



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/08.19.16.41-LN

Livro de Resumos do SICINPE 2024

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

12 a 16 de agosto de 2024

URL do documento original:

<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGPDW34P/4BSMF78>

INPE
Online, São José dos Campos, SP
2024

PUBLICADO POR:

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

COORDENAÇÃO GERAL DO PIBIC/PIBITI:

Joaquim Pedro Barreto

COMITÊ INTERNO DO PIBIC:

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

COMITÊ INTERNO DO PIBITI:

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

BIBLIOTECA DIGITAL:

Gerald Jean Francis Banon
Clayton Martins Pereira

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA / EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/08.19.16.41-LN

Livro de Resumos do SICINPE 2024

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

12 a 16 de agosto de 2024

URL do documento original:

<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGPDW34P/4BSMF78>

INPE
Online, São José dos Campos, SP
2024

Cutter: S52 Seminário de Iniciação Científica e Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do INPE (SICINPE) (2024: 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, 12 a 16 de agosto de 2024, *online*./ Editado por Ivone Martins, São José dos Campos, SP: MCTI/INPE, 2023.

xiv + 156 p

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

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

CDU: 5/6(048.3)

Copyright © 2020 INPE

AGRADECIMENTOS

A CIBIC/INPE (Comissão Interna de Bolsas de Iniciação Científica do INPE), Comitê Organizador do SICINPE 2024, 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 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
PIBIC-PIBITI/INPE

SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO	1
ALBERTO SELETO DE SOUZA Desenvolvimento de código para o cálculo do segundo coeficiente virial.....	2
ALEJANDRO EDUARDO VALÉRIO DE PAULA Estudo da velocidade 2D dos raios nuvem-solo.....	3
ALTAMILY COSTA SANTANA Estudo da dinâmica da magnetosfera saturniana em diferentes níveis de pressão do vento solar.....	4
ALUANA CRISTINE SILVA Estudo sobre a implantação de um Geoserver como ferramenta de armazenamento de dados para a plataforma AdaptaBrasil.....	5
AMANDA FRANÇA DE FARIAS Geotecnologias aplicadas à gestão de riscos ambientais nos biomas do Nordeste Brasileiro.....	7
ANDERSON NASCIMENTO DE MEDEIROS Avaliação dos riscos de impactos das mudanças climáticas relacionados aos resíduos sólidos.....	9
ANITA JUNGTON VALCORTE Estudo da ionosfera terrestre durante eventos de clima espacial por meio de satélites, sondadores digitais e magnéticos.....	11
ANNA BEATRIZ SILVA ALVES Medida de fluxos de GEE do solo em ambientes com diferentes coberturas vegetais no Estado de São Paulo.....	12
BRAIAN DA SILVA VITO Estudo da interferometria óptica no desenvolvimento de um sensor de temperatura para um radiômetro de banda larga.....	14

BRENDDON ÉRICK ANDRADE DE OLIVEIRA	
Análise de redes de transporte e circulação no contexto de estratégias sustentáveis para o desenvolvimento regional na escala metropolitana.....	16
BRUNA LETÍCIA ANDRADE	
Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no Estado do Rio Grande do Sul.....	17
BRUNO RIBEIRO HERDIES	
Validação do potencial uso de dados de reanálises atmosféricas e o efeito de aerossóis atmosféricos para estimativa de radiação solar.....	18
CAMILA GONÇALVES DOS SANTOS	
Sensoriamento remoto para resposta rápida à desastres.....	20
CARLOS DANIEL BARRETO DOS SANTOS	
Sensoriamento remoto para resposta rápida à desastres.....	22
CARLOS EDUARDO FALANDES	
Estudo de técnicas de reamostragem e registro de imagens digitais.....	23
CARLOS MIGUEL PIGNATARO LANGE	
Simulação de um interferômetro Mach-Zehnder no ANSYS.....	25
CAROLINA FREIRE VIEIRA	
Projeto Educação: Extensão educacional, ambiental, científica e tecnológica.....	27
CAUÊ MARQUES PIRES DIAS	
Estudo experimental da transferência de calor em geometrias típicas de pequenos satélites em ambientes de bancada de laboratório.....	28
CECILE LOPES DAMÁZIO RODRIGUES	
Desenvolvimento em Python de rotinas para auxílio no processamento de dados magnetotelúricos.....	29
CHRYSYTIAN MENDES FRANKLIN	
Uma proposta de portais de dados abertos ambientais.....	30
CLAÚDIA DE CARLOS BRAGA SECCO	
Conversão de pacote de rotinas de processamento escritas em MATLAB para PYTHON.....	31

DANIEL FERNANDES PEREIRA	
Avaliação do emprego de técnicas de aprendizagem de máquina em restauração de imagens satelitais e aéreas.....	32
EDUARDO SEIJI SUGUIMOTO MIYAZATO FERRER	
Testes de um propulsor eletrotérmico de propileno.....	33
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.....	34
FLÁVIO AUGUSTO DOS SANTOS	
Desenvolvimento de material de ensino à distância para meteorologistas operacionais no Laboratório Virtual da OMM, centro de excelência do Brasil.....	35
FLAVIO MIDEA DA SILVA	
Ferramentas para gestão de qualidade de dados em Big Data.....	36
GABRIEL DE AZEVEDO CARVALHO DOS REIS	
Estudo do potencial de atenuação de compósitos magnéticos com superfície seletora de frequência (FSS) na banda X de 8.2 a 12.4 GHz.....	37
GABRIEL DOS SANTOS MELO	
Caracterização dos modos de oscilação do modelo MONAN em configurações de baixa resolução.....	38
GABRIEL HENRIQUE PIMENTEL RAMOS	
Variabilidade sazonal do ozônio estratosférico e sua relação com a precipitação de partículas sobre a anomalia magnética da América do Sul.....	39
GABRIELA GREGANYCK ORTIZ	
Determinação da constante de Hubble e idade do Universo através da observação de lentes gravitacionais.....	41
GABRIELLY STEPHANY HONORATO FERREIRA	
Análise da influência de variáveis ambientais e antrópicas na qualidade da água do Estuário de Santos, São Paulo.....	42
GEORG HERISON MAIA NUNES	
Geotecnologias aplicadas à análise da dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga.....	43

GIOVANE BECK SUSS	
Estudo dos raios através de câmeras de vídeo e sensores de campo elétrico.....	44
GLAUBER ROGÉRIO LANZILOTTI ALVES	
Simulação de materiais em multicamadas para controle de interferência eletromagnética.....	45
GUSTAVO SILVA DE FRANÇA	
O estudo das variações de brilho multibanda dos blazares no contexto da infraestrutura observacional brasileira em radioastronomia.....	46
HELENO PROISS SLOMPO	
Análise espectral sobre a variabilidade de dados meteorológicos coletados nas estações das escolas junto ao Projeto Educação: Extensão educacional, ambiental, científica e Tecnológica/INPE.....	48
IGHIA GANDRA LINARES	
FADAS do tipo ELTs evidenciando o acoplamento atmosférico-espacial.....	49
IRIS PARAGUAY SILVA	
Análise climatológica da insolação sobre o Brasil a partir de dados de satélite geoestacionário.....	50
ITZIAR FORHAN ESCOBAR PAISANI	
Estudo de controle de <i>setup</i> de carga térmica utilizando lâmpadas de tungstênio para testes de simulação espacial.....	51
JOÃO PEDRO BARBOSA MADEIRA	
Estudo sobre estimação de indicadores socioeconômicos usando <i>deep learning</i> e imagens de satélite: Oportunidades do novo Censo 2022.....	52
JOÃO PEDRO BONIFACIO DE SOUZA	
Análise da tendência da produtividade e da qualidade do café (coffee Arábica L.) no cenário de mudanças climáticas SSP2 4.5 e SSP5 8.5.....	54
JOÃO PEDRO BRANCO FRAZÃO	
Aprimoramento de métodos de classificação de imagens de satélite das áreas sombreadas do Vale do Paraíba Paulista.....	56
JOÃO PEDRO DIEHL	
Tecnologias de gerenciamento de contêineres para aplicações geoespaciais.....	58

JOÃO PEDRO MARRETTO HELMEISTER	
Taxa de reação de sistemas reagentes envolvendo halogênios.....	60
JOÃO PEDRO POLITO BRAGA	
Estação terrena de comunicação solo-bordo para balões estratosféricos e pequenos satélites.....	61
JOÃO PEDRO RODRIGUES	
Avaliar o ambiente de <i>cloud</i> da AWS para visualização de campos meteorológicos do BRAMS.....	62
JOÃO VITOR BATISTA SILVA	
Estudo comparativo entre métodos de medição da irradiância solar difusa aplicados ao levantamento de recurso solar em Natal (RN).....	64
JOÃO VYCTOR FERREIRA DA COSTA	
Previsão numérica climática combinada com técnicas de aprendizagem de máquina para detecção de eventos extremos.....	65
JORGE DARIO SOARES ÂNGULO	
Estudo dos métodos de previsão para aplicação no clima espacial.....	66
JÚLIA MARIA DE OLIVEIRA GADBEM	
Estudo de compósitos cerâmicos para aplicação como materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) na faixa de frequência de micro-ondas.....	67
JÚLIA SOUSA GAYOTTO	
Desenvolvimento de interface de usuário para sistemas do programa queimadas utilizando processamento de linguagem natural e inteligência artificial.....	69
JULIANA AKEMI TAKAHASHI VIEIRA	
Estudo das oscilações acústicas de bárions e simulações de observações com o radiotelescópio BINGO.....	71
KARLIENE EVELYN ELEOTÉRIO PINTO	
Simulações para o município de Santarém-Pará com o modelo WRF.....	72
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.....	73

LAURA GABRIEL GONÇALVES Aplicação de técnicas de inteligência artificial à resolução de problemas de processamento de imagens utilizadas em sensoriamento remoto.....	74
LEONARDO HENRIQUE DA ROCHA Síntese e caracterização de ferritas de cobalto nanoestruturadas.....	75
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.....	76
LÍVIA MARIA DE MOURA SOUSA Análise do comportamento do ozônio entre o Sul do Brasil e Antártica para o período de 2014 a 2018: Um estudo comparativo entre os satélites TIMED/SABER e AURA/MLS.....	78
LÍVIA MARIA DE SOUZA SILVA Métodos de tomada de decisão aplicados em problemas de otimização multiobjetivo da área aeroespacial.....	79
LOUISE RAMOS BURACHED Estudo da influência da temperatura na qualidade de anodização de ligas de alumínio.....	80
LUCAS ADINÂ BAUNGARTNER Estudo do acoplamento atmosfera neutra-ionosfera por meio de dados de imageador e riômetro.....	81
LUCAS BARBOSA NASCIMENTO Desenvolvimento de interface gráfica para simulação de perda por reflexão de materiais absorvedores de radiação eletromagnética na banda X.....	82
LUCAS BORGES DA COSTA Análise de condições severas em Santa Catarina, por meio de dados do GOES16....	83
LUCAS CRESPO MENDONÇA GIACOMINI Climatologia sinótica de eventos extremos de chuva no centro-oeste do Estado de Santa Catarina.....	84
LUIS AUGUSTO AMÂNCIO PEREIRA Otimização multiobjetivo de manobras orbitais bi-impulsivas não coplanares.....	85

LUÍSA SILVA BARALDO PAIVA	
Políticas públicas e ciência: Uma análise entre a relação das ações governamentais e a evolução científica no INPE.....	87
LUIZ GUSTAVO KERN	
Caracterização espectral do bioma Pampa a partir de diferentes produtos de sensoriamento remoto e Google Earth Engin.....	88
LUTHIANA BARCHET	
Estudo e monitoramento de eventos no ambiente espacial com potencial para afetar satélites próximos à Terra.....	90
MAIKON NASCIMENTO DE AGUIAR	
Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde humana: Internações por doenças respiratórias em regiões metropolitanas do Estado de São Paulo.....	92
MARCOS VINÍCIUS BARBOSA	
Prevenção de falhas na interação de cargas úteis de Cubesats.....	94
MARCUS VINICIUS GONÇALVES DA SILVA	
Mapeamento da agricultura de pequena escala com técnicas de aprendizado de máquina na região do Baixo Tocantins, PA.....	96
MARIA EDUARDA PELETEIRO LEITE	
Gerenciamento de base de dados radiométricos e de qualidade de água em um banco de dados PostGIS no âmbito do LabISA-INPE.....	98
MARIA LUIZA FREIRE DE MELO	
Construindo nosso mapa municipal visto do espaço: Mapeamento da Caatinga no semiárido nordestino com geotecnologias.....	100
MARIANA HELENA DE OLIVEIRA ANTUNES	
Estudo sobre a influência da porosidade no potencial de atenuação eletromagnética de compósitos magnéticos a base de ferrocobalto e silicone, na faixa de frequência referente à banda X (8,2-12,4 GHz) e Ku (12,4-18 GHz).....	102
MARIANA MARTINS DOS SANTOS CURSINO	
Contribuição ao monitoramento do desmatamento no bioma Mata Atlântica por sensoriamento remoto.....	104
MARINA BERENICE SANTOS DE LIMA	
Projeto Educação - Extensão educacional, científica e tecnológica em parcerias com universidades e instituições e divulgações.....	106

MÁRIO RAIÁ NETO Introdução à física dos buracos negros e à algumas soluções exóticas da relatividade geral.....	107
MATHEUS JOSÉ GOMES Uso de inteligência artificial para categorização de dados meteorológicos e previsão de eventos climáticos extremos.....	108
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.....	109
MISSAELA DOS SANTOS SOARES Relação das fases cognitivas do aprendizado com o sensoriamento remoto.....	111
NICOLAS DE MELLO FREITAS Degradação da terra nos biomas Cerrado e Caatinga no contexto dos ODS.....	113
NICOLAS OPENHEIMER VIALTA SILVA Avaliação de modelos de radiação solar incidente à superfície, sobre o Oceano Atlântico Sul.....	115
NICOLE KELLEN GOIS DE OLIVEIRA Avaliação experimental de diferentes bases de dados de concentração de aerossóis na região central Amazônica.....	117
NICOLY DE OLIVEIRA PAULINO Desenvolvimento de análises laboratoriais e de organização de dados <i>in situ</i> utilizados como suporte a calibração de algoritmos bio-ópticos estimadores dos indicadores de qualidade de água por sensoriamento remoto.....	119
NICOLY NUNES DE SOUZA ALVES Produção de silício poroso com alta resistividade.....	121
PATRICK RITTER Verificação dos resultados gerados pelo modelo WRF, com e sem assimilação de dados, para o dia 21 de março de 2024 no Rio Grande do Sul.....	122
PEDRO ANTONIO RODRIGUES GARCEZ Estudo das condições atmosféricas e oceânicas que favoreceram a seca no Sudeste do Brasil durante o verão de 2020/2021.....	123

PEDRO HENRIQUE MACHADO MARTINS Desenvolvimento de rotinas, em Python, para o gerenciamento da base de dados radiométricos na plataforma MAPAQuali de monitoramento de sistemas aquáticos por sensoriamento remoto.....	124
PEDRO LUCAS OLIVEIRA SANTOS Tendências observadas e projeções futuras de indicadores de extremos climáticos no Sudeste do país.....	125
PEDRO LUÍS ROCHA MAIA Observações das plumas de aerossóis deixadas pela erupção do vulcão Hunga Tonga-Hunga Ha'apai em São José dos Campos.....	126
PEDRO PAGANOTO FOLIGNO Avaliação das previsões de altíssima resolução em região de topografia complexa.	127
RAIANE CAVALCANTE DE SOUZA Cartografia como instrumentalização do discurso.....	128
RENAN DA SILVA GADELHA Tratamento e organização dos dados ambientais das estações Solarimétrica e DAVIS no LAVAT/COENE/ INPE.....	130
RENAN GOMES ROSA Estudo teórico e experimental sobre testes, montagem e preparação de tubos de calor em ambiente de laboratório.....	131
RENATA ARIADNE FURTADO DA ROSA Análise da emissão de monóxido de carbono de nuvens moleculares compactas....	133
ROBERTA CAMILLY FREITAS DE CARVALHO Investigação de fenômenos solares energéticos e desenvolvimento de método para previsão de sua ocorrência.....	134
ROBERTO LEO DOS SANTOS BALTAZAR Desempenho das previsões sazonais do modelo Eta aninhado ao modelo BESM do INPE.....	135
SARAH RODRIGUES PREZOTTO Análise espectral da variabilidade de dados de temperatura/umidade coletados no sítio experimental do campus do INPE em Cachoeira Paulista.....	136
SOFIA SENA TAVARES Aprimoramento de métodos de classificação de imagens de satélite das áreas especiais do IBGE para o Vale do Paraíba Paulista.....	138

SUÊINI GOMES LIRA Monitoramento da supressão de campo nativo: Uma comparação de diferentes resoluções espaciais.....	140
THIAGO FERREIRA CLAUDIANO Estudo sobre a influência da porosidade no potencial de atenuação eletromagnético de compósitos magnéticos a base de ferrocarbonila e silicone, em tecnologias 5G, na faixa de frequência referente à banda K (18-26,6 GHz) e Ka (26,5-40 GHz).....	142
THIAGO FREDERICO DA SILVA ZANI Sistema para monitoramento de utilização de aplicações para a Internet voltado ao projeto de Ux: Front End.....	144
TIAGO MACIEL DE PAULA Dinâmica histórica da temperatura de superfície terrestre (LST) no bioma Pampa com dados de sensoriamento Remoto.....	146
VICTOR ANDRÉ DEITOS Análise de condições atmosféricas potencialmente associadas à ocorrência de granizo em Santa Catarina.....	147
VICTOR ANTUNES RANIERI Aplicação do SCANTEC na avaliação das previsões previstas pelo modelo MPAS.....	149
VICTOR AYRES PERES Trajetórias de baixa energia geradas no sistema Terra-Lua direcionadas ao sistema Joviano.....	151
VICTOR DE VASCONCELOS CARVALHO Estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G.....	153
WILLIAM OYAKAWA ZANON Padronização de métodos para estudos de campo voltados à coleta de amostras de uso e cobertura da terra.....	154
YVES PABLO COSTA RÊGO Geotecnologias aplicadas à análise de dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga.....	156

INTRODUÇÃO

Esse volume reúne os resumos dos trabalhos apresentados no SICINPE onde os bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), apresentaram os resultados desenvolvidos nos projetos durante os anos de 2023 e/ou 2024.

O evento foi realizado no formato *online* no período de 12 a 16 de agosto de 2024, e os resumos estão organizados por ordem alfabética dos nomes dos bolsistas.

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

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

As bolsas dos alunos foram mantidas pelo CNPq.

DESENVOLVIMENTO DE CÓDIGO PARA O CÁLCULO DO SEGUNDO COEFICIENTE VIRIAL

Alberto Selete de Souza¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Patrícia Regina Pereira Barreto² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Esse trabalho foi iniciado em agosto de 2020, e visa desenvolver o programa *web Viriális* por meio da linguagem computacional *Python* para determinar o segundo coeficiente virial de moléculas diatômicas *AB* e poliatômicas, clusters de Van der Waals do tipo *AB-CD* e *A₂B-CD*. As moléculas usadas até então foram: HF, H₂, F₂, N₂, CO, e NO (diatômicas), e H₂ - H₂, H₂ - F₂, F₂ - F₂ e H₂ - Cl₂ (poliatômicas). Os dados ab initio dessas moléculas são provenientes de simulações computacionais realizadas previamente pelo grupo QCC/LABAP. Uma vez que tais pontos são inseridos no *Viriális*, ele realiza um ajuste não linear, gerando uma superfície de energia potencial analítica (SEP) de acordo com a função de Rydberg generalizada de quinto grau e com a função Improved Lennard-Jones (ILJ). Assim, é gerado o fitting da SEP, comparando-os com os pontos ab initio, e os momentos de energia, que estão relacionados com o termo isotrópico, que pode ser comparado com sistemas semelhantes e os termos anisotrópicos. Em sequência, o *Viriális* retorna o valor do segundo coeficiente virial em função da temperaturas, por meio da integração do termo clássico e suas correções quânticas. Para calcular essas equações, foi necessário implementar o método de integração de Monte Carlo, por meio do algoritmo *VEGAS*. O *Viriális*, também, utiliza a equação virial do estado para misturas, utilizando dados experimentais para as moléculas AB, CD e A₂B, a fim de obter dados de referência do sistema, que possam ser comparados com os valores recém calculados. Os resultados obtidos utilizando ILJ para o sistema H₂ - H₂ mostraram RMS médio de 85 para o virial clássico, e de 47.4 para o virial total. Já para o sistema F₂ - F₂, o RMS médio é de 28.6 para o virial clássico, e de 28.5 para o virial total. Estes resultados mostram a relevância dos cálculos das correções neste estudo.

Palavras-chave: Integração de Monte Carlo. Superfície de energia potencial. Segundo coeficiente virial. Interface gráfica. Ajuste não linear.

¹ E-mail: albertoseleto@usp.br

² E-mail: patricia.barreto@inpe.br

ESTUDO DA VELOCIDADE 2D DOS RAIOS NUVEM-SOLO

Alejandro Eduardo Valério de Paula¹ (UFF, Bolsista PIBIC/CNPq)

Marcelo Magalhães Fares Saba² (INPE, Orientador)

Ivan Toucedo Cruz³ (INPE, Coorientador)

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. Neste estudo, serão analisadas as descargas elétricas descendentes positivas. Durante a propagação do líder positivo pode haver a interrupção do canal principal (*cut-off*), que se dá pela relação inversa entre a resistência e a corrente elétrica do canal, fazendo com que o canal principal se torne instável e decaia. Dos restos do canal decaído do líder positivo surgem canais de plasma flutuantes que são polarizados pelo campo elétrico da nuvem de tempestade. Em uma das extremidades do canal de plasma flutuante ocorre acúmulo de cargas negativas e na outra acúmulo de cargas positivas. Esses canais de plasma se desenvolvem pelo canal decaído do líder positivo, dando origem ao líder de recuo. Os líderes positivos com maior instabilidade no seu canal, tendem a produzir mais líderes de recuo do que líderes positivos menos instáveis. Nesta pesquisa, os raios descendentes positivos foram classificados de duas formas (raios sem líderes de recuo) e raios com líderes de recuo. Os dados utilizados por essa pesquisa foram adquiridos em Utah (Estados Unidos da América - EUA) durante os anos de 2021 e 2022. Foram utilizadas câmeras de alta velocidade (Phantom v2012) e dados de sistema de localização de descargas elétricas atmosféricas (do inglês *Lightning Location System - LLS*). Foi utilizada a rede NLDN (do inglês *National Lightning Detection Network*) para obter informações como latitude, longitude e pico de corrente. Com essas informações, pode-se determinar a velocidade dessas descargas elétricas. Assim, o intuito deste trabalho é tentar encontrar uma relação entre a velocidade final dos líderes positivos e os picos de corrente.

Palavras-chave: Raios descendentes positivos. Câmera de alta velocidade. Líder de recuo. Velocidade dos líderes positivos.

¹ E-mail: alejandroeduardo@id.uff.br

² E-mail: marcelo.saba@inpe.br

³ E-mail: ivan.cruz@inpe.br

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

Altamily Costa Santana¹ (DGEF/UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

Ezequiel Echer² (INPE, Orientador)

Manilo Soares Marques³ (DGEF/UFRN, Coorientador)

RESUMO

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

Palavras-chave: Magnetosfera saturnina. Cassini. Plasma. Dinâmica. Vento solar.

¹ E-mail: altamily.santana.703@ufrn.edu.br

² E-mail: ezequiel.echer@inpe.br

³ E-mail: manilo.marques@ufrn.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 deste artigo 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 explicassem o passo a passo na instalação de um Geoserver em Linux; procedimentos relacionados a permissão para permanência de funcionamento *online* do Geoserver; e sobre os comandos utilizados no terminal do computador. Como solução, este artigo 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. A metodologia utilizada é descritiva e exploratória, com coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica relacionada ao tema e publicações oficiais (dissertações, teses de doutorado, artigos de revista), dos quais foram selecionados aqueles de maior relevância, bem como Engenharia de Software envolvendo banco de dados, com o intuito de responder ao objetivo. Finalmente, este trabalho pode servir de base para a investigação sobre o desenvolvimento e implantação de um Geoserver

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

² E-mail: jean.ometto@inpe.br

³ E-mail: assismauro@hotmail.com

aplicado a banco de dados relacionados a mudanças climáticas, visto que todos os procedimentos necessários, desde a instalação à estilização e publicação dos shapefiles na ferramenta, foram descritos na forma de manuais, com o intuito permitir aos usuários maior facilidade de implementar e operacionalizar, envolvendo ainda geoprocessamento, cartografia, dimensões terrestres e GPS. Como continuidade, pretende-se investigar ainda os recursos oferecidos pelo Geoserver, a fim de visualizar os dados do AdaptaBrasil dentro desta ferramenta.

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

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NOS BIOMAS DO NORDESTE BRASILEIRO

Amanda França de Farias¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Melquisedec Medeiros Moreira² (INPE, Orientador)
Helenice Vital³ (UFRN, Coorientadora)

RESUMO

Nos primeiros meses do projeto, iniciado em Fevereiro de 2024, “Geotecnologias Aplicadas à Gestão de Riscos Ambientais nos Biomas do Nordeste Brasileiro” foram realizados cursos ofertados pela ENAP (Escola Nacional de Administração Pública), como “Percepção e Mapeamento de Áreas de Risco Geológico”, “GIRD+10: Gestão Integrada de Riscos e Desastres”, “Proteção e Defesa Civil: Gestão de Desastre”, “Sistema de monitoramento e alerta como suporte à gestão local e riscos e desastres”, “Metodologia de Concepção do Alerta: da teoria à prática”, “Agenda para o desenvolvimento sustentável: conceitos, mobilização e articulação”, com o enfoque para a aprendizagem de como identificar a ocorrência de desastres ambientais e como preveni-los. Na continuidade da pesquisa foram realizadas atividades relacionadas a conteúdos de Webinars disponibilizados na Plataforma ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), tendo como temática “Águas subterrâneas: Desvendando o invisível com inteligência artificial”, “Águas e soluções transfronteiriças: O que nos ensina a cooperação do Sistema Aquífero Guarani”, “As águas subterrâneas e o enfrentamento dos desafios climáticos”, a partir disto foi obtido conhecimento sobre águas subterrâneas e como identificá-las com o uso de inteligência artificial; o estudo do aquífero Guarani, um dos mais importantes aquíferos do Brasil e como é feita a extração e utilização de suas águas; e o papel das águas subterrâneas para o enfrentamento dos desafios climáticos atuais. Por último foram realizadas sínteses de artigos como “Contributions of the Brazil’s National Institute for Space Research (INPE) to emergency response in the International Space and Major Disasters Charter”, “Estudo de caso: Avaliação de um movimento de massa em uma falésia localizada na Praia da Pipa/RN” e “Avaliações geotécnicas em atrativos geoturísticos, Morro do Careca e Adjacências, RN”, na primeira síntese foi constatado a importância do INPE para o fornecimento de imagens de satélite e sua contribuição internacional para grandes desastres ao redor do mundo; no estudo do movimento de

¹ E-mail: amanda.franca.702@ufrn.edu.br

² E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

³ E-mail: helenice.vital@ufrn.br

massa em uma falésia no RN, foi identificado o que ocasionou o desastre e alternativas para a sua prevenção; e na terceira síntese foi analisado a situação atual em que se encontra o Morro do Careca, um dos principais pontos turísticos do RN que vem sofrendo intenso processo erosivo marítimo e apresenta risco geológico aos frequentadores da Praia de Ponta Negra, onde fica localizado. Concluimos esta fase do projeto realizando um trabalho de campo no Morro do Careca onde constatamos essas intensas atividades erosivas.

