por meio do uso de sensores e módulos simples. Idealizado e aplicado pelo Programa Educação, o projeto vem sendo apresentado em universidades e colégios, com foco na coleta precisa e contínua de dados ambientais, especialmente em instituições e iniciativas que não dispõem de sistemas meteorológicos profissionais. A metodologia foi concebida com a possibilidade de uso de placas como ESP32 e Arduino, sendo adotado o Arduino Uno devido à sua ampla comunidade de desenvolvedores e grande versatilidade em projetos educacionais e de automação. A programação foi feita em C/C++, utilizando os sensores DHT22 (temperatura e umidade) e BMP280 (pressão atmosférica), além dos módulos RTC DS3231 e SD Card, que em conjunto formam um sistema de datalogger. Esse sistema registra automaticamente as condições ambientais a cada dez minutos em um arquivo CSV, permitindo a geração de tabelas e gráficos para comparação com estações profissionais nos padrões exigidos pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), como as do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A alimentação do sistema é feita por um conjunto off-grid composto por um painel solar fotovoltaico de 20V, uma bateria de 12V, um regulador de tensão e um controlador de carga solar, garantindo seu funcionamento autônomo e contínuo. Os equipamentos foram instalados em um abrigo meteorológico externo, posicionado ao lado de uma estação de referência, permitindo a validação dos dados. Os resultados esperados incluem a coleta de dados confiáveis por longos períodos, com sensores de baixo custo devidamente calibrados, demonstrando precisão compatível com equipamentos profissionais. Dessa forma, o sistema pode ser replicado em projetos

¹ E-mail: mateus.ribeiro@inpe.br

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

³ E-mail: marcos.viana@inpe.br

com orçamento reduzido, sem comprometer a qualidade das medições. O projeto representa uma importante oportunidade de integração entre Meteorologia, Eletrônica e Programação, promovendo a divulgação de conhecimento, aprendizados em ambientes escolares e acadêmicos.

Palavras-chave: Estação meteorológica. Monitoramento climático. Arduino e baixo custo.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA CATEGORIZAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS E PREVISÃO DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Matheus José Gomes¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)

Juliana Aparecida Anochi² (INPE, Orientadora)

Marília Harumi Shimizu³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Diante da crescente demanda por previsões climáticas sazonais mais precisas e de longo prazo, essenciais para setores estratégicos como agricultura, gestão de recursos hídricos e defesa civil, este trabalho, desenvolvido ao longo de 2024 e 2025, investiga a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para a previsão de precipitação no estado de Minas Gerais. A finalidade é desenvolver uma ferramenta de baixo custo computacional, em comparação aos modelos numéricos tradicionais, capaz de antecipar padrões de chuva e eventos extremos em uma região de notável diversidade climática e vulnerabilidade a secas e chuvas intensas. A metodologia foi estruturada em duas etapas principais, começando pela análise e seleção de preditores atmosféricos. Foram utilizadas séries temporais de variáveis meteorológicas, como temperatura do ar, umidade em níveis do solo, pressão em superfície, e componentes do vento em diferentes níveis da atmosfera, obtidas a partir de um conjunto de dados de reanálise climática global, e correlacionadas com um banco de dados históricos de precipitação observada, validado internacionalmente. A segunda etapa consiste na construção e treinamento de uma rede neural artificial, processo que inclui a normalização dos dados, a divisão em conjuntos de treinamento, validação e teste, e o ajuste fino dos hiperparâmetros da rede. Concluídas as fases de treinamento, espera-se que o modelo de inteligência artificial demonstre capacidade de assimilar as complexas relações não lineares entre os preditores e a precipitação sazonal. A avaliação do seu desempenho foi realizada por meio de métricas estatísticas robustas, e pretende-se alcançar uma performance satisfatória na previsão dos volumes de chuva, representando os padrões de variabilidade sazonal característicos de Minas Gerais com acurácia promissora. Desta forma, busca-se validar a abordagem como uma alternativa viável e eficiente para a previsão climática regional, contribuindo para o avanço da aplicação da inteligência artificial na meteorologia e oferecendo uma base para a modernização dos métodos de previsão e para aplicações

¹ E-mail: matheusjosegomes1@gmail.com

² E-mail: juliana.anochi@inpe.br

³ E-mail: marilia.shimizu@gmail.com

práticas na gestão de setores sensíveis ao clima. Este trabalho foi realizado no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do INPE, em alinhamento com a área prioritária de Clima da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI).

Palavras-chave: Previsão climática sazonal. Inteligência artificial. Redes neurais. Precipitação. Minas Gerais. Seasonal climate prediction. Artificial intelligence. Neural networks. Precipitation. Minas Gerais.

APOIO NO DESENVOLVIMENTO DE BASE DE DADOS INTEGRADOS AO PORTAL WEB DA DIVISÃO DE IMPACTOS, ADAPTAÇÃO E VULNERABILIDADES DO INPE

Maxson Daniel Barbosa da Silva¹ (FATEC, Bolsista PIBITI/CNPq)

Viviane Regina Algarve² (DIIAV-CGCT/INPE, Orientadora)

Luis Henrique da Silva Campos³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O trabalho desenvolvido no projeto, teve o objetivo de auxiliar no gerenciamento da estrutura de dados de pesquisas ambientado globalmente dentro da Divisão de Impacto, Adaptação e Vulnerabilidade (DIIAV) da CGCT/INPE. Dentre alguns dos desafios científicos comumente encontrados atualmente, estão os relacionados à diversidade e quantidade de informações espaciais e temporais geradas dentro da divisão. O gerenciamento, manipulação e análise destes dados, necessitam de um contínuo desenvolvimento e aprimoramento do sistema ao qual é realizado a organização e leitura destas informações, obtendo assim uma estruturação mais eficiente e dinâmica. Inicialmente o trabalho tratou de identificar possíveis melhorias no portal da divisão com a utilização de programação em PHP, Bootstrap e WordPress. Com o intuito de se obter uma maior eficiência nas implementações, foi utilizado para a coleta de dados coletados a ferramenta Google Analytics, na qual possibilitou realizar uma análise criteriosa das informações de acesso dos usuários, como: quais navegadores eram usados, dispositivos, os dias da semana nos quais os sites eram mais acessados, dentre outras informações. Em alguns momentos do projeto, houve a necessidade de treinamentos para o aprendizado na utilização de ferramentas específicas para o desenvolvimento do portal, abrangendo os já mencionados: WordPress, linguagem em PHP, Bootstrap, Java Script, dentre outros. A princípio, foram realizadas algumas melhorias relacionadas à configuração e manutenção e utilização de alguns de plug-ins, como exemplo o Smart Slider, a fim de aprimorar a visualização de slides dentro da página home do tema padrão da DIIAV. Acesso remoto ao servidor web para realização de backups quadrimestrais, manutenção dos arquivos e sites através de linhas de código, manutenção dos dados de servidores terceiros. Atualização constante das publicações nos sites da DIIAV com o intuito de sempre manter a base de dados atualizada para os usuários.

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

¹ E-mail: maxsondaniel942@gmail.com

² E-mail: viviane.algarve@inpe.br

³ E-mail: luis.campos@inpe.br

RELAÇÃO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE ONDAS DE CALOR E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS REGIÕES METROPOLITANAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Milena Raquel da Silva Diniz¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Simone Marilene Sievert da Costa Coelho² (INPE, Orientadora)
Débora Souza Alvim³ (USP, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho analisou os efeitos das ondas de calor sobre a qualidade do ar em regiões metropolitanas do Estado de São Paulo, com foco nas ocorrências registradas em 2023, intensificadas pelo fenômeno El Niño. O estudo teve como objetivo identificar o impacto desses eventos extremos nas concentrações de poluentes atmosféricos, utilizando como base comparativa o período de 2018 a 2022 com o ano de 2023. A metodologia consistiu na análise de dados fornecidos por estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB, considerando regiões com diferentes características urbanas e geográficas. As análises mostraram que, durante os episódios de calor extremo, houve aumento significativo nas concentrações de poluentes como material particulado fino e grosso (MP2,5 e MP10), dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono e ozônio troposférico. As regiões do Parque Dom Pedro II, Guarulhos – Pimentas e Cubatão – Vale do Mogi apresentaram os maiores níveis de poluição, atribuídos ao tráfego veicular intenso e à atividade industrial. No Parque Dom Pedro II, as concentrações elevadas de MP10 e MP2,5, que ultrapassaram 60 µg/m³ e 35 µg/m³, respectivamente, refletem o fluxo intenso de veículos na região, resultando em alta queima de combustíveis fósseis, principalmente da frota de ônibus e caminhões. Esse cenário ocasiona a liberação de gases como CO e NO_x, que contribuem indiretamente para o agravamento do efeito estufa e a formação do ozônio troposférico que também é um GEE. Durante uma onda de calor, os picos de O₃ no local atingiram valores de até 175 µg/m³. Concentrações de ozônio superiores a 150 µg/m³ são consideradas prejudiciais à saúde, especialmente para grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias. A exposição repetida a níveis elevados de O₃ pode levar ao aumento de infecções respiratórias e doenças pulmonares. Em Guarulhos - Pimentas, os níveis de MP2,5 e NO₂ foram os mais elevados entre as regiões analisadas, atingindo concentrações de até 75 µg/m³ e 120 µg/m³, respectivamente. As emissões na região estão diretamente relacionadas ao

¹ E-mail: milenadinizz934@usp.br

² E-mail: simone.sievert@inpe.br

³ E-mail: debora.alvim@eel.usp.br

intenso tráfego veicular e as atividades industriais. Durante as ondas de calor, a radiação solar intensa e a estabilidade atmosférica favorecem a formação de O₃, mostrando que os GEE não apenas elevam a temperatura global, mas também promovem o aumento de poluentes secundários. Em Cubatão – Vale do Mogi, observaram-se picos de MP10 acima de 70 µg/m³ e temperaturas de até 35°C durante a quarta onda de calor, além de altas concentrações de NO₂ e O₃. As emissões industriais, somadas à geografia desfavorável, dificultam a dispersão dos poluentes. Já regiões como Santos – Ponta da Praia e São José dos Campos registraram aumentos mais moderados, beneficiadas por fatores como brisa marítima e cobertura vegetal. Os resultados apontam uma forte correlação entre eventos extremos de calor e a piora da qualidade do ar, com sérias consequências à saúde pública.

Palavras-chave: Ondas de calor. Poluição atmosférica. Qualidade do ar. Saúde pública. Mudanças climáticas. Heat waves. Air pollution. Air quality. Public health. Climate change.

RELAÇÃO DAS FASES COGNITIVAS DO APRENDIZADO COM SENSORIAMENTO REMOTO

Missaela dos Santos Soares¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Igor da Silva Narvaes² (INPE, Orientador)

Waterloo Pereira Filho³ (UFSM, Coorientador)

RESUMO

As representações espaciais são essenciais para compreender as formas que o indivíduo percebe e interage com o espaço ao seu redor, de maneira que estão intimamente relacionadas com o desenvolvimento cognitivo. Diante disso, compreender as relações espaciais contribui para o aprimoramento de habilidades mentais complexas, e as geotecnologias como Sensoriamento Remoto (SR) surgem como uma ferramenta tecnológica capaz de potencializar habilidades que envolvem maior nível de abstração e raciocínio espacial. Para atingir os objetivos propostos, a metodologia foi estruturada em cinco etapas: (1) revisão teórica; (2) seleção de materiais didáticos de apoio para a aula sobre Sensoriamento Remoto (SR); (3) aplicação do projeto em sala de aula; (4) avaliação do processo de ensino-aprendizagem; e (5) identificação do ano escolar com melhor desempenho após a atividade com produtos de SR. As atividades foram desenvolvidas em turmas do 7º ao 9º ano de duas escolas de Santa Maria–RS, em três períodos de 50 minutos cada. Na primeira etapa da aplicação, os alunos foram instruídos a representar, por meio de mapas, o trajeto percorrido entre suas residências e a escola, sem orientações adicionais. Em seguida, foi ministrada uma aula expositiva sobre SR, com simulação de estereoscopia. Na etapa final, na terceira aula, os discentes realizaram novamente o mapeamento do trajeto casa-escola. Os mapas produzidos antes e após a intervenção pedagógica foram utilizados como instrumentos de avaliação para mensurar o desempenho na representação espacial. Diante disso, como critério para mensurar o desempenho entre as turmas, considerou-se unicamente a perspectiva utilizada pelos estudantes (perspectiva vertical, horizontal ou ambas). Como métrica para mensurar o desempenho das turmas, realizou-se o cálculo das médias percentuais de representações verticais e horizontais realizadas pelos alunos de cada ano escolar e por fim o cálculo de aumento e redução percentual. Os dados obtidos nas turmas do 7º ano indicam que, no primeiro mapeamento, 45% das representações cartográficas

¹ E-mail: missaela.santos@acad.ufsm.br

² E-mail: igor.narvaes@inpe.br

³ E-mail: waterloo@ufsm.br

foram elaboradas na perspectiva vertical. No segundo mapeamento, observou-se uma mudança significativa nesse padrão, 87% dos mapas passaram a ser produzidos com base na perspectiva vertical. Nas turmas do 8º ano, o primeiro mapeamento revelou que aproximadamente 31% das representações foram desenvolvidas a partir da perspectiva vertical, já no segundo mapeamento, verificou-se aumento expressivo na adoção da perspectiva vertical em 61% dos mapas. Já os estudantes do 9º ano, os dados iniciais apontam que 33% dos mapas foram elaborados na perspectiva vertical. No segundo mapeamento, entretanto, registrou-se mudança para 83% com representação vertical. Diante disso, ao considerar o aumento percentual entre a visão vertical desenvolvida no primeiro e segundo mapeamento, infere-se que as turmas do 7º ano apresentaram melhor desempenho. Ademais, as imagens de satélite configuraram-se como importantes recursos didáticos para exploração do espaço geográfico, e instrumentos eficazes na aproximação dos estudantes às geotecnologias contemporâneas. A relação entre temáticas como as teorias do desenvolvimento cognitivo, os mapas mentais e os produtos oriundos do Sensoriamento Remoto revela-se promissora, abrindo possibilidades para investigações futuras no campo educacional e geotecnológico.