Palavras-chave: Riscos ambientais. Desastres. Águas subterrâneas. Processos erosivos. Morro do Careca.

AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Anderson Nascimento de Medeiros¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Francinelli de Angeli Francisco² (AdaptaBrasil/INPE, Orientadora)

RESUMO

A avaliação dos riscos de impactos das mudanças climáticas associada às questões de resíduos é crucial devido à importância econômica, social e ambiental. Principalmente quando analisamos o setor da construção civil, que por um lado contribui para a economia local e geração de empregos, e por outro é muitas vezes considerado um poluidor do meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar possíveis indicadores de resíduos sólidos urbanos e de construção civil, para análise de riscos de impactos a mudanças climáticas relacionado as chuvas intensas, aplicando a mesma metodologia da plataforma AdaptaBrasil para todos os municípios brasileiros, considerando o momento presente. Foram utilizados 29 indicadores, distribuídos nas dimensões de exposição, vulnerabilidade (sensibilidade e capacidade adaptativa) e ameaça climática. O primeiro resultado observado foi em relação a disponibilidade de indicadores, que são escassos para resíduos de construção civil quando comparado com outros tipos de resíduos. Em relação ao risco, os resultados mostram que a maioria dos municípios apresentam risco baixo (57%) ou médio (41%), e o mesmo comportamento foi verificado para ameaça climática com 75% dos municípios apresentando baixa ameaça. Mesmo com risco baixo, é preciso avaliar as demais dimensões. A vulnerabilidade destacou que 37,4% dos municípios brasileiros estão com alta vulnerabilidade, sendo situados na região nordeste e sudeste do país. Para o índice de sensibilidade destaca-se a região sul, sudeste e nordeste classificado como alta sensibilidade. Já para o índice de capacidade adaptativa, 50% dos municípios brasileiros possuem uma classificação de muito baixa. Isso leva a pensar que se outros indicadores fossem selecionados como tipo e distância de aterros dos municípios juntamente com outros de ameaça climática como mudanças de temperatura, talvez o valor do risco aumentasse devido a alta vulnerabilidade em regiões que estão mais sujeitas a impactos de riscos climáticos (alta exposição) aumentando as consequências ao meio ambiente e a saúde humana. Nessa perspectiva, seria ideal aumentar o nível de capacidade adaptativa, reduzir a sensibilidade, para diminuir a vulnerabilidade. Isso pode ser feito ao melhorar a gestão institucional, com políticas de incentivo à

¹ E-mail: anderson.nascimento.072@ufrn.edu.br

² E-mail: francinelli.vale@inpe.br

reciclagem tanto para resíduos sólidos como para resíduos de construção civil, equilibrar as receitas orçadas com as receitas recebidas, incentivar mais empresas especializadas em coleta e tratamento de resíduos de construção civil, reduzir a produção de resíduos com utilização de materiais mais sustentáveis. Outra sugestão seria que a gestão municipal tivesse um maior comprometimento ao gerar ou preencher os dados compartilhados com o sistema nacional de informação sobre saneamento e resíduos sólidos, o que facilitaria as análises futuras e auxiliaria o município inclusive a buscar recursos a nível estadual e federal.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Resíduos de construção civil. Gestão de resíduos. Mudanças climáticas. Indicadores.

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

Anita Jungton Valcorte¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Juliano Moro² (INPE, Orientador)

Clezio Marcos De Nardin³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Os *flares* aumentam a ionização nas regiões mais baixas da ionosfera – região D, ocasionando assim “*blackouts*” nos sinais eletromagnéticos na faixa de rádio. Os efeitos das explosões na ionosfera variam de acordo com a incidência da radiação solar e da região geográfica em estudo. O campo magnético medido na superfície da Terra também está sujeito a mudanças em suas componentes devido a intensificação das correntes ionosféricas ao se receber grandes quantidades de radiação durante um *flare* que chegue à atmosfera terrestre. Neste trabalho foram estudados os impactos de cinco eventos de *flares* de classe X sobre quatro estações ionosféricas: Santa Maria (SMK, 29.7° S, 53.8° O), Fortaleza (FZA, 3,9° S, 38,5° O), Cachoeira Paulista (CAJ, 22.6°S, 44.9°O), e Ascension Island (ASO, 7.5°S, 14.2°O). Para cada estação ionosférica, foram analisados os parâmetros *foF2*, *hmF2*, *fminF*, *foE* e *fbEs* e comparados com os dias de referência, bem como a componente horizontal (H) e vertical (Z) do campo geomagnético e os ângulos de declinação (D) e inclinação (I) para São Martinho da Serra (SMS, 29.3°S, 53.8°O), RS. Os *flares* estudados resultaram em *blackouts* totais na região de Santa Maria, três *blackouts* totais em Cachoeira Paulista e bloqueios parciais em Fortaleza e Ascension Island. As variações dos impactos dos *flares* são apresentadas e discutidas em termos das variações dos parâmetros ionosféricos e das componentes do campo geomagnético para cada estação ionosférica, uma vez que não houve uma similaridade entre elas devido as diferenças na incidência da radiação solar.

Palavras-chave: Ionosfera. Digisonda. Explosões solares.

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

Áreas florestais armazenam grandes quantidades de carbono e atuam como sumidouros de dióxido de carbono, mas também podem ser fontes de gases de efeito estufa quando submetidas a atividades antrópicas, como desmatamento e incêndios. Medir esses fluxos é essencial para avaliar os ciclos biogeoquímicos do carbono e do nitrogênio em escala regional e para subsidiar políticas públicas que visem a proteção de ecossistemas naturais e o manejo sustentável das áreas modificadas. Assim, esta proposta de trabalho visa estudar a alteração na emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso em resposta à mudança no uso da terra em ambientes naturais e modificados. Para isso, foram avaliadas duas áreas florestais no interior do Estado de São Paulo: uma floresta nativa com mais de 20 anos e uma área de reflorestamento de 3 anos, além de uma área agrícola cultivada com soja (*Glycine max*). Os fluxos de gases são medidos utilizando câmaras estáticas de PVC e vails, sendo as amostras analisadas por cromatografia gasosa no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). De modo amplo, busca-se realizar duas coletas, uma durante o período seco (junho de 2024) e outra durante o período chuvoso (novembro de 2024), permitindo a identificação de variações sazonais nos diferentes ambientes. Os resultados iniciais, obtidos no período seco, indicam que florestas nativas mais antigas, embora emitam dióxido de carbono, têm uma maior capacidade de armazenamento de carbono no solo comparadas às florestas mais jovens e áreas manejadas, destacando a importância da vegetação no sequestro de carbono. Nesse contexto, práticas agrícolas, especialmente em monoculturas, tendem a resultar em maior distúrbio do solo e aplicação de fertilizantes nitrogenados, o que pode aumentar as emissões de óxido nitroso. As próximas etapas envolvem medições no período chuvoso, permitindo uma avaliação mais abrangente dos ciclos biogeoquímicos do carbono e do nitrogênio, considerando a influência das condições climáticas e práticas de uso da terra. Além disso, será investigado como a redução na cobertura vegetal e o

¹ E-mail: anna.b.alves@unesp.br

² E-mail: plinio.alvala@inpe.br

³ E-mail: kelly.ribeiro@inpe.br

manejo do solo podem diminuir a capacidade de sequestro de carbono, destacando a importância de práticas agrícolas sustentáveis para mitigar os impactos ambientais.

Palavras-chave: Efeito estufa. Aquecimento global. Mudanças climáticas. Sequestro de carbono. Greenhouse effect. Global acquisition. Climate changes. Carbon sequestration.

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

Braian da Silva Vito¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luis Eduardo Antunes Vieira² (INPE, Orientador)
Adriany Rodrigues Barbosa³ (INPE, Coorientadora)
Franciele Carlesso⁴ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O sol com uma distância de 150 milhões de quilômetros é responsável por cerca de 99,96% da energia que chega na atmosfera terrestre indiretamente e diretamente, Kopp, G. (2018). A irradiação solar total (TSI), é um componente fundamental dado a sua influência como fonte energética para a manutenção da vida do planeta, assim como a sua interferência clima. Nessa perspectiva, foram estudados os princípios básicos da interferometria óptica e sua aplicação em sensores de temperatura. Realizados testes experimentais para avaliar a precisão e confiabilidade do interferômetro proposto para o cristal de Niobato de Lítio (LiNbO₃). Durante as atividades foram realizados estudos teóricos para melhor contribuição da análise da interferometria óptica com enfoque no desenvolvimento de um sensor de temperatura para um radiômetro de banda larga, assim como a posteriori foram realizados experimentos práticos, os quais foram fundamentais para o tema. Isso pode ser visto ao longo do trabalho com as coletas de dados realizados dentro do laboratório de sensores DIAPA/CGCE, no qual foi desenvolvida uma metodologia rigorosa, tendo início com montagem da estrutura dos tubos de lente empilháveis de Ø1". Após isso, é necessário ligar os equipamentos, sendo: computador, laser de vermelho de 633 nm osciloscópio TDS 1012, sensor óptico, sensor térmico composto elementos de aquecimento laminados de 1" x 3", com um termistor integrado para controle de temperatura em circuito fechado e um adesivo acrílico sensível à pressão para fácil instalação, sendo possível manter o ambiente controlado. Desse modo, é possível analisar o comportamento do sensor térmico ao longo do tempo, devendo-se aguardar sempre um período de 30 minutos para sua estabilização, iniciada em 49°C no início da coleta, com acréscimo de 0,1°C respeitando sempre o intervalo de 5

¹ E-mail: braian.vito@aluno.ifsp.edu.br

² E-mail: luis.vieira@inpe.br

³ E-mail: adriany.barbosa@inpe.br

⁴ E-mail: franciele.carlesso@inpe.br

minutos, e do osciloscópio, bastou repetir o experimento várias vezes afim de adquirir os dados de maneira mais precisa, os quais foram plotados em um gráfico utilizando linguagem de programação Python. Portanto com esses resultados foi possível identificar o comportamento da interferometria óptica e definir os próximos parâmetros para melhor análise.

Palavras-chave: Interferometria óptica. Instrumentação. Ciência de dados. Python. Niobato de Lítio (LiNbO₃).

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

Brenddon Érick Andrade de Oliveira¹ (UFF, Bolsista PIBIC/CNPq)

Antonio Miguel Vieira Monteiro² (INPE, Orientador)

Leonardo Bacelar Lima Santos³ (CEMADEN, Coorientador)

RESUMO

Diferentes trabalhos aplicam a teoria de redes complexas em redes viárias, utilizando-a como fundamentação para gestão de instalações, planejamento de serviços e engenharia de transporte. As métricas de centralidade têm como objetivo mensurar o impacto que um nó exerce sobre o funcionamento da rede. Este trabalho investiga o comportamento das métricas de redes quando submetidas ao efeito de borda, visando compreender e mensurar perdas de informação ao realizar um recorte na rede espacial. Os recortes espaciais das redes viárias deste estudo são feitos utilizando a ferramenta *OSMnx*. Após a extração, aplicamos as medidas investigadas e realizamos incrementos de distância, implementando uma vizinhança cujo tamanho varia com as distâncias incrementadas. A comparação dos dados obtidos das medidas antes e após as implementações de vizinhança são produzidas através do *RMSE* e por diferenças diretas, expondo o quanto a rede integral está sendo afetada e quais conexões estão sofrendo maior influência desta vizinhança. Este método será aplicado em seis cidades, estando localizadas quatro no Brasil (São Paulo, São José dos Campos, Rio de Janeiro e Brasília), uma na Espanha (Barcelona) e uma nos EUA (Nova Iorque). Os resultados obtidos do *RMSE* demonstram que as métricas que independem dos menores caminhos como o grau, comunicabilidade e centralidade de subgrafo exibem um comportamento estável ao alcançar e manter um limite superior, apresentando variação relativamente baixa com o aumento do tamanho do recorte da rede. Por outro lado, as medidas de eficiência global, vulnerabilidade, *closeness* e *betweenness* mostram variações significativas em relação ao tamanho da rede. Na análise das conexões mais influenciadas pela vizinhança, como no *RMSE*, o grau, a comunicabilidade e a centralidade de subgrafo possuem nós com maior variação nos limites da rede de interesse. Nas medidas de eficiência, vulnerabilidade, *closeness*, e *betweenness*, não foi reconhecido nenhum padrão.

Palavras-chave: Teoria de grafos. Redes viárias. Métricas de centralidade. Efeito de borda. Graph theory. Road networks. Centrality measures. Boundary effect.

¹ E-mail: brenddonerick@id.uff.br

² E-mail: miguel.monteiro@inpe.br

³ E-mail: santoslbl@gmail.com

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

Bruna Letícia Andrade¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Gustavo Carlos Juan Escobar² (INPE, Orientador)
Maria de Souza Custódio³ (UNESP, Coorientadora)

RESUMO

Eventos extremos são fenômenos que apresentam um desvio significativo dos valores médios observados para uma certa região. Quanto aos eventos extremos de chuva (EEC), referem-se a precipitações intensas que podem estar acompanhadas de agravantes como ventos fortes e granizo. A região Sul do Brasil é bastante propícia para a ocorrência desses eventos, com destaque para o Rio Grande do Sul (RS), onde não raramente são noticiados desastres em áreas rurais e urbanas associados a tempestades. O estado do RS está localizado na região subtropical e está sujeito a influência tanto das massas de ar polar, quanto das advindas da região tropical. Sistemas meteorológicos de escala sinótica e sub-sinótica, como as frentes frias, ciclones e cavados baroclínicos, são causadores notáveis de EEC. Desta forma, torna-se necessário uma boa compreensão e um reconhecimento ágil dos fatores que favorecem os EEC e, portanto, a caracterização do perfil atmosférico relacionado a esses episódios. Este trabalho elabora uma climatologia sinótica dos eventos extremos de chuva utilizando dados de precipitação diária de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre os anos de 1979-2021. Os casos foram selecionados a partir dos métodos dos percentis, tendo como referência o percentil 99%, com limites entre 51,70 e 71,67. Posteriormente, é feita a composição de casos utilizando dados diários de reanálise do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis 5 (ERA5). Na capital do estado, Porto Alegre, foi observado no composto de padrão de pressão a nível médio do mar a presença de um cavado acentuado sobre o Atlântico adjacente à costa, associado à passagem de frentes frias sobre o estado. Entretanto, no composto da cidade de Santa Maria tem-se um cavado invertido atuando e favorecendo a formação de precipitação na região. Os campos de anomalia mostram uma diminuição de 2 a 3 hPa na PNMM associada aos episódios.

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

¹ E-mail: bruna.leticia-andrade@unesp.br

² E-mail: gustavo.escobar@inpe.br

³ E-mail: m.custodio@unesp.br

VALIDAÇÃO DO POTENCIAL USO DE DADOS DE REANALISES ATMOSFÉRICAS E O EFEITO DE AEROSSÓIS ATMOSFÉRICOS PARA ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR

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

RESUMO

Nos últimos anos, diversos estudos avaliaram o potencial de fontes de energia renovável em resposta às mudanças climáticas. O Brasil, devido à sua localização equatorial e significativo potencial solar e eólico, tem incorporado fontes alternativas na sua matriz energética, impulsionado por tecnologias mais eficientes e econômicas para energia solar. Contudo, a disponibilidade de dados observados ainda é limitada, e muitos estudos dependem de estimativas de satélite ou extrapolações de outras regiões, comprometendo a eficiência das novas tecnologias. Este estudo utiliza dados de reanálise MERRA-2 da NASA para avaliar a influência dos aerossóis na estimativa da irradiância solar no Brasil. Foram escolhidas estações do INMET em diferentes regiões representativas do clima e da geografia brasileira, com mais de 12 anos de dados observacionais. A MERRA-2 inclui campos de aerossóis que interagem com os campos de radiação do modelo, com resolução espacial de 0,5° e temporal horária. As variáveis utilizadas incluem fluxos de radiação de onda curta e profundidade óptica de aerossóis. Os índices estatísticos usados na análise de desempenho incluem viés médio, erro quadrático médio e coeficiente de correlação de Pearson, gerando diagramas de Taylor para cada localidade. O ciclo diurno de irradiância solar das estações foi comparado com os dados de reanálise MERRA-2, considerando diferentes cenários de efeito de aerossóis e nebulosidade. As estações de Bauru e Santa Maria foram bem representadas pelos dados de reanálise, enquanto outras, como Barreiras e Goiânia, mostraram subestimação. A ciclagem mensal também foi analisada, destacando a sazonalidade mais pronunciada em Santa Maria e menos em Caicó. Em algumas localidades, como Campo Grande, a influência dos aerossóis é significativa, especialmente durante os meses secos, quando os incêndios florestais aumentam a profundidade óptica dos aerossóis. Os resultados mostram que as estimativas de reanálise podem ser usadas para avaliar a variabilidade temporal da irradiância solar em regiões sem dados observacionais. No entanto, as diferenças observadas entre a radiação solar medida e estimada geralmente são causadas pela incapacidade dos modelos de representar adequadamente a fração de nuvens e aerossóis na atmosfera.

¹ E-mail: brunoherdies@usp.br

² E-mail: eder.vendrasco@inpe.br

Em conclusão, o estudo conseguiu avaliar a variabilidade temporal da radiação solar no Brasil utilizando dados de reanálise atmosférica MERRA-2, demonstrando que, embora existam diferenças em relação aos dados observacionais, as estimativas de reanálise são úteis em áreas sem dados observados.

Palavras-chave: Irradiação solar. Estações INMET. Reanálise MERRA-2. Nebulosidade.

SENSORIAMENTO REMOTO PARA RESPOSTA RÁPIDA À DESASTRES

Camila Gonçalves dos Santos¹ (UFRRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)

Thales Sehn Körting² (INPE, Orientador)

Brenda Oliveira Rocha³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Com o aumento de eventos climáticos extremos, que impactam na vida da população e apresentam prejuízos socioambientais e socioeconômicos, torna-se necessário o fornecimento de informações rápidas para que medidas urgentes possam ser tomadas. Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto (SR) pode ser uma ferramenta de extrema valia, fornecendo informações por meio de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI). Este projeto tem como objetivo explorar as técnicas de PDI para o processamento rápido de imagens de satélite, a fim de identificar áreas impactadas por desastres, tais como deslizamentos de terra e inundações. O desenvolvimento do projeto segue algumas etapas, sendo a primeira delas a realização do curso de Processamento Digital de Imagens disponibilizado pela SELPER, aliado à leitura de artigos e textos científicos relacionados à temática de estudo. Considerando a aquisição dos conhecimentos necessários, a próxima etapa consiste na participação como Value Adder (VA) do International Charter Space and Major Disasters (Charter), onde diversas agências e operadoras espaciais, incluindo o INPE, cooperam na disponibilização de imagens e na elaboração de mapeamentos de casos de desastres, por meio de chamados ou ativações. Em cada chamado, uma área de interesse é determinada e o VA é responsável pelo mapeamento do local atingido pelo desastre. Nesta pesquisa, as imagens disponibilizadas pelo INPE são o foco principal para a realização de tais mapeamentos. Assim, quando uma ativação ocorre, prioritariamente são utilizadas as imagens dos satélites brasileiros CBERS-4, CBERS-4A e AMAZONIA-1. Para realizar o processamento dos dados, técnicas como registro de imagens, fusão, realce, Análise de Componentes Principais (ACP), transformações de espaços de cores e índices espectrais foram aplicadas utilizando os softwares SIG TerraView, QGIS, bem como um script em Python. Dentre os chamados já atendidos, destacou-se a ativação 875, decorrente do desastre no Rio Grande do Sul ocorrido em abril de 2024, que provocou inundações em cerca de 478 municípios, resultando em 180 mortes registradas, 38 pessoas desaparecidas e aproximadamente 2.400 pessoas afetadas.

¹ E-mail: camilagoncalves@ufrj.br

² E-mail: thales.korting@inpe.br

³ E-mail: brenda.rocha@inpe.br

Com as imagens do CBERS-4, CBERS-4A e AMAZONIA-1 de melhor visibilidade foi possível analisar e reconhecer as áreas afetadas, auxiliando no resgate de vítimas e no planejamento futuro da reestruturação dos municípios pós-desastre. À medida em que surjam novas solicitações do Charter, com a familiarização dos métodos, o mapeamento de áreas atingidas por desastres naturais pode se tornar ainda mais otimizado.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Processamento de imagens. Resposta à desastre. Charter mapper. Python. Remote sensing. Image processing. Disaster response. Charter mapper. Python.

SENSORIAMENTO REMOTO PARA RESPOSTAS RÁPIDAS À DESASTRES

Carlos Daniel Barreto dos Santos¹ (UFS, Bolsista PIBIC/CNPq)

Thales Sehn Korting² (INPE, Orientador)

Laércio Massaru Namikawa³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A ocorrência de desastres compromete a harmonia da humanidade, resultando em expressivos prejuízos socioeconômicos. Sob a perspectiva de gestão destes, os indicadores e atributos das respostas pós-desastres demandam de informações iniciais que devem ser fornecidas o quanto antes. Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto é de suma importância na execução do processo, através da aplicação de técnicas consolidadas de processamento de dados, aprendizagem de máquinas e processamento digital de imagens (PDI). Neste trabalho, é proposto o desenvolvimento de métodos computacionais, em linguagem *open source python.*, de aquisição automática de imagens do catálogo do INPE, por meio da biblioteca *CBERS4SAT*, bem como a transformação de imagens, extração de atributos, classificação e análise estatística. Por fim, os resultados deste projeto estão em uso pelo INPE nas atividades de fornecimentos de imagens para as ativações da Carta Internacional Espaço e Grandes Desastres, destacando sua importância na resposta a desastres em âmbito internacional.

Palavras-chave: CBERS4SAT. Desastres. Métodos computacionais. Processamento. Python.

¹ E-mail: carlosdanielelt@gmail.com

² E-mail: thales.korting@inpe.br

³ E-mail: laercio.namikawa@inpe.br

ESTUDO DE TÉCNICAS DE REAMOSTRAGEM E REGISTRO DE IMAGENS DIGITAIS

Carlos Eduardo Falandes¹ (FATEC, PIBIC/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

No sensoriamento remoto, o estudo das técnicas de reamostragem imagens e registro de imagens são essenciais para a observação da Terra. A reamostragem permite redimensionar a imagem, possibilitando a comparação com outras, capturadas de maneira distinta (por exemplo, em altitudes diferentes, com sensores com resoluções diferentes, etc.). Por sua vez, o registro permite alinhar imagens diferentes que compartilham regiões em comum. Essas técnicas são essenciais para a realização de procedimentos como a detecção de mudanças e o reconhecimento de padrões, viabilizando a execução de análises relacionadas à região capturada pelas imagens. Tais análises são fundamentais para usuários finais, como órgãos de fiscalização. No entanto, as diferentes técnicas de reamostragem produzem resultados distintos, os quais podem comprometer etapas subsequentes de processamento ou reconhecimento. Neste trabalho, foram implementadas e testadas algumas técnicas de reamostragem: Vizinheiro Mais Próximo, Bilinear e Bicúbica. Para o registro, foram estudadas algumas técnicas de detecção e descrição de características, como a Correlação Cruzada Normalizada, o detector de cantos Harris, e a descrição de áreas, técnicas usadas para detecção de pontos de controle e casamento de padrões. As análises quantitativas seguiram duas abordagens: a primeira avaliou como os métodos de reamostragem alteram contornos de formas geométricas; e a segunda analisou a influência das técnicas de reamostragem no processo de registro. Na primeira abordagem, o método de reamostragem pelo Vizinheiro Mais Próximo mostrou desempenho inferior, com picos de erro mais elevados, enquanto a Bilinear apresentou resultados semelhantes à Bicúbica, destacando-se em reduções altas de escala. No entanto, a Bicúbica mostrou-se superior em termos de qualidade visual geral, especialmente em reduções menores. Os resultados em relação aos contornos das figuras testadas variaram, contudo, ficou evidente que figuras com diferentes tipos de contornos são mais resistentes ao ruído causado pela reamostragem. A segunda abordagem mostrou que, a reamostragem Bicúbica inseriu menos erros na etapa de registro, a reamostragem por Vizinheiro Mais Próximo, se destaca em relação à Bilinear por inserir menos erros no registro. Além de apresentar maiores erros, a Bilinear não

¹ E-mail: carlos.falandes@inpe.br

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

possui previsibilidade devido à característica de suavização em regiões de alto contraste. Os resultados deste trabalho mostram as principais características dos diferentes métodos estudados de forma quantitativa e qualitativa, possibilitando ao leitor a compreensão dos mesmos, visto que estes impactam diretamente na qualidade das imagens processadas.

Palavras-chave: Processamento de imagens. Reamostragem de imagens. Registro de imagens. Detecção de padrões. Sensoriamento remoto.

SIMULAÇÃO DE UM INTERFERÔMETRO MACH-ZEHNDER NO ANSYS

Carlos Miguel Pignataro Lange¹ (UFSCar, Bolsista PIBIC/CNPq)

Luís Eduardo Antunes Vieira² (INPE, Orientador)

Adriany Rodrigues Barbosa³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O Sol é responsável por praticamente toda a energia que chega à Terra e comanda o clima terrestre. Nesse sentido, é vital a medição da irradiância solar total (TSI) para a construção de modelos que visam a compreensão do clima terrestre. A simulação de um interferômetro Mach-Zehnder no software ANSYS era o projeto de iniciação científica a ser desenvolvido, no princípio, porém, a não liberação da licença para utilizar o software necessário para realizar simulações ópticas provocou uma alteração no plano original. Mantendo o objetivo de desenvolver um trabalho relacionado à missão do Galileo Solar Space Telescope (GSST), à medição da irradiância solar total e que utilizasse a versão livre e de estudante do ANSYS, o projeto prosseguiu no sentido de realizar a simulação da cavidade do radiômetro de substituição elétrica, com foco nos processos de transferência de calor. Dessa forma, o projeto tinha como finalidade o entendimento dos mecanismos de transferência de calor aplicados à cavidade do radiômetro para que fosse possível caracterizá-la para seu funcionamento correto e adequado, permitindo também o conhecimento das faixas de temperatura que atingem o dispositivo, informação que é útil para a aplicação do interferômetro Mach-Zehnder. A partir das simulações de transferência de calor realizadas no ANSYS, que analisaram os diversos parâmetros que influenciam as trocas de energia térmica, foi possível, gradualmente, extrair diversos resultados apresentados na forma de imagens de distribuição de temperatura ao longo da geometria utilizada na simulação. Além disso, através da análise das temperaturas máximas e mínimas atingidas pelas geometrias das simulações, permitiu-se a construção de tabelas que exibiam esses valores, facilitando a reflexão e elaboração de conclusões coerentes e lógicas. Após a realização de diversas simulações que foram adquirindo maior complexidade gradativamente, além da compreensão e conclusões a respeito dos parâmetros que influenciam cada tipo de mecanismo de transferência de calor, concluiu-se que é necessário a escolha e utilização de materiais de alta condutividade térmica para constituir a cavidade do radiômetro, característica que permite a melhor distribuição

¹ E-mail: langecarlos@estudante.ufscar.br

² E-mail: luis.vieira@inpe.br

³ E-mail: adriany.barbosa@inpe.br

de temperatura ao longo da extensão da cavidade e impede a formação de posições de altas temperaturas, possibilitando a leitura correta do valor da TSI. Também concluiu-se que variações na temperatura ambiente utilizadas para a cavidade não influenciam significativamente nas diferenças entre temperaturas máximas e mínimas atingidas nas simulações, ou seja, a cavidade do radiômetro pode atuar em diferentes temperaturas ambientes e, da mesma forma, manter a diferença entre sua temperatura máxima e mínima praticamente constante, desde que a energia que atinge a cavidade seja a mesma.