Palavras-chave: Educação. Nível de escolaridade. Ensino básico. Education. Educational level. Basic education.

ATUALIZAÇÃO DE DADOS CLIMÁTICOS DO SETOR DE BIODIVERSIDADE DA PLATAFORMA ADAPTABRASIL MCTI

Naira Pinheiro do Espírito Santo¹ (UFPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Luciano Jorge Serejo dos Anjos³ (UFPA, Coorientador)

RESUMO

Das escalas globais às locais, as mudanças climáticas afetam ecossistemas e humanos em todas as regiões, setores e comunidades. Essa influência ocorre porque o clima e a biodiversidade estão inextricavelmente conectados entre si e com a vida humana. Entender os impactos de estressores climáticos e não climáticos é fundamental para a implementação bem-sucedida de ações de adaptação. Diante disso, o governo brasileiro desenvolveu a Plataforma AdaptaBrasil MCTI, que apresenta índices e indicadores de mudanças climáticas para diferentes setores estratégicos. O Setor Estratégico de Biodiversidade, traz os riscos climáticos para a integridade do bioma brasileiro, e adotou cenários climáticos baseados em modelos climáticos regionais forçados pelos cenários do Representative Concentration Pathway 8.5 para os períodos de 2011-2040 (SLW 1,5°) e 2041-2070 (SLW 2,0°), tais variáveis foram obtidas a partir do Modelo Regional ETA, sob as condições de contorno do modelo global HadGEM2 ES (Eta-HadGEM2 ES). Contudo, os demais setores estratégicos estão trabalhando com cenários oriundos do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados Fase 6 (CMIP6), desta forma este estudo tem como objetivo a atualização dos indicadores climáticos do Setor de Biodiversidade da plataforma AdaptaBrasil MCTI como base no CMIP6. Para atingir esse objetivo, foi utilizado um modelo climatológico UKESM1-0-LL disponível no Centro de Análise de Dados Ambientais (CEDA) para o período histórico de 1981 a 2014. Primeiramente, a partir dos dados obtidos, foram desenvolvidos mapas de tendência de temperatura máxima por todo o território brasileiro. Com isso, foi possível classificar em zonas de acordo com a tendência de aumento de temperatura, onde somente 12% varia de 0 a 1 grau Celsius (°C), 55% do território se enquadra ao aumento de 1 a 1,5°C, 32% correspondem ao aumento de 1,5 á 2,0°C, e 1% de todo o território, corresponde as temperaturas acima de 2,0°C, que equivale a uma área de 78.300 km² e está concentrado em parte do estado do Amapá e de Roraima. Diante desta classificação,

¹ E-mail: naira.santo@ig.ufpa.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: eduljsanjos@ufpa.br

espera-se estimar os riscos e tipos de danos para a biodiversidade devido a essa elevação de temperatura máxima. Para as próximas etapas deste estudo, pretende-se analisar um conjunto de seis modelos climáticos do projeto CMIP6, para identificar as tendências de outras variáveis, como temperatura mínima e precipitação. Além disso, apresentar uma avaliação de impactos e riscos para biodiversidade até 2100, por meio de simulações históricas e projeções climáticas para dois cenários futuros (SSP2-4.5 e SSP5 8.5) disponíveis em diversos modelos climáticos.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Cenários climáticos. CMIP6.

ESTUDO DA VARIABILIDADE DO RECURSO EÓLICO OFFSHORE NA COSTA DO SUDESTE BRASILEIRO

Nathália de Andrade Oliveira¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

André Rodrigues Gonçalves² (INPE, Orientador)

Fernando Ramos Martins³ (UNIFESP, Coorientador)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade do recurso eólico offshore ao longo da costa Sudeste do Brasil, a fim de contribuir para a compreensão do potencial energético da região auxiliando no planejamento de projetos sustentáveis. A pesquisa foi motivada pela crescente demanda de diversificação da matriz energética nacional por meio de fontes limpas e renováveis, sendo a energia eólica offshore uma alternativa promissora, especialmente em um país com extensa faixa litorânea e condições atmosféricas favoráveis. A pesquisa foi conduzida a partir de dados observacionais provenientes do Programa nacional de boias (PNBOIA) e dados de reanálise atmosférica do modelo ERA5, conhecido por sua alta resolução espacial e temporal. A metodologia foi estruturada em três partes; levantamento bibliográfico, capacitação da linguagem Python para tratamento e visualização de dados e comparação entre dados observacionais e modelados. Os dados foram processados e analisados com o uso de bibliotecas específicas, possibilitando a construção de tabelas e gráficos que evidenciam o comportamento das variáveis de velocidade, direção e rajada do vento nas regiões das boias de Santos (SP) e Rio Grande (RS), permitindo a geração de tabelas, boxplots, histogramas e gráficos temporais. Os resultados preliminares da pesquisa indicam que ambas as localidades apresentam regime de ventos com velocidades moderadas, mas com alta variabilidade na direção e nas intensidades das raias o que pode influenciar diretamente a eficiência da conversão energética. A análise em desenvolvimento permite caracterizar de forma comparativa, os regimes eólicos de duas regiões fornecendo uma visão mais abrangente sobre a distribuição espacial temporal do recurso eólico na costa Sudeste. A integração de diferentes bases de dados e ferramentas computacionais, oferece um panorama mais abrangente da dinâmica de ventos. Os resultados até o momento indicam que o recurso eólico offshore apresenta um comportamento dinâmico e promissor, oferecendo informações relevantes para o

¹ E-mail: nathalia.andrade@unifesp.br

² E-mail: andre.goncalves@inpe.br

³ E-mail: fernando.martins@unifesp.br

desenvolvimento sustentável. Assim, o presente estudo contribui para o avanço da base científica sobre energia eólica offshore no Brasil.

Palavras-chaves: Energia eólica. Recurso eólico. Variabilidade dos ventos. Sudeste brasileiro. Análise estatística.

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PAISAGENS DE RISCO DE DOENÇAS VETORIAIS NO SEMIÁRIDO

Nathalia Moraes Desani¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maria Isabel Sobral Escada² (INPE, Orientadora)

Ana Claudia Rorato Vitor³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este estudo tem como objetivo desenvolver uma metodologia para identificação e caracterização de paisagens associadas ao risco de transmissão de dengue, utilizando imagens obtidas por drones, a fim de subsidiar ações de vigilância e controle. A comunidade de Tauajó, Cametá (PA), foi escolhida como área piloto, com a perspectiva de adaptação e replicação da metodologia para a região do semiárido do estado da Paraíba, no contexto do projeto Harmonize. Imagens de drone Mavic 3M foram adquiridas em 2024, com resolução espacial aproximada de 3,5 cm, possibilitando uma análise detalhada da paisagem da comunidade e das áreas de entorno. Com base nessas imagens, foi elaborada uma tipologia de paisagens associadas ao risco de dengue, considerando elementos de paisagens como densidade de moradias, proporção de vegetação, arruamento, agricultura, presença de água e de resíduos. Para a caracterização da paisagem, foram produzidos ortomosaicos de imagens de drone, aplicados a dois tamanhos de células, representando a paisagem: com células de 90x90 metros, destinado à descrição geral da paisagem, e; com células de 30x30 metros, para maior detalhamento dos elementos associados ao habitat do mosquito *Aedes albopictus*. Armadilhas para a captura de ovos de mosquito foram instaladas concomitantemente ao voo, gerando resultados positivos em relação à presença de mosquito. Posteriormente, cada célula foi classificada no software TerraView com base nos elementos da paisagem e na tipologia definida, sendo avaliadas quanto ao risco epidemiológico e entomológico. Para obter o grau de risco total da paisagem, calculou-se a média entre os dois tipos de risco, estabelecendo uma variação de 0, correspondente à ausência de risco, até 5, indicativo de risco alto. Os resultados mostraram que áreas com elevada densidade de moradias, presença de recipientes acumulando água e, lugares sujeitos a alagamentos, apresentaram graus elevados de risco, com maior propensão à manutenção e proliferação do vetor da dengue. Por outro lado, áreas com maior cobertura vegetal, áreas agrícolas e com

¹ E-mail: nathalia.desani@unesp.br

² E-mail: isabel.escada@inpe.br

³ E-mail: ana.rorato@inpe.br

moradias mais esparsas apresentaram risco reduzido. Conclui-se que a integração de imagens de alta resolução obtidas com drone, em ambiente SIG, representa uma abordagem eficaz para mapear e quantificar áreas críticas em relação ao risco de transmissão da dengue, sendo especialmente relevante em áreas sem saneamento e sem serviços de coleta de resíduos. Pretende-se, a partir desse estudo, expandir a metodologia para localidades do semiárido, realizando-se ajustes na tipologia, para adequá-la a esse ambiente. Os resultados desse estudo evidenciam que a integração das tecnologias geoespaciais ao planejamento em saúde pública, são de grande importância para a elaboração de estratégias preventivas de doenças, possibilitando um controle vetorial mais preciso em paisagens de maior risco.

Palavras-chave: Drone. Paisagens de risco. Semiárido. Dengue. Saúde pública.

APLICAÇÃO DE MÉTODOS ARQUIVÍSTICOS PARA ORGANIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS DO SETOR ESTRATÉGICO DE BIODIVERSIDADE DO PROJETO ADAPTABRASIL MCTI

Nicolas Alves da Cunha Gomes¹ (UFF, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Renato de Mattos³ (UFF, Coorientador)

RESUMO

Os ecossistemas são um dos componentes do sistema terrestre exposto às ameaças climáticas como variação de temperatura e precipitação que alteram a resiliência climática dos biomas, o que compromete a estrutura e funcionamento dos ecossistemas. O aumento da perda da biodiversidade, impulsionadas pelas mudanças climáticas globais, têm sido amplamente reconhecidas como um desafio mundial. Neste contexto, através da Plataforma AdaptaBrasil MCTI, o Brasil está direcionado esforços para oferecer informações amplas sobre os impactos dessas mudanças nos sistemas naturais, essenciais para o planejamento e a tomada de decisões estratégicas para a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Para o desenvolvimento dos índices e indicadores do Setor Estratégico de Biodiversidade no AdaptaBrasil MCTI, considera-se informações sobre fatores climáticos que interagem com ecossistema (ou bioma) e que possuem capacidade de impactá-lo de forma significativa, seja de forma lenta ou repentina. Desta forma, o Setor Estratégico de Biodiversidade no AdaptaBrasil MCTI considera uma ampla gama de informações, o que torna imprescindível, o gerenciamento da informação, notadamente a gestão documental, práticas de conservação, preservação e disseminação dos documentos produzidos nas etapas de elaboração destes dados. Toda esta organização pode ser implementada em conformidade aos princípios teórico-metodológicos da Arquivologia. Deste modo, o objetivo deste estudo é a aplicação de métodos arquivísticos para organização dos documentos dos índices e indicadores do Setor Estratégico de Biodiversidade do projeto AdaptaBrasil MCTI. Para atingir tal objetivo, foram analisadas 30 planilhas do Setor Estratégico de Biodiversidade, na qual foram identificados, descritos, renomeados e codificados para se encaixarem no Plano de Classificação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) visto que o projeto AdaptaBrasil é desenvolvido em parceria com o MCTI. Como próximo passo desta pesquisa, será organizado o acervo que será implantado na Plataforma AtOm,

¹ E-mail: nialvesgomes@id.uff.br irissss@id.uff.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: renato_mattos@id.uff.br

para fins de preservação documental, consultoria e acessibilidade por parte dos pesquisadores.

Palavras-chave: AdaptaBrasil MCTI. Gestão de documentos. Informação.

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE DIFERENTES BASES DE DADOS DE CONCENTRAÇÃO DE AEROSSÓIS NA REGIÃO CENTRAL AMAZÔNICA

Nicole Kellen Gois de Oliveira¹ (UFOPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Rodrigo Santos Costa² (INPE, Orientador)

Theomar Trindade de Araújo Tiburtino Neves³ (UFOPA, Coorientador)

RESUMO

A região amazônica, reconhecida por sua vasta biodiversidade e por abrigar a maior floresta tropical do planeta, enfrenta impactos significativos decorrentes de queimadas frequentes durante a estação seca. Esses eventos, em grande parte associados a práticas agrícolas, promovem a emissão de partículas em suspensão (aerosol), que afetam a quantidade de radiação solar que chega até a superfície, a qualidade do ar local e influenciam processos climáticos em escalas regionais e até continentais. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo principal avaliar diferentes bases de dados de Aerosol Optical Depth (AOD) na região central amazônica, por meio da comparação com medições obtidas por satélites, modelos e pelo fotômetro da rede AERONET instalado na Estação SONDA da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), em Santarém/PA. Entre os objetivos específicos, destaca-se a reinstalação do fotômetro CIMEL CE318, o acompanhamento técnico do seu funcionamento, além da análise e intercomparação entre dados observacionais e modelados. Neste trabalho foram analisados dados de AOD a partir das seguintes fontes estimadas, Copernicus Atmosphere Monitoring Service Copernicus (CAMS), Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2), do Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), e de uma estação de monitoramento terrestre com fotômetro solar da AErosol RObotic NETwork (AERONET). Todos os métodos de avaliação conseguiram capturar os eventos de queimadas ocorridos entre os meses de outubro e dezembro de 2024, com diferentes valores de AOD devido às metodologias utilizadas e respectivas resoluções espaciais e temporais. Como resultados obtidos, a análise de todos os dados no período de janeiro de 2024 a março de 2025, revela uma concentração mais elevada de AOD durante o período de transição da estação seca para chuvosa, mais precisamente no mês de novembro de 2024, quando foi registrada uma média diária de até 3.4 pelo equipamento da rede AERONET. Esse valor representa o maior pico de AOD do período analisado, associado a um evento atípico

¹ E-mail: nicolekellengois@gmail.com

² E-mail: rodrigo.costa@inpe.br

³ E-mail: theomar.neves@ufopa.edu.br

em que uma extensa pluma de fumaça, proveniente de queimadas intensas, permaneceu sobre a região por vários dias, ocasionando diversos problemas para população em geral. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento integrado e indicam a necessidade de aprimorar as bases de dados para garantir maior precisão nas análises dos aerossóis na região amazônica, sobretudo em períodos críticos, como a estação seca.

Palavras-chave: Amazônia. Aerossóis. AERONET. Modelos. Satélites.

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DAS SIMULAÇÕES DO MODELO MPAS
EM ALTA RESOLUÇÃO PARA CASOS DE EVENTOS SEVEROS
E CONVEÇÃO PROFUNDA EM SANTA CATARINA**

Paulo Henrique Bazzo¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Izabelly Carvalho da Costa² (INPE, Orientadora)

Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho avalia o desempenho do modelo numérico MPAS (Model for Prediction Across Scales) em simulações de alta resolução para eventos de tempo severo em Santa Catarina. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliográfica, incluindo artigos e workshops do NCAR, e na análise de um estudo de caso de tempestade severa com chuva torrencial e granizo ocorrido em 12 de agosto de 2023 no oeste e meio-oeste de Santa Catarina. Os resultados foram obtidos através da comparação com múltiplas fontes de dados. A validação com dados do radar de Chapecó indicou que o modelo representou bem a estrutura convectiva do sistema, através do mapa de viés e comparação direta. A comparação com a precipitação estimada pelo produto MERG mostrou valores quantitativamente próximos, porém com um deslocamento espacial do núcleo principal, demonstrando uma translação em direção a oeste. A análise estatística foi realizada utilizando a reanálise ERA5 para cinco variáveis, vento zonal, vento meridional, temperatura a 2m, água precipitável e CAPE, encontrou altas correlações, próximas a 0.9. Os valores de RMSE para as quatro primeiras variáveis foram, respectivamente, 1.7, 2.1, 1.4 e 2.7, enquanto a variável CAPE apresentou um RMSE significativamente mais elevado (446.65). Conclui-se que o modelo tem potencial para a previsão do evento, mas o erro maior na CAPE é provavelmente atribuído à diferença de resolução entre o modelo (1 km) e a reanálise (0.25°), onde o MPAS é capaz de resolver instabilidades em escalas não capturadas pelo ERA5.

Palavras-chave: Modelagem numérica. MPAS. Tempo severo. Validação de modelos. Santa Catarina.

¹ E-mail: paulohenriquebazzo@gmail.com

² E-mail: izabelly.costa@inpe.br

³ E-mail: wendell.farias@ufsc.br

ATUALIZAÇÃO DE DADOS DO CENSO DEMOGRÁFICO DO IBGE NA PLATAFORMA ADAPTABRASIL MCTI

Pedro Henrique de Sá Gilli¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

Os impactos resultantes das mudanças climáticas têm sido amplamente reconhecidos como um desafio mundial. No Brasil, esforços estão sendo direcionados para oferecer informações amplas sobre os impactos dessas mudanças nos sistemas naturais e sociais, essenciais para o planejamento e a tomada de decisões estratégicas. Nesse contexto, a Plataforma AdaptaBrasil está sendo desenvolvida com o objetivo de consolidar, integrar e disseminar informações sobre os impactos observados e projetados no território nacional, fornecendo subsídios a tomadores de decisão para ações de adaptação. Desde 2020, a Plataforma AdaptaBrasil busca estimar índices e indicadores com resolução municipal para diferentes setores estratégicos, como, segurança alimentar, segurança energética, e saúde. Alguns dos indicadores foram estimados com base em informações do censo demográfico de 2010, visto que este censo era o mais atual no momento de elaboração. Recentemente, foi publicado o censo demográfico de 2022, o que permite a atualização dos indicadores oriundos do censo demográfico. Deste modo, o objetivo deste estudo é a atualização dos indicadores da Plataforma AdaptaBrasil como base o censo demográfico de 2022 do IBGE. Para atingir tal objetivo, já foram analisados cinco indicadores: “Percentual de população rural”, “Abastecimento de água por outras fontes”, “Esgotamento inadequado”, “Coleta de lixo inadequado”, e “Densidade populacional”. Os indicadores “Abastecimento de água por outras fontes”, “Coleta de lixo inadequado”, e “Densidade populacional” mantém os padrões de classificação dos municípios entre os anos de 2010 e 2022. O indicador “Percentual de população rural” mantém o predomínio da classe muito baixa em 2022, contudo apresenta variação na distribuição dos municípios das demais classes, com destaque para o aumento do número de municípios nas classes média e alta. Por fim, o indicador “Esgotamento inadequado” saiu do predomínio de muito alto para 2010 para o predomínio da classe muito baixo para 2022. Acredita-se que esta alteração de padrão esteja relacionada aos avanços do

¹ E-mail: contato.pedrogilli@gmail.com

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br

Marco Legal do Saneamento Básico do Brasil. Como próximos passos desta pesquisa, será dada continuidade nas análises dos indicadores oriundos do censo demográfico que compõe a plataforma AdaptaBrasil.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Censo 2010. Censo 2022.

**DESENVOLVIMENTO DE ROTINAS, EM PYTHON, PARA O PROCESSAMENTO DE
IMAGENS E DADOS ÓPTICOS COLETADOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS PARA
MONITORAMENTO DE SISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS
POR SENSORIAMENTO REMOTO**

Pedro Henrique Machado Martins¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)
Rogério Flores Júnior³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O objetivo deste projeto foi dar continuidade as atividades desenvolvidas anteriormente, implementando rotinas, em Python, para auxiliar no gerenciamento da base de dados radiométricos na plataforma MAPAQUALI. A antiga base de dados foi migrada de um ambiente Cloud para a infraestrutura interna do INPE e, para se adequar ao novo ambiente e atender as necessidades atuais dos pesquisadores, precisou ser reestruturada. A próxima atividade foi inserir os dados processados das campanhas, realizadas desde Nov/2003 até o presente momento. Os dados foram coletados ao longo de vários anos e, por conta disso, grande parte não seguia o padrão necessário para a inserção na base de dados, necessitando da criação de scripts para a verificação dos erros de tipagem e consistência dos dados, garantindo que os dados fossem adicionados ao sistema de forma íntegra. Após a reformulação dos dados, foi proposta a criação de um sistema responsável por unificar os processos de verificação, correção e upload dos dados, disponibilizando as ferramentas de forma acessível e intuitiva, permitindo ao usuário executar todas as funções requisitadas. Inicialmente, foi desenvolvida uma aplicação desktop utilizando PythonQt que, em etapas avançadas de desenvolvimento, demonstrou-se ineficiente frente às necessidades do projeto e ao volume de dados. Como alternativa, foi proposta a criação de uma aplicação web capaz de suportar todas as funcionalidades exigidas. O front-end do projeto foi desenvolvido utilizando ferramentas modernas de desenvolvimento, sendo feito com React para estruturar a interface e utilizando Tailwind e CSS para estilização e responsividade da interface. Para o back-end, para assegurar segurança, robustez e escalabilidade ao projeto, foi escolhido o framework Django, capaz de conectar a base de dados ao ambiente, assegurando mais eficiência ao processamento dos dados e a integração de novas rotinas. Por fim, como resultado, deu-se início a um

¹ E-mail: pedrohmmartins2023@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: rogerio.junior@inpe.com

ambiente web centralizado que possibilitaria a integração de outras ferramentas do LabISA, dando início a nova plataforma interna LIA (Ambiente Interativo Labisa).

Palavras-chave: Processamento de imagens. Sensoriamento remoto. Processamento de dados. Banco de dados. Linguagem Python.

ESTUDO DA INTERFEROMETRIA ÓPTICA NO DESENVOLVIMENTO DE UM SENSOR DE TEMPERATURA PARA UM RADIÔMETRO DE BANDA LARGA

Pedro Henrique Soares Cesar¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luís Eduardo Antunes Vieira² (INPE, Orientador)
Adriany Rodrigues Barbosa³ (INPE, Coorientadora)
Franciele Carlesso⁴ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar a viabilidade do uso da interferometria óptica, através do interferômetro Mach Zehnder, no desenvolvimento de sensores de temperatura aplicáveis a radiômetros de banda larga. Para isso, foi construído um arranjo interferométrico com dois braços ópticos, cada um contendo um material cristalino distinto. Um dos braços estava acoplado a um sistema de controle térmico, permitindo o controle preciso da temperatura do caminho óptico e a realização do experimento. Por fim, as alterações de temperatura induzem variações no índice de refração dos materiais (efeito termo-óptico), que por sua vez afetam o padrão de interferência registrado. Os experimentos foram conduzidos para diferentes materiais e faixas de temperatura, e os dados obtidos demonstram uma variação sistemática da intensidade da luz em função da temperatura, confirmando a sensibilidade térmica do sistema interferométrico. Esses resultados reforçam o potencial do método como sensor de temperatura baseado em variações de fase.

Palavras-chave: Interferometria. Mach Zehnder. Sensor de temperatura.