Palavras-chave: Galileo Solar Space Telescope. ANSYS. Cavidade. Radiômetro de substituição elétrica. Transferência de calor.

PROJETO EDUCAÇÃO - EXTENSÃO EDUCACIONAL, AMBIENTAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Carolina Freire Vieira¹ (UNISAL, Bolsista PIBIC/CNPq)
Rosemary Aparecida Odorizi Lima² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este documento aborda o "Projeto de Extensão Educacional Ambiental, Científica e Tecnológica" do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que visa disseminar conhecimentos científicos para estudantes e educadores. A metodologia incluiu uma abordagem qualitativa-quantitativa, com destaque para descrição das atividades do projeto e um questionário *online* de *feedback* aplicado a professores e para alunos de uma determinada escola. Os resultados indicam que os alunos percebem uma interação positiva entre eles e os palestrantes, um impacto significativo na promoção de interesse por temas científicos e ambientais e uma resposta variada quanto à inserção futura de atividades semelhantes na instituição. Por sua vez, professores de diferentes escolas também destacaram o projeto como um estímulo para o despertar de interesse e curiosidade e como meio de expansão do conhecimento. Além disso, o projeto expandiu parcerias institucionais, realizou novas edições de seu evento científico e curso para professores. Ao todo, de 2017 até o final de 2023 foram visitadas 23 escolas. Em conclusão, o projeto demonstra relevância social ao facilitar a colaboração entre instituição de pesquisa, escolas, comunidade e professores, promovendo a disseminação de conteúdo científico.

Palavras-chave: Projeto. Educação ambiental. Cientificidade. Professores. Alunos.

¹ E-mail: carolinafvieira858@gmail.com

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

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

Cauê Marques Pires Dias¹ (ETEP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Dênio Lemos Panissi² (INPE, Orientador)

Rafael Lopes Costa³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O estudo experimental da transferência de calor em geometrias típicas de pequenos satélites em ambiente de bancada de laboratório é uma área de pesquisa importante no campo da engenharia espacial. Pequenos satélites, como os CubeSats, são cada vez mais populares em missões espaciais devido ao seu baixo custo e imensa flexibilidade e para se garantir o funcionamento esperado dos componentes eletrônicos em termos de longevidade e funcionabilidade desses satélites a gestão térmica se torna crucial. O objetivo desse projeto é obter dados experimentais de coeficientes de transferência de calor relacionados a geometrias básicas, materiais e dissipações térmicas característicos de pequenos satélites e trabalhar os resultados obtidos com a finalidade de realizar ajustes de modelos matemáticos e aperfeiçoar cada vez mais os testes realizados, os aproximando das condições que o satélite e seus componentes iriam se submeter no ambiente espacial. Para o trabalho foi desenvolvido um setup térmico dedicado, para ser utilizado em bancada de laboratório, para realizar os levantamentos dos coeficientes de transferência em geometrias básicas típicas de pequenos satélites, para que se pudessem aplicar cargas térmicas, medir temperaturas e comparar os resultados obtidos com a literatura disponível. Com os resultados obtidos foi desenvolvida e aprimorada, ao longo do projeto, uma calculadora de troca de calor entre uma placa aquecida e os componentes ao seu redor, nessa calculadora são consideradas todas variáveis e constantes envolvidas nos processos de troca de calor para que seja possível realizar estimativas iniciais e aperfeiçoar os testes relacionados à transferência de calor.

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

¹ E-mail: caue.marquesd@hotmail.com

² E-mail: denio.panissi@inpe.br

³ E-mail: rafael.costa@inpe.br

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

Cecile Lopes Damázio Rodrigues¹ (CEFET-MG, Bolsista PIBIC/CNPq)
Andréa Cristina Lima dos Santos-Matos² (INPE, Orientadora)
Antonio Lopes Padilha³ (INPE, Coorientador)
Marcos Banik de Pádua⁴ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O objetivo deste projeto foi desenvolver uma interface de programação de aplicações (API - Application Programming Interface) para auxiliar no processamento Rho+ pelo método Magnetotelúrico (MT). O Rho+ é usado para validar as curvas de resistividade e fase magnetotelúricas que serão usadas para determinar a distribuição de condutividade elétrica do interior da Terra e diminuir a relação sinal-ruído nos dados obtidos pelo método MT. Este processo atualmente consiste em procedimentos manuais e escrita das linhas de comando no terminal, e o projeto pretendeu facilitar este processo através da automatização de algumas funções com a linguagem python e várias de suas bibliotecas, principalmente a Kivy para a interface gráfica (GUI - Graphic User Interface). O programa permite ao usuário do Rho+ usar esta interface amigável para a escolha de arquivos, definição de parâmetros, seleção dos dados coerentes e os que devem ser modelados através do programa. Na versão final da API com GUI, Rho+ GUI, é possível fazer a validação dos dados e alteração dos parâmetros escolhidos por meio de interação com a interface gráfica desenvolvida.

Palavras-chave: Magnetotelúrico. Rho+. Python.

¹ E-mail: ldrcecile@gmail.com

² E-mail: alimageo@gmail.com

³ E-mail: padilha17@gmail.com

⁴ E-mail: marcos.banik@gmail.com

UMA PROPOSTA DE PORTAIS DE DADOS ABERTOS AMBIENTAIS

Chrystian Mendes Franklin¹ (FATEC Cruzeiro, Bolsista PIBIC/CNPq)
Eugenio Sper de Almeida² (INPE, Orientador)

RESUMO

O Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA) é uma plataforma aberta de livre acesso que disponibiliza dados ambientais georreferenciados remotamente coletados a partir de Plataformas de Coletas de Dados (PCDs) e boias do projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA). Essa pesquisa é a continuação dos esforços realizados pelos bolsistas PIBIC/CNPq anteriores Ramon Brandi da Silva e Jean Cavalcante Ribeiro (processos 144538/2020-2 e 160729/2021-1) que obtiveram como resultado a produção de uma plataforma com alto acoplamento e dependência do serviço SINDA para o tratamento dos dados, com análises estatísticas descritivas e produção de infográficos. Foi observado a necessidade de estender o projeto, desacoplando-o com uma arquitetura em camadas para garantir a segurança dos dados e das aplicações, reduzindo tratamentos discrepantes, melhorando os gráficos e metadados apresentados, buscando maior transparência sobre a qualidade e disponibilidade dos dados. A partir da *Application Programming Interface* (API) construída anteriormente, fazendo uso do Python 3.12 por suas melhorias, com as bibliotecas FastAPI (v0.95.2) e Leaflet (1.9.4) para a renderização da interface e mapa interativo e Matplotlib (3.9.0) para a produção dos gráficos mais completos, foi construída uma nova interface que consome *endpoints* da API. Durante este processo, longos períodos de indisponibilidades no serviço do SINDA ocorreram, dificultando os testes de diferentes métodos de aquisição de dados e realçando a necessidade do tratamento local dos dados adquiridos. Em conjunto com análises sobre a integridade destes dados, foram observadas incongruências dos anos reportados pela plataforma, com trechos intermitentes de invalidez por meses ou anos. Obteve-se como resultado a produção de uma nova interface gráfica, que utiliza os recursos contidas na API para a disponibilização dos dados com informações relevantes ao usuário, melhorando os tratamentos de dados e a qualidade da informação presente na plataforma.

Palavras-chave: SINDA. Dados georreferenciados. Análise de dados. API. Framework web.

¹ E-mail: chrystian_CD@outlook.com

² E-mail: eugenio.almeida@inpe.br

CONVERSÃO DE PACOTE DE ROTINAS DE PROCESSAMENTO ESCRITAS EM MATLAB PARA PYTHON

Cláudia de Carlos Braga Secco¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)
Daniel Andrade Maciel³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O principal objetivo do trabalho de iniciação científica foi a conversão de pacotes de rotinas de processamento escritas na linguagem MATLAB para Python. Isso é de grande importância pois visa adaptar ferramentas avançadas para um ambiente de código aberto, promovendo acessibilidade e inovação científica. Inicialmente, a bolsista estudou o Curso de Programação para Sensoriamento Remoto com Python para capacitar-se no desenvolvimento de códigos para análises de dados ambientais. A metodologia de trabalho incluiu a conversão da rotina de processamento dos dados denominada TriOS da linguagem MATLAB para Python, bem como o uso de modelos de regressão linear para identificar relações entre variáveis ambientais, como a concentração de ficocianina na água. Realizou-se também a conversão de códigos na linguagem R para Python, utilizando *Design Patterns* para melhorar a estrutura e a manutenção do código. Além disso, foram implementadas heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen para disponibilizar artigos científicos no site do INPE. Aplicou-se a abordagem de *Design Thinking* através do feedback dos pesquisadores sobre os códigos Python desenvolvidos. Também foram implementadas noções de *UX Design* utilizando a biblioteca Tkinter do Python para desenvolver uma interface amigável para os cientistas do laboratório. Os resultados mostraram uma melhoria na precisão das análises e na usabilidade das ferramentas desenvolvidas, facilitando o trabalho dos pesquisadores. A gestão da base de dados radiométricos e de qualidade da água foi aprimorada com o uso do gerenciador de banco de dados MySQL, permitindo um gerenciamento mais eficiente dos dados. Em conclusão, as atividades desenvolvidas ao longo dos anos de 2023 e 2024 resultaram uma melhoria significativa nas habilidades de programação dos bolsistas e na qualidade das análises e ferramentas desenvolvidas para o sensoriamento remoto ambiental.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Qualidade de água. Algoritmos em Python. Conversão de códigos. Banco de dados. Remote sensing. Water quality. Python algorithms. Code conversion. Database.

¹ E-mail: claudiacarlosbraga@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: daniel.maciel@inpe.br

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

Daniel Fernandes Pereira¹ (IFSP-Jacareí, Bolsista PIBIC/CNPq)
Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori¹ (IFSP-Jacareí, Coorientadora)
Haroldo Fraga de Campos Velho² (INPE, Orientador)
Vinicius Schmidt Monego² (INPE, Aluno de Pós-graduação)

RESUMO

O processamento digital de imagens é uma área de estudo que utiliza técnicas computacionais para análise e tratamento de imagens obtidas por meio de diversos tipos de câmeras: sistema óptico de lentes, sensores CCD (*Charge Coupled Device*), CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Independentemente do dispositivo utilizado, as imagens obtidas sempre apresentam algum tipo de ruído. A continuação do projeto investiga as discrepâncias nos resultados de treinamentos conduzidos com dois conjuntos de dados distintos comparando métricas de restauração para determinar a abordagem mais eficaz, um dos conjuntos sendo uma única imagem genérica (CASTRO et al., 2008) e o outro um aglomerado de 4957 obras de arte desconexas. A principal disparidade entre os dados de treino reside na quantidade de amostras utilizadas, impactando diretamente o tempo necessário para o treinamento dos modelos. Utilizando Python em conjunto com a biblioteca Keras, um modelo convolucional(CNN) é implementado para este estudo.

¹ IFSP - Jacareí: daniel.f.pereira87@gmail.com, anapaula.acs@ifsp.edu.br

² INPE: haroldo.camposvelho@inpe.br, vinicius.monego@inpe.br

TESTES DE UM PROPULSOR ELETROTÉRMICO DE PROPILENO

Eduardo Seiji Suguimoto Miyazato Ferrer¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Fernando de Souza Costa² (INPE, Orientador)

RESUMO

Este trabalho descreve os testes a serem realizados de um propulsor eletrotérmico de propileno. A manufatura do sistema será realizada usando-se manufatura aditiva metálica devido à sua geometria complexa e usando-se aço inoxidável, devido à sua alta resistência à temperatura. Testes em bancada serão realizados para se determinar os parâmetros de *performance* do propulsor. O empuxo e a vazão mássica serão obtidos por meio de balanças de precisão, a temperatura de estagnação no interior da câmara será obtida por meio de um termopar posicionado na saída da tubeira e a pressão de câmara, por meio de um manômetro. O impulso específico será calculado utilizando-se os resultados de empuxo e vazão mássica obtidos. Os valores obtidos serão comparados aos teóricos, os resultados serão discutidos e a precisão do modelo será analisada.

Palavras-chave: Propulsão. Impressão 3D. Testes em bancada. Propulsion. Sattelites. 3D printing. Bench tests.

¹ E-mail: eduardo.seiji@usp.br

² E-mail: fernando.costa@inpe.br

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

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

RESUMO

A ciência desempenha um papel crucial na sociedade moderna, fornecendo uma compreensão aprofundada do mundo. No entanto, a ampla disseminação e transmissão desse conhecimento para pesquisadores, estudantes e o público em geral enfrentam desafios significativos. Neste contexto, o presente trabalho engloba a criação de uma estrutura de base de dados robusta e eficiente, que surge como uma solução fundamental para a divulgação e transmissão eficazes do conhecimento científico. Com a constante atualização de dados e contribuições científicas no Portal Web da Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV), bem como o aprimoramento do sistema de leitura, análise e organização de informações para maior dinamicidade e experiência do usuário final, foram desenvolvidos relatórios contínuos de dados com períodos mensais com objetivo de mapear o alcance das publicações com Google Analytics e Google Trends, bem como a reestruturação de páginas e suporte aos sistemas de upload de trabalhos, a fim de garantir acesso à informação. Além disso, foram desenvolvidos trabalhos de design para os cadernos do projeto NEXUS em parceria com o Núcleo de Comunicação, através do software de criação Figma. Os trabalhos de design se concentraram na interdisciplinaridade e comunicação entre os Núcleos de Comunicação e os trabalhos da Divisão, para potencializar e maximizar o alcance dos desenvolvimentos científicos propostos pelos trabalhos, bem como do que é desenvolvido pela comunidade científica englobada pela divisão. Também mostra o auxílio e manutenção contínua da base de dados e dos sites que estão em um novo servidor web para assegurar a estabilidade dos sites e a consistência dos dados da Divisão, verificação das funcionalidades dos elementos de UI/UX dos sites e adição de novas funcionalidades a fim de manter os sites da Divisão sempre atualizados.

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

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

² E-mail: viviane.algarve@inpe.br

³ luis.henrique_campos@outlook.com.br

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

Flávio Augusto dos Santos¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)
Diego Rodrigo Souza² (INPE, Orientador)
Enrique Vieira Mattos³ (UNIFEI, Coorientador)

RESUMO

O INPE atua como um dos Centros de Excelência no ensino em meteorologia por satélite no âmbito do Laboratório Virtual da Organização Meteorológica Mundial e as atividades relacionadas a esta finalidade requerem a melhoria e administração do Moodle, uma plataforma aberta de apoio ao ensino presencial e à distância, hospedada nos servidores da instituição. O objetivo deste trabalho foi a manutenção da plataforma e o suporte aos eventos de treinamento e capacitação realizados pela Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos. Foram criadas novas áreas Moodle para os cursos de capacitação previstos para o ano de 2024, sendo adicionadas informações gerais sobre os cursos como objetivo, programação dos treinamentos e avaliação dos alunos, além dos materiais disponibilizados pelos professores, como videoaulas e slides. Toda a administração da ferramenta, como controle de usuários e auto inscrição, além do suporte ao usuário foram executadas. Para a realização das partes práticas dos cursos, foi realizado o desenvolvimento de um ambiente virtual de programação utilizando a linguagem Python através da ferramenta Google Colab. Visando a continuidade do projeto, foram realizadas as atualizações dos materiais de referência para futuros bolsistas e professores, demonstrando como utilizar funcionalidades ainda não exploradas através da plataforma Moodle.

Palavras-chave: Moodle. Ensino a distância (EAD). Meteorologia por satélite. Python.

¹ E-mail: d2019001937@unifei.edu.br

² E-mail: diego.souza@inpe.br

³ E-mail: enrique@unifei.edu.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

ESTUDO DO POTENCIAL DE ATENUAÇÃO DE COMPÓSITOS MAGNÉTICOS COM SUPERFÍCIE SELETORA DE FREQUÊNCIA (FSS) NA BANDA X DE 8.2 A 12.4 GHZ

Gabriel de Azevedo Carvalho dos Reis¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Chen Ying An² (INPE, Orientador)

Braulio Haruo Kondo Lopes³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O seguinte trabalho aborda o estudo do potencial de atenuação de compósitos magnéticos com superfícies seletoras de frequência (FSS) na banda X (8.2 a 12.4 GHz). A poluição eletromagnética tem aumentado com a proliferação de dispositivos eletrônicos e a chegada do 5G, trazendo preocupações sobre os efeitos da radiação eletromagnética na saúde e no meio ambiente. No setor aeroespacial, a mitigação dessa poluição é crucial para a eficácia das comunicações por satélite. O estudo explora a aplicação de FSS em compósitos, focando na melhoria da atenuação na faixa de frequência da banda X. O particulado de Ferrocarbonila foi escolhido por suas propriedades magnéticas, ampliando o escopo de aplicação. A pesquisa incluiu a elaboração de moldes por meio de CAD e a produção de amostras com diferentes formatos de FSS, utilizando o polidimetilsiloxano (PDMS) como matriz. A análise foi realizada com um Analisador de Rede Vetorial (VNA), medindo parâmetros como permissividade elétrica, permeabilidade magnética e perda por reflexão. Os resultados mostram que a implementação de FSS pode reduzir significativamente a refletividade, dependendo do formato geométrico e do espaçamento dos centros das superfícies seletoras de frequência, tendo como seu melhor resultado uma perda de refletividade de -29Db na frequência de 10,7 GHz. Um resultado considerável quando se leva em consideração que quanto maior a perda melhor para sua aplicação como material absorvedor. Este trabalho contribui para a compreensão e desenvolvimento de materiais que possam mitigar a poluição eletromagnética, sendo relevante para aplicações em comunicações por satélite e outras áreas onde a gestão de interferências eletromagnéticas é crítica.

Palavras-chave: Banda X. Materiais compósitos. FSS. Comunicação de satélites.

¹ E-mail: gabriel.reis13@fatec.sp.gov.br

² E-mail: chen.an@inpe.br

³ E-mail: brauliohkl@gmail.com

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, Coordenadora)

RESUMO

Este trabalho foi iniciado em Agosto de 2023, e visa a caracterização dos modos de oscilação, incluindo o modelo MONAN (em português, Modelo para Previsão dos Oceanos, Superfícies Terrestre e Atmosfera), em configurações de baixa resolução. A divisão entre dinâmica e processos físicos é um paradigma corrente em modelos de tempo e clima, e a compreensão conjunta desses elementos é essencial para previsões em diversas escalas. Desta forma foi utilizado o MODES, um software para a análise de campos dinâmicos globais em (re)análises, previsões meteorológicas e modelos climáticos. Através do MODES é possível diagnosticar propriedades de circulações balanceadas e de inerciogravidade (IG) em muitas escalas, que só recentemente se tornou observável. Dessa forma com o MODES, foram estudados e analisados os modos da atmosfera e através do NCL (NCAR Command Language) se interpretou os dados gerados por ele. A distribuição interna dos modos de oscilação influencia a distribuição de energia e sua evolução, afetando a predictabilidade dos modelos de tempo e clima. Este estudo propõe analisar como a resolução do modelo, o número de níveis verticais, os esquemas numéricos e os processos físicos utilizados afetam os modos de oscilação. Utilizando configurações de baixa resolução espacial, o projeto será viável em sistemas computacionais de pequeno porte, promovendo a disseminação do modelo em universidades e centros de pesquisa com baixo poder computacional. A análise dos modos de oscilação permitirá identificar configurações de física e dinâmica que melhor representem os aspectos internos do sistema e sua evolução, contribuindo para a formação acadêmica de futuros pesquisadores na área.

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

¹ E-mail: gabriel_melo@usp.br

² E-mail: enver.ramirez@inpe.br

³ E-mail: marilia.lemes@inpe.br

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

Gabriel Henrique Pimentel Ramos¹ (UFOPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Ligia Alves da Silva² (INPE, Orientadora)

Cristiano Max Wrasse³ (INPE, Coorientador)

Lucas Vaz Peres⁴ (UFOPA, Coorientador)

RESUMO

A distribuição do ozônio estratosférico sobre a região da Anomalia Magnética da América do Sul (SAMA) apresenta uma diminuição significativa, especificamente nas latitudes medias e altas. Contudo, diversos fatores podem contribuir para tal diminuição, inclusive a ação antrópica e as reações químicas entre os elétrons precipitantes e as famílias de NO_x e HO_x. Aqui, o foco está nos impactos causados no ozônio através da influência de elétrons precipitantes. Portanto, nesse primeiro ano de trabalho foi realizada pesquisa referente aos mecanismos de aprisionamento de elétrons de alta e baixa energia nos cinturões de radiação de Van Allen. Para isto, foram utilizados os dados da missão Van Allen, como, os fluxos de elétrons nos cinturões de radiação e as atividades de ondas magnetosféricas, uma vez que, os elétrons precipitantes são oriundos destes cinturões. Na região auroral, as partículas precipitantes são oriundas do cinturão externo (3,5-6.5 RE), enquanto na região da SAMA, são oriundas do cinturão interno (1-2 RE). Um dos principais processos físicos responsáveis por causar precipitação de elétrons na atmosfera, ocorre a partir de interação ressonante entre ondas magnetosféricas e partículas. Então, utilizando a plataforma disponível pela Johns Hopkins University - Applied Physics Laboratory em: <https://rbspqway.jhuapl.edu/>, foram selecionados 5 eventos durante ocorrências de variabilidades no fluxo de elétrons aprisionados nos cinturões de radiação, para assim, analisar a presença de ondas magnetosféricas, como as ondas chorus e hiss no modo assobiador, e as magnetossônicas (MS). A concomitância entre a atividade de ondas magnetosféricas no cinturão interno (medido in situ) e a diminuição de ozônio estratosférico (medido em solo) no centro da SAMA, pode ser utilizada para inferir a

¹ E-mail: ramosgabriel835@gmail.com

² E-mail: ligia.silvas@inpe.br

³ E-mail: cristiano.wrasse@inpe.br

⁴ E-mail: lucas.peres@ufopa.edu.br

provável precipitação nesta região. Contudo, faz-se necessário obter a conjunção entre as sondas Van Allen e a estação de solo em Santa Maria (RS). Os resultados obtidos neste primeiro ano, mostra que para os eventos selecionados, ocorreu atividade de ondas hiss e MS, que são capazes de causar precipitação de elétrons na atmosfera, desde unidades de keV até centenas de keV, ou seja, impactando desde a estratosfera até a mesosfera sobre a região da SAMA. Qualitativamente, foi observada a resposta no ozônio estratosférico. Todavia, vale salientar que a quantificação deste impacto sobre o ozônio será realizada no segundo ano de trabalho.

Palavras-chave: Supercapacitores. Redes complexas. Cobertura vegetal urbana. Aeronomia equatorial. Mudanças climáticas. Supercapacitors. Networks. Urban vegetation cover. Equatorial aeronomy. Climate change.

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

Gabriela Greganyck Ortiz¹ (Mackenzie, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luiz Claudio Lima Botti² (INPE, Orientador)

RESUMO

O presente estudo, iniciado em fevereiro de 2023, configura-se como uma continuação de um projeto previamente estabelecido por Alex Rocha. Inicialmente, este trabalho de pesquisa aprofundou-se no conceito de tempo em relação às Lentes Gravitacionais, investigando como estas deformam o tecido do espaço-tempo. Nesse contexto, foram comparadas as diferenças temporais observadas nas proximidades de um objeto massivo em contraste com regiões mais distantes desse sistema de referência, corroborando a tese de que o tempo não é absoluto. Atualmente, meu foco principal reside na compreensão detalhada dos cálculos subjacentes às teorias físicas, com especial atenção aos estudos de tensores, os quais constituem a base da relatividade geral, adentrando também em estudos de mecânica, álgebra linear e geometria e equações diferenciais. Ademais, foram exploradas questões relacionadas à geometria do espaço, incluindo as possíveis configurações geométricas, a saber: hiperbólica, conforme proposta por Lobachevsky; esférica, conforme os princípios estabelecidos por Riemann; e plana, segundo a geometria Euclidiana. Estas formas de curvatura do espaço abrem um leque de possibilidades teóricas e práticas no campo da física teórica e da cosmologia. O estudo contínuo desses temas revela a complexidade e a beleza intrínseca das estruturas fundamentais do universo, oferecendo compreensões sobre a natureza do tempo e do espaço. Estudei também a notável pesquisa de German Tobar, um estudante de física da Universidade de Queensland, na Austrália. Tobar conseguiu desenvolver uma solução que concilia a viagem no tempo com a ausência de paradoxos. Seus cálculos matemáticos indicam que o espaço-tempo pode se adaptar para evitar conflitos com princípios gerais fundamentais. Sua investigação propõe que, embora a viagem no tempo permita a manipulação de eventos passados, o Universo se autocorrigiria para impedir tais paradoxos. Apesar de a base matemática para a viagem no tempo ser sólida, os aspectos práticos relacionados à manipulação do espaço-tempo continuam a apresentar desafios significativos.