¹ E-mail: pedrohenriquesoarescesar@gmail.com

² E-mail: luis.vieira@inpe.br

³ E-mail: adriany.barbosa@inpe.br

⁴ E-mail: franciele.carlesso@inpe.br

TENDÊNCIAS IDENTIFICADAS E PROJEÇÕES FUTURAS EM EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO ATLÂNTICO SUDESTE

Pedro Lucas Oliveira Santos¹ (UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)

Daniela Carneiro Rodrigues² (INPE, Orientadora)

Wanderson Luiz Silva³ (UFRJ, Coorientador)

RESUMO

A Bacia do Atlântico Sudeste apresenta alta densidade populacional, grande atividade econômica e, consequentemente, elevada demanda por recursos hídricos. A bacia engloba os Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, além do leste dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo. Em virtude dos aspectos fisiográficos como a proximidade com o oceano, o relevo e a vegetação, a bacia é impactada de maneira expressiva por eventos meteorológicos e climáticos extremos. Nesse contexto, essa pesquisa possui o objetivo de analisar possíveis alterações no comportamento hidroclimático da bacia do Atlântico Sudeste. Dessa forma, tendências observadas em extremos de precipitação são avaliadas no decorrer dos últimos anos. Além disso, as simulações numéricas do modelo do sistema terrestre EC-Earth3, proveniente da sexta fase do Coupled Model Intercomparison Project – CMIP6, são verificadas no clima presente e no clima futuro. Os dados diários de precipitação das estações são obtidos para o período de 1980 a 2023 por meio do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados diários do modelo EC-Earth3 no clima presente são referentes ao período de 1991 a 2014 com resolução espacial de 50 quilômetros. Dos 10 (dez) indicadores de extremos de precipitação selecionados para esta investigação, leva-se em consideração a frequência, a duração e a intensidade de tais eventos. Para avaliar a significância e a magnitude das tendências ao longo do período examinado, utiliza-se o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall e a estimativa da Curvatura de Sen, respectivamente. O clima futuro é analisado por meio dos cenários Shared Socioeconomic Pathways – SSP do sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC. Em relação às tendências observadas, destaca-se o aumento da precipitação total anual e a redução dos dias secos consecutivos, especialmente na sub-bacia do rio Paraíba do Sul. Nota-se também uma predominância de elevação na intensidade de eventos extremos de precipitação

¹ E-mail: pedrolucassantos88@gmail.com

² E-mail: daniela.rodrigues@inpe.br

³ E-mail: wanderson@igeo.ufrj.br

em regiões próximas ao litoral. Na comparação entre a climatologia observada e as simulações do EC-Earth3, observa-se que o modelo tende a subestimar a maioria dos indicadores avaliados. O modelo apresenta bom desempenho na representação da distribuição espacial dos índices, principalmente na região da sub-bacia do Rio Doce, a qual exibe os menores valores de extremos de precipitação, bem como os maiores períodos de estiagem. O modelo também apresenta boa performance na simulação dos altos valores dos indicadores de extremos de chuva na região da Serra do Mar. As projeções futuras indicam modificações em todos os índices de extremos climáticos relacionados à precipitação na bacia do Atlântico Sudeste. Os resultados provenientes deste estudo podem auxiliar medidas de adaptação e tomada de decisões em relação ao impacto das chuvas extremas na extensão de toda a bacia.

Palavras-Chave: Atlântico Sudeste. Extremos climáticos. Mudanças climáticas. Precipitação.

AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES DE ALTÍSSIMA RESOLUÇÃO EM REGIÃO DE TOPOGRAFIA COMPLEXA

Pedro Paganoto Foligno¹ (UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)
Chou Sin Chan² (INPE, Orientadora)
Daniela Carneiro Rodrigues³ (INPE, Coorientadora)
Claudine Pereira Dereczynski⁴ (UFRJ, Coorientadora)

RESUMO

No dia 15 de fevereiro de 2022 o município de Petrópolis, sofreu um dos maiores desastres ambientais com fortes impactos econômicos e sociais da sua história. Um evento de chuva extrema vitimou 235 pessoas e milhares de desabrigados, de acordo com dados da Defesa Civil. Foram registrados pelas estações pertencentes ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, acumulados de 215 e 234 mm, respectivamente, entre os horários de 20 e 22Z. O objetivo deste estudo é investigar as forçantes atmosféricas e elaborar uma análise sinótica detalhada desse evento. Foram analisadas imagens do Satellite Geostationary Operational Environmental Satellite-16 no canal infravermelho, e diversos campos de European Centre For Medium-Range Weather Forecast Reanalysis v5 (ERA5), visando identificar os principais mecanismos meteorológicos presentes. Como resultados, foi observado no dia 15 de Fevereiro de 2022, a passagem de uma frente fria sobre o estado do Rio de Janeiro à partir das 18Z, com a presença de um cavado em 500 hPa e ventos intensos de sudeste 12 m/s em 250 hPa, apresentando vorticidade potencial superior a 1.5 unidades de vorticidade potencial (PVU). Observou-se um transporte significativo de umidade e advecção de temperatura potencial equivalente alto, com máximos de 14 g/kg e fluxo de umidade de sul de 2 kg/m/s na região. A dinâmica atmosférica local foi impulsionada pela divergência em altos níveis, movimento ascendente com ômega de -0,8 Pa/s em 700 hPa e ventos de sul a 850 hPa, culminando na convecção profunda. A topografia local intensificou a convergência de umidade, o que explica os acumulados extremos superiores a 250 milímetros em 3 horas, o dobro da média mensal do que era esperado para fevereiro no centro petropolitano e área mais habitada do município.

Palavras-Chave: Evento extremo. Análise sinótica. Precipitação. Frente fria.

¹ E-mail: ppfoligno@gmail.com

² E-mail: chou.chan@inpe.br

³ E-mail: daniela.rodrigues@inpe.br

⁴ E-mail: claudine@acd.ufrj.br

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA ORDEM DE PRIORIDADE DAS IMAGENS NA COMPOSIÇÃO DE MOSAICO: ESTUDO DE CASO EM MOCAJUBA - PA

Pedro Ponse¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Claudia Cristina dos Santos² (INPE, Orientadora)
Sidnei João Siqueira Sant'Anna³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho avaliou qualitativamente a definição da ordem de prioridade na sobreposição de dezoito mosaicos locais, obtidos por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), para a construção de um mosaico global contínuo e de alta qualidade da área urbana de Mocajuba (PA). As imagens, coletadas entre 2023 e 2024, foram processadas no software Open Drone Map (WebODM) para gerar os mosaicos locais, que foram subsequentemente integrados no ambiente Quantum GIS (QGIS). No QGIS, foram testadas diferentes configurações da hierarquia de camadas com base em critérios visuais e geométricos, como nitidez, resolução e continuidade urbana, a fim de minimizar as inconsistências. A análise das zonas de intersecção demonstrou que a priorização criteriosa das camadas é fundamental para mitigar falhas como desalinhamentos de vias, distorções geométricas e bordas visíveis, que comprometem a homogeneidade do mosaico global final. Os resultados mostraram que a seleção de imagens com melhor qualidade visual e alinhamento para as posições superiores na hierarquia de sobreposição corrigiu descontinuidades espaciais e visuais em áreas críticas, como ruas e edificações adjacentes. Concluiu-se que, embora a definição manual da prioridade seja uma abordagem eficaz, limitações metodológicas foram identificadas, como a ausência de pontos de controle geodésicos e o fato de o QGIS, em certas condições, não seguir a ordem de sobreposição definida pelo usuário. Para trabalhos futuros, recomenda-se a adoção de estratégias complementares, como o recorte sistemático das bordas dos mosaicos locais antes da integração e a utilização de pontos de controle para aprimorar a acurácia espacial do mosaico global final.

Palavras-chave: Mosaico. WebODM. QGIS. VANT. Sensoriamento remoto. Mosaic. WebODM. QGIS. UAV. Remote sensing.

¹ E-mail: pedro.ponse@unesp.br

² E-mail: claudia.santos@inpe.br

³ E-mail: sidnei.santanna@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MEDIDAS PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR (QAI)

Rafael Faria Ferreira¹ (CPS/ETEC, Bolsista PIBIC-EM/CNPq)

Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

Thiago Bastos Borges³ (CPS/ETEC, Coorientador)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de medidas voltado ao monitoramento ambiental interno, ou seja, dentro de ambientes educacionais, de trabalho e espaços de coworking, com foco em soluções de baixo custo e aplicabilidade em contextos científico e laboral em busca da qualidade de vida. A relevância do projeto está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), números 3 e 9, consequentemente representando os índices de Saúde e Bem-Estar e Indústria, Inovação e Infraestrutura. As atividades envolvem pesquisas relacionadas a sensores ambientais para medição de variáveis meteorológicas como temperatura, umidade, concentração de material particulado e também de dióxido de carbono, indicadores esses fundamentais para o conhecimento da qualidade ambiental interna daqueles que frequentam o local. Paralelamente, são conduzidos estudos sobre o design e os materiais ideais para a construção de casulos de proteção, visando garantir o desempenho e a durabilidade dos sensores em ambientes internos. Esses casulos são projetados para serem produzidos por meio de impressão 3D, promovendo autonomia tecnológica e flexibilidade na adaptação a diferentes contextos de uso. A impressora utilizada para o desenvolvimento do estudo e à execução do projeto tem o modelo Ciever CL2.5 e o material utilizado foi o ABS (acrilonitrila butadieno estireno), escolhido devido a sua resistência a impactos, sua durabilidade diante das variáveis meteorológicas, ademais da sua baixa condutividade térmica, sendo um isolante, e seu acabamento liso e leve após a impressão completa. Como parte prática do projeto, está sendo construída uma estação de monitoramento de ar de ambientes internos de baixo custo, já em fase de protótipo e tem em sua composição sensores calibrados em um microcontrolador de baixo custo ESP32 e componentes acessíveis, visando à disseminação do conhecimento e ao fortalecimento da educação científica ambiental, além da conscientização em busca do

¹ E-mail: rafael.ferreira326@etec.sp.gov.br

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

³ E-mail: thiago.borges@etec.sp.gov.br

compartilhamento de locais adequados de forma saudável e ideais a fim de se encontrar resultados ao que se pretende atingir naquele denominado espaço.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Monitoramento ambiental. Meteorologia.

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

Renan da Silva Gadelha¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Maria Paulete Pereira Martins² (INPE, Orientadora)
Francisco Raimundo da Silva³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho consiste no tratamento e organização dos dados das variáveis ambientais oriundas das estações Solarimétrica e Davis (modelo Vantage PRO 2), instaladas no LAVAT (Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais), do COENE/INPE. O monitoramento das variáveis ambientais em Natal é uma atividade crucial pois essa região é próxima ao equador, onde ocorrem altos índices de radiação ultravioleta e é um polo turístico do nordeste brasileiro com alto fluxo de pessoas diariamente. Os dados coletados pelos instrumentos são depositados em um repositório de arquivos, numa nuvem online. Após a aplicação de uma metodologia computacional de processamento, o algoritmo organiza de forma cronológica toda a extensão dos arquivos, onde é possível observar o comportamento da janela histórica das variáveis estudadas. Os dados das estações Davis e Solarimétrica são processados e armazenados em planilhas gráficas diariamente e Dashboards são desenvolvidos para observar o real comportamento climatológico da cidade. Para garantir a confiabilidade é realizada a validação da Estação Solarimétrica, de acordo com uma planilha interna que contém os intervalos aceitáveis que as variáveis devem estar. Esse processo reafirma a responsabilidade no compartilhamento dos dados. Com a aplicação de códigos na linguagem de programação Python e com o uso de uma série de bibliotecas: Altair, Pandas, Matplotlib, Dash entre outras, é possível observar os dados e mostrar os comportamentos padrões das variáveis coletadas e conseguir desenvolver maneiras interativas de manipular os dados. O desenvolvimento dessas ferramentas computacionais é uma solução de acessibilidade à visualização da série cronológica e dessa forma tornar possível realizar rápidas comparações entre as estações. Logo, a partir da comparação dos dados que são coletados, é mensurada a convergência entre os dados, observando-se a disparidade entre aos valores. Dessa forma, é oferecido dados que possam fomentar a produção da comunidade científica nacional.

Palavras-chave: Variáveis ambientais. Estações meteorológicas. Radiação ultravioleta. Linguagem de programação.

¹ E-mail: renan.gadelha.707@ufrn.edu.br

² E-mail: maria.paulete@inpe.br

³ E-mail: francisco.raimundo@inpe.br

ANÁLISE DA EMISSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO DE NUVENS MOLECULARES COMPACTAS

Renata Ariadne Furtado da Rosa¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Tânia Pereira Dominici² (INPE, Orientadora)
Pedro Paulo Bonetti Beaklini³ (NRAO*, Coorientador)

RESUMO

Neste projeto, demos continuidade à investigação dos mecanismos de formação estelar em nuvens moleculares densas, com foco em regiões candidatas à formação de estrelas de alta massa. Na fase atual, selecionamos a fonte I17441-2822, observada no contexto do projeto ATOMS (ALMA Three-millimeter Observations of Massive Star-forming regions) e concentrarmos nossas atividades na análise dos dados interferométricos obtidos com o observatório ALMA(Atacama Large Millimeter Array) utilizando softwares como o CASA(Common Astronomy Software Applications) e o CARTA(Cube Analysis and Rendering Tool for Astronomy). A partir dos cubos espectrais gerados, analisamos as frequências e identificamos as principais linhas de emissão presentes, além de associarmos essas linhas a espécies moleculares como HCO⁺, HCN, CH₃OH e CO. O estudo das linhas de emissão serviu de base para a escolha de possíveis núcleos formadores de estrelas e para analisar com mais detalhes os traçadores moleculares presentes na fonte, o que pode nos ajudar a estabelecer critérios observacionais que ajudem a reconhecer precocemente outras regiões com potencial para a formação de estrelas de alta massa.