¹ E-mail: gabiortiz1902@gmail.com

² E-mail: luiz.botti@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 é uma ferramenta valiosa para coletar dados e realizar análises espaço-temporais, fornecendo informações cruciais para o monitoramento ambiental de ecossistemas costeiros e oceânicos. Este projeto de iniciação científica tem como objetivo analisar a região estuarina de Santos, no litoral de São Paulo, destacando a influência de fatores ambientais e antrópicos na qualidade da água. Utilizaremos uma série temporal (1985-2023) de imagens multiespectrais Landsat de média resolução espacial (30m) para calcular um índice de turbidez, que servirá como indicador da qualidade da água na área estudada. O algoritmo de agrupamento K-médias será utilizado para regionalizar o espelho d'água do estuário de Santos, enquanto o algoritmo de regressão de floresta aleatória ajudará a entender as relações entre variáveis ambientais (como precipitação, vento e vazão de rios) e antrópicas (como o uso e a cobertura do solo) na qualidade da água. As imagens serão processadas na plataforma Google Earth Engine, incluindo correção atmosférica e mascaramento de nuvens. Mapas de turbidez da água serão gerados utilizando um algoritmo semiempírico, complementados por índices de cor da água. O projeto está em uma fase ainda inicial, incluindo a coleta e processamento de dados. Espera-se que os resultados deste estudo contribuam para a compreensão dos impactos das variáveis ambientais e 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

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

Georg Herison Maia Nunes¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

Kátia Alves Arraes² (INPE, Orientadora)

Melquisedec Medeiros Moreira³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, representando cerca de 10% do território nacional e colaborando de várias formas com a economia nordestina. Portanto, é essencial adotar e controlar técnicas econômicas sustentáveis, como o manejo ambiental. No entanto, o uso sustentável não é suficiente sem fiscalização e acompanhamento das áreas afetadas, ressaltando a necessidade de técnicas e estudos para coletar dados sobre o uso e ocupação do solo na Caatinga. Nesse contexto, a pesquisa realizada integrou tecnologias de Sensoriamento Remoto (SR), *Machine Learning*, *Google Earth Engine* (GEE) – uma plataforma baseada em nuvem –, imagens do Sentinel-2 e análise geográfica para classificar as áreas de interesse. As imagens coletadas pelo *Sentinel-2*, disponibilizadas no GEE, foram selecionadas para cobrir períodos secos e com pouca cobertura de nuvens. Em seguida, foram aplicadas técnicas de classificação *Land-Use Land Cover* (LULC), combinadas com a tecnologia de *Machine Learning Random Forest*, para gerar novos mapas temáticos da área de interesse, indicando as porcentagens das classes temáticas de corpos d'água, uso agrícola, solo exposto, vegetação aberta e densa. Utilizou-se a abordagem *Pixel-Based* para a classificação, onde cada pixel é classificado individualmente com base em suas características espectrais. Assim, utilizaram-se dois tipos de pontos na classificação: os de treinamento, para que o algoritmo aprendesse a identificar os elementos, e os de validação, para gerar uma matriz de erro e avaliar a precisão da classificação. A pesquisa se concentrou no estado do Rio Grande do Norte (RN), onde 70 dos 167 municípios já foram classificados para o ano de 2021 e continuam a ser monitorados continuamente. Em síntese, à medida que a pesquisa avança, mais notoriedade é adquirida devido às grandes transformações que ocorrem rapidamente na região, como os impactos das usinas eólicas, o avanço da exploração agrícola e petrolífera, a seca dos mananciais e o desmatamento da vegetação nativa.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Caatinga. Manejo ambiental. Machine learning. Random forest. Land-use land cover. Google Earth Engine. Sentinel-2.

¹ E-mail: georg.maia.700@ufrn.edu.br

² E-mail: katia.arraes@inpe.br

³ E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

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

Giovane Beck Suss¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Tagianne Patrícia da Silva² (INPE, Orientadora)
Marcelo Magalhães Fares Saba³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Os raios podem ser divididos em dois grandes grupos: os que tocam o solo (raios descendentes e ascendentes) e os que não tocam o solo (raios intranuvem). Eles ainda podem ser divididos pela polaridade: positivos e negativos, dependendo da carga líquida transferida para o solo. Os raios analisados nesse trabalho são descendentes positivos. Esses tipos de raios compõem aproximadamente 10% dos raios descendentes e normalmente ocorrem no final da tempestade devido a distribuição das cargas na nuvem. Além de possuírem uma corrente muito alta e com longa duração, são responsáveis por diversos danos em estruturas no solo e até mesmo incêndios. Este trabalho apresenta a classificação dos raios de 2012 a 2018 das cidades de São Paulo (Brasil), Kansas e do estado de South Dakota (Estados Unidos), onde foram instaladas câmeras de alta velocidade e sensores de campo elétrico próximos aos locais de descargas dos raios. A análise da presença de líderes de recuo, ocorrendo no canal principal do raio ao longo do seu desenvolvimento, permitiu distinguir dois tipos de raios positivos: com líder de recuo e sem líder de recuo durante a propagação ao solo. Além da análise desse fenômeno, foram obtidas as velocidades em duas dimensões e seus respectivos picos de corrente, e foi observada uma relação entre estas duas características nos dois grupos de raios descendentes positivos analisados.

Palavras-chave: Raio descendente positivo. Líder de recuo. Câmera de alta velocidade. Velocidade. Pico de corrente.

¹ E-mail: gbsuss@unifesp.br

² E-mail: tagianne.silva@inpe.br

³ E-mail: marcelo.saba@inpe.br

SIMULAÇÃO DE MATERIAIS EM MULTICAMADAS PARA CONTROLE DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA

Glauber Rogério Lanzilotti Alves¹ (Fatec-Taubaté, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maurício Ribeiro Baldan² (INPE, Orientador)

Divani Barbosa Gavinier³ (Fatec-Taubaté, Coorientadora)

RESUMO

Nesse trabalho é proposta a investigação, através de simulação computacional, do uso de materiais em multicamadas para controle e mitigação de Interferência Eletromagnética (EMI). Para tanto, serão realizadas simulações para analisar as propriedades eletromagnéticas de diferentes estruturas multicamadas. A princípio os materiais a serem simulados são analisados através de um equipamento, denominado Analisador de Rede Vetorial, onde os parâmetros de entrada da simulação serão obtidos, sendo eles: emissividade e permeabilidade eletromagnética em função da frequência da onda. A abordagem envolve o cálculo da perda por reflexão das diferentes camadas de materiais, em conjunto e separado, além das variações nos parâmetros dos materiais, como espessura, composição, geometria das camadas e sequência de empilhamento. O objetivo final é otimizar o desempenho eletromagnético para aplicações específicas de controle e mitigação de EMI.

Palavras-chave: Simulação numérica. Interferência eletromagnética. Materiais absorvedores de radiação eletromagnética.

¹ E-mail: glauber.alves@fatec.sp.gov.br

² E-mail: mauricio.baldan@inpe.br

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

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

Gustavo Silva de França¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Tânia Pereira Dominici² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar a variação de brilho em blazares, que são uma classe de Núcleos Ativos de Galáxias (AGNs) que apresenta variações de brilho em diferentes escalas de tempo, alta polarização e emissão no contínuo que se estende desde frequências de rádio até raios-gama. Além disso, sua distribuição espectral de energia (*Spectral Energy Distribution*, SED) é caracterizada por dois picos de emissão: um em baixas energias, associado à radiação síncrotron, e o segundo em altas energias, podendo ser causado por efeito Compton inverso, caso a atividade dos dois picos apresente estar correlacionada. Modelos matemáticos são necessários para estudar a existência de correlações entre observações obtidas em distintas faixas de frequência. No caso de séries temporais nas quais os dados não são equidistantes (o caso das observações astronômicas em questão), a Função de Correlação Discreta (*Discrete Correlation Function*, DCF) é amplamente utilizada. Na fase anterior deste trabalho, realizamos estudos sobre a DCF aplicados em curvas de luz simuladas a fim de compreender os impactos e limitações da ferramenta causados por limitações de amostragem. Durante o último ano, prosseguimos com o projeto aplicando estes conhecimentos em dados reais do blazar OJ287. Buscamos reproduzir, a partir de curvas de luz simuladas, a DCF calculada entre as curvas de luz em rádio (43 GHz, obtidas entre 2010 e 2014 no Rádio Observatório Pierre Kaufmann - ROPK) e em raios-gama (Fermi/LAT). Para isso, utilizamos o programa *easyFermi* a fim de extrair as observações de OJ287 em raios-gama no período de 2009-2015. Durante a análise, notou-se a ausência de correlação entre os dados em rádio e raios-gama, o que pode indicar a necessidade de uma base de dados com uma cobertura temporal mais ampla, ou que os picos e atrasos entre as curvas de luz de baixas e altas frequências de fato não possuem relação física no período observado. Para nos aprofundarmos no estudo de OJ287, está claro que é necessário tentar correlacionar os flares nas curvas de luz com a emissão de novas componentes do jato relativístico, que só são observadas com técnicas de interferometria de longa linha de base (VLBI). Assim, nos últimos meses também nos dedicamos a capacitação para processamento de dados interferométricos. Neste contexto, tivemos a oportunidade de participar de um programa para formação de novos radio astrônomos, propondo um projeto para utilizar por duas horas o *Very Large Array* (VLA), interferômetro operado pelo *National Radio Astronomy Observatory* (NRAO). Selecionamos duas fontes: a rádio fonte NVSS J142748+772444 e a rádio galáxia

¹ E-mail: gustavosc04@usp.br

² E-mail: tania.dominici@inpe.br

LEDA2773996. A partir dos dados obtidos e dos estudos sobre interferometria, realizamos a redução dos dados, calibrações e imageamento das duas fontes, utilizando as plataformas *Common Astronomy Software Applications (CASA)* e *Cube Analysis and Rendering Tool For Astronomy (CARTA)*. Esta experiência será fundamental para a próxima etapa do projeto, na qual pretendemos analisar criticamente o reconhecimento de componentes do jato relativístico de OJ287 em escalas de parsecs.

Palavras-chave: Astrofísica extragaláctica. Blazares. Núcleos ativos de Galáxias. Radioastronomia. Interferometria. Extragalactic astrophysics. blazars. Active Galactic nuclei. Radio astronomy. Interferometry.

ANÁLISE ESPECTRAL SOBRE A VARIABILIDADE DE DADOS METEOROLÓGICOS COLETADOS NAS ESTAÇÕES DAS ESCOLAS JUNTO AO PROJETO EDUCAÇÃO - EXTENSÃO EDUCACIONAL, AMBIENTAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA/INPE

Heleno Proiss Slompo¹ (UnB, Bolsista PIBIC/CNPq)
Rosemary Aparecida Odorizi Lima ² (INPE, Orientadora)
José Celso Thomaz Junior³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Neste trabalho tivemos como objetivo apresentar de forma didática aspectos do monitoramento ambiental incluído no Projeto Educacional, Ambiental, Científico e Tecnológico. Propomos estudar o funcionamento de uma estação meteorológica, suas potencialidades e limitações dentro do contexto de monitoramento do Sistema de Informação Climática (SIC). Para isso, foram apresentadas noções gerais sobre as principais características da instrumentação meteorológica, com o intuito de subsidiar a posterior análise dos dados meteorológicos de duas estações experimentais instaladas conjuntamente com alunos em duas escolas: Escola Estadual Ernesto Quicá, em Guaratinguetá (SP) e no Instituto Alpha Lumen em São José dos Campos (SP). A metodologia consiste em realizar medidas meteorológicas em áreas escolhidas nas escolas, e comparar com os dados do modelo de circulação geral atmosférica instalado no centro de previsão numérica de tempo e clima em Cachoeira Paulista (SP). Esta etapa de comparação de dados auxilia na validade científica da observação dos fenômenos atmosféricos em superfície. Será apresentada uma análise preliminar da comparação dos dados das duas estações experimentais com relação ao modelo teórico, bem como a identificação de divergências relacionadas aos limites experimentais e teóricos. Foram aplicados testes de estatística básica e eventuais métodos para compreender a natureza dos dados, considerando o quadro ambiental em que as estações meteorológicas foram abrigadas.

Palavras-chave: Análise de dados meteorológicos. Estação meteorológica. Climatologia. São Paulo.

¹ E-mail: heleno_slompo@hotmail.com

² E-mail: rosemary.odorizi@inpe.br

³ E-mail: jose.thomaz@inpe.br

FADAS DO TIPO ELTS EVIDENCIANDO O ACOPLAMENTO ATMOSFÉRICO-ESPACIAL

Ighia Gandra Linares¹ (UFF/RJ, Bolsista PIBIC/CNPq)
Eliah F. M. T. São Sabbas² (INPE, Orientadora)

RESUMO

‘Efeitos Sinalizadores do Acoplamento Eletrodinâmico Atmosférico e Espacial (FADAS)’ são um conjunto de fenômenos atmosférico-espaciais produzidos por campos elétricos de nuvens de tempestades e de relâmpagos que se divide em dois tipos principais: os Eventos Luminosos Transientes (ELTs) e as Emissões de Alta Energia de Tempestades (ALETs). As ALETs incluem os Flashes de Raios Gama Terrestres (FGTs), os feixes de elétrons e pósitrons, e de nêutrons, gerados a partir desses FGTs. Os ELTs são plasmas de curta duração e baixa luminosidade na média e alta atmosfera. Fazem parte desse grupo os sprites e halos, produzidos a partir de campos quase-eletrostáticos das nuvens de tempestades estabelecidos após as descargas elétricas dos relâmpagos com intensidade suficiente para gerá-los, jatos azuis, jatos gigantes e precursores azuis, cujos mecanismos de geração se assemelham aos da formação de relâmpagos, e elves, que são resultado da interação de pulsos eletromagnéticos de relâmpagos com a base da ionosfera. O objetivo deste trabalho é estudar ELTs e tempestades geradoras de ELTs observados simultaneamente do solo pela Rede LEONA e do espaço pelo experimento ASIM a bordo da Estação Espacial Internacional ou, na ausência de simultaneidade, estudar ELTs e as tempestades geradoras de ELTs observados pela Rede LEONA e pelo ASIM na mesma noite e/ou na mesma região. A metodologia envolveu: (a) encontrar observações de ELTs coincidentes entre a Rede LEONA e o ASIM; (b) desentrelaçar os vídeos dos ELTs gravados com as câmeras da Rede LEONA nas noites coincidentes, e tratar as imagens para obter um bom campo de estrelas para cada ELT observado utilizando o software MATLAB; (c) estimar a latitude e a longitude dos ELTs registrados utilizando o software StarStereo; (d) estudar a evolução dos sistemas convectivos geradores dos ELTs analisando dados no infravermelho do satélite GOES-16. Este trabalho inclui os resultados da análise de ELTs e de suas respectivas tempestades geradoras observadas em 2 noites nas quais a Rede LEONA e o ASIM coletaram dados no mesmo período em diferentes regiões do Brasil. Características dos ELTs e das tempestades, como sua evolução temporal e espacial, serão apresentadas ao decorrer deste trabalho.

Palavras-chave: Efeitos Sinalizadores do Acoplamento Eletrodinâmico Atmosférico e Espacial (FADAS). Tempestades. Sistemas Convectivos de Mesoescala. Atividade Elétrica. Relâmpagos.

¹ E-mail: iglinares@id.uff.br

² E-mail: eliahfer.saosabbas@inpe.br

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

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

RESUMO

A insolação pode ser definida como o período de horas em que a radiação solar incide diretamente sobre a superfície, sem interferência das nuvens. Se trata de uma variável importante para o estudo do comportamento do clima, assim como a precipitação, umidade, entre outras. Os dados obtidos por satélite são uma opção para os dados in situ, e possuem vantagens como a capacidade de abranger grande cobertura espacial, entretanto, necessitam ser validados para que possam ser aplicados com segurança. Este trabalho teve como finalidade analisar os dados de insolação sobre o Brasil fornecidos pela DISSM/INPE no período de 2014 a 2017 para o desenvolvimento de uma climatologia de insolação, utilizando programação na linguagem python, além de observar padrões sazonais existentes nas regiões do Brasil, relacionando com sistemas e fenômenos meteorológicos. Os resultados obtidos mostram baixo número de horas de Sol de aproximadamente 5 horas/dia no Sudeste do país nos meses de verão, período chuvoso na região ocasionado pela atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, que causa precipitação e nebulosidade, uma das variáveis mais relevantes que podem afetar a insolação. Além disso, foi possível observar que o período com menos horas de sol no litoral do Nordeste foi nos meses de julho, agosto e setembro, de 4 a 6 horas/dia, o que pode ser relacionado com o período chuvoso na região causado pela atuação de sistemas meteorológicos como os Distúrbios Ondulatórios de Leste. A atuação da Zona de Convergência Intertropical é associada às variações de insolação observadas no Norte e Nordeste do Brasil nos meses de fevereiro a maio, período no qual observa-se diminuição da insolação na região. Estudos como este são de suma importância pois ajudam a caracterizar variáveis importantes para diversas aplicações, como na agricultura, arquitetura e saúde humana.

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

¹ E-mail: iris.psilva@usp.br

² E-mail: simone.sievert@inpe.br

³ E-mail: maria.gava@inpe.br

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

O projeto propõe um estudo utilizando um setup IRA (InfraRed Array) com lâmpadas infravermelhas de filamento de tungstênio, para simular cargas térmicas orbitais durante os Teste de Simulação Espacial. O setup deve ser capaz de impor uma carga térmica sobre o satélite, que simule principalmente a radiação solar, a radiação de albedo e a radiação da Terra, dependendo de cada fase do teste. Dentro das principais técnicas de simulação de carga térmica orbital, os IRAs com lâmpadas infravermelhas proporcionam vantagens sobre outras técnicas que usam resistências elétricas do tipo fitas, barras tubulares ou filmes aquecedores. Em comparação com esses outros métodos, as lâmpadas emitem radiação infravermelha mais próxima da radiação solar no espectro eletromagnético, além de apresentarem menores regiões de bloqueio em relação à camisa criogênica da câmara vácuo térmica, que simula a temperatura do espaço profundo, permitindo assim, uma simulação mais próxima das condições reais da órbita. Na implementação do setup IRA, foram empregadas fontes de tensão para a operação do arranjo de lâmpadas e, para monitorar as condições de temperatura e fluxo de radiação, de modo a determinar a área onde a intensidade do fluxo é homogênea, utilizaram-se dispositivos sensores termopares e radiômetros. As atividades desenvolvidas neste período também incluíram o condicionamento dos sensores, com a instalação de cabos e conectores, para sua interligação com o Sistema de Aquisição de Dados, e a checagem dos sensores e sua instalação, conforme procedimentos específicos, na área de prova submetida à incidência da radiação procedente das lâmpadas. Como atividade complementar, visando a familiarização com os meios de teste do laboratório e com os conceitos envolvidos nos testes de simulação espacial para a qualificação e validação de satélites, houve a participação no Teste de Ciclagem Térmica de um CubeSat em câmara climática.

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

¹ E-mail: itziarforhan@gmail.com

² E-mail: marcio.bueno@inpe.br

ESTUDO SOBRE ESTIMAÇÃO DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS USANDO DEEP LEARNING E IMAGENS DE SATÉLITE: OPORTUNIDADES DO NOVO CENSUS 2022

João Pedro Barbosa Madeira¹ (USP, Bolsista PIBITI/CNPq)
Alan James Peixoto Calheiros² (INPE, Orientador)
Pedro Luiz Pizzigatti Corrêa³ (USP, Coorientador)

RESUMO

Contexto: Deep learning é um conjunto de técnicas que vem sendo utilizada em situações com grandes volumes de dados. É possível criar correlações entre variáveis e descobrir padrões entre elas. A estimação de dados socioeconômicos enquadra-se perfeitamente nesta descrição. Um modelo capaz de realizar estas estimações com alta granularidade aliviaria o problema dos grandes hiatos entre censos do IBGE. Com essa preocupação, o Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Big Data da Escola Politécnica da USP realizou a adaptação de um modelo criado por Ben Abbes et al. (2024), o qual realiza este tipo de estimações em regiões africanas, ao contexto brasileiro. O modelo é capaz de prever indicadores socioeconômicos através de imagens de satélite, sendo assim capaz de fornecer uma análise do desenvolvimento de uma certa região. O território utilizado para o treinamento do modelo está situado nas mesmas regiões do definido pelo projeto NEXUS, liderado pelo INPE. **Problema:** Para a validação das predições são utilizados indicadores do IDH: renda per capita, educação e expectativa de vida. Para o contexto brasileiro, tais dados são fornecidos pelo IBGE. Porém, os pesquisadores utilizaram dados de 2010, desta maneira, com o novo censo de 2022 seria possível respostas mais acuradas com o retreinamento do modelo. Assim surgiu o questionamento: seria possível realizar essa mudança? Entretanto, não foi viável sua realização visto que os dados de 2022 não estão disponíveis de maneira tão completa quanto os de 2010. Desta forma o enfoque foi mudado para o estudo e reprodutibilidade do funcionamento dos modelos. Além disso, na plataforma da AWS há o kernel, que contém o conjunto da linguagem e suas bibliotecas utilizadas durante a execução do código, que devido a mudanças na plataforma teve que ser mudado. Isto acarretou que o código desenvolvido anteriormente não funcionava corretamente. **Metodologia:** no desenvolvimento foi realizada a reprodução dos códigos já existentes bem como o estudo da literatura e o treinamento técnico de métodos de IA. Foi realizada a capacitação em tecnologias

¹ E-mail: joaopedro_madeira@usp.br

² E-mail: alan.calheiros@inpe.br

³ E-mail: pedro.correa@usp.br

como a linguagem Python e suas diversas bibliotecas como Pandas, Tensorflow, tqdm, Earth Engine, dentre outras. Também foi utilizada a plataforma da Amazon, a AWS, onde pela interface do SageMaker foram testados os códigos desenvolvidos com o auxílio de máquinas virtuais. **Resultados:** As adaptações necessárias para que o código funcionasse foram realizadas, houve mudanças principalmente em arquivos que se utilizavam de indentações introduzidas na versão 3.7 alteradas para serem compatíveis com a versão 3.6.9. Após a adaptação foi possível a reprodução do código com resultados semelhantes ao dos trabalhos anteriores, com o indicador de renda sendo o melhor resultado. **Conclusão:** Em um mundo que valoriza a ciência aberta, a reprodutibilidade fortalece a credibilidade e abre oportunidades para futuras pesquisas. Promover práticas de verificação contínua é essencial para o progresso e a inovação, garantindo que novas descobertas se fundamentam em bases sólidas e confiáveis.

Palavras-chave: Aprendizado de máquina. Redes neurais convolucionais. Computação na nuvem. Ciência de dados. Aprendizado profundo. Machine learning. Convolutional neural network. Cloud computing. Data science. Deep learning.

**ANÁLISE DA TENDÊNCIA DE PRODUTIVIDADE E DA QUALIDADE DO CAFÉ
(*coffee arábica* L.) NO CENÁRIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS SSP2 4.5 E SSP5 8.5**

João Pedro Bonifacio de Souza¹ (UFRRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)
Daniela Carneiro Rodrigues² (INPE, Orientadora)
Chou Sin Chan³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Para compreender e enfrentar os desafios iminentes no setor cafeeiro nos próximos anos é crucial investigar como a produtividade e a qualidade do café arábica serão impactadas pelas mudanças climáticas. Devido às suas exigências específicas de temperatura, altitude e umidade, o café arábica, responsável por aproximadamente 60% da produção global, é altamente sensível aos efeitos dessas mudanças. Com o aumento das temperaturas globais, espera-se que áreas de cultivo próximas se tornem menos favoráveis, exigindo possivelmente o deslocamento das plantações para latitudes diferentes. Este estudo visa analisar como as temperaturas críticas do ar durante os estágios de floração e maturação afetarão a produtividade e a qualidade do café arábica em várias regiões produtoras. Utilizando dados detalhados de temperaturas mínimas e máximas fornecidos pelo modelo Eta-INPE, Serão analisadas as temperaturas no clima futuro (2020-2100) sob os cenários de aquecimento global SSP2-4.5 e SSP5-8.5 do IPCC. A pesquisa inclui dados históricos de projeções climáticas para América do Sul regionalizadas pelo modelo Eta com correção de viés para eliminar eventuais erros no modelo e projetar tendências de temperaturas extremas, cruciais para compreender o impacto nas plantações de café. Um levantamento bibliográfico foi realizado, sobre tendências de temperatura máxima e mínima observados atualmente, além de projeções futuras pelo modelo Eta, em diversas regiões produtoras de café. Foi extraída das simulações uma série de dados de 15 anos, 1976 a 1991, totalizando o equivalente 5.845 dias, do ponto equivalente a Carmo de Minas–MG, por ser uma localidade conhecida pela produção do café arábica de qualidade. Os resultados mostraram que as temperaturas ideais entre 18°C e 23°C ocorreram em 56% do tempo. Enquanto temperaturas inferiores ocorreram em 32% e superiores em 17%, este esforço visa captar as variações climáticas ao longo do tempo e seus possíveis efeitos na agricultura. Os próximos passos incluem aumentar o tamanho das séries temporais a serem analisadas, para completar pelo menos 30

¹ E-mail: jpb.souza101@gmail.com

² E-mail: daniela.rodrigues@inpe.br

³ E-mail: chou.chan@inpe.br

anos. Em seguida, serão analisadas as projeções de temperatura nas localidades de produção de café de qualidade. O objetivo será identificar as mudanças nas frequências das temperaturas que produzem café de qualidade.

Palavras-chave: Café. Mudanças climáticas. Produção. Coffee. Climate change. Production.

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)
Cássia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)
Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

Ao observarmos mapeamentos de classificação de uso de solo derivados de sensoriamento remoto na região do Vale do Paraíba Paulista (VPP) é possível encontrar discrepâncias em mapeamentos de grande escala. Tem-se como hipótese que as discrepâncias estejam relacionadas com a incidência de sombras causadas pelo relevo das serras da Mantiqueira e do Mar. A fim de analisar o sombreamento, três áreas foram selecionadas: uma na Serra da Mantiqueira, uma na Serra do Mar e uma na área mais plana do VPP. Inicialmente, foram exploradas manualmente imagens de satélite Landsat 8 advindas do U.S Geological Service (USGS) EarthExplorer. As imagens foram comparadas com o MDE (Modelo Digital de Elevação) e mapa de orientação de vertentes com o intuito de encontrar discrepâncias possivelmente relacionadas com o sombreamento das imagens de satélite usadas nos mapeamentos. Os mapas de classificação explorados foram Ronquim et al. (2016), Silva et al. (2016), Inventário Florestal e Mapbiomas. Nessa primeira análise é possível extrair que as maiores discrepâncias ocorrem nos mapeamentos de Ronquim et al. (2016) e Silva et al. (2016) quando comparados com o Inventário Florestal, enquanto no MapBiomas são observados poucos erros em áreas sombreadas. Áreas da classe “cobertura natural” pelo Inventário Florestal na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar são classificadas como pastos, áreas construídas e áreas de água em Ronquim et al. (2016) e Silva et al. (2016). Em Ronquim et al. (2016), 122,7 hectares estão classificados como, 50% pasto, 44% áreas construídas e 6% água quando comparadas com o Inventário Florestal; já em Silva et al. (2016), são 76,23 hectares, 58% água, 40% pasto e 2% áreas construídas quando comparadas com o Inventário. Vale ressaltar que a maioria das divergências encontradas estão nas áreas de encosta da Serra da Mantiqueira, onde a declividade e a altitude do relevo são maiores, assim contribuindo para a formação de sombras que resultam em possíveis erros de classificação. Sugere-se para

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

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

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

próximas etapas deste estudo, a análise das assinaturas espectrais por imagens de satélite de 2020.