Palavras-chave: Rádio astronomia. Interferometria. Nuvens interestelares. Formação estelar. Radio astronomy. Interferometry. Interstellar clouds. Star formation.

*National Radio Astronomy Observatory

¹ E-mail: renata.ariadne@unesp.br

² E-mail: tania.dominici@inpe.br

³ E-mail: pbeakli@nrao.edu

PERCEPÇÕES DE MEMBROS DAS COMISSÕES INTERINSTITUCIONAIS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (CIEA) SOBRE RISCOS CLIMÁTICOS NAS GRANDES REGIÕES DO BRASIL

Renata de Cária Ribeiro¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Gustavo Felipe Balué Arcoverde² (INPE, Orientador)

Fernanda Santos Mota de Jesus³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto “Capacidade adaptativa em perspectiva policêntrica: monitoramento, avaliação e impactos sinérgicos de Política Pública de Educação Ambiental para o enfrentamento das mudanças climáticas, em múltiplas escalas”, que busca compreender como as Políticas Públicas de Educação Ambiental contribuem para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas no Brasil. Como bolsista PIBIC no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), atuei na transcrição de entrevistas realizadas com membros das Comissões Interinstitucionais de Educação Ambiental (CIEA) em oficinas promovidas nas cinco regiões do país. As entrevistas foram conduzidas com base em um roteiro semiestruturado que abordava percepções sobre impactos decorrentes de ameaças climáticas, vulnerabilidades, capacidade adaptativa e a atuação das Políticas Públicas de Educação Ambiental. As transcrições realizadas, em parceria com outra bolsista, contribuíram para consolidar uma base de dados qualitativa que possibilita identificar padrões territoriais de vulnerabilidade, resiliência e ação climática. Os relatos revelaram diferentes impactos climáticos regionais: enchentes, deslizamentos de terra e escassez hídrica foram os mais recorrentes, afetando principalmente populações vulneráveis, como povos e comunidades tradicionais (indígenas, ribeirinhas, quilombolas), agricultores familiares e moradores de periferias urbanas. Também foram citadas como vulnerabilidades o avanço do agronegócio, o desmatamento e a falta de infraestrutura. A descontinuidade de políticas públicas, a fragilidade na implementação das políticas e a influência de grupos econômicos sobre decisões ambientais foram apontadas como aspectos políticos que podem reduzir a capacidade de adaptação às mudanças do clima. Os entrevistados foram questionados sobre os impactos nos temas água, biomas, cidades e desastres geohidrológicos. Os relatos evidenciam a intensificação da escassez de água potável, associada à degradação de nascentes e à redução do volume de rios e reservatórios. Em relação aos biomas,

¹ E-mail: renata.ribeiro11@fatec.sp.gov.br

² E-mail: gustavo.arcoverde@inpe.br

³ E-mail: fernanda.jesus@inpe.br

foram mencionados o desmatamento acelerado, a perda de biodiversidade e o avanço da savanização em áreas de florestas. No contexto urbano, os desastres geohidrológicos foram apontados como cada vez mais frequentes e intensos, afetando especialmente comunidades em áreas de risco, intensificados pela falta de sistemas de alerta ou resposta emergencial, precariedade da infraestrutura e pela insuficiência de políticas de saneamento e moradia. Apesar desses desafios, destacaram-se algumas iniciativas para incremento da capacidade adaptativa, como programas de recuperação de nascentes, ações locais de educação ambiental, participação em comitês de bacias hidrográficas e desenvolvimento científico com potencial de aplicação. A experiência como bolsista proporcionou contato direto com a diversidade de contextos socioambientais do país e ampliou minha compreensão sobre as desigualdades e similaridades regionais quanto aos riscos climáticos e a importância da escuta de atores nos territórios. O material transcrito contribuiu para a construção de diagnósticos participativos, de maneira a reforçar a importância do conhecimento local e fortalecer o papel da educação ambiental crítica como ferramenta para políticas públicas mais justas e eficazes no enfrentamento das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Riscos climáticos. Educação ambiental. Capacidade adaptativa. Climate risks. Environmental education. Adaptive capacity.

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

Roberta Camilly Freitas de Carvalho¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
José Roberto Cecatto² (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 muita energia (1024 – 1032 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). As radiações mais energéticas ao atingir o ambiente terrestre podem 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 como consequência não existe tempo suficiente para a tomada de qualquer medida protetiva ou de mitigação dos efeitos causados. Sendo assim, para se evitar ou minimizar os efeitos que esses fenômenos causam é necessário prever sua ocorrência com antecipação suficiente – 1-2 dias. Para desenvolver um método que auxilie na previsão desse fenômeno, realizamos um levantamento de parâmetros e índices solares com o intuito de gerar um modelo empírico de previsão. A análise do ciclo de atividade solar 23 (1996-2008) mostrou os seguintes resultados: nível base do fluxo de raios-x (1-8 Angstrom) de 1×10^{-7} W/m² e 2×10^{-7} W/m² para ocorrência de eventos M e X, respectivamente; e nível base de densidade de fluxo de rádio (10.7 cm) de 74 UFS (Unidade de Fluxo Solar = 1×10^{-22} W/m².Hz) e 90 UFS para ocorrência de eventos M e X, respectivamente. Apresentamos os resultados obtidos por meio da análise dos últimos 3 ciclos solares.

Palavras-chave: Sol. Explosões solares. Previsão.

¹ E-mail: roberta.camilly@usp.br

² E-mail: jr.cecatto@inpe.br

**ANÁLISE ESPECTRAL DA VARIABILIDADE DE DADOS DE TEMPERATURA/UMIDADE
COLETADOS NO SÍTIO EXPERIMENTAL DO CAMPUS
DO INPE EM CACHOEIRA PAULISTA**

Sarah Rodrigues Prezotto¹ (UFPR, Bolsista PIBIC/CNPq)
José Celso Thomaz Júnior² (INPE, Orientador)

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho de Iniciação Científica, é o de explorar o uso de transformadas integrais, ferramentas matemáticas que permitem a mudança do domínio da função de tempo/frequência para o domínio de tempo/escala, possibilitando uma análise mais profunda do comportamento de variáveis meteorológicas. O foco inicial esteve na validação dos dados observacionais e na análise conjunta das variáveis temperatura e umidade do ar. Essa abordagem revelou, por exemplo, uma forte correlação entre temperatura e umidade, como já era esperado. Além disso, ao observarmos o espectro da potência das transformadas Wavelet e a distribuição das cores associadas às intensidades das variáveis no tempo-frequência, foi possível identificar regiões com padrões regulares ou picos que indicam a ocorrência de eventos climáticos significativos. Nesta etapa do trabalho, de posse de aproximadamente um ano de dados da estação meteorológica de Cachoeira Paulista (SP), direcionamos nosso foco especificamente à Transformada Wavelet e à teoria que a fundamenta, buscando uma compreensão mais aprofundada de seus mecanismos e de aplicabilidade na análise destas séries temporais ambientais. O objetivo é obter interpretações menos triviais e mais sutis sobre os dados, indo além de correlações diretas. Para ampliar a complexidade e riqueza da análise, decidimos iniciar a análise de novas variáveis ambientais, como a velocidade e direção do vento, pressão atmosférica e radiação de onda longa, além da temperatura e umidade. A inserção desses dados visa possibilitar uma investigação mais abrangente das interações atmosféricas e de seus reflexos nas escalas de tempo/escala, tornando a análise mais robusta e interdisciplinar. A programação desempenhou um papel essencial no desenvolvimento deste estudo, otimizando a manipulação dos dados e a aplicação das transformadas. Utilizamos o ambiente de desenvolvimento integrado Visual Studio Code (VSCode), que oferece suporte a múltiplas linguagens de programação, incluindo Python, linguagem utilizada no desenvolvimento deste trabalho e na implementação da Transformada Wavelet Computacional. O código desenvolvido contempla

¹ E-mail: sarahprezotto12@gmail.com

² E-mail: jose.thomaz@inpe.br

diferentes funções wavelets, como Morlet, Paul e DoG (Difference of Gaussians), esta última uma forma derivada da wavelet gaussiana, útil para destacar transições bruscas nas séries temporais. Os resultados obtidos até o momento reforçam o potencial das ferramentas matemáticas, especialmente da Transformada Wavelet, na análise de sistemas ambientais complexos, revelando comportamentos que métodos tradicionais de análise temporal não seriam capazes de capturar. O aprofundamento nesta abordagem abre caminhos para aplicações mais precisas em estudos climáticos e previsão de eventos extremos.

Palavras-chave: Transformada “Wavelet”. Temperatura/umidade. Análise de sinal.

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

Sílvia Beatriz Lima Santos¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Melquisedec Medeiros² Moreira (INPE, Orientador)
Helenice Vital³ (UFRN, Coorientadora)

RESUMO

Nos últimos anos, os estudos voltados aos riscos de desastres ocasionados por condicionantes geológicos, geotécnicos, hidrológicos e interferências geradas por fenômenos climáticos têm se tornado alvo de grande interesse dos profissionais da área das geociências, devido aos impactos atribuídos, entre eles: ambientais, sociais e econômicos. Esses impactos ocorrem de maneira quase imprevisível em muitas regiões do Brasil, em virtude da falta de informações direcionadas à população e da falta de infraestrutura preventiva, gerando o crescimento urbano desordenado em áreas vulneráveis e/ou suscetíveis. O semiárido brasileiro é caracterizado por um clima árido, com baixo índice pluviométrico e áreas com solos pobres em nutrientes. Possui dois biomas predominantes, a caatinga e o cerrado, característicos pela vegetação verde em períodos chuvosos e acinzentada em períodos de seca, sendo a caatinga o bioma predominante e inserido entre os biomas com altas taxas de desertificação. Em razão do arcabouço geológico e das condições climáticas de áreas com esse perfil, o assoreamento de rios se intensifica progressivamente, reduzindo sua profundidade pelo acúmulo de sedimentos. Embora essa região semiárida seja considerada a mais chuvosa comparada às demais ao redor do mundo, as chuvas são distribuídas irregularmente e ocorrem concentradas em curtos períodos de tempo, o que aumenta a probabilidade de riscos hidrogeológicos para comunidades que vivem nas proximidades de rios, principalmente com ausência de vegetação na margem, cenário típico do bioma caatinga, como é o caso na cidade de Morada Nova, no interior do Ceará, que sofre com inundações em períodos de alta pluviosidade, em decorrência de uma porção da cidade se situar na planície de inundação do Rio Banabuiú. Neste cenário, o papel dos geocientistas é indispensável, em função da necessidade de compreender a ação dos agentes geológicos e hidrológicos que moldam o relevo do planeta, de forma que sua compreensão possibilite o entendimento de como os tipos de rochas e solos se comportam no decorrer do tempo. Além deste ponto, os

¹ E-mail: beatriz.santos.131@ufrn.edu.br

² E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

³ E-mail: helenice.vital@ufrn.br

geocientistas podem colaborar com a elaboração de cartografia geológica de risco e susceptibilidade e mapeamento geológico com o intuito de identificar potenciais áreas suscetíveis a desastres naturais de caráter hidrológico, geológico ou ambiental, a depender do condicionante. Para a elaboração de diagnósticos prévios que incitam a prevenção e gerenciamento dos riscos, o uso das geotecnologias se torna uma ferramenta crucial, possibilitando a identificação e caracterização das áreas e seu grau de risco a partir de informações prévias por imagens de satélite. O presente trabalho possui o objetivo de abordar as implicações, caracterizar o principal condicionante dos desastres que ocorrerem na cidade e, a partir disso, destacar a importância dos cursos oferecidos pela Escola Virtual do Governo e Serviço Geológico do Brasil para a disseminação de conhecimento a respeito de riscos de desastres, como esses riscos podem ser identificados, gerenciados e mapeados, associado à elaboração de mapas a partir de imagens de satélite e informações disponibilizadas em bancos de dados online por órgãos de monitoramento.

Palavras-chave: Semi-árido. Risco. Impactos. Gerenciamento. Morada Nova.