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

TECNOLOGIAS DE GERENCIAMENTO DE CONTÊINERES PARA APLICAÇÕES GEOESPACIAIS

João Pedro Diehl¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Gilberto Ribeiro de Queiroz² (INPE, Orientador)
Rennan de Freitas Bezerra Marujo³ (FUNCATE, Coorientador)

RESUMO

A visualização de imagens orbitais é uma parte importante das áreas relacionadas às tecnologias geoespaciais. Atualmente, é comum a visualização destas imagens através da *web*, de modo que diversas técnicas foram desenvolvidas visando otimizar a renderização de dados geoespaciais hospedados em servidores remotos. Dentre elas, a pirâmide multiresolução possibilita o armazenamento de dados em diversos tamanhos e resoluções de visualização, com cada nível de resolução sendo dividido em blocos menores chamados *tiles*. Desse modo, cada *tile* é renderizado separadamente, possibilitando redução na quantidade de memória e de largura de banda de rede utilizadas. As pirâmides multiresolução são empregadas por aplicações de exibição de *tiles*, que podem utilizar *tiling* estático ou dinâmico. *Tiling* estático diz respeito aos *tiles* que são pré-renderizados e armazenados em disco, enquanto *tiling* dinâmico diz respeito aos *tiles* criados sob demanda, sem a necessidade de pré-renderização. Devido ao *tiling* estático ser relativamente mais simples, pois apenas serve os arquivos armazenados em disco, esse método apresenta melhor desempenho na entrega de *tiles*. Entretanto, a visualização é limitada ao arquivo existente. Apesar de requerer maior processamento, o *tiling* dinâmico apresenta vantagens como menor demanda de armazenamento e a possibilidade de aplicar tratamentos customizados durante as requisições das imagens. Este projeto de iniciação científica tem como objetivo a implantação, em um *cluster* de orquestração de contêineres disponibilizado na infraestrutura computacional do projeto *Brazil Data Cube* (BDC), da aplicação *TiTiler*. O *TiTiler* é um conjunto de módulos desenvolvidos na linguagem de programação *Python* com a finalidade de auxiliar na criação de um servidor de *tiling* dinâmico. Atualmente, no BDC, a visualização de imagens orbitais se dá através do serviço *BDC-Tiler*. Com o uso do *TiTiler*, pretende-se melhorar o desempenho na renderização dessas imagens. Para ser implantada no orquestrador de contêineres *Kubernetes*, a aplicação foi containerizada e foi gerada uma imagem *Docker*. A

¹ E-mail: joao.pedro@inpe.br

² E-mail: gilberto.queiroz@inpe.br

³ E-mail: rennan.marujo@funcate.org.br

implantação dispôs de três réplicas do *TiTiler* distribuídas em um *cluster* com três nós. Dessa forma, em comparação à uma arquitetura que utiliza uma única réplica da aplicação, espera-se ganhos de balanceamento de cargas de trabalho e de tolerância a falhas, além de melhor escalabilidade. Isso permite maior eficiência na utilização dos recursos computacionais, menor tempo de resposta da aplicação e maior número de usuários simultâneos. Por fim, com o objetivo de comparar o desempenho de ambas as arquiteturas em relação a quantidade de requisições, tempo de resposta e consistência dos resultados fornecidos pela aplicação, serão conduzidos testes de cargas de trabalho sob grandes volumes.

Palavras-chave: Geoespacial. Tiling. TiTiler. Kubernetes. Brazil Data Cube.

TAXA DE REAÇÃO DE SISTEMAS REAGENTES ENVOLVENDO HALOGÊNIOS

João Pedro Marretto Helmeister¹ (FCA-UNICAMP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Patricia R. Pereira Barreto² (INPE, Orientadora)

RESUMO

O presente trabalho teve início em 2021, fundamentado no estudo de taxas de reação por meio da Teoria do Estado de Transição (TST) para sistemas envolvendo halogênios, com foco particular nas reações entre metanol (CH₃OH) e os átomos de Bromo, Flúor, Cloro (Br, F e Cl) e Hidrogênio (H). Para o cálculo da taxa de reação e propriedades termodinâmicas, utilizou-se o software APUAMA. Nesse momento, optou-se pela reescrita do código do APUAMA na linguagem Python, visando maior flexibilidade e funcionalidade do programa implementando melhorias para extração dos dados de saída do GAUSSIAN, eliminando necessidade de coleta manual das informações e reduzindo os tempos de operação. O código conta com as correções de tunelamento de Wigner e Eckart. Nessa nova iteração é procurado uma otimização do código criado, com correção de bugs, ampliação na leitura dos arquivos, melhorar acuracidade dos resultados calculados, bem como implementar novas correções de tunelamento na versão.

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 Julio Filho² (INPE, Orientador)
Marconi de Arruda Pereira³ (UFSJ, Coorientador)
Sergio Oliveira⁴ (UFSJ, Coorientador)

RESUMO

A cada ano, nota-se um aumento no número de missões espaciais, principalmente aquelas realizadas por universidades e institutos de pesquisa, surgindo assim novos desafios relacionados à integração dos sistemas e aos testes dos mesmos. Uma das principais dificuldades é a validação dos sistemas que formam a missão principalmente o envio de comandos e recepção de telemetrias. Normalmente estes testes são realizados em ambientes controlados onde não é possível avaliar o comportamento da comunicação do satélite com o segmento terrestre, responsável por controlar o satélite quando ele é colocado em órbita. Este trabalho propõe, uma solução para testar Cubesats na estratosfera terrestre a bordo de um balão estratosférico. Essa solução é composta por uma placa que contém os seguintes subsistemas: um microcontrolador, um sistema de transmissão de dados operando na frequência de 918 MHz, um sistema de geolocalização, e um sistema de gerenciamento de energia, além de uma interface PC104 para conectar o Cubesat à nossa plataforma. Esta plataforma de testes é complementada por uma estação terrena de comunicação Solo-Bordo capaz de receber telemetria e enviar comandos usando um Radio Definido Por Software (SDR), e realizar cálculos para apontamento automático da antena para o balão usando um computador. Este trabalho apresenta o processo de caracterização do módulo por completo, incluindo simulações em bancada, testes e os resultados obtidos para validação dos sistemas associados a plataforma e a estação terrena.

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

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

² E-mail: cassiano.filho@inpe.br

³ E-mail: marconi@ufsj.edu.br

⁴ E-mail: sergiool@ufsj.edu.br

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

João Pedro Rodrigues¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Eugênio Sper de Almeida² (INPE, Orientador)

RESUMO

Essa pesquisa é a continuação dos esforços realizados pelos bolsistas PIBIC/CNPq anteriores Lucas Adati de Paula (processo 163139/2022-9) que obteve como desenvolveu um portal para visualizar dos campos de temperatura do modelo atmosférico Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS) em seus diferentes níveis atmosféricos, utilizando a linguagem Python e suas bibliotecas. No entanto, identificou-se a necessidade de investigar o comportamento da aplicação com relação a apresentação de outras variáveis meteorológicas e outros horários de previsão de tempo, e investigar o funcionamento da aplicação em ambiente de nuvem. Desta forma, a proposta deste trabalho é melhorar o código da aplicação para permitir a visualização outras variáveis meteorológicas e outros horários de previsão de tempo, avaliando o seu desempenho. Também será utilizado um serviço de computação (EC2) no ambiente de Cloud da AWS, onde a aplicação será disponibilizada para análise de comportamento. Nesta fase do projeto, o código foi instalado em uma Máquina Virtual (VM) da Oracle, onde foi instalado o sistema operacional Ubuntu e versão 3.7.17 do Python escolhida para o projeto foi a 3.7.17, devido à sua compatibilidade com as bibliotecas necessárias. O projeto do modelo BRAMS foi importado para a VM a partir do GitHub, com modificações nas bibliotecas do projeto para garantir compatibilidade e funcionalidade. Scripts específicos foram ativados para assegurar a correta execução do modelo BRAMS na VM, ajustando o código e as configurações do ambiente de execução conforme necessário. Após garantir o funcionamento do modelo BRAMS na VM local, a próxima etapa foi a implementação na nuvem utilizando uma instância EC2 da Amazon Web Services (AWS). A configuração da instância envolveu a seleção de uma Amazon Machine Image (AMI) adequada, configuração de segurança com grupos de segurança (Security Groups) e ajustes de rede para garantir o acesso necessário. A VM configurada foi exportada e transferida para a instância EC2, incluindo a configuração de armazenamento para garantir a persistência dos dados. Configurações de rede, como endereçamento IP e regras de firewall, foram ajustadas para permitir acesso seguro à

¹ E-mail: joao.rodrigues87@fatec.sp.gov.br

² E-mail: eugenio.almeida@inpe.br

aplicação web, incluindo a configuração de regras de entrada e saída nos grupos de segurança e a atribuição de um endereço IPv4 fixo. Como resultado preliminar, disponibilizar as plotagens dos mapas em uma aplicação web interativa e simplificada, facilitando a visualização e manipulação dos mapas pelos usuários finais.

Palavras-Chave: BRAMS. Visualização. AWS. EC2.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO 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 comparar duas técnicas de medição da irradiância solar difusa (DHI) na unidade do COENE-INPE em Natal-RN: o uso de piranômetro com anel de sombreamento e o piranômetro sobre rastreador solar sombreado por esferas. A pesquisa justifica-se pela necessidade de métodos precisos para a medição da irradiância solar difusa, fator crucial para a estimativa de geração de energia em usinas fotovoltaicas. Para isso, foram coletados dados ao longo de 2023/2024, de irradiância difusa e global dentre outras variáveis meteorológicas na estação solarimétrica instalada em Natal-RN. O estudo enfrentou atrasos por problemas técnicos relacionados a um rastreador solar inoperante. Este evento limitou as análises aos dados coletados pelo anel de sombreamento, onde foram analisadas a fração difusa da radiação solar e o índice de claridade. Uma análise estatística das medições e a implementação de novos critérios de qualidade também foram realizados visando a melhoria dos algoritmos de correção e a confiabilidade dos dados. Os resultados mostram as séries temporais de DHI ajustadas conforme fatores de correção hemisférica do instrumento e um ajuste adequado a um modelo de partição simples de Erbs. Espera-se que com a recuperação do rastreador solar as comparações previstas sejam realizadas no próximo ciclo. Este estudo contribui para o avanço das técnicas de medição de irradiância solar difusa, fundamentais para a otimização de sistemas de energia solar, dentre outras aplicações para a sociedade.

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

PREVISÃO NUMÉRICA CLIMÁTICA COMBINADA COM TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA PARA DETECÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS

João Vyctor Ferreira da Costa¹ (FATEC/Cruzeiro, Bolsista PIBIC/CNPq)

Jorge Luís Gomes² (INPE, Orientador)

Chou Sin Chan³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este projeto tem como objetivo detectar e analisar eventos extremos a partir do uso de aprendizagem de máquina, ML (do inglês machine learning), para previsão de novas ocorrências. Os eventos extremos climáticos podem impactar diversos setores da sociedade, como saúde humana, transporte, agricultura, entre outros, e por isso é de suma importância conhecer seus padrões de intensidade, duração e frequência. Os extremos climáticos a serem detectados serão as ondas de calor, ondas de frio e baixa umidade relativa. O método utilizado para análise de ondas de calor e ondas de frio consiste na identificação de um período mínimo de seis dias consecutivos, em que a temperatura máxima ultrapassa o percentil 90, no caso de ondas de calor, ou em que a temperatura mínima não ultrapassa o percentil 10, no caso de ondas de frio. Para o desenvolvimento foi necessário adquirir conhecimentos e habilidades principalmente com a linguagem Python e suas ferramentas, que foram utilizados para análise e estimativa estatística os dados de temperatura do ar a 2 metros das reanálises do ERA5. A extração dos dados foi realizada através da API disponibilizada pelo CDS (Climate Data Store). Os dados foram selecionados dentro dos limites geográficos do Brasil, o período utilizado foi de janeiro de 1981 a dezembro de 2023, portanto 42 anos. Obteve-se como resultado o desenvolvimento de uma base de dados com informações dos eventos registrados no estado de São Paulo, que indicam uma máxima de 3 ocorrências do evento em um ano para ondas calor, e uma máxima de 4 ocorrências de ondas de frio em um ano, durante o período estudado. A média anual é de 1,3 ondas de calor por ano com registro de uma duração máxima de 25 dias e mínima de 6 dias, com uma taxa de crescimento anual de 3.69% no número total de dias. Enquanto para as ondas de frio obteve-se, uma média de 1,3 ondas de frio por ano com duração máxima de 14 dias, com uma taxa de diminuição de -0.55% no número total de dias. Esses índices de extremo serão obtidos também para os demais estados do país.

Palavras-chave: Eventos extremos. Aprendizagem de máquina. Python. Ondas de calor. Ondas de frio. Extreme events. Machine learning. Python. Heat waves. Cold waves.

¹ E-mail: joao.ferreira@inpe.br

² E-mail: jorge.gomes@inpe.br

³ E-mail: chou.chan@inpe.br

ESTUDO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO PARA APLICAÇÃO NO CLIMA ESPACIAL

Jorge Dario Soares Ângulo¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Carolina de Sousa do Carmo² (INPE, Orientadora)
Joaquim Eduardo Rezende Costa³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O clima espacial refere-se às condições dinâmicas do ambiente espacial, resultantes das interações com as emissões solares, incluindo erupções solares, partículas energéticas solares e ejeções de massa coronal. Essas interações podem influenciar o desempenho e a confiabilidade dos sistemas tecnológicos, tanto espaciais quanto terrestres. Tais efeitos são particularmente significativos na ionosfera, que é altamente variável e responde de maneira distinta a esses distúrbios, especialmente nas regiões aurorais e equatoriais. A previsão do clima espacial é um grande desafio devido à complexidade dos diversos parâmetros e fenômenos envolvidos. Este projeto teve como objetivo estudar os métodos existentes para a previsão do clima espacial. Foram comparados três métodos de aprendizado de máquina, (1) Média Móvel Integrada Autorregressiva (ARIMA), (2) Redes de Memória de Longo Prazo (LSTM) e (3) Redes Neurais Recorrentes (RNN), visando prever o índice Kp. O índice Kp classifica o clima espacial em calmo ($Kp \leq 4$) e perturbado ($Kp \geq 5$), subdividindo-se em fraco (G1: $Kp = 5$), moderado (G2: $Kp = 6$), forte (G3: $Kp = 7$), severo (G4: $Kp = 8$) e extremo (G5: $Kp = 9$). Entre os métodos estudados, o modelo LSTM apresentou os melhores resultados para a previsão do índice Kp.

Palavras-chave: Clima espacial. Magnetosfera. Ionosfera. Aprendizado de máquina. Inteligência artificial. Redes neurais.

¹ E-mail: jorge.angolo@inpe.br

² E-mail: carolina.carmo@inpe.br

³ E-mail: joaquim.costa@inpe.br

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

Júlia Maria de Oliveira Gadbem¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sergio Luiz Mineiro² (INPE, Orientador)

Newton Adriano dos Santos Gomes³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Os materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) têm se tornado cada vez mais relevantes devido ao avanço tecnológico nos sistemas de telecomunicações, que resultam em alta poluição eletromagnética devido à presença excessiva de campos eletromagnéticos. Esses materiais são projetados para absorver ou atenuar a energia da radiação eletromagnética que os atravessa e são geralmente constituídos por uma matriz polimérica com partículas dispersas de materiais que apresentam alta perda dielétrica e/ou magnética. Este projeto foca na investigação de compósitos cerâmicos como potenciais MARE na faixa de frequência de micro-ondas. O carbeto de silício (SiC) é considerado um material promissor para essa aplicação, pois além de suas propriedades absorventes, oferece alta resistência mecânica, estabilidade térmica e resistência à corrosão. Para complementar as propriedades do SiC, o níquel em pó é introduzido nos compósitos devido às suas características magnéticas favoráveis. O níquel é conhecido por sua elevada tangente de perdas magnéticas, tornando-o eficaz na absorção de radiação em frequências de micro-ondas. A metodologia deste estudo envolve a fabricação de amostras com 7 mm de espessura, contendo 40% de concentração de SiC disperso em matriz de silicone, variando a concentração de níquel em cada uma delas. A combinação das propriedades físicas e químicas desses materiais visa maximizar a eficiência de absorção do compósito, especialmente nas frequências centrais da banda X de frequência (8,2 - 12,4 GHz). A caracterização detalhada das propriedades eletromagnéticas das amostras é realizada utilizando um analisador de redes vetorial (VNA) acoplado a um guia de onda retangular na banda X, obtendo valores para a permissividade elétrica e permeabilidade magnética, bem como a refletividade (Reflection Loss - RL) do material. As caracterizações estruturais, morfológicas e eletromagnéticas são realizadas por meio de técnicas de Microscopia Eletrônica de

¹ E-mail: jgadbem@unifesp.br

² E-mail: sergio.mineiro@inpe.br

³ E-mail: newton.gomes@inpe.br

Varredura de alta resolução (MEV-FEG) e Difractometria de Raios X (DRX). O resultado principal oriundo desta pesquisa é estabelecer os parâmetros que indiquem o potencial da utilização combinada do SiC e do níquel para a aplicação de um MARE eficiente na faixa de frequência de micro-ondas, demonstrando alta absorção da radiação incidente.

Palavras-chave: MARE. Carbetto de silício. Níquel. Refletividade. Banda X.

DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA SISTEMAS DO PROGRAMA QUEIMADAS UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Júlia Sousa Gayotto¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/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 a 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. Este processamento trata-se de algo complexo, vez que os dispositivos que armazenam esses sistemas são construídos utilizando linguagem de máquina e, portanto, não compreendem a linguagem humana natural. Esse projeto tem por objetivo desenvolver um sistema capaz de fornecer suporte e auxílio aos usuários por meio do processamento de linguagem natural. Foi desenvolvido um chatbot de interação textual, onde a entrada do usuário é inserida na interface e transferida inicialmente para os componentes de pré-processamento. Estes componentes corrigem qualquer particularidade que possa interferir na etapa de processamento, como diferenças entre letras maiúsculas e minúsculas ou palavras ortograficamente incorretas e realizam capitalização do texto, tokenização por palavras, remoção de caracteres repetidos, correção ortográfica e remoção de palavras de parada, que são palavras que apresentam pouca relevância para determinação de significado de uma frase. Posteriormente, o texto normalizado é encaminhado para a montagem do vetor de características representativo do modelo, estruturado com base na ordem do léxico do modelo de linguagem, aplicando-se então a transformação tf-idf (Frequência do Termo - Frequência Inversa do Documento). Em seguida, o vetor do texto da requisição do usuário é classificado com base na técnica de similaridade simples, utilizando o cálculo do cosseno entre vetores e a técnica de KNN (K-Vizinhos Mais Próximos), que seleciona os k vetores mais similares. Com base nessa classificação, a resposta mais adequada é retornada ao usuário. Como resultado, foi obtido um sistema de chatbot que é capaz de identificar os problemas dos usuários e propor soluções sem a necessidade da intervenção humana, de forma eficaz e de baixo custo quando comparada ao custo de

¹ E-mail: julia.gayotto@fatec.sp.gov.br

² E-mail: fabricao.galende@inpe.br

contratação de funcionários para atendimento. Com isso, é válido avaliar esses sistemas que utilizam processamento de linguagem natural e inteligência artificial trata-se de algo promissor para o ramo de suporte e atendimento ao cliente. Futuramente, pretende-se otimizar a performance do sistema incorporando técnicas avançadas de estruturação de dados.

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

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

Juliana Akemi Takahashi Vieira¹ (UnB, Bolsista PIBIC/CNPq)

Carlos Alexandre Wuensche² (INPE, Orientador)

Mariana Penna Lima³ (UnB, Coorientadora)

RESUMO

Neste trabalho apresentamos a análise dos processos físicos relevantes para a cosmologia de 21 cm, a fenomenologia das oscilações acústicas de bárions (do inglês, Baryon acoustic oscillations - BAOs) e os métodos de produção de mapas utilizados pelo radiotelescópio BINGO (inglês, BAO from Integrated Neutral Gas Observations). As BAOs são uma consequência do acoplamento entre a matéria e a radiação após o período inflacionário, cuja interação se dava principalmente através de processos de espalhamento Compton. Este fenômeno é caracterizado por uma série de compressões e rarefações provenientes da competição entre a pressão da radiação e a interação gravitacional, originando ondas de densidade que se propagavam pelo plasma primordial. A emissão de 21 cm por HI (Hidrogênio Neutro) cósmico será detectada pelo BINGO empregando a técnica do mapeamento de intensidade (inglês, intensity mapping - IM), que surgiu como uma abordagem promissora. O mapeamento consiste em realizar observações em rádio de baixa resolução angular $\theta \geq 20^\circ - 30^\circ$ para medir a radiação integrada de 21 cm de grandes regiões do céu contendo muitas galáxias, sem resolvê-las individualmente. Com o objetivo de simular as observações que serão feitas com o BINGO, está sendo utilizada uma pipeline de IM desenvolvida pela Universidade de Manchester, com várias contribuições recentes do grupo de cosmologia do INPE, que produz séries temporais (inglês, time ordered data - TOD) e mapas de temperatura da distribuição de HI em um determinado volume do Universo. Através da produção de mapas (inglês, Map Making), as informações fornecidas pelas TODs são convertidas em representações bidimensionais, sem comprometer os dados. Tal cartografia, é responsável por reunir os detalhes da direção de apontamento do telescópio em um dado momento com os dados ordenados pelo tempo, funcionando como uma etapa intermediária que precede a separação de componentes (técnica de remoção de ruídos observacionais e sistemáticos) e a obtenção do mapa final do HI.

Palavras-chave: Cosmologia de 21 cm. Radioastronomia. Oscilações acústicas de bárions. Produção de mapas.

¹ E-mail: akemittv@gmail.com

² E-mail: ca.wuensche@inpe.br

³ E-mail: pennalima@gmail.com

SIMULAÇÕES PARA O MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PARÁ COM O MODELO WRF

Karliene Evelyn Eleotério Pinto¹ (UFOPA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Haroldo Fraga de Campos Velho² (INPE, Orientador)

Helaine Cristina Moraes Furtado³ (UFOPA, Coorientadora)

Juliana Aparecida Anochi (INPE, Coorientadora)

Júlio Tota da Silva (UFOPA, Coorientador)

Roberto P. Souto (LNCC, Orientador)

RESUMO

O estudo utilizou o modelo Weather Research and Forecasting (WRF) para realizar simulações atmosféricas no estado do Pará, mais precisamente no município de Santarém, visando prever condições meteorológicas com precisão. O WRF é um avançado modelo de previsão numérica do tempo, permite configurações para diversas escalas e inclui parametrizações físicas detalhadas para microfísica, nuvens, ocupação do solo e radiação. O modelo WRF é uma ferramenta robusta para simulações atmosféricas detalhadas, demonstrando grande potencial para aplicações de previsões meteorológicas, que são necessárias em diversos setores da sociedade. A pesquisa envolveu o acesso ao supercomputador Santos Dumont para executar rodadas do WRF, configurando e rodando o modelo para os dias selecionados. Mapas de temperatura e precipitação foram gerados com o software Panoply, visualizando variáveis meteorológicas de forma detalhada. Adicionalmente, o WRF foi instalado no supercomputador Tapajós, maior sistema de computação de alto desempenho do oeste do Pará, seguindo um processo detalhado de configuração e instalação de bibliotecas. Os resultados incluem a geração de previsões meteorológicas para o domínio de Santarém. O próximo passo do trabalho é utilizar técnicas de assimilação de dados, por exemplo, Redes Neurais Artificiais para melhorar as estimativas do modelo.

Palavras-chave: Simulações atmosféricas. Previsão numérica. Modelo WRF. Temperatura. Supercomputador Santos Dumont.

¹ E-mail: ekarliene@gmail.com

² E-mail: haroldo.camposvelho@inpe.br

³ E-mail: helaine.furtado@gmail.com

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 De Nardin³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar os fenômenos na região E ionosférica, situada entre 90 km e 160 km de altitude, onde a ionização é mais intensa durante o dia e diminui significativamente à noite. Nessa região ocorrem adensamentos do plasma ionosférico, conhecidas como camadas E-esporádicas (Es). Essas camadas Es são classificadas em diferentes tipos dependendo da sua altitude e latitude magnética. Em latitudes médias e baixas, a formação das camadas Es são associadas ao mecanismo de cisalhamento de ventos, em regiões equatoriais são relacionadas à instabilidades do plasma e em altas latitudes, as camadas Es ocorrem devido à precipitação de partículas. No setor brasileiro, estes três mecanismos podem ser efetivos no desenvolvimento das camadas Es. Este fato ocorre porque se tem a presença do equador magnético e da Anomalia Magnética da América do Sul (SAMA). A SAMA é caracterizada por um campo magnético fraco (~22.000 nT), o que causa camadas Es atípicas durante eventos de clima espacial, como as tempestades geomagnéticas. Nesse contexto, este trabalho identifica as camadas Es incomuns devido a presença da SAMA utilizando sondadores digitais, que são radares de alta frequência com um transmissor que emite os pulsos de energia e um receptor que capta os sinais refletidos pela ionosfera. A análise dos dados foi feita com o software SAO Explorer durante eventos de tempestades magnéticas, nos quais foram utilizados dias em torno do mínimo valor do índice geomagnético chamado Dst. Os resultados permitiram comparar a presença das diferentes camadas Es em períodos calmos e perturbados nas regiões de Cachoeira Paulista - SP (22° 39' S, 45° 00' O), localizada sob o efeito da SAMA e Fortaleza - CE (3° 43' 6" S, 38° 32' 36" O), uma região mais próxima ao equador magnético. Portanto, as análises obtidas neste estudo avançaram no conhecimento dos mecanismos de formação das camadas Es durante eventos de clima espacial, o qual pode auxiliar em seu monitoramento.

Palavras-chave: Ionosfera. Camadas esporádicas. Clima espacial. Sondadores digitais. Tempestades magnéticas.

¹ E-mail: laisluz@estudante.ufscar.br

² E-mail: laysa.resende@inpe.br

³ E-mail: clezio.denardin@inpe.br

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS UTILIZADAS EM SENSORIAMENTO REMOTO

Laura Gabriel Gonçalves¹ (FATEC - São José dos Campos, Bolsista PIBITI/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

A aplicação de técnicas de processamento de imagens e inteligência artificial está se tornando essencial em diversas áreas, incluindo a classificação de imagens de uso e cobertura do solo. Este projeto é impulsionado pela crescente demanda de órgãos ambientais e setores agrícolas por sistemas automatizados de classificação de solo, além do interesse de instituições tecnológicas, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O objetivo principal é desenvolver ferramentas que agilizem e automatizem o processo de classificação de imagens de solo, aumentando a precisão e a eficiência. A classificação de solo é crucial para monitoramento ambiental, planejamento agrícola e gestão de recursos naturais. O projeto envolve o estudo e a implementação de algoritmos de processamento de imagem e inteligência artificial, utilizando as linguagens TypeScript, JavaScript e Python, com ênfase na técnica K-Nearest Neighbours (KNN). Os resultados incluem a implementação de um KNN simplificado, um calculador do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e um classificador KNN aprimorado com NDVI. O NDVI é um índice utilizado para medir a saúde da vegetação utilizando dados de sensoriamento remoto. Esses resultados demonstram a eficácia das abordagens utilizadas na classificação e análise de imagens de solo, evidenciando a viabilidade do uso de inteligência artificial para automatizar esse processo. Com a automação e a precisão proporcionadas pelas técnicas desenvolvidas, espera-se para a pesquisa acadêmica, mas também sua aplicação prática significativa facilita o monitoramento ambiental e agrícola.

Palavras-chave: Processamento de imagens. Inteligência artificial. Classificação de solo. K-Nearest neighbours. NDVI.