APRIMORAMENTO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE DAS ÁREAS ESPECIAIS DO IBGE PARA O VALE DO PARAÍBA PAULISTA

Sofia Sena Tavares¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Cassia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)

Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

A Mata Atlântica possui apenas 12,4% de remanescentes florestais no Brasil, e por isso, é alvo de iniciativas de restauração. O Vale do Paraíba Paulista (VPP) é uma região estratégica deste bioma para as ações de restauração. Para esta região, as áreas escolhidas para restauração geralmente são pastagem, contudo podem estar sendo superestimadas devido à confusão com as áreas especiais do IBGE, o que corresponde a fitofisionomia de Refúgio Ecológico Montano e Alto-Montano. Sendo assim, este projeto tem como objetivo explorar possibilidades de aprimoramento no treinamento da classificação das imagens de satélites para o VPP, a fim de distinguir a cobertura de áreas especiais do IBGE e áreas de pastagem. Para investigar a divergência entre o refúgio e a pastagem foram usados os mapeamentos do MapBiomass e do Inventário Florestal do Estado de São Paulo. O atual Inventário Florestal adota a legenda do IBGE e foi elaborado com imagens entre 2016 e 2018, com maioria em 2017. Desta forma, 2017 foi o ano escolhido para a análise do mapeamento do MapBiomass e imagens de satélite. A partir do Google Earth Engine, foram baixadas bases espaciais do satélite Landsat 8 pela base do MapBiomass para a média anual e os períodos seco e chuvoso. Em seguida, a classe de Refúgio do Inventário foi interseccionada com o mapeamento do MapBiomass para cálculo das áreas. Houve confusão da classe de Refúgio do Inventário com as classes Pastagem (18,56%), Mosaico de Usos (12,62%) e Café (0,19%). Para investigar a origem da confusão, as imagens de satélite e o SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) foram usados para selecionar a assinatura espectral das seguintes classes: classe de Refúgio “correta”, ou seja, as classes de Afloramento Rochoso e Formação Florestal do MapBiomass classificadas como Refúgio no Inventário; classe antrópica “correta” do MapBiomass, ou seja, áreas não classificadas como vegetação no Inventário; e classe antrópica “errada” do MapBiomass, sendo as classes antrópicas do MapBiomass em áreas classificadas como Refúgio no Inventário. As classes antrópicas corretas e erradas obtiveram assinaturas com diferenças maiores

¹ E-mail: sena.tavares@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

³ E-mail: vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br

na banda da cor vermelha no período chuvoso, ao passo que no período seco houve maior diferenças nas bandas do NIR (infravermelho próximo) e SWIR 1 (infravermelho de ondas curtas 1), possivelmente devido a variações nas propriedades de conteúdo de água, clorofila e biomassa, salvo Mosaico de Usos que foi similar em ambos os casos. Essas diferenças detectadas abrem possibilidades para melhorias na classificação correta das classes de Refúgio Ecológico, que poderão ser exploradas em futuras pesquisas.

Palavras-chave: Mudança de uso e cobertura da terra. Restauração florestal. Mata Atlântica.

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

Thamires dos Santos Rego¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Katia Alves Arraes² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este estudo de Iniciação Científica se dedica a monitorar o uso e a ocupação da terra na Caatinga, um bioma semiárido vital que abrange todos os estados do Nordeste brasileiro e se estende até o norte de Minas Gerais. Para isso, utilizamos o sensoriamento remoto, empregando imagens do satélite Sentinel-2. O foco atual da pesquisa reside especificamente em municípios do Rio Grande do Norte, com o objetivo a longo prazo de expandir a análise para todos os municípios dentro do limite do bioma Caatinga. A pesquisa busca compreender as dinâmicas ambientais locais para fornecer subsídios que, além de apoiar a gestão territorial, contribuirão significativamente para a produção de artigos científicos sobre o tema. Frequentemente, a qualidade das imagens se mostra insatisfatória devido à densa cobertura de nuvens. Este cenário costuma ocorrer mesmo dentro do período de estiagem, que ocorre tipicamente de julho à outubro. Diante desse desafio, foi desenvolvida uma nova abordagem para o mascaramento de nuvens. Essa ferramenta é crucial para garantir a integridade e clareza dos dados. A sua eficácia e impacto serão evidenciados por meio de comparações detalhadas entre classificações realizadas com e sem a aplicação deste mascaramento, realçando a relevância dessa solução. Para a classificação das feições terrestres, empregamos algoritmos de Inteligência Artificial (IA), notadamente métodos de Machine Learning, que nos permitem identificar e diferenciar padrões complexos nas assinaturas espectrais das imagens. As classes mapeadas incluem corpos d'água, solo exposto, área urbana, vegetação aberta, vegetação densa e uso agrícola e/ou pastagem. Os modelos foram treinados utilizando 70% dos pontos de dados para treinamento e 30% para validação, assegurando a robustez dos resultados. Os resultados preliminares atestam a capacidade da nossa abordagem em mapear e quantificar as diversas classes de cobertura do solo, aprofundando a compreensão da paisagem da Caatinga. Em síntese, a integração do sensoriamento remoto com a Inteligência Artificial, somada ao diferencial da solução de mascaramento de nuvens, estabelece uma ferramenta poderosa para o monitoramento ambiental e o planejamento territorial em regiões semiáridas.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Caatinga. Classificação. Inteligência artificial. Uso do solo. Remote sensing. Caatinga. Classification. Artificial intelligence. Land use.

¹ E-mail: thamiressrego@gmail.com

² E-mail: katia.arraes@inpe.br

**ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA POROSIDADE NO POTENCIAL DE ATENUAÇÃO
ELETROMAGNÉTICO DE COMPÓSITOS MAGNÉTICOS A BASE DE SILICONE, EM
FERROCARBONILA E TECNOLOGIAS 5G, NA FAIXA DE FREQUÊNCIA
REFERENTE A BANDA K (18-26,5 GHz) E KA (26,5-40 GHz)**

Thiago Ferreira Claudiano¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Chen Ying An² (INPE, Orientador)
Braulio Haruo Kondo Lopes³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Nos últimos anos, a tecnologia de telecomunicações tem experimentado avanços significativos, com destaque para a crescente implementação da quinta geração de comunicação móvel, conhecida como 5G. Essa tecnologia está se expandindo gradualmente, trazendo consigo transformações substanciais em diversos setores, pois permite uma conexão mais rápida e estável com a internet, com latência reduzida e maior capacidade de suportar uma vasta gama de aplicações, incluindo a Internet das Coisas (IoT) e veículos autônomos. No entanto, a proliferação massiva de antenas e dispositivos 5G levanta preocupações acerca da poluição eletromagnética e seus potenciais impactos, tanto em sistemas eletrônicos quanto na saúde humana e no meio ambiente. A crescente quantidade de radiação eletromagnética gerada por esses sistemas de comunicação pode afetar negativamente o desempenho de equipamentos eletrônicos sensíveis, além de criar riscos potenciais para o bem-estar das pessoas expostas a essas radiações de forma contínua. A tecnologia 5G pode operar em diversas faixas de frequência, variando entre 24 e 52 GHz na faixa de ondas milimétricas. No Brasil, a Anatel define o espectro de frequência de 24,25 a 27,50 GHz por estações no Serviço Móvel Pessoal, no Serviço de Comunicação Multimídia, no Serviço Telefônico Fixo Comutado e no Serviço Limitado Privado. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a caracterização de materiais absorvedores de radiação eletromagnética voltados para aplicações em tecnologias 5G, com foco nas bandas K (18–26,5 GHz) e Ka (26,5–40 GHz). Foram sintetizados compósitos magnéticos à base de ferrocarbonila e borracha de silicone, com diferentes concentrações do material magnético (60% e 70% em massa) e submetidos a pressões negativas controladas, a fim de gerar porosidade. A introdução de poros teve como objetivo melhorar a eficiência de absorção das amostras, ampliando o caminho de

¹ E-mail: thiagofclaudiano@gmail.com

² E-mail: chen.an@inpe.br

³ E-mail: braulio.lopes@inpe.br

propagação interna das ondas e promovendo maior dissipação de energia. O processo de fabricação incluiu o desenvolvimento de moldes específicos, controle da cura e aplicação de pressão negativa durante a síntese. As medições de refletividade foram realizadas por meio da técnica de Espaço Livre (Free Space), utilizando um Vector Network Analyzer ligado a antenas com lentes de Teflon, em configuração que simula condições mais próximas da realidade de aplicação. Os resultados obtidos demonstraram elevado desempenho das amostras, com atenuações máximas de -37,33 dB e -38 dB, correspondendo a uma redução de aproximadamente 99,98% da energia das ondas eletromagnéticas incidentes. Comparações entre os resultados em Free Space e os obtidos anteriormente por guia de onda evidenciaram melhorias significativas no desempenho, especialmente na definição e intensidade dos picos de absorção. Conclui-se que o método de síntese com controle de porosidade, aliado ao processo de medição em Espaço Livre, é promissor para o desenvolvimento de novos materiais com alta capacidade de atenuação eletromagnética, com potencial de aplicação em soluções de mitigação de interferência eletromagnética no ambiente de redes 5G.

Palavras-chave: Material absorvedor de radiação eletromagnética. Banda-K. Banda-Ka. Espaço livre. 5G. Electromagnetic radiation absorbing material. K-Band. Ka-Band. Free space. 5G.

FRAMEWORK DE TREINAMENTO E AVALIAÇÃO PARA O RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO INTEGRADO COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Tiago Maneca Bortolini de Castro¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Elcio Hideiti Shiguemori² (ITA, Orientador)

Felipe Pacheco de Almeida Euphrásio³ (ITA, Coorientador)

RESUMO

Este projeto desenvolveu um framework para treinamento e avaliação no reconhecimento de padrões em imagens de sensoriamento remoto, integrando técnicas de inteligência artificial para automatizar a geração e anotação de datasets utilizados na classificação de imagens ambientais, como identificação de queimadas e pistas de pouso. A metodologia adotada inclui a implementação de um sistema backend para busca automatizada de imagens, aliado a um frontend que permite o treinamento colaborativo de especialistas na rotulagem e validação dos dados, garantindo maior precisão e segurança por meio de servidores locais e controle de acesso. O framework suporta exportação de dados utilizando o supabase, amplamente utilizado em tarefas de classificação e segmentação, e visa reduzir o tempo e esforço na anotação de grandes volumes de dados, promovendo a personalização das ferramentas conforme necessidades específicas. Espera-se que a solução contribua para a modernização dos processos de sensoriamento remoto, facilitando a colaboração entre equipes e a escalabilidade para lidar com volumes crescentes de dados, alinhando-se às demandas atuais de ensino e pesquisa em inteligência artificial aplicada ao meio ambiente.

Palavras-chave: Aprendizado profundo. Sensoriamento remoto. Inteligência artificial. Visão computacional. Treinamento supervisionado. Classificação de imagens.

¹ E-mail: tiagobortolini05@gmail.com

² E-mail: elciohs@gmail.com

³ E-mail: felipephelp1234@gmail.com

ANÁLISE DE CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS POTENCIALMENTE ASSOCIADAS À OCORRÊNCIA DE GRANIZO EM SANTA CATARINA

Victor André Deitos¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Izabelly Carvalho da Costa² (INPE, Orientadora)

Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

Granizo é um tipo de fenômeno meteorológico caracterizado pela formação de pedras de gelo que podem variar em tamanho, desde pequenas pelotas de alguns milímetros até grandes pedras com até 13 cm de diâmetro. De acordo com Martins (2016), 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 diversos problemas para a população, como a destruição de plantações ou de cobertura de casas e construções susceptíveis. Esse estudo teve como base a análise do ambiente atmosférico pré convectivo utilizando dados de reanálise do ERA5, a tabela de casos de granizo coletados e validados pelo PREVOTS e os dados obtidos pelos radares meteorológicos de Chapecó e Morro da igreja, para identificar possíveis padrões nos eventos de granizo estudados para o estado de Santa Catarina. Inicialmente uma revisão sobre microfísica de nuvens, visando maior entendimento dos sistemas geradores de granizo, em conjunto com uma revisão sobre o funcionamento e campos de radares de dupla polarização se fez necessária para compreender e interpretar os campos das variáveis polarimétricas analisadas por este trabalho. Em seguida verificou-se a qualidade dos perfis verticais de temperatura disponíveis nos dados de reanálise, para os casos particulares estudados a partir de janeiro de 2021. As comparações entre os perfis verticais de temperatura, radiossondagem versus reanálise, indicaram um desvio padrão de 0,66°C. Posteriormente foram criados mapas para mensurar os resultados, revelando alturas de congelamento entre 3300 a 4000 m, cisalhamento do vento entre 3,1 a 6,4 kt, direção do vento entre Sudeste e Sudoeste, valores de Energia potencial convectiva disponível entre 2400 a 2800 J/kg e energia de inibição entre 210 a 330 J/kg. Além da análise dos padrões pré-convectivos, foi feita uma análise dos campos de algumas variáveis polarimétricas, nas quais foram encontrados intervalos de valores característicos para os eventos estudados em Santa Catarina. Para a fase diferencial

¹ E-mail: victordeit@gmail.com

² E-mail: izabelly.costa@inpe.br

³ E-mail: wendell.farias@ufsc.br

específica o valor foi de aproximadamente 4°, já a refletividade diferencial apresentou valores maiores que 2,5 dB enquanto a correlação co-polar manteve valores entre 0,7 e 0,9, com base nos campos das variáveis colorimétricas foram definidas também as áreas onde eventos de granizo ocorreram. Ademais foram produzidas imagens dos cortes transversais das mesmas variáveis de forma a acompanhar o desenvolvimento vertical das tempestades, com resultados conforme os padrões estabelecidos, além das confecções de mapas, gráficos e campos de variáveis, foram feitas análises descritivas dos eventos usufruindo dos mesmos e correlacionando com cartas sinóticas disponíveis, e como resultado complementar a confecção de um artigo com os resultados da pesquisa de iniciação científica.