¹ E-mail: eulauragabriel@gmail.com

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE FERRITAS DE COBALTO NANOESTRUTURADAS

Leonardo Henrique da Rocha¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

Sérgio Luiz Mineiro² (INPE, Orientador)

Plínio Ivo Gama Tenório³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Os óxidos de ferro são materiais magnéticos de extrema importância, especialmente em altas frequências. Suas propriedades magnéticas excepcionais derivam das interações de troca entre seus elétrons, permitindo a formação de dipolos permanentes e consequente magnetização espontânea. Entre as ferritas, as de estrutura espinélio se destacam por suas notáveis propriedades físicas, incluindo propriedades dielétricas e magnéticas notáveis, além de alta estabilidade química. Neste trabalho foram realizadas sínteses de coprecipitação da ferrita de cobalto nanoestruturadas com objetivo de estudar a correlação de suas propriedades estruturais e magnéticas, visando aplicações em dispositivos que operam em altas faixas de frequência (GHz). Para isso, foram feitas sínteses com o pH do agente precipitante igual a 12 e 14, e processos de calcinação com temperaturas de 400, 600 e 800 °C durante 4 h. Os óxidos obtidos tiveram suas propriedades caracterizadas pelas técnicas de microscopia, difratometria de raios-x e histerese magnética. Os dados obtidos a partir do refinamento Rietveld mostram que as sínteses resultaram em tamanhos de partícula, domínios cristalinos e parâmetros de rede distintos. Em geral, a temperatura de 600 °C estabilizou os parâmetros de rede, enquanto, o pH causou uma limitação no tamanho do domínio cristalino. As alterações relacionadas à mudança no pH podem ter gerado a um déficit de O²⁻ nas ferritas sintetizadas com pH menor, como a valência e a posição que os cátions ocupam na rede cristalina são responsáveis pela formação dos momentos magnéticos, esse déficit pode ser relacionado com os diferentes resultados de magnetização e coercividade obtidos. Por fim, foi verificado que a temperatura de calcinação teve influência direta no tamanho do domínio.

Palavras-chave: Ferritas de cobalto. Refinamento Rietveld. Histerese magnética.

¹ E-mail: leonardor1813@gmail.com

² E-mail: sergio.mineiro@inpe.br

³ E-mail: plinio.tenorio@inpe.br

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 Alvim (EEL/USP, Coorientadora)

RESUMO

As queimadas no Pantanal tiveram grande impacto no meio ambiente, principalmente pelas emissões antropogênicas de poluentes atmosféricos que alteraram a composição da troposfera. Do ano 2016 a 2021, foram analisadas concentrações de poluição atmosférica espacialmente, incluindo monóxido de carbono (CO) do sensor MOPITT, dióxido de nitrogênio (NO₂) do sensor OMI, carbono negro (BC), carbono orgânico (OC) e dióxido de enxofre (SO₂) das reanálises do MERRA-2. Os maiores números de focos de queimadas, concentrações de NO₂, SO₂, OC, BC e CO foram encontradas nos meses de junho até novembro, principalmente para os meses de agosto, setembro e outubro (ASO), período este de mais baixa precipitação na região do Pantanal, verificando um aumento ainda maior nos últimos três anos deste estudo 2019 a 2021, principalmente no ano de 2020 que tem concentrações médias na área estudada no período de ASO 29 % maior de CO, 31 % maior de NO₂, 50 %, 52 % e 50 % de SO₂, BC e OC, respectivamente quando comparado com a média do período de 2016-2018. Os valores de precipitação não justificam o aumento do número de focos de queimadas nos últimos três anos desta análise (2019 até 2021), ficando evidente que o aumento do número de focos de queimadas não está relacionado a secas na região do Pantanal e sim provavelmente ao aumento das queimadas pela ação do homem, pois o ano de 2021 teve uma precipitação média mensal 48 % maior que os anos 2016, 2017, 2019 e 2020 e foi o ano com maior valor de FRP e o segundo ano com maiores valores de números de focos de queimadas e concentração dos poluentes analisados, ficando atrás somente do ano de 2020 que obteve recorde no número de focos de queimadas e consequentemente maior quantidade de poluentes na atmosfera na região. Para melhorar a compreensão e monitoramento desses fenômenos, é necessário além das variáveis já estudadas como CO, NO₂, BC, OC e SO₂, incluir também uma análise espacial para Fire Radiative Power (FRP) e profundidade óptica de aerossóis (AOD), disponíveis a partir de dados de satélite, além de variáveis climáticas, como velocidade e direção do vento, precipitação, temperatura. É

¹ E-mail: lidianesantos@usp.br

² E-mail: roberto.rozante@inpe.br

importante instalar estações de monitoramento da qualidade do ar na região do Pantanal para medir as concentrações destes poluentes, saber o quanto a população está respirando destes gases. A partir do monitoramento mais próximo da superfície por estações da qualidade do ar, terá uma concentração maior do que as detectadas pelo sensoriamento remoto e reanálise, valores que devido às queimadas na região estarão mais altos do que os recomendados pelo CONAMA e OMS.

Palavras-chave: Poluentes atmosféricos. Queimadas. Pantanal.

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

Lívia Maria de Moura Sousa¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

José Valentin Bageston² (INPE, Orientador)

Gabriela Dornelles Bittencourt³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O ozônio (O_3) é o gás traço mais importante presente na estratosfera, e é encontrado entre 15 e 35 km de altitude, cuja zona denomina-se 'Camada de Ozônio'. É responsável pela absorção dos raios ultravioletas (UV) e combinado com o vapor d'água (H_2O) e o dióxido de carbono (CO_2), é também responsável pelo balanço energético da Terra. Estudos apontaram uma destruição temporária do conteúdo de ozônio estratosférico sobre a Antártica durante a primavera no hemisfério sul, o que é conhecido como 'Buraco de Ozônio Antártico' (BOA). Essa destruição temporária possui influência direta no ozônio em regiões polares e proximidades, resultando em uma forte redução de ozônio e no aumento dos níveis de radiação UV incidentes na superfície do planeta. Massas de ar carentes em ozônio podem se desprender do Buraco de Ozônio Antártico e atingir regiões de baixas e médias latitudes; fenômeno chamado 'Efeito Secundário do Buraco de Ozônio Antártico'. O objetivo deste estudo é observar o comportamento do ozônio no período de 2014 a 2018, utilizando dados dos satélites TIMED/SABER e AURA/MLS entre a região Antártica e o sul da América do Sul; usando como base dois pontos principais: a cidade de Santa Maria no Rio Grande do Sul (latitude: -29.69 e longitude: -53.80) e a Estação Antártica Comandante Ferraz, na continente Antártico (latitude: -62.09 e longitude: -58.39). A metodologia utilizada compreende a análise dos perfis diários disponíveis para as regiões de estudo, comparando as médias mensais entre os dois satélites através do perfil vertical da coluna total de ozônio e temperatura. As primeiras análises mostram que as duas bases de dados apresentam comportamento semelhante, principalmente na região estratosférica, além disso, no período de atividade do Efeito Secundário do Buraco de Ozônio Antártico é observada uma diminuição no conteúdo de ozônio, e consequentemente uma diminuição no perfil vertical de temperatura no mesmo período.

Palavras-chave: Ozônio. Buraco de ozônio Antártico. Ozônio estratosférico. Perfil vertical.

¹ E-mail: livia.sousa@inpe.br

² E-mail: jose.bageston@inpe.br

³ E-mail: gabriela.bittencourt@inpe.br

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

Lívia Maria de Souza Silva¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Evandro Marconi Rocco² (INPE, Orientador)
Liana Dias Gonçalves³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O desenvolvimento e a operação de veículos aeroespaciais envolvem diversos parâmetros de projeto que devem ser otimizados, a fim de se obter a solução que garanta cumprimento ótimo da missão. Muitas vezes a variação desses parâmetros e de suas funções objetivo demonstram-se conflitantes entre si, necessitando-se de um método para encontrar a solução equilibrada. Problemas desse tipo são denominados como otimização multiobjetivo, em que tem-se funções objetivo conflitantes a serem otimizadas simultaneamente. Neste trabalho foram estudados métodos de otimização multiobjetivo e, ao final, aplicado o *Smallest Loss Criterion* (Critério da Menor Perda) em dois estudos de caso da área da engenharia aeroespacial. O primeiro problema escolhido consiste em otimizar uma manobra orbital de um satélite artificial que possui um detrito em rota colisão, visando minimizar o consumo de combustível e o tempo de manobra, e maximizar a distância relativa entre o satélite e o detrito. O segundo estudo de caso, considerando aumento de fluxo de debris na região da órbita do satélite de referência, estuda-se manobras de mudança de órbita, visando minimizar o consumo de combustível e obter nova órbita com menor fluxo de detritos e, conseqüentemente, menor probabilidade de colisão. Para ambos os estudos de caso, verifica-se que as soluções ótimas, que otimizam isoladamente cada função objetivo, são conflitantes entre si. A partir dos resultados encontrados determina-se, portanto, que a solução ótima é a de menor perda e a mais equilibrada, garantindo o *trade-off* entre as funções objetivo em ambos estudos.

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

¹ E-mail: livia.souza.s@outlook.com

² E-mail: evandro.rocco@inpe.br

³ E-mail: lianadgon@gmail.com

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

Louise Ramos Burached¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Graziela da Silva Savonov² (INPE, Orientadora)

RESUMO

A anodização é amplamente utilizada no laboratório de tratamento de superfícies, esta técnica confere às superfícies metálicas maior resistência à corrosão e à abrasão através da formação de uma camada de óxido integrada ao metal. A estrutura utilizada para o tratamento foi previamente montada para promover um banho eletrolítico homogêneo e com controle da temperatura durante o processo. Amostras de alumínio (Al-6351) anodizadas em temperaturas de 15°C a 30°C passaram por análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e polarização potenciodinâmica a fim de avaliar seus desempenhos anticorrosivos. Aplicando a teoria de extrapolação de Tafel, foi determinado o grau de proteção contra corrosão proporcionado por cada condição. Os resultados indicaram que a temperatura no processo de anodização influencia na resistência à corrosão do alumínio anodizado, destacando a importância do controle térmico no processo do tratamento para aplicações que exigem alta durabilidade, sendo assim essencial para aprimorar as propriedades protetivas que esta técnica resulta.

Palavras-chave: Alumínio. Anodização. Corrosão. Polarização.

¹ E-mail: louise.burached@gmail.com

² E-mail: graziela.savonov@inpe.br

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

As ondas de gravidade (OG) são fenômenos provocados por movimentos de massas de ar devido a gradientes de pressão, temperatura e efeitos orográficos, sendo responsáveis pela transferência de energia e momento ao longo da atmosfera. Através do fenômeno da aeroluminescência, emissão de luz via excitação eletrônica de elementos químicos específicos presentes no ar atmosférico, a identificação e o estudo das ondas de gravidade se dão pelo registro de imagens noturnas através do imageador All-Sky. Em paralelo, a absorção do ruído cósmico pela ionosfera, região onde a concentração de íons e elétrons livres é alta, é obtido pelo riômetro. Considerando a intensidade do ruído cósmico constante, a variação da absorção dessa radiação é atribuída a mudanças na densidade de elétrons da ionosfera. Nesse trabalho, imagens obtidas entre janeiro e abril de 2024 pelo All-Sky instalado no Observatório Espacial do Sul (-29.4, -53.8) foram analisadas. Nesse período, foram identificados 164 eventos de OG, sendo 81 (49,39%) catalogadas como do tipo Banda, 65 (39,63%) do tipo *Ripple* e 17 (10,36%) do tipo *Ladder*. Além disso, a absorção do ruído cósmico durante a explosão solar de intensidade X1.4 do dia 29 de maio de 2024 também foi estudada para o canal zero do riômetro. A Curva do Dia Calmo (*Quiet Day Curve* - QDC) foi obtida com a média dos dados do riômetro coletados durante quatro dias geomagneticamente calmos (índice Kp < 3) próximos ao dia da explosão solar. A absorção ionosférica do ruído cósmico durante o evento estudado foi estimada em 2 dB.

Palavras-chave: Ionosfera. Ondas de gravidade. Aeroluminescência. Riômetro.

¹ E-mail: lucasbaungartner941@gmail.com

² E-mail: cristiano.wrasse@inpe.br

³ E-mail: juliano.moro@inpe.br

DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE GRÁFICA PARA SIMULAÇÃO DE PERDA POR REFLEXÃO DE MATERIAIS ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA BANDA X

Lucas Barbosa Nascimento¹ (Fatec Taubaté, Bolsista PIBIC/CNPq)
Maurício Ribeiro Baldan² (INPE, Orientador)
Divani Barbosa Gavinier³ (Fatec Taubaté, Coorientadora)

RESUMO

Este projeto de iniciação científica tem como objetivo desenvolver uma interface gráfica utilizando a linguagem de programação Python para simular a perda por reflexão de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE) na banda X. A pesquisa e desenvolvimento de MARE têm atraído grande atenção nas aplicações militares e civis, devido ao grande aumento de problemas referentes à interferência eletromagnética que causam mau funcionamento entre dispositivos eletrônicos e efeitos prejudiciais à saúde. A interface proposta nesse projeto permitirá aos pesquisadores que desenvolvem esses materiais configurarem os parâmetros do material absorvedor, a frequência da banda X e visualizarem os resultados de perda por reflexão de forma interativa e intuitiva.

Palavras-chave: Interferência eletromagnética. Materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Radiação. Simulação computacional. Python.

¹ E-mail: lucas.nascimento95@fatec.sp.gov.br

² E-mail: mauricio.baldan@inpe.br

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

ANÁLISE DE CONDIÇÕES SEVERAS EM SANTA CATARINA POR MEIO DE DADOS DO GOES-16

Lucas Borges da Costa¹ (UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Diego Pereira Enore² (INPE, Orientador)
Wendell Rondinelli Gomes Farias³ (UFSC, Coorientador)

RESUMO

Com o intuito de analisar eventos significativos de precipitação de granizo no estado de Santa Catarina, visando contornar a falta de dados com respeito a esses eventos, devido à escassez de radiossondagens na região, o projeto propõe um possível método alternativo a este procedimento de medição. Este método consiste na construção do diagrama termodinâmico Skew-T Log-P, fundamental no estudo destes fenômenos, por meio de dados meteorológicos obtidos pelo satélite geostacionário num processo de sensoriamento remoto. No período de vigência deste projeto focou-se no entendimento dos princípios físicos que governam o comportamento da atmosfera, bem como a relação destes princípios no processo de sensoriamento remoto e no processo de análise e interpretação dos dados representados nos diagramas termodinâmicos. Além disso, foi desenvolvido um procedimento de compreensão e tratamento de dados fornecidos pelo satélite, utilizando a linguagem de programação Python como a ferramenta base, resultando, ao final de todo o processo, no diagrama termodinâmico. A possível alternativa a este método reside no fato do sensoriamento remoto abranger todo o estado, possibilitando avaliações das condições atmosféricas em localidades em que não há radiossondagens e que são de grande importância para estes estudos.

Palavra-chaves: Diagrama termodinâmico. Sensoriamento remoto. Thermodynamic diagram. Remote sensing.

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, Coorientador)

RESUMO

O setor oeste do estado de Santa Catarina (SC) é uma região muito favorável à ocorrência de tempestades severas geradas por sistemas baroclínicos que atuam na região, tais como sistemas frontais, ciclones e cavados. O objetivo deste trabalho é identificar os principais sistemas meteorológicos de escala sinótica associados a eventos extremos de chuvas (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 em duas mesorregiões do estado de SC (Oeste Catarinense e Serrana). A seguir, calculou-se o percentil 95 (P95) da PREC no período de estudo (2001-2023) para cada uma das regiões, resultando em 47 mm/dia para a Região Oeste Catarinense, e 41 mm/dia para a Região Serrana. Nesse cálculo considerou-se apenas a PREC superior a 1 mm/dia. Por fim, identificam-se as datas onde a PREC ultrapassou o P95 em cada uma das áreas separadamente. Na Região Oeste Catarinense, ocorreram 103 dias de EECs, sendo a maior frequência mensal de dias de EECs em outubro (18 dias) e a seguir maio (15 dias). Considerando as estações do ano, os máximos se concentram na primavera e no outono. Além disso, nota-se uma 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. Na Região Serrana, foram registrados 95 dias de EECs, sendo a maior frequência mensal em setembro (16 dias) e a seguir agosto (15 dias). Com relação as estações do ano, os máximos concentram no inverno e no outono. Nota-se uma variabilidade interanual na frequência dos eventos, com máximo em 2005 (9 dias) e mínimo em 2008 (0 dias). Observa-se que o total pluviométrico acumulado em dias de EECs foi maior em 2005, totalizando 550 mm e foi menor em 2008, com total de 0 mm. Nos próximos passos serão elaborados compostos de diversos campos meteorológicos durante os dias de EECs.

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

¹ E-mail: lucascrespomg02@gmail.com

² E-mail: gustavo.escobar@inpe.br

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

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 ajuste da órbita de um veículo espacial é uma operação comum em uma missão espacial. A teoria física e matemática envolvida nesta operação é concentrada na Mecânica Celeste. Dentro da Mecânica Celeste, temos o problema de Lambert, que determina uma órbita com base no tempo de voo e em dois vetores de posição. Com o equacionamento desse problema, é possível realizar cálculos para transferências entre órbitas com um ângulo de transferência diferente de 180° , ao contrário do que ocorre quando utilizamos o equacionamento de Hohmann, além de ser possível calcular manobras não coplanares. Para as manobras orbitais, calcula-se todas as variáveis necessárias para que a missão atinja o seu objetivo com os menores custos possíveis. Essas variáveis incluem a trajetória realizada, o tempo gasto para a manobra e o consumo de combustível. Todas as variáveis estão inclusas em um plano de otimização, que nos fornece o melhor desempenho possível para todas essas variáveis. Junto a essas variáveis, também podemos incluir as correções que serão feitas na inclinação e no semieixo maior. Uma vez que o problema é caracterizado por múltiplas variáveis e elas não são todas proporcionais entre si, chegamos a um problema de otimização multiobjetivo. A otimização multiobjetivo utiliza um método escolhido para a realizar a otimização das variáveis. Neste trabalho, utiliza-se o Critério da Menor Perda para encontrar uma solução de compromisso que seja equilibrada, otimizando igualmente todos os objetivos. Este critério define como solução ótima do problema multiobjetivo aquela que representa a menor perda para cada objetivo, já que em um problema com objetivos conflitantes, não é possível otimizar-los simultaneamente. Utilizando esse critério, encontramos uma definição de solução ótima como a de menor perda entre todos os objetivos (variáveis). Os dados que serão utilizados são gerados por uma rotina em Python, que foi desenvolvida para calcular as transferências. Dentro da rotina, parte-se de uma altitude e uma inclinação inicial e calcula-se a transferência até uma determinada altitude e inclinação, sendo possível

¹ E-mail: luisaugustoamancio@gmail.com

² E-mail: evandro.rocco@inpe.br

³ E-mail: liana.goncalves@inpe.br

dividir o trajeto em N etapas, onde para cada etapa é feita a correção do semieixo maior e da inclinação. Segue-se então com a análise dos dados que são gerados pela rotina e salvos em uma tabela. Os dados fornecem a evolução das variáveis com base nas mudanças de inclinação, número de etapas (N) e as correções no semieixo maior. A aplicação da otimização multiobjetivo também será feita em um módulo da rotina, por fim gerando gráficos e valores comparativos para cada uma das variáveis.

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

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

Luísa Silva Baraldo Paiva¹ (UFOP, Bolsista PIBIC/CNPq)
José Roberto Rozante² (INPE, Orientador)

RESUMO

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

Palavras-chave: Políticas públicas. INPE. Desenvolvimento científico. Momento histórico. Política.

¹ E-mail: luisa.paiva@aluno.ufop.edu.br

² E-mail: rozante@inpe.br

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

Luiz Gustavo Kern¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Patrícia Michele Pereira Trindade² (INPE, Orientadora)
Tatiana Mora Kuplich³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

A caracterização espectral das diferentes coberturas por meio do Sensoriamento Remoto Orbital é importância para o reconhecimento de feições presentes nos diferentes biomas terrestres e mudanças ocorridas ao longo do tempo. O bioma Pampa Brasileiro está localizado no estado Rio Grande do Sul, ocupando 63% do estado, sendo um dos biomas mais alterados do país por atividades antrópicas. As pesquisas que apresentam o Pampa como objeto de estudo a partir do Sensoriamento Remoto, geralmente, apresentam discussões sobre índices de vegetação, uso e cobertura, temperatura, mas a questão espectral ainda é incipiente. O objetivo da presente pesquisa foi identificar e analisar as características espectrais em áreas campestres do bioma Pampa a partir de dados orbitais disponíveis na plataforma *Google Earth Engine*. A metodologia consistiu na coleta de amostras de cobertura campestre considerando uma distribuição aleatória de pontos sobre dez formações vegetacionais: Campo Arbustivo (CAR); Campo com Areas (CAS); Campo com Barba-de-Bode (CBB); Campo com Espinilho (CES); Campo de Solos Rasos (CSR); Campo Graminoso (CGR); Campo Litorâneo (CLI); Campo Misto com Andropogôneas e Compostas (CAC); Campo Misto do Cristalino Oriental (CCR); e Floresta Estacional (FES). Os valores de reflectância de superfície (0 a 1) foram extraídos da coleção de imagens Sentinel 2A para a série temporal de um ano (12/2022 a 12/2023) a partir da adaptação de *scripts* em linguagem de programação *JavaScript* utilizando o Editor de código do *Earth Engine*. Os dados extraídos em arquivos CSV foram organizados para cálculo das estatísticas descritivas no *software* RStudio e análises das características espectrais de cada formação campestre para as bandas do visível e infravermelho próximo. O índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI também foi considerado para auxiliar nas interpretações da reflectância de superfície de cada formação vegetacional. As análises apontaram que oito das dez formações vegetacionais apresentaram um aumento da reflectância da banda do vermelho e

¹ E-mail: kernluizgustavo@gmail.com

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

³ E-mail: tatiana.kuplich@inpe.br

queda nos valores da banda do infravermelho próximo no verão, padrão característico de vegetação em senescência. A maioria dos campos também apresentou menor valor de NDVI no verão, e valores mais elevados nas estações de outono/inverno. Os resultados encontrados para a série temporal estudada indicam influência do fenômeno ENOS nas respostas espectrais das diferentes formações vegetacionais analisadas. Neste sentido, novas análises para séries temporais maiores estão sendo realizadas para definir o padrão espectral de áreas campestres do Bioma Pampa.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Google Earth Engine. Bioma Pampa. Caracterização espectral. Tipologias campestres.

ESTUDO E MONITORAMENTO DE EVENTOS NO AMBIENTE ESPACIAL COM POTENCIAL PARA AFETAR SATÉLITES PRÓXIMOS A TERRA

Luthiana Barchet¹ (UTFPR, Bolsista PIBIC/CNPq)
Lívia Ribeiro Alves² (INPE, Orientadora)
Daiene de Mello Schaefer³ (UTFPR, Coorientadora)

RESUMO

Este projeto aborda a interação do vento solar com a magnetosfera terrestre, utilizando uma tempestade magnética como objeto de estudo. Os objetivos do projeto é investigar essa interação através de índices geomagnéticos, revisão bibliográfica, coleta e análise de dados utilizando a ferramenta python. A metodologia adotada envolve a análise de uma tempestade magnética específica, ocorrida entre 07 e 08 de julho de 2022, classificada na escala G1 devido a um índice Kp de 5. Durante este período, dados das componentes horizontal (H) do campo magnético terrestre e norte-sul (Bz) do campo magnético interplanetário foram coletados da estação terrestre de Medianeira-PR e do satélite ACE, respectivamente. A partir desses dados, foi possível realizar uma série de análises para identificar a influência do vento solar na magnetosfera terrestre. A influência do vento solar é identificada através da análise de pulsações magnéticas no campo magnético terrestre durante períodos geomagneticamente perturbados. Inicialmente, foram analisados os espectros de potência da componente H, utilizando a Transformada de Fourier, para identificar as principais faixas de frequência das pulsações magnéticas. Essas faixas foram determinadas como 3-8 mHz (Pc5) e 8-16 mHz (Pc4). Posteriormente, a análise wavelet foi aplicada para melhorar a resolução da potência em relação ao tempo e frequência, identificando pulsações contínuas. As faixas espectrais escolhidas para análise (3-8 mHz e 8-16 mHz) foram utilizadas como limites de um filtro passa-faixa aplicado aos dados e os resultados obtidos a partir dos periodogramas mostram a presença de pulsações magnéticas Pc4 e Pc5 com diferentes amplitudes ao longo das fases da tempestade analisada. Além disso, uma análise cruzada das séries temporais filtradas das componentes H e Bz foi realizada para verificar quais potências estão mais correlacionadas com flutuações do campo Bz do vento solar e em qual fase da tempestade elas ocorrem. Dessa forma, os periodogramas filtrados foram separados em janelas que se encontravam as maiores potências e identificado em quais períodos

¹ E-mail: luthianabarchet@gmail.com

² E-mail: livia.alves@inpe.br

³ E-mail: daiene.schaefer@utfpr.edu.br

elas ocorriam. A análise cruzada das componentes H e Bz mostrou que as correlações mais significativas ocorreram na fase inicial da tempestade tanto para Pc4 quanto para Pc5, seguido fase de recuperação para ambas as pulsações. Os resultados obtidos contribuem para melhor compreensão dos mecanismos associados a geração de pulsações magnéticas medidas no solo em baixas latitudes.

Palavras-chave: Vento solar. Campo magnético. Pulsações. Tempestade magnética.

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

Maikon Nascimento de Aguiar¹ (EEL/USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Débora Souza Alvim² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Foi realizada análises das concentrações horárias de monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), material particulado de 10 micra (MP10), material particulado de 2.5 micra (MP2.5) junto com dados de variáveis meteorológicas para investigar efeitos de curto prazo da poluição atmosférica na internação por problemas respiratórios durante o período de 2017 a 2019 nas cidades de Guarulhos, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Campinas e São José dos Campos. Os dados de concentrações dos poluentes atmosféricos e as variáveis meteorológicas foram baixados do sistema Qualar da CETESB, a partir das 6:00 horas da manhã até as 21:00 horas da noite, horário que a população fica mais exposta a poluição externa. Foram feitos estudos estatísticos relacionando o número de internações por problemas respiratórios com dados obtidos do DATASUS das cidades citadas, comparados aos valores de concentração destes poluentes neste trabalho com os recomendados pela legislação brasileira, CONAMA 491/2018 e pela OMS 2021. Os principais resultados foram para os poluentes, NO₂ e NO que influenciaram significativamente nas internações por doenças respiratórias nas cidades de Campinas, São José dos Campos e São Bernardo do Campo. Apesar de Guarulhos e São Caetano do Sul não mostrarem alta influência, suas médias anuais de concentração ultrapassaram os limites da OMS para NO₂. MP2.5 mostrou-se mais significativo para internações em São Caetano do Sul, em Guarulhos e Campinas foi o único poluente com grau forte de importância, ultrapassando os limites do CONAMA e OMS. O CO teve médias anuais encontradas abaixo dos limites da OMS e CONAMA. A baixa concentração do CO explica a menor associação com doenças respiratórias. Para o poluente SO₂ não foram encontradas fortes associações com internações devido às baixas concentrações observadas. As concentrações de poluentes foram maiores no inverno devido a estabilidade da atmosfera, com mais baixas temperaturas, diminuição da precipitação e velocidade do vento, correlacionando-se com maior número de incidência de internações por

¹ E-mail: maikon_aguiar@usp.br

² E-mail: debora.alvim@inpe.br

doenças respiratórias. Os resultados indicaram que a incidência de internações por doenças respiratórias apresentou uma correlação inversa e forte para com a temperatura, variando entre $r = -0,94$ e $r = -0,52$, respectivamente para as cidades de São Bernardo do Campo e Guarulhos. Os óxidos de nitrogênio apresentaram forte correlação para todas as cidades estudadas, maior (menor) correlação de $r = 0.86$ ($r = 0,38$) para a cidade de São José dos Campos (São Caetano do Sul). O material particulado foi o segundo poluidor com forte correlação de $r = 0.80$ e 0.72 para o MP10 e MP2.5, respectivamente, exceto para Guarulhos em que ambos os particulados tiveram baixa correlação de $r = 0.31$. O estudo reforça a necessidade de políticas públicas para controle de poluentes, especialmente óxidos de nitrogênio e material particulado.