Palavras-chave: Granizo. Variáveis polarimétricas. Radar. Índices de instabilidade. ERA5.

APLICAÇÃO DO SCANTEC NA AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES NUMÉRICAS DO ESTADO DA ATMOSFERA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PREVISTAS PELO MODELO MPAS

Victor Antunes Ranieri¹ (IAG-USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luiz Fernando Sapucci² (INPE, Orientador)
Danilo Couto de Souza³ (IAG-USP, Coorientador)
Ricardo de Camargo⁴ (IAG-USP, Coorientador)

RESUMO

Por ser uma variável que não é prognosticada diretamente pelo modelo, mas sim representada por meio de parametrizações de processos físicos subgrade, a previsão de precipitação está sujeita a incertezas significativas. Esse aspecto torna sua previsão um dos maiores desafios da modelagem numérica, reforçando a importância de avaliar de forma rigorosa a capacidade do MPAS-A em simular os diferentes regimes de precipitação observados. Isso tem especial importância em muitos setores da sociedade, incluindo agricultura, hidrologia, gestão de recursos hídricos e prevenção de desastres naturais, os quais tem suas ações dependentes das informações dessa variável advindas de previsão numérica de tempo. Nesse contexto, a ferramenta MODE (Method for Object-Based Diagnostic Evaluation), que integra o pacote MET (Model Evaluation Tools), mostra-se promissora para avaliar a precipitação, pois trata o campo previsto como um objeto, atribuindo características específicas à sua estrutura e distribuição espacial. O MODE analisa o desempenho dos modelos ao comparar a forma e a relação entre eventos, indo além das métricas tradicionais baseadas em pontos. Neste trabalho, foram analisados quatorze experimentos do modelo MPAS-A para o furacão Catarina, utilizando diferentes conjuntos de parametrizações de cúmulos e microfísica. A suíte de parametrizações que apresentou melhor desempenho, considerando o índice CSI nas previsões sequenciais de 24 horas, foi a suíte com microfísica WSM6 e parametrização de cúmulos NTiedtke; já na precipitação acumulada, destacou-se a suíte com microfísica Kessler e parametrização de cúmulos NTiedtke. Também foi estudada a relação entre os limiares de intensidade e de convolução, que são essenciais para a criação dos objetos utilizados nesta avaliação. O MODE, assim como o Sistema Comunitário de Avaliação de Modelos Numéricos de Previsão de Tempo e Clima (SCANTEC), constitui

¹ E-mail: victor.ranieri@usp.br

² E-mail: luiz.sapucci@inpe.br

³ E-mail: danilo.oceano@usp.br

⁴ E-mail: danilo.oceano@usp.br

uma ferramenta importante para a comunidade meteorológica, ambas desenvolvidas de forma colaborativa por diversos grupos de pesquisa. Essas ferramentas contribuem para o aprimoramento e a padronização dos métodos de avaliação de modelos numéricos, facilitando a comparação e a troca de resultados entre diferentes centros de pesquisa no Brasil e no mundo.

Palavras-chave: MONAN. MET. MODE. Avaliação de modelos. MPAS.

TRAJETÓRIAS DE BAIXA ENERGIA GERADAS NO SISTEMA TERRA-LUA DIRECIONADAS AO SISTEMA JOVIANO

Victor Ayres Peres¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado² (INPE, Orientador)
Antonio Gil Vicente de Brum³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

Missões interplanetárias são projetos de grandes orçamentos, nas quais consideráveis parcelas são destinadas para o deslocamento dos veículos espaciais pelo Sistema Solar. Ao longo da história, diversas missões deste tipo possuem trajetórias que podem ser aproximadas pelo modelo de Patched-Conics, baseado no Problema Restrito de Dois Corpos, que envolve soluções válidas para deslocamentos impulsivos e altamente energéticos, mas com grandes imprecisões para esquemas de menor energia e sistemas com outros corpos gravitacionalmente perturbadores. Todavia, a análise das trajetórias sob a ótica de modelos mais complexos, como o Problema Restrito e Circular de Três Corpos (PRC3C), permite a descrição de dinâmicas mais acuradas e menos energéticas. A instabilidade característica dos sistemas contemplados por essa análise garante transferências naturais de baixo custo entre órbitas periódicas geradas em volta dos pontos lagrangianos, que são regiões de equilíbrio gravitacional e rotacional do espaço de fase, mediadas pelas variedades invariantes – trajetórias assintóticas associadas a estas órbitas, que conduzem naturalmente o terceiro corpo até estas localidades ou afastam-no dela. O constante interesse pelo sistema joviano, atualmente fomentado pela provável presença de compostos orgânicos em algumas de suas principais luas, implica no gradual aumento de projetos espaciais destinados a exploração deste planeta e de seus satélites. Esta pesquisa teve como objetivo a determinação das dinâmicas envolvidas nos sistemas terrestre e joviano, por meio do cálculo das variedades invariantes e da obtenção de condições iniciais que permitam o cruzamento de trajetórias de baixa energia, viabilizando deslocamentos econômicos entre vizinhanças planetárias. As simulações computacionais desenvolvidas validaram alguns resultados presentes na existente literatura, como a transferência entre as luas galileanas Ganimedes e Europa, a obtenção de transferências orbitais entre órbitas baixas terrestre e órbitas halo do sistema Terra-Lua e Sol-Terra, e a conexão dos dois sistemas planetários.

¹ E-mail: victor.ayres@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: antonio.prado@inpe.br

³ E-mail: antonio.brum@ufabc.edu.br

Naturalmente, as trajetórias obtidas dentro do PRC3C apresentam custos energéticos menores se comparadas às metodologias de transferências orbitais convencionais, mas o período despendido nestas transferências é muito superior, o que pode ser mitigado por meio de incrementos propulsivos em localidades específicas da trajetória e também por manobras de correção.

Palavras-chave: Trajetórias de baixa energia. Problema restrito e circular de três corpos. Pontos de Lagrange. Variedades invariantes. Low-energy trajectories. Circular restricted three-body problem. Lagrange points. Invariant manifolds.

ESTUDO DA ARQUITETURA DE SEGURANÇA DA INFOTMAÇÃO EM REDES 5G

Victor de Vasconcelos Carvalho¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Edesio Paulicena² (INPE, Orientador)

Luiz Henrique Bonani³ (UFABC, Coordenador)

RESUMO

Este trabalho de pesquisa tem como tema o estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G. Possui dois anos e sete meses de duração ao total. 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 traz um significativo aumento nas possíveis ameaças e vulnerabilidades da rede, o que pode influenciar na disponibilidade dos 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; a validação do simulador utilizado, assim como as funções da rede e demais aplicações necessárias para o seu funcionamento; o estudo da arquitetura de segurança com foco no processo de autenticação do usuário, conduzido através de testes durante a comunicação inicial entre as partes que integram o núcleo do 5G, para deste modo verificar os níveis de segurança da rede e comparar com o que é previsto pelo órgão regulamentador (3GPP), e por fim, a implementação do simulador aos servidores do LIT com acesso realizado via VPN para configuração compartilhada e remota.

Palavras-chave: 5G. Rede. Segurança.

¹ E-mail: victor.v@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: edesio.paulicena@inpe.br

³ E-mail: luiz.bonani@ufabc.edu.br

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE MATERIAIS ELETROMAGNÉTICOS EM MULTICAMADAS

Vitor Capeleti Gomes¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maurício Ribeiro Baldan² (INPE, Orientador)

Divani Barbosa Gavinier³ (FATEC, Coorientadora)

RESUMO

Estruturas de materiais multicamadas são usadas em aplicações que demandam controle da reflexão de ondas eletromagnéticas, como sistemas de antenas, telecomunicações e proteção de interferência em dispositivos sensíveis, já que a absorção eficiente dessas ondas por materiais projetados é essencial para esse fim. Tradicionalmente, estruturas como os absorvedores de Salisbury, Jaumann e Dallenbach têm sido utilizadas, mas possuem limitações, como operação em banda estreita, enquanto os materiais multicamadas surgiram como uma alternativa mais eficiente, oferecendo flexibilidade de projeto e capacidade de operação em banda larga, embora exijam métodos avançados de otimização para ajuste de parâmetros. Quando otimizadas, essas estruturas minimizam significativamente a reflexão de ondas eletromagnéticas, melhorando a eficiência de sistemas como receptores de radar, revestimentos de cabines anecóicas ou dispositivos de Compatibilidade Eletromagnética (CEM). Neste estudo, o algoritmo de inteligência artificial Artificial Bee Colony (ABC), inspirado no comportamento de enxames, é aplicado para otimizar a perda por reflexão em estruturas de duas e três camadas, utilizando dados reais de propriedades eletromagnéticas medidas pelo equipamento Vector Network Analyzer do grupo de materiais avançados e pesquisas aeroespaciais do INPE. A partir das permissividades e permeabilidades medidas, o ABC calcula as espessuras ideais de cada camada de material necessária para minimizar a reflexão em bandas de frequência específicas, com a otimização baseada em um modelo de impedância equivalente (função objetivo) e restrições como espessura total e mínima por camada. O algoritmo ABC mostrou-se eficiente, reduzindo o tempo de processamento em 90% frente a métodos de busca exaustiva. As estruturas projetadas foram validadas numericamente no software comercial FEKO, comprovando sua eficácia. O ABC destaca-se pela capacidade de explorar espaços de busca complexos, incorporar restrições práticas e escalar para problemas com mais camadas, tornando esta

¹ E-mail: vitorcapeleti59@gmail.com

² E-mail: mauricio.baldan@inpe.br

³ E-mail: divani.gavinier@fatec.sp.gov.br

metodologia versátil para aplicações que vão desde CEM até o desenvolvimento de novos materiais para absorção de ruído eletromagnético em ambientes críticos.

Palavras-chave: Materiais multicamadas. Otimização. Inteligência artificial. Compatibilidade eletromagnética. Multilayer materials. Optimization. Artificial intelligence. Electromagnetic compatibility.