Palavras-Chave: Poluição atmosférica. Internações por doenças respiratórias. Estado de São Paulo.

PREVENÇÃO DE FALHAS NA INTERAÇÃO DE CARGAS ÚTEIS DE CUBESATS

Marcos Vinícius Barbosa¹ (UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq)
Maria de Fátima Mattiello-Francisco² (INPE, Orientadora)
Carlos Augusto Paiva Lameirinhas da Conceição³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação da abordagem sistemática de testes de software embarcado no nanossatélite CONASAT, com o propósito de mitigar falhas de interoperabilidade entre a carga útil do satélite e o computador de gestão de bordo da missão. O estudo envolveu o aprendizado de técnicas de Teste Baseado em Modelos (MBT) que permitem gerar casos de testes, a partir de modelos comportamentais dos subsistemas comunicantes, e de ferramentas de Engenharia Baseada em Modelos (MDE) que permitem construir modelos e gerar códigos computacionais de forma automatizada. A metodologia de pesquisa adotada incluiu a reprodução de estudos de caso existentes na literatura e a construção de modelos específicos para o CONASAT, utilizando as ferramentas UPPAAL e YAKINDU. Os casos de testes gerados com a execução dos modelos permitiram validar o comportamento esperado dos subsistemas modelados. Os códigos gerados automaticamente a partir dos modelos validados foram embarcados em placas Arduino, interconectadas pelo canal de comunicação real do Cubesat, por meio do qual a interação dos subsistemas modelados ocorre. Os resultados demonstraram o potencial da abordagem de teste estudada para prevenção de falhas de comunicação entre os subsistemas carga útil e computador de bordo do CONASAT. As conclusões ressaltam a importância desta pesquisa para o avanço das abordagens de testes automatizados para satélites que adotam o padrão Cubesat. Os CubeSats surgiram como uma solução inovadora para viabilizar missões espaciais de baixo custo e rápida implementação. Esses pequenos satélites padronizados, geralmente com 10 cm de lado e até 1.33 kg, são amplamente utilizados para pesquisas espaciais devido à sua eficiência e acessibilidade. A padronização dos CubeSats permite uma integração mais fácil com veículos de lançamento, tornando o processo de envio de pequenos satélites ao espaço mais econômico. Este trabalho realiza um estudo de caso para o projeto Constelação de Nano Satélites para Coleta de Dados Ambientais (CONASAT), uma aplicação prática dos CubeSats, que visa desenvolver e lançar nanossatélites para coleta e transmissão de

¹ E-mail: marcos.barbosa@unifei.edu.br

² E-mail: fatima.mattiello@inpe.br

³ E-mail: conceicaoCarlos1@gmail.com

dados, contribuindo significativamente para pesquisas científicas e monitoramento ambiental.

Palavras-chave: CONASAT. Interoperabilidade. Comunicação Embarcada. Nanossatélite.

MAPEAMENTO DA AGRICULTURA DE PEQUENA ESCALA COM TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA REGIÃO DO BAIXO TOCANTINS, PA

Marcus Vinicius Gonçalves da Silva¹ (UFLA, Bolsista PIBIC/CNPq)

Maria Isabel Sobral Escada² (INPE, Orientadora)

Anielli Rosane Souza³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Metodologias para o mapeamento do uso e cobertura da terra tem sido desenvolvidas para a classificação de grandes extensões territoriais, como a do bioma Amazônia e de outros biomas. Esses mapeamentos priorizam a identificação de classes de uso e cobertura da terra que são mais facilmente identificáveis em imagens de satélite, ignorando alguns usos da terra como a agricultura de pequena escala (AGPE) ou sistemas extrativistas. A falta de informações geoespaciais da AGPE resulta no desconhecimento das economias associadas a elas, aumentando sua invisibilidade. A variação espacial e espectral da AGPE traz complexidade em seu mapeamento, resultando em omissões e/ou imprecisões em sua representação espacial. Este trabalho tem como objetivo estabelecer uma matriz metodológica para a classificação do uso e cobertura da terra, especialmente para *agricultura anual de pequena escala* para os municípios de Abaetetuba, Igarapé-Miri, Cametá, Mocajuba e Baião, localizados na região nordeste do estado do Pará, considerando o ano de 2017. Para isso foi utilizado um cubo de dados de imagens do MSI/Sentinel-2 e diferentes algoritmos de classificação, tais como, Random Forest (RFOR); Suporte Vector Machine (SVM); Temporal Convolutional Neural Network (TEMPCNN); Lightweight Temporal Self-Attention Encoder (LTTAE), implementados. no pacote Sits (*Satellite Image Time Series Analysis on Earth Observation Data Cubes*). O cubo de dados foi construído com imagens mensais para o período de 1º de janeiro de 2017 a 31 de dezembro de 2017, considerando as bandas: *B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B08A, B11, B12* e; os índices espectrais: NDVI, NBR e *Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)*. Os algoritmos foram treinados com o mesmo conjunto de amostras. Foram coletadas 1.753 amostras representadas por pixels, distribuídas em 10 classes, sendo elas: *agricultura de pequena escala agricultura de larga escala; pasto limpo; pasto sujo; vegetação secundária inicial; vegetação secundária avançada; área urbana, outros, água e piscicultura*. Foi estimada a acurácia global dos algoritmos testados, com 1.168

¹ E-mail: mvinicius.gsilva2003@gmail.com

² E-mail: isabel.escada@inpe.br

³ E-mail: anielli.souza@inpe.br

amostras (pixels) para a validação, obtendo-se índices de exatidão global de 79,45%, 76,79%, 76,78% e 70,37%, para os algoritmos LTTAE, RFOR, SVM e TEMPCNN, respectivamente. Em relação à acurácia da classe AGPE obteve-se: 81,30% com o TEMPCNN, 73,3% com LTTAE, 64% com RFOR e SVM. A abordagem metodológica desenvolvida demonstrou a viabilidade do uso de cubos de imagens do MSI/Sentinel-2A e de métodos semiautomáticos para a classificação da AGPE, apresentando bons índices de acurácia. Importante destacar o uso das imagens mensais, que incluíram informações temporais sobre o estágio de crescimento dos cultivos agrícolas e incluir essa variação na classificação gerada. Contudo, melhorias do mapeamento podem ser testadas por meio da realização de novos experimentos, incluindo, por exemplo, índices de texturas e outras informações espaciais.

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

GERENCIAMENTO DE BASE DE DADOS RADIOMÉTRICOS E DE QUALIDADE DE ÁGUA EM UM BANCO DE DADOS POSTGIS NO ÂMBITO DO LABISA-INPE

Maria Eduarda Peleteiro Leite¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)
Daniel Andrade Maciel³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O projeto teve como objetivo aprimorar a análise e a gestão de dados ambientais utilizando técnicas avançadas de programação, contribuindo para a pesquisa em sensoriamento remoto e qualidade da água. A capacitação em Python ministrada por Thales Korting, proporcionou habilidades para o desenvolvimento e a implementação de algoritmos importantes para diversas rotinas trabalhadas no laboratório. Na inclusão de artigos científicos no site do INPE foi aplicada as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen para reorganizar a estrutura de navegação, a otimização do layout para melhor legibilidade e a implementação de funcionalidades de busca mais eficientes. No processo de desenvolvimento dos códigos Python, o feedback contínuo coletado para identificar problemas, necessidades e preferências dos pesquisadores permitiu ajustes e melhorias nos scripts, garantindo que as soluções desenvolvidas fossem práticas e eficientes. A conversão de códigos escritos em R para Python foi realizada utilizando design patterns, como o padrão de projeto Strategy e Factory, para melhorar a manutenção do código. A metodologia incluiu a análise dos códigos existentes, a reestruturação dos algoritmos e a implementação das funções equivalentes em Python. Esta conversão facilitou a integração com outras ferramentas e fluxos de trabalho já estabelecidos em Python, além de promover a consistência e a reutilização de código. A biblioteca Tkinter foi utilizada para desenvolver interfaces gráficas de usuário (GUIs) que facilitassem o uso dos scripts Python pelos cientistas do laboratório. A base de dados radiométricos e de qualidade de água foi gerida utilizando PostGIS, uma extensão do PostgreSQL para dados geoespaciais. As atividades incluíram a modelagem dos dados, a importação e a organização das informações, e a criação de consultas otimizadas para análise e visualização. PostGIS permitiu o armazenamento eficiente de grandes volumes de dados espaciais e a execução de operações geoespaciais complexas, como cálculos de distâncias, interseções e agregações espaciais. Essa gestão eficiente dos dados facilitou a análise

¹ E-mail: duleite08@icloud.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: daniel.maciel@inpe.br

integrada e a visualização dos resultados, proporcionando uma base sólida para a pesquisa ambiental. Conclui-se que as atividades desenvolvidas ao longo dos anos de 2023 e 2024 resultaram em avanços significativos na análise e gestão de dados ambientais. A capacitação em Python e o uso de técnicas avançadas de programação e design proporcionaram melhorias na precisão das análises e na usabilidade das ferramentas desenvolvidas. A implementação de modelos de regressão linear e a gestão eficiente de bases de dados reforçaram a capacidade do projeto de fornecer insights valiosos para o monitoramento ambiental, contribuindo para a pesquisa e a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Qualidade de água. Algoritmos em Python. Conversão de códigos. Banco de dados. Remote sensing. Water quality. Python Algorithms. Code conversion. Database.

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

Maria Luiza Freire de Melo¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Melquisedec Medeiros Moreira² (INPE, Orientador)
José Braz Diniz Filho³ (UFRN, Coorientador)

RESUMO

O projeto intitulado “Construindo nosso mapa municipal visto do espaço” está dando continuidade a medição da cobertura vegetal da Caatinga, buscando a expansão do mapeamento e disseminando tecnologias espaciais na qual os mapas são gerados a partir de imagens satélites LANDSAT-8 em uma resolução de 30 metros. O sensoriamento remoto está sendo o principal aliado a essa continuidade de medição e expansão, buscando, então, atender as necessidades de cartografia do Brasil. As cartas e mapas oficiais do Brasil apresentam muita carência, mesmo que as grandes geotecnologias estejam ascendendo. A região Nordeste é a região principal na qual mais apresenta essa carência, e onde é o nosso foco principal de emprego em utilização e atualização no gerenciamento de informações nas mais variadas formas de análise, para melhoramento da quantidade de trabalhos de mapeamento do uso e ocupação do solo do Semiárido do Brasil. Neste ano de pesquisa, nosso projeto conseguiu mostrar uma maior expansão, detalhada nos parágrafos seguintes. Foram feitas atividades de campo visando o mapeamento da região da Caatinga de forma substancial, na região da Paraíba entre Picuí e Pedra Lavrada. Para análise, melhora e qualificação de áreas anteriormente não mapeadas. Além disso, sendo então o foco principal o emprego e a utilização do gerenciamento de informações, em formas variadas de análise, melhorando e aumentando a quantidade de mapeamentos feitos e do uso e da ocupação do semiárido no Brasil, pode-se ver claramente o bioma Caatinga com a coroa-de-frades, além dos seus variados cactos e também tal bioma em uma época chuvosa, extremamente esverdeada. Ou seja, pode-se ver a visão paisagística da área, conectada a Geologia Ambiental e Geomorfologia. Além das atividades de campo, anteriormente e posteriormente, foram feitas sínteses de vídeos, como os Webinars da ABAS, na qual foram cruciais durante todo esse processo, em que ajudaram o período pré-campo e pós-campo, envolvendo o aprendizado sobre as grande tecnologias na qual auxiliaram esse processo, além de todo o conhecimento

¹ E-mail: maria.freire.110@ufrn.edu.br

² E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br

³ E-mail: braz.diniz@ufrn.br

necessário sobre as novas tecnologias, discussões sobre a inteligência artificial e como pode ajudar a moldar todo o processo de geotecnologias, etc. Todo esse conjunto de processos intrinsecamente relacionados levam a um conjunto de fatores que se complementam para uma pesquisa na qual mostrou-se cada vez mais inovadora, juntando-se o melhor conhecimento do bioma, do mapeamento de novas áreas, e relação com as novas geotecnologias.

Palavras-chave: Mapeamento. Sensoriamento remoto. Caatinga. Geotecnologias.

ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA POROSIDADE NO POTENCIAL DE ATENUAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE COMPÓSITOS MAGNÉTICOS A BASE DE FERROCARBONILA E SILICONE, NA FAIXA DE FREQUÊNCIA REFERENTE À BANDA X (8,2-12,4 GHz) E KU (12,4-18 GHz)

Mariana Helena de Oliveira Antunes¹ (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Chen Ying An² (INPE, Orientador)
Braulio Haruo Kondo Lopes³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O desenvolvimento de materiais com boa capacidade de absorção de radiações eletromagnéticas é muito importante para os setores civil, militar e aeroespacial, devido à grande quantidade de radiação na qual alguns dispositivos são expostos. Os compósitos são a base de aditivos magnéticos e elétricos dispersos em matrizes de polímeros dielétricos que além de diminuir a energia das radiações, possuem baixo peso e boa processabilidade. Estes materiais são chamados de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MAREs) e podem ser constituídos a base de carbono, ferrita, negro de fumo, óxido de grafeno, fibras de carbono e polímero, unidos a algum filtro magnético e dielétrico. O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de compósitos porosos, a base de aditivos magnéticos, dispersos em uma matriz de silicone branco. Foram produzidas amostras com particulados de ferrocenona (FC) com sua proporção sendo variada, utilizando porcentagens de 50, 60 e 70% em relação à quantidade em massa de silicone branco. Todas as amostras foram curadas utilizando uma bomba de vácuo, com o intuito de produzir poros, sobre as determinadas pressões: -50, -150, -250, -350 e -450 mmHg, e ainda, foram feitas amostras sem poros, para efeito de comparação. As dimensões das amostras referentes à banda X foram de 10,2 x 22,9 mm com espessura de 2mm, e as amostras da banda Ku foram produzidas com as dimensões 15.8mm x 7.9mm e espessura 6.5mm. A caracterização eletromagnética foi realizada através de um Analisador de Rede Vetorial e guia de onda retangular WR90, e as faixas de frequência analisadas foram de (8,2 - 12,4GHz), referente à banda X, como exemplo de aplicação são os satélites com Radar de Abertura Sintética (SAR), para observação da Terra como na meteorologia, agricultura, inteligência e segurança. E, também foi analisada a faixa de frequência de (12,4 - 18 GHz) referente à banda Ku, usada em setores de

¹ E-mail: mariana.antunes01@fatec.sp.gov.br

² E-mail: chen.an@inpe.br

³ E-mail: braulio.lopes@inpe.br

telecomunicação e radares militares. Os resultados obtidos a partir do ensaio da refletividade apresentaram altos valores (>90%) de absorção da radiação eletromagnética e houve um aumento da capacidade de armazenar energia dos compósitos sem alteração no seu comportamento eletromagnético de forma macroscópica.

Palavras-chave: Materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Banda X. Banda Ku. Compósitos porosos.

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

Com rica biodiversidade, espécies endêmicas e importantes serviços ambientais, como produção de água, manutenção do clima e fornecimento de recursos para a economia, a Mata Atlântica (MA) vem abrigando mais de 145 milhões de pessoas, que por meio de um desenvolvimento exploratório reduziram em 90% sua área original. Unidades de conservação (UCs) federais, estaduais e municipais protegem 1/3 da vegetação remanescente de MA, mas mudanças do uso e cobertura da terra ainda ameaçam estas áreas de proteção integral e de uso sustentável. Programas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), vem monitorando o desmatamento da MA, o que permite acompanhar o desmatamento nas UCs e arredores. Este trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica do desmatamento e posterior uso do solo nas UCs e zonas de amortecimento dos municípios hotspot de desmatamento da MA, apontados por Molinez (2023), para o Estado de Minas Gerais-MG. Os limites das UCs do Bioma MA, foram extraídos do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente. As zonas de amortecimento foram padronizadas com buffer de três quilômetros a partir do limite da UC. Os dados de desmatamento foram extraídos do PRODES-MA, no período de 2021-2022, a classificação da vegetação do IBGE-2021 e uso do solo do MapBiomias. Os dados foram unificados em célula de 1x1 quilômetro. Um quadro síntese apresenta os tipos, categoria, grupo e total das áreas das UCs, áreas desmatadas, vegetação predominante e uso do solo. De acordo com o PRODES-MA, o incremento de desmatamento nos 33 municípios hotspot que intersectam as UCs e zonas de amortecimento foram de 104,4 km², sendo os municípios de Itaipé (15 km²) e Teófilo Otoni (16,2 km²) os que mais desmataram em 2021-2022. Observamos 19 UCs, oito de proteção integral (Monumento Natural, Parque e Reserva Biológica) e onze de uso sustentável (APA, RPPN). Foram desmatadas 3,5 km de MA em UC de proteção integral, sendo a Reserva Biológica a categoria mais desmatada (2,1 km²). As APAS foi a categoria mais desmatada, representando 99,2% (64,2 km²) do total das UCs de uso sustentável. Áreas com mosaicos de uso do solo, silvicultura e formações florestais

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

² E-mail: silvana.amaral@inpe.br

foram as de maior ocorrência. A perda de vegetação da MA preponderou sobre áreas de Contato Savana/Floresta Estacional - Ecótono, principalmente em Vegetação Secundária sem Palmeiras. Sistemas de monitoramento por satélite, como o PRODES-MA, oferecem subsídios importantes, auxiliam nas estratégias de combate ao desmatamento, principalmente em áreas que já são protegidas por lei, como as UCs e reforçam a necessidade de políticas públicas para áreas de ecótonos que se mostram cada vez mais vulneráveis.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Desmatamento. Sistemas de monitoramento por satélite. Sensoriamento remoto. Unidade de conservação.

PROJETO EDUCAÇÃO - EXTENSÃO EDUCACIONAL CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM PARCERIAS COM UNIVERSIDADES E INSTITUIÇÕES E DIVULGAÇÕES

Marina Berenice Santos de Lima¹ (UNISAL, Bolsista PIBIC /CNPq)
Rosemary Aparecida Oodorozi Lima² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Este trabalho explora a parceria entre os projetos de extensão educacional, científica e tecnológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com universidades, demonstrando como a formação de estudantes e as pesquisas científicas no Brasil têm se beneficiado dessas colaborações. O projeto visa promover a educação ambiental, científica e tecnológica por meio de parcerias estratégicas entre universidades e outras instituições, ampliando o alcance e o impacto das atividades de extensão. Buscou-se evidenciar, como essas parcerias contribuem significativamente para o desenvolvimento e a eficácia das atividades de extensão. Através de uma revisão bibliográfica, destacaram-se conquistas essenciais em que a parceria universitária é responsável por fornecer sua expertise científica e tecnológica. Por meio de uma metodologia mista, foi proposto um questionário online aos coordenadores e professores envolvidos com o projeto educação INPE. Além disso, são discutidos os benefícios que essas colaborações oferecem aos alunos de ensino médio e a importância de incentivar a troca de conhecimentos e experiências entre diferentes instituições e áreas de estudo, alcançando um público maior por meio de divulgações. Por fim, este trabalho propõe uma reflexão sobre a importância de investir em projetos de extensão educacional.

Palavras-chave: Educação. INPE. Parcerias. Universidades.

¹ E-mail: marinabsalima@gmail.com

² E-mail: rosemary.odorozi@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-tempos ditos “exóticos”: buracos de minhoca e warp drives com simetria esférica. Os buracos negros de Schwarzschild, Reissner-Nordström, Kerr e Kerr-Newman formam então soluções de vácuo e eletro-vácuo das equações de campo de Einstein; respectivamente são buracos negros, neutros, com carga elétrica, com rotação, com rotação e carga elétrica. A análise de trajetórias tipo-tempo e tipo-espaço ao redor de buracos negros foi feita, a fim de estudar o comportamento de partículas não-massivas e massivas em nestes espaços curvos, posteriormente tal análise foi empregada no estudo das “sombras” de buracos negros, discutindo então os efeitos da carga elétrica e da rotação no formato da chamada fotosfera. Além disso, o estudo de geodésicas, foi empregado para estudar processos de extração de energia rotacional de buracos negros de Kerr, como o processo de Penrose e Blandford-Znajek; em especial o último é o mecanismo físico mais aceito para a formação dos jatos relativísticos em quasares. Ainda mais, apresentamos um estudo preliminar sobre a magneto hidrodinâmica relativística teórica e simulacional utilizando o código Black Hole Accretion Code (BHAC) para simular discos de acreção em espaços-tempos de Kerr. O contraponto experimental do projeto recaiu sobre a astrofísica observacional: foram estudados os dados da curva de luz da fonte 3C273, um quasar, o que resultou na compreensão de sua dinâmica e variabilidade, bem como a utilização de métodos de tratamento de dados na astrofísica. Por fim, com as ferramentas teóricas desenvolvidas no estudo de buracos negros, relatividade geral e geometria diferencial, o presente projeto estudou também as ditas condições de energia sobre o tensor energia-momento e suas consequências para as geometrias de buracos de minhoca e warp drives. Em especial, o projeto configurou um resultado inédito dentro da área da física relativística ao produzir uma nova geometria de wormhole com fundo de Friedmann-Robertson-Walker.

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

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 Hamuri Shimizu³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Os padrões climáticos do Brasil podem ser caracterizados por variáveis meteorológicas, como temperatura, precipitação, vento, entre outros. A identificação desses padrões é crucial para compreender os sistemas meteorológicos e prever eventos extremos. Eventos climáticos extremos, como enchentes e secas, têm impactos significativos e sua frequência tem aumentado devido às mudanças climáticas, exigindo investimentos em sistemas de previsão eficazes. O uso de aprendizado de máquina pode melhorar a previsão de eventos climáticos extremos, reduzindo custos computacionais. Este trabalho visou desenvolver uma metodologia baseada em inteligência artificial para prever eventos extremos de precipitação no estado de Minas Gerais. Para cumprir os objetivos deste trabalho foram necessárias a avaliação das bases de dados de precipitação, a implementação de um algoritmo de machine learning e a escolha dos parâmetros mais adequados. O treinamento do modelo foi feito a partir de bases de precipitação de estação em ponto de grade e satélite (GPCP v3.2, GPCC, MERGE) para um período de 30 anos. A validação do modelo de previsão, feita para o ano de 2022, mostrou boa concordância entre os dados observados e previstos. A identificação de eventos extremos foi realizada a partir dos valores de precipitação previstos para o ano de 2023, considerando-se os quartis superior e inferior. Os resultados encontrados foram promissores e apontam para a possibilidade do uso de um sistema aprimorado de previsão de eventos climáticos extremos de baixo custo computacional, com potencial para reduzir impactos futuros. 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: Precipitação. Inteligência artificial. Previsão meteorológica. Precipitation. Artificial intelligence. Weather forecasting.

¹ E-mail: matheusjosegomes1@gmail.com

² E-mail: juliana.anochi@gmail.com

³ E-mail: marilia.shimizu@gmail.com

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 (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. Foi realizada a manutenção e estruturação e modificações dos códigos para uma melhor organização e aparência dos ícones e imagens, visando um maior aproveitamento de editores de imagem e assim desenvolver novos ícones e banners para uma estrutura visual mais agradável e estruturada do portal. Com isso foi permitindo a atualização das ferramentas disponibilizadas pelo portal, integração de novas bases de dados,

¹ E-mail: maxsondaniel942@gmail.com

² E-mail: viviane.algarve@inpe.br

³ E-mail: luis.henrique_campos@outlook.com.br

acompanhamento e apoio na geração de índices de atendimento aos usuários internos e externos da DIIAV. Foi realizado a migração dos sites da Divisão para um novo servidor web, foi necessário atualizar o código fonte de todos os sites e também o banco de dados para corrigir erros relacionados a nova versão do PHP e a adaptação de cada site para que passasse pelas diretrizes de segurança impostas pela Coordenação de Infraestrutura de Dados e Supercomputação COIDS.

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

RELAÇÃO DAS FASES COGNITIVAS DO APRENDIZADO COM O SENSORIAMENTO REMOTO

Missaela dos Santos Soares¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Igor da Silva Narvaes² (INPE, Orientador)
Waterloo Pereira Filho³ (UFSM, Coorientador)

RESUMO

A Teoria Piagetiana é fundamentada na concepção de que todas as crianças desenvolvem os processos cognitivos de acordo com quatro estágios: Sensório-Motor, Pré-Operatório, Operatório-concreto e Operatório-formal. Entretanto, a relação entre o desenvolvimento cognitivo e uso imagens de satélite não é suficientemente estudada. A associação entre dados e imagens de Sensoriamento Remoto (SR) e as fases cognitivas se sucede pelo fato de que a criança, ao ver imagens de satélite, pode fazer diferentes interpretações ao decorrer do seu desenvolvimento cognitivo. À vista disso, a hipótese que a assertividade e interpretação dos elementos das imagens tendem a melhorar com o avanço cognitivo da criança e devem ser testadas. Portanto, a pesquisa tem como objetivo avaliar a capacidade cognitiva dos estudantes do ensino básico mais adequada para o aprendizado em SR e relacionar à sua fase cognitiva. Para contemplar os objetivos propostos, foram delineadas 5 etapas: Embasamento teórico; seleção de materiais didáticos para apoio para a aula sobre SR; avaliação do processo de ensino e aprendizagem dos alunos; análise comparativa entre a geração do mapa anterior ao ensino do SR em sala de aula (mapa 1) e após o aprendizado pelos alunos (mapa 2); identificação do ano escolar que apresentou melhor desempenho pós atividade com os produtos do SR. Até o momento, as atividades foram desenvolvidas em uma escola municipal de Santa Maria - RS, nas turmas de 5° à 9° ano. Para pontuação foram utilizados os critérios: Precisão dos arranjos espaciais; escala e proporção; densidade; perspectiva e elementos textuais. O critério para avaliação foi: 0 a 5 pontos em cada item analisado, sendo 0 elementos e demais itens não identificados e 5 pontos para os mapas onde os elementos se manifestam de forma evidente, mostrando um grau elevado de satisfação, seguindo a metodologia de avaliação proposta por Doug Harwood e Margaret Usher (1999). Para fins comparativos, foi realizado o cálculo de média geral da turma em ambos os mapas. As médias gerais entre mapa 1 e mapa 2, para todas as turmas, foram, respectivamente:

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

² E-mail: igor.narvaes@inpe.br

³ E-mail: waterloo@ufsm.br

8,84 e 9,42 pontos para o 5º ano; 8,45 e 7,40 pontos para o 6º ano; 4,17 e 6,57 pontos para o 7º ano; 6,92 e 4,20 pontos para o 8º ano; 4,88 e 4,68 pontos para o 9º ano. Diante dos resultados foi possível identificar que a turma do 7º apresentou melhor desempenho pós atividade com SR, enquanto que no 8º e 9º ano o entendimento do SR foi sensivelmente inferior aos anos anteriores. Estes dados obtidos fazem parte da fase inicial da pesquisa e serão utilizados na próxima fase do projeto a ser realizado em uma realidade distinta desta análise a ser aplicada em uma escola particular seguindo o mesmo intervalo temporal e metodologia estabelecida para efeito comparativo.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto na educação. Nível de escolaridade. Ensino básico. Aprendizagem.