**SÍNTSE QUÍMICA PELO MÉTODO HIDROTÉRMICO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS
(MAH) PARA OBTENÇÃO DE Zn – MOF COM PROPRIEDADES PARA A APLICAÇÃO
COMO ABSORVEDOR DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

Vitor de Moraes Yamamoto¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Chen Ying An² (INPE, Orientador)
Maria Tereza Fabbro³ (IFSP, Coorientadora)

RESUMO

O aumento do uso de dispositivos eletrônicos e sistemas de comunicação gerou um crescimento expressivo da poluição eletromagnética, a qual pode causar interferência, ruídos e falhas em equipamentos sensíveis. Para mitigar esses efeitos, os materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) têm se mostrado uma solução promissora. Em especial, os compósitos formados por aditivos magnéticos e/ou dielétricos dispersos em matrizes poliméricas vêm se destacando por aliarem leveza, flexibilidade e boas propriedades eletromagnéticas. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar compósitos à base de ferrocarbonila (FC) e óxido de zinco (ZnO), sendo o ZnO obtido pela calcinação de estruturas metalorgânicas (MOFs) de zinco, com dispersão em matriz de borracha de silicone. A proposta central foi investigar o efeito da adição de ZnO nas propriedades dielétricas e magnéticas dos compósitos, com foco na absorção eletromagnética nas faixas de frequência das bandas S, C, X e Ku (2–18 GHz). A metodologia experimental foi dividida em quatro etapas principais. A primeira consistiu na síntese do MOF de zinco por método solvotérmico assistido por micro-ondas, utilizando acetato de zinco, H4BTC (ácido benzeno tetracarboxílico) e CTAB (brometo de cetiltrimetilamônio), dissolvidos em solução de dimetilformamida (DMF) e água. Na segunda etapa, o produto foi lavado, seco e calcinado a 800 °C por 1 hora, gerando nanopartículas de ZnO confirmadas por análise de difratometria de raios X (DRX) e caracterizações morfológicas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Na terceira etapa, os compósitos foram preparados com 60% em massa de ferrocarbonila, matriz de silicone, e ZnO. Na quarta etapa, as amostras foram caracterizadas eletromagneticamente por meio de um analisador de redes vetorial (VNA, modelo N5232A, Keysight®), acoplado a guias de onda. As medidas dos parâmetros de espalhamento permitiram o cálculo da permissividade e permeabilidade relativas (ϵ_r e μ_r) utilizando o modelo de Nicholson-

¹ E-mail: v.yamamoto@aluno.ifsp.edu.br

² E-mail: chen.an@inpe.br

³ E-mail: mtfabbro@ifsp.edu.br

Ross-Weir (NRW). Os resultados demonstraram que a adição de ZnO promoveu aumento da permissividade dielétrica real (ϵ_r) indicando maior capacidade de armazenar energia elétrica. As tangentes de perda dielétrica mantiveram-se praticamente constantes entre as amostras, sugerindo pouca variação nos mecanismos de dissipação elétrica. Já as tangentes de perda magnética apresentaram leve aumento nas amostras com ZnO, indicando maior eficiência na dissipação de energia magnética. Também foram realizadas simulações eletromagnéticas baseadas em ensaios de refletividade, a amostra contendo apenas ferrocarbonila apresentou atenuação de -8,75 dB (espessura de 3 mm), enquanto a amostra com ferrocarbonila e ZnO atingiu -16,33 dB (espessura de 8 mm), o que confirma a melhora no desempenho eletromagnético com a presença do ZnO. Dessa forma, conclui-se que a combinação entre ferrocarbonila e óxido de zinco em matriz de silicone gera compósitos com grande potencial como materiais absorvedores de radiação eletromagnética.

Palavras-chave: Compósitos. Absorção eletromagnética. Óxido de zinco. Ferrocarbonila. MOF de zinco.

**EXTENSÃO EDUCACIONAL E CIENTÍFICA - A INFLUÊNCIA DA EDUCAÇÃO
METEOROLÓGICA NO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E NA CURIOSIDADE
CIENTÍFICA INFANTIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
SOB A ÓTICA DA PSICOLOGIA AMBIENTAL**

Vitória Cristine Daniel Félix¹ (UNISAL, Bolsista PIBIC/CNPq)
Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

RESUMO

O presente projeto investigou a influência da educação meteorológica no desenvolvimento cognitivo e na curiosidade científica infantil, sob a perspectiva da Psicologia Ambiental, durante os anos de 2023 e 2024. Com abordagem qualitativa e exploratória, o objetivo foi analisar intervenções lúdico-pedagógicas com crianças de 4 a 11 anos em Cachoeira Paulista, em parceria com o INPE e escolas públicas locais. As atividades incluíram a construção de birutas com materiais reciclados e simulações do ciclo da água, visando estimular habilidades como observação sistemática, raciocínio causal e pensamento preditivo. A avaliação, baseada em observação estruturada e feedbacks lúdicos (desenhos e diálogos), que possam demonstrar aumento no engajamento, vocabulário científico e conexão emocional com o ambiente natural. Os resultados esperados indicam uma melhor compreensão acerca da influência do ambiente natural e dos fenômenos meteorológicos, bem como o desenvolvimento de habilidade cognitivas, emocionais, comportamentais e pedagógicas, contribuindo para um desenvolvimento integral do indivíduo. Concluiu-se que a educação meteorológica, quando mediada por práticas multissensoriais, é uma ferramenta eficaz para alfabetização científica e formação de consciência ambiental, destacando a necessidade de integração curricular e capacitação docente. O projeto reforça o potencial transformador dessa abordagem para a formação de cidadãos críticos e conectados com os desafios climáticos contemporâneos.

Palavras-chave: Educação meteorológica. Desenvolvimento cognitivo. Curiosidade científica. Psicologia Ambiental. Alfabetização científica.

¹ E-mail: felixvitoria08@gmail.com

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

ANÁLISE DE SPRAYS POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA APLICAÇÕES EM PROPULSÃO AEROESPACIAL

Vitória Marques da Silva¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Fernando de Souza Costa² (INPE, Orientador)

RESUMO

Sprays são utilizados para aumentar a área superficial de um volume de líquido, permitindo assim elevar as taxas de vaporização, mistura e queima de propelentes. Este trabalho apresenta uma metodologia para a caracterização geométrica de sprays a partir da análise de imagens e vídeos, visando aplicações no setor aeroespacial, especialmente em sistemas de injeção de motores-foguete. Para este fim, foram desenvolvidas técnicas de processamento digital de imagens para segmentar e extrair as principais características morfológicas de diferentes sprays, incluindo largura, ângulo de abertura e comprimento de quebra. Resultados preliminares são apresentados, demonstrando a viabilidade da utilização das ferramentas computacionais descritas para uma análise automatizada de sprays, servindo como base para estudos de atomização e da dinâmica de sprays. Os vídeos de sprays foram analisados, identificados por cada frame que os compõem, binarizados e, com base na proporção de pixels brancos e pretos, foram delimitadas as bordas reais de cada spray, estimando o ângulo de abertura por regressão linear. Também foi encontrada a linha com maior concentração de líquido, determinada pela densidade máxima de pixels brancos, e o comprimento de quebra foi definido como a posição em que o escoamento do spray deixa de ser contínuo e começa a se fragmentar. Os testes em vídeos reais demonstraram a funcionalidade da abordagem, resultando no valor final médio de cada cálculo, validando a proposta e permitindo análises comparativas entre diferentes pressões de injeção, fornecendo uma base para continuar com avanços em cálculos para mais características dos sprays em sistemas propulsivos.

Palavras-chave: Processamento de imagens. Análise de sprays. Atomização. Motores-foguete. Propulsão a propelentes líquidos.

¹ E-mail: vitoria.marques@aluno.ufabc.edu.br

² E-mail: fernando.costa@inpe.br

ESTUDO DE CRESCIMENTO DE FILMES DE DLC DOPADO COM GRAFENO EM SISTEMA PECVD PULSADO

William Alex da Silva Magalhães¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Vladimir Jesus Trava-Airoldi² (INPE, Orientador)

Funsho Olaitan Kolawole³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Durante o projeto, as soluções de grafeno foram preparadas com 2 diferentes solventes, o hexano e o álcool isopropílico. O grafeno foi adicionado ao reator, com concentrações entre 0.01 até 1.0 mg/mL para a mistura com álcool isopropílico e entre 0.25 até 2.0mg/mL para o hexano, por meio de um sistema de válvula pulsante conectada internamente a um tubo de vidro e incorporados ao filme de DLC (Diamond-like-carbon) depositado em substratos de aço inoxidável 316L e sílica. A Espectroscopia Raman foi utilizada para caracterização do grafeno, enquanto o MEV foi utilizado para analisar a morfologia da superfície dos filmes. A rugosidade e espessura dos filmes também foram medidas. As propriedades mecânicas e tribológicas foram avaliadas ambas em condições atmosféricas e no alto vácuo. Durante os estudos utilizando o hexano, as análises do Raman revelaram um aumento na razão ID/IG conforme o aumento da concentração de grafeno. O menor coeficiente de fricção (COF) nas condições de alto vácuo foi de 0.017 (0.25 mg/mL de grafeno), a qual aumentou sutilmente para 0.024 (2.0 mg/mL de grafeno). Em contraste, em condições atmosféricas, o menor COF foi de 0.083 (1.0 mg/mL de grafeno). A taxa de desgaste também aumentou conforme a concentração de grafeno foi aumentando, particularmente em vácuo. Já para os estudos utilizando o álcool isopropílico, as análises do Raman apresentaram resultados parecidos, revelando um aumento na razão ID/IG conforme o aumento da concentração de grafeno. Para o COF, houve diminuição no coeficiente de fricção conforme o aumento da concentração de grafeno, atingindo o mínimo de 0.082 nas condições atmosféricas (0.5 mg/mL de grafeno) e 0.011 em alto vácuo (0.75 mg/mL de grafeno). A taxa de desgaste, diminuiu na concentração de 0.75 mg/mL, mas aumentou para a concentração de 1.0 mg/mL, devido a aglomeração de grafeno, que promoveu a formação de uma rachadura de alto desgaste. Conclui-se que os filmes de DLC-grafeno demonstraram melhorias na performance tribológica em meios de alto vácuo comparado às performances nas

¹ E-mail: william.alex@unifesp.br

² E-mail: vladimir.airoldi@inpe.br

³ E-mail: fkopresido@yahoo.com

condições atmosféricas, demonstrando o potencial da incorporação do grafeno para revestimentos avançados em baixa fricção e resistentes ao desgaste.

Palavras-chave: DLC-grafeno. Catodo adicional. Dispersão de grafeno. Alto vácuo. Tribologia. DLC-graphene. Additional cathode. Graphene dispersion. High vacuum. Tribology.

PADRONIZAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTUDOS DE CAMPO VOLTADOS À COLETA DE AMOSTRAS DE USO E COBERTURA DA TERRA

William Oyakawa Zanon¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sidnei João Siqueira Sant'Anna² (INPE, Orientador)

Mariane Souza Reis³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Cobertura da terra é o nome dado ao conjunto de características físicas que compõem a superfície terrestre. Tradicionalmente essas informações são obtidas através de imagens de satélite, fotografias aéreas e/ou pesquisa de campo, e são organizadas em classes. Essas classes, no entanto, podem ter definições que variam entre estudos com objetivos e áreas de estudo semelhantes, mesmo em um cenário de utilização de sistemas padronizados de classificação. Uma das iniciativas que visa a redução da subjetividade no processo de classificação de cobertura da terra é o Land Cover Meta-Language (LCML) que tem como objetivo a padronização da descrição da classe e não da classe em si. A padronização de classes em LCML em geral envolve a definição de limiares de proporção e altura de cobertura para cada classe, que podem ser difíceis de identificar tanto em campo quanto em imagens de sensoriamento remoto orbital. O presente trabalho propõe uma metodologia para proposta e aferição desses limiares em coletas em campo com base em dados de veículo aéreo não tripulado (VANT), e com isso reduzir a subjetividade na definição de classes. Foram utilizadas Imagens aéreas obtidas em campo via VANT, no estado do Pará, entre os anos de 2016 e 2017. Durante esses períodos, foram obtidas 5158 fotos VANT de diferentes feições da região, fotos de campo e fichas que descrevem a classe e os elementos de cobertura de diversas feições. Cada imagem desse conjunto foi analisada individualmente e comparadas a imagens de satélite de múltiplos sensores para a seleção de 53 fotografias aéreas que possuem visada nadir e sugestão de classe identificada em campo/imagem de satélite. São as classes identificadas: Área em pousio (10 imagens), Culturas (4 imagens), Vegetação secundária (2 imagens), Floresta degradada (10 imagens), Floresta madura (10 imagens), Pasto sujo (7 imagens), Pasto Limpo (10 imagens). Para cada imagem selecionada, aplicou-se uma grade com resolução 10m x 10m. Quantificou-se então a fração de cada célula ocupada pelos elementos que compõem a cobertura da terra propostos para a área de estudo:

¹ E-mail: william.zanon@unesp.br

² E-mail: sidnei.santanna@inpe.br

³ E-mail: mariane.reis@inpe.br

gramíneas, árvore, árvore seca, solo exposto, milho, matéria orgânica em decomposição 1Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental - E-mail: william.zanon@unesp.br 2Pesquisador do INPE - E-mail: sidnei.santanna@inpe.br 3 Pesquisadora do INPE - E-mail: mariane.reis@inpe.br e palmeiras. A partir desses dados, foram definidos limites de cobertura da terra para cada classe, posteriormente comparados com aqueles definidos em campo. Os resultados obtidos revelam discordâncias entre a definição de classes e de limiares de proporção dos elementos em campo a depender do observador. Por fim, são feitas recomendações para uso de dados de VANT em trabalhos de campo futuros, de forma a permitir, em momento posterior e a depender do objetivo do estudo, a definição quantitativa de classes de cobertura da terra.

Palavras-chave: Uso e cobertura da terra. Veículos aéreos não-tripulados. Dados de campo. Land use and cover. Unmanned aerial vehicle. Field data.