DEGRADAÇÃO DA TERRA NO BIOMA CERRADO E CAATINGA NO CONTEXTO DOS ODS

Nicolas de Mello Freitas¹ (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Jocilene Dantas Barros² (INPE, Orientadora)
Gustavo Felipe Balué Arcoverde³ (INPE, Coorientador)
Evandro Albiach Branco⁴ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A degradação da terra é largamente conhecida pelos impactos negativos ao meio ambiente, e se refere à perda da produtividade e complexidade biológica e econômica da terra, e quando presente em regiões subúmidas e secas, como na Caatinga, é denominada Desertificação. A ONU estabeleceu a meta 15.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, que espera que até 2030 a humanidade tenha combatido a desertificação, restaurado a terra e o solo, com um mundo neutro em termos de degradação do solo. Este trabalho tem como objetivo geral analisar espacialmente a degradação da terra nos biomas Cerrado e Caatinga, em conformidade com a meta 15.3 do ODS 15. No período de 2023 a 2024 foram realizados uma série de testes para aprimorar o indicador de degradação com foco na Caatinga, além de colaboração na geração de cenários de degradação para o projeto Nexus (INPE). Os indicadores e testes foram conduzidos utilizando o plugin Trends.Earth no QGIS 3.16, baseado na metodologia da UNCCD. O indicador foi gerado a partir de três subindicadores: produtividade da vegetação, carbono orgânico do solo (SOC) e uso e cobertura da terra. Para a Caatinga, os dados do subindicador de uso e cobertura foram obtidos do MapBiomas, utilizando uma transição de usos com viés ecológico e uma com viés produtivo-econômico. O subindicador SOC foi parametrizado com dados de cobertura da terra em um tempo final e com um dado de SOC inicial, também com dados do MapBiomas. Para a produtividade, foram utilizados dados de vegetação e evapotranspiração do sensor MODIS e precipitação do CHIRPS a depender da trajetória da produtividade escolhida. Foram realizados testes com quatro tipos de trajetórias: Water Use Efficiency, Radiation Use Efficiency, RESTREND (Residual Trend) e NDVI. O indicador final foi gerado aplicando a regra One Out All Out considerando os três subindicadores citados, na qual um pixel é classificado como degradado se qualquer um dos três subindicadores indicar degradação. Se todos os subindicadores

¹ E-mail: n.freitas@unifesp.br

² E-mail: jocilene.barros@inpe.br

³ E-mail: gustavo.arcoverde@inpe.br

⁴ E-mail: evandro.albiach@inpe.br

indicarem melhoria ou estabilidade, o pixel final será classificado como melhoria ou estável, respectivamente. Ao comparar diferentes indicadores de degradação, conforme as diferentes trajetórias de produtividade, com outros indicadores de degradação na literatura, constatou-se que o indicador final de degradação utilizando o RESTREND apresentou os resultados mais promissores. Em relação aos indicadores de degradação utilizando as duas matrizes de uso e cobertura (ecológica e produtivo-econômica), houve pouca diferença entre os resultados finais, pois constatou-se que o subindicador que mais influencia no indicador final de degradação é o de produtividade. Também foram exportadas as classes de cada subindicador para futuramente ser possível realizar combinações externas ao plugin do QGIS. Adicionalmente, o bolsista colaborou junto com membros do projeto Nexus e do laboratório Ladis na geração dos subindicadores de uso e cobertura e SOC para todo o Brasil na resolução de 10 km, para gerar cenários de degradação para o projeto Nexus. Espera-se que no próximo ano seja possível avançar na adaptação dos subindicadores fora do plugin Trends.Earth ou mesmo adaptá-lo para minimizar as limitações na geração do indicador e contribuir nos cenários do projeto Nexus junto com o Ladis.

Palavras-chave: Indicador de degradação. Objetivo de desenvolvimento sustentável. Caatinga. Geoprocessamento.

AVALIAÇÃO DE MODELOS DE RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE À SUPERFÍCIE, SOBRE O OCEANO ATLÂNTICO SUL

Nicolas Openheimer Vialta Silva¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Natália Rudorff Oliveira² (INPE, Orientadora)

Milton Kampel³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar um modelo de radiação solar incidente à superfície no oceano Atlântico Sul, estimado por satélite de órbita polar com o sensor MODIS. Para isso, foi necessário organizar um banco de dados de radiação solar espectral e integrada (correspondente à Radiação Fotossinteticamente Ativa, PAR, do inglês *Photosynthetic Active Radiation*) coletada em campanhas oceanográficas in situ pelo Laboratório de Monitoramento por Satélite do INPE (MOCEANS). Utilizou-se um espectrorradiômetro Fieldspec para medir a radiação solar espectral. O valor da irradiância solar foi calculado e depois integrado espectralmente de 400 a 700 nm para obtenção da PAR instantânea. Depois foi determinado o fotoperíodo para cada dia de coleta e calculado a PAR diária integrada no fotoperíodo. Dados de satélite da PAR diária, foram obtidos a partir de dados do sensor MODIS a bordo da plataforma Aqua estimada pelo modelo da NASA, e foram comparados com os dados in situ para as mesmas datas e locais. A fim de avaliar o desempenho do modelo e os efeitos das condições atmosféricas, como as concentrações de gases e aerossóis, bem como a nebulosidade, foram utilizados coeficientes de determinação, erro médio quadrático, viés e diferença percentual. Com base em trabalhos publicados, as incertezas nos cálculos da radiação solar diurna foram analisadas e discutidas usando dados in situ e satélites. Os resultados indicaram uma boa correlação entre os dados medidos e modelados, embora algumas discrepâncias tenham sido observadas devido a variabilidades atmosféricas e de instrumentação. Conclui-se que as estimativas por satélite são ferramentas valiosas para a avaliação da radiação solar incidente, apesar das incertezas associadas. Este estudo oferece uma análise útil sobre o funcionamento desses modelos de estimativa por satélite no Atlântico Sul, pois há poucos dados de radiação solar diurna incidente na superfície dessa parte do oceano. Além disso, o trabalho resultou na criação de um banco de dados, que pode ser usado como base para trabalhos posteriores de validação e ajuste

¹ E-mail: nicolasvialta@usp.br

² E-mail: natalia.rudorff@inpe.br

³ E-mail: milton.kampel@inpe.br

desses modelos. A radiação solar incidente à superfície do mar desempenha um papel importante em vários processos, incluindo a produção primária marinha e a fixação de CO₂, os fluxos de calor, umidade e gases na camada limite e o potencial de geração de energia solar sobre a margem continental. Portanto, este estudo fornece uma contribuição relevante para esta linha de pesquisa e para os seus usos no país, oferecendo subsídios para futuras pesquisas e aplicações em climatologia e energia solar.

Palavras-chave: Radiação solar. Oceano Atlântico Sul. Sensoriamento remoto. Modelos de transferência radiativa. Banco de dados. Solar radiation. South Atlantic Ocean. Remote sensing. Radioactive transfer models. Database.

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

Aerossóis podem ser definidos como quaisquer partículas sólidas ou líquidas que ficam em suspensão na atmosfera, sendo proveniente de diferentes fontes, naturais e antrópicas, influenciando significativamente no balanço de radiação do planeta. Na Amazônia, esse material particulado é emitido para a atmosfera através da queima de biomassa, ação que ocorre majoritariamente por conta da ação humana e vem aumentando gradativamente com fins de limpeza do solo para métodos agrícolas e grilagem. O estudo tem como objetivo avaliar diferentes bases de dados de espessura óptica de aerossóis (AOD) e expoente de Angström (EA) obtidos por satélite, reanálises atmosféricas e dados da rede AERONET para a região amazônica em uma localidade próxima a Santarém (PA). Para analisar os dados de profundidade óptica dos aerossóis (AOD) podem ser utilizadas bases de dados de diversas fontes, e neste estudo, foram utilizados dados do Serviço de Monitorização da Atmosfera Copernicus (CAMS), pelos dados da Análise Retrospectiva da Era Moderna, versão 2 (MERRA-2), e de uma estação de monitoramento terrestre com fotômetro solar da Rede Robótica de Aerossóis (AERONET). A princípio seria utilizado o fotômetro solar da rede AERONET instalado na Estação SONDA de Santarém, localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará, entretanto, problemas técnicos com o equipamento e infraestrutura local impossibilitaram o seu uso para esta etapa inicial do trabalho. Com estas intercorrências, para o estudo preliminar para a comparação dos dados AOD da rede AERONET, do CAMS e do MERRA-2, foi utilizado o fotômetro solar da cidade de Belterra (PA) (2,63° S e 54,95° O), com dados disponíveis para o ano de 2004. Na análise comparativa entre as 3 bases de dados para o ano de 2004, os dados do MERRA-2 (0,58) e do CAMS (0,48) subestimaram o fotômetro da estação de Belterra, mostrando a melhor aproximação no mês de julho (0,06), transição chuvoso/seco, com maiores concentrações de AOD no período chuvoso (0,84) e um segundo pico no período seco (0,81). O período chuvoso da região está atrelado a

¹ E-mail: nicolekellengois@gmail.com

² E-mail: rodrigo.costa@inpe.br

³ E-mail: theomar.neves@ufopa.edu.br

entrada da ZCIT, o qual todos os equipamentos captam grande presença de aerossóis advindas de convecção e da advecção. Já no período menos chuvoso, apenas convecção domina, mas sem umidade suficiente para reduzir a quantidade de aerossóis.

Palavras-chave: Amazônia. Aerossóis. AERONET. CAMS. MERRA-2.

**DESENVOLVIMENTO DE ANÁLISES LABORATORIAIS E DE ORGANIZAÇÃO DE
DADOS IN SITU UTILIZADOS COMO SUPORTE A CALIBRAÇÃO DE ALGORITMOS
BIO-ÓPTICOS ESTIMADORES DOS INDICADORES DE QUALIDADE
DE ÁGUA POR SENSORIAMENTO REMOTO**

Nicoly de Oliveira Paulino¹ (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Cláudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)

RESUMO

Como bolsista, a primeira atividade que eu realizei foi o estudo aprofundado de uma linguagem de programação. Passei algumas semanas me dedicando a isso, logo após isso, outra atividade que eu realizei foi um curso de clorofila ministrado pela Raianny Leite e Ana Clara. Minha terceira atividade no LabISA foi começar a limpar os dados que são coletados em campo, que consiste em dados de Ficocianina, Clorofila, CDOM (matéria orgânica dissolvida e colorida) e temperatura. Sigo trabalhando nessa atividade, recebi muitos dados para limpar, de vários campos diferentes, e me dedico a limpar os pontos que estão fugindo muito da concentração, e tendo como base a temperatura. Minha quarta atividade no laboratório é a lavagem de vidrarias após seu uso, e depois guardá-las em seu devido lugar. Não é uma atividade que eu faça com frequência, mas quando tem para fazer, eu ajudo. A limpeza desses dados consiste na análise dos gráficos de dispersão, então eu comparo os gráficos com temperatura. Existe um “parâmetro” de temperatura, dependendo da época do ano, mas basicamente temperaturas mais quentes a sonda todavia estava fora da água. Analisamos dados de Clorofila, analisamos também a Ficocianina. E por último também usamos o CDOM. Todos esses componentes são capturados pela sonda, com uma frequência específica. Como bolsista de IC, eu ajudo no desenvolvimento do site que foi criado com os meus superiores e os antigos IC 'S. No meu período de bolsista eu somente contribuo com a limpeza dos dados coletados, e tirando as medianas dos gráficos prontos. Posteriormente essas medianas vão se tornar a concentração total dos componentes que medimos. Essas concentrações total irão ser colocadas em um site do laboratório, que todos os bolsistas e funcionários têm acesso, juntamente com as imagens de satélites. Pude concluir que o sensoriamento remoto é algo que estará sempre em crescente para essa área de pesquisa, e sendo um ótimo aliado. A junção de linguagens de programação e o uso de tecnologias avançadas, revela um ambiente muito promissor para a obtenção de informações. Nesse período também tive contato

¹ E-mail: nicolypaulino2003@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

com a linguagem de programação (Python), e não pude deixar de notar sua importância em várias áreas relacionadas com a pesquisa, é uma ferramenta que pode auxiliar fortemente os usuários. Podemos fazer muitas coisas com a linguagem de programação, como o site que estamos desenvolvendo, arrumamos dados com a programação. Meu período de bolsa representou um tempo de muito aprendizado, tive contato com um outro lado que a minha profissão pode estar em contato, mesmo não sendo uma área que eu vá seguir, eu consegui absorver bastante conhecimento acerca do sensoriamento remoto, e sua importância.

Palavras-chaves: CDOM. Clorofila. Ficocianina. Temperatura.

PRODUÇÃO DE SILÍCIO POROSO COM ALTA RESISTIVIDADE

Nicolý Nunes de Souza Alves¹ (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq)

José Eduardo May² (INPE, Orientador)

Luiz Ângelo Berni³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O Laboratório de Energia Solar da Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) possui uma linha de pesquisa na fabricação de superfícies porosas em Si. O silício poroso é um material que apresenta poros em sua superfície em escala nanométrica e tem sido estudado para aplicações em diversas áreas, como em microeletrônica, optoeletrônica, sensores ambientais, baterias, células solares e dispositivos biomédicos. O presente projeto visa aprimorar o processo de fabricação, caracterização do silício poroso e determinar os principais parâmetros para futuras aplicações tanto em sensores embarcados como não embarcados e acumuladores de energia (supercapacitores). Este projeto visa a fabricação de silício poroso por ataque eletroquímico em uma ampla faixa de parâmetros de maneira a identificar quais parâmetros são mais indicados para aplicações específicas, como por exemplo, sensores, absorvedores de radiação e acumuladores de energia. O projeto está atrelado a um Termo de Abertura de Projetos (TAP) aprovado pelo INPE, SEI 01340.008253/2023-38. Especificamente com relação aos produtos deste relatório, foram estudados, pelo Grupo de Engenharia de Produto (GEP) em colaboração ao Laboratório de Energia Solar, processos de obtenção de Si poroso a partir de precursores de Si metálico com alta resistividade (1-20Ωcm). Para tanto, foram empregados métodos eletroquímicos galvanostáticos, ou seja, com a aplicação de uma densidade de corrente constante por tempos determinados. Foram obtidas diferentes superfícies com diferentes características morfológicas quanto ao diâmetro e profundidade de poros, caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV-FEG), por análise de imagens e por análises de refletância. Os resultados obtidos até o momento são promissores quanto a formação de uma superfície com distribuição homogênea de poros que seja capaz de absorver mais de 99% na faixa de radiação visível e infravermelho. Foram obtidas superfícies com absortância de cerca de 95%. Assim, trabalhos futuros devem avançar no sentido de melhorar o desempenho destas superfícies.

Palavras-chave: Silício. Poroso. Anodização. Radiação. Refletância.

¹ E-mail: nicolynunes.br@gmail.com

² E-mail: jose.may@inpe.br

³ E-mail: luiz.berni@inpe.br

**VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS GERADOS PELO MODELO WRF,
COM E SEM ASSIMILAÇÃO DE DADOS, PARA O DIA 21 DE
MARÇO DE 2024 NO RIO GRANDE DO SUL**

Patrick Ritter¹ (UFPel, Bolsista PIBIC/CNPq)
João Gerd Zell de Mattos² (INPE, Orientador)
Fabrício Pereira Harter³ (UFPel, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar os resultados obtidos por meio do modelo WRF para o caso de fortes ventos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, na madrugada do dia 21 de março de 2024, com rajadas que ultrapassaram os 100km/h em algumas cidades. É feita uma comparação entre os resultados gerados pelo WRF, sem e com o uso de assimilação das radiâncias por meio dos sensores, AMSU-A, MHS, ATMS, HIRS-4 e HIRS-4, através do método 3DVAR, para campos de pressão, vento e demais variáveis meteorológicas, onde se verificou que os resultados gerados com assimilação, para valores de vento, possuem maior aproximação com o que de fato ocorreu na madrugada do dia 21.

Palavras-chave: Modelagem. Radiâncias. Assimilação.

¹ E-mail: patrickritter05@gmail.com

² E-mail: joao.gerd@inpe.br

³ E-mail: fabricio.harter@ufpel.edu.br

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

Pedro Antonio Rodrigues Garcez¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Silvio Nilo Figueroa Rivero² (INPE, Orientador)

RESUMO

A manutenção dos recursos hídricos e o abastecimento de água para milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) dependem fortemente dos períodos chuvosos na região Sudeste do Brasil. O Sistema Cantareira, neste contexto, desempenha um papel crucial, sendo responsável por suprir tanto o consumo doméstico quanto o uso comercial e industrial. Este estudo focou em analisar as condições atmosféricas e oceânicas do Pacífico e Atlântico que favoreceram a ocorrência da seca no Sudeste do Brasil durante o trimestre de dezembro-janeiro-fevereiro de 2021. Através da análise da circulação atmosférica na baixa e alta troposfera, foi identificado que a seca esteve associada a uma circulação atmosférica anômala de bloqueio sobre a região leste do Oceano Pacífico, a qual impediu o avanço de frentes frias e sistemas de chuva em direção ao Sudeste. Resultados preliminares apontam que essa anomalia estava relacionada com as fases negativas do ENSO (La Niña) e o Dipolo do Índico. Dada a importância de compreender os impactos de períodos de estiagem sobre a economia e o abastecimento de água de uma população tão densa quanto a da região metropolitana, este trabalho se mostra fundamental.

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

¹ E-mail: pedroogarcez@usp.br

² E-mail: nilofigueroa@inpe.br

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

Pedro Henrique Machado Martins¹ (FATEC-SJC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Claudio Clemente Faria Barbosa² (INPE, Orientador)
Daniel Andrade Maciel³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

O objetivo do projeto foi o desenvolvimento de rotinas, em Python, para auxiliar no gerenciamento da base de dados radiométricos na plataforma MAPAQuali. O começo se deu por um aprofundamento na linguagem de programação, estudando as bibliotecas pandas e numpy, para a extração e manipulação de dados, e matplotlib, para criar representações gráficas de dados (plotagem). Como primeira atividade, foi solicitada a plotagem de um arquivo que continha os dados brutos (arquivos de texto) de uma análise TriOS. Adiante, com o conhecimento consolidado, foi requisitada, como segunda atividade, uma rotina para visualização destes mesmos dados, localizados em um servidor remoto. Através de uma conexão SSH feita com a máquina, foi possível selecionar e extrair, dentro de arquivos .zip, os dados para transferência. Terminado o download, é realizada a representação gráfica destes. Prosseguindo, a terceira atividade proposta foi a implementação de um servidor para hospedar os dados brutos e processados na rede do INPE. Quanto ao primeiro, foi feita uma transferência dos arquivos do servidor original para o novo. Ao término, foi aberto um terminal Linux SSH e, logo em seguida, foi feito o portforwarding, permitindo que o servidor (novo) fosse acessado por qualquer outro computador na rede. Por fim, para os dados processados, foi criado um arquivo de backup (arquivo dump) dos bancos de dados disponíveis no servidor e foram transferidos para a nova máquina. Concluída a transferência, foi instalado um programa de gerenciamento de bancos de dados, PostgreSQL, e, logo em seguida, os arquivos de backup criados foram utilizados para remontar os dados. Com estes novamente organizados, foi feito outro portforwarding, permitindo, também, que eles estejam disponíveis para acessos remotos.

Palavras-chave: Python. SSH. Gráficos. PostgreSQL. Backup. Portforwarding.

¹ E-mail: pedrooonsfw@gmail.com

² E-mail: claudio.barbosa@inpe.br

³ E-mail: daniel.maciell@inpe.br

TENDÊNCIAS OBSERVADAS E PROJEÇÕES FUTURAS DE INDICADORES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS NO SUDESTE DO PAÍS

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

Daniela Carneiro Rodrigues² (INPE, Orientadora)

Wanderson Luiz Silva³ (UFRJ, Coorientador)

RESUMO

A região Sudeste do país já vem sentindo os efeitos das mudanças climáticas, que são responsáveis por alterações na frequência e na intensidade de eventos climáticos extremos. Em função dos expressivos aspectos fisiográficos como proximidade com o oceano, relevo e vegetação, o Estado do Rio de Janeiro é impactado de maneira expressiva por tais eventos extremos. Dessa forma, essa pesquisa possui o objetivo inicial de atualizar e analisar a climatologia e a detecção de tendências em indicadores de extremos climáticos associados à precipitação no Estado do Rio de Janeiro. Os dados diários de precipitação para o período de 1980-2022 foram obtidos a partir do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Dos 10 (dez) indicadores de extremos de precipitação selecionados para avaliação, são levadas em consideração a frequência, a duração e a intensidade dessa variável. Para avaliar a significância e a magnitude das tendências ao longo do período verificado, utiliza-se o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall e a estimativa da Curvatura de Sen, respectivamente. As tendências de precipitação total anual mostram significativo aumento na Costa Verde e um discreto decréscimo em áreas do Médio Paraíba. Contudo, na região Serrana e na Costa Verde, observa-se crescimento na frequência de dias com precipitação superior a 30 milímetros, enquanto na região do Médio Paraíba essa frequência diminui. As regiões da Costa Verde, Metropolitana, Serrana e Norte Fluminense apresentam elevação significativa na intensidade das chuvas. Há também incremento na precipitação máxima anual em 24 horas nas regiões Serrana e Costa Verde. Além disso, ocorre aumento no período máximo de dias secos consecutivos nas regiões da Costa Verde, Médio Paraíba, Serrana e Baixadas Litorâneas, enquanto na região Centro-Sul Fluminense esses períodos de estiagem estão em declínio. Estas observações indicam uma divisão nas tendências de precipitação entre as regiões do Estado do Rio de Janeiro, destacando-se a região do Médio Paraíba (norte fluminense), onde se observa uma redução na duração, frequência e intensidade da precipitação extrema, em contraste com aumentos no restante do Estado (centro-sul), especialmente na Costa Verde. Os próximos passos desse trabalho envolvem as tendências observadas e as projeções futuras de extremos climáticos para o restante da região Sudeste do país.

Palavras-chave: Extremos climáticos. Precipitação. Sudeste do Brasil.

¹ E-mail: pedrolucassantos88@gmail.com

² E-mail: daniela.rodrigues@inpe.br

³ E-mail: wanderson@igeo.ufrj.br

OBSERVAÇÕES DAS PLUMAS DE AEROSSÓIS DEIXADAS PELA ERUPÇÃO DO VULCÃO HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Pedro Luís Rocha Maia¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Maria Paulete Pereira Martins² (INPE, Orientadora)
Vânia Fátima Andrioli³ (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi observar a presença de aerossóis na estratosfera utilizando o LIDAR de Sódio e Potássio do Laboratório Conjunto de Cooperação China-Brasil para estudos do Clima Espacial (CBJLSW-NaK), situado no INPE. O Grupo de Física da Alta Atmosfera (FISAT) do INPE tem conduzido pesquisas sobre aerossóis estratosféricos utilizando LiDAR desde 1972, mas desde 2012 que as medidas de aerossóis estavam suspensas. No dia 14 de janeiro de 2022 ocorreu uma erupção vulcânica na ilha de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, no sul do Pacífico. Devido à submersão do vulcão, por razões físico-químicas, quando o magma liberado entrou em contato com a água, transformou-se rapidamente em gás e se expandiu pela atmosfera de forma acelerada. No dia 17 de janeiro de 2022, o LiDAR CBJLSW-NaK estava operando na cidade de São José dos Campos e foram observados sinais correspondentes ao espalhamento por aerossóis entre 20 e 40 km de altitude, na região da estratosfera. Desde então os aerossóis do vulcão Tonga estão sendo analisados. Com os dados de Na e K observados pelo Lidar, no período de 17 de fevereiro a 8 de agosto de 2022, foi realizada uma filtragem dos valores correspondentes à faixa de altitude de 20 a 40 km. Em seguida foi desenvolvido, durante o primeiro semestre de 2023, um programa em Python no software de programação Visual Studio Code (VS Code), com serviço de nuvem gratuito, para análise de dados. Tal programa foi criado com o objetivo de fazer a leitura dos dados de Na e K, além de facilitar a criação rápida e dinâmica dos gráficos. Utilizando as bibliotecas e recursos disponíveis do Python, foi possível implantar as funcionalidades necessárias para manipular os dados e gerar visualizações gráficas de forma eficiente. Essa abordagem permitiu uma análise mais ágil e simplificada dos dados coletados, facilitando a interpretação dos resultados e possibilitando uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos observados.

Palavras-chave: Aerossóis. Observação. Plumas. Espalhamento. LiDAR. Python. Vulcão. Sódio. Potássio.

¹ E-mail: pedromai18@unifesp.br

² E-mail: maria.paulete@inpe.br

³ E-mail: vania.andrioli@inpe.br

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

O modelo regional Eta, desenvolvido pelo INPE, tem como intuito complementar as previsões numéricas de tempo e clima, elaboradas através de modelos de circulação geral da atmosfera. O modelo apresenta uma alta resolução espacial, capaz de simular eventos de precipitação em pequenas escalas com ótimo desempenho, sendo o ideal para a utilização em regiões de topografia complexa. Para este trabalho, utilizou-se as previsões de 24, 48 e 72 h do modelo Eta, no período de 15/01/22 até 21/01/22, confrontando com os dados observados de temperatura a 2 m de altura (T2m), precipitação (Prec), magnitude do vento a 10 m (V10m) e umidade relativa (UR) nas estações automáticas de Niterói e Angra dos Reis (RJ), Barueri e São Carlos (SP). Os resultados indicam que a T2m é bem prevista para São Carlos, sendo as máximas de T2m superestimadas para Angra dos Reis, Niterói e São Carlos e as mínimas, subestimadas para Angra dos Reis e Niterói. A Prec foi bem prevista para as quatro localidades. Os maiores e menores valores de V10m são superestimados para as estações de Angra dos Reis, Barueri e São Carlos, contudo em Niterói a previsão de V10m foi muito boa. Por fim para a UR o modelo superestima para todas as estações, exceto Barueri, o qual apresenta boa previsibilidade.

Palavras-Chave: Modelo Eta. Magnitude do vento. Precipitação. Temperatura.

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

CARTOGRAFIA COMO INSTRUMENTALIZAÇÃO DO DISCURSO

Raiane Cavalcante de Souza¹ (Modulo, Bolsista PIBIC/CNPq)
René Antônio Novaes Júnior² (INPE, Orientador)
Jussara Ortiz Monteiro² (INPE, Coorientadora)

RESUMO

Este projeto tem como objetivo conectar o saber científico com o saber local. Proporcionando autonomia e conhecimento aos estudantes e os capacitando a utilizar ferramentas de geotecnologia e abrir espaço para discussões relevantes para a melhoria do ambiente que vivem. O projeto vem acontecendo por meio de etapas sendo elas, a apresentação da proposta do projeto aos diretores, diretoras e estudantes das escolas escolhidas para participarem, no total conta com a participação de 60 estudantes. A criação de um ambiente acolhedor para que os alunos se sintam confortáveis em compartilhar as experiências vividas em seus territórios e aprofundar sobre os temas mais citados pelos alunos e alunas buscando praticas integrativas como meio facilitador e recurso de aprimoramento pessoal. Em uma das etapas realizadas os estudantes tiveram uma pratica com o intuito de visitar e analisar diferentes realidades territoriais do município de São Jose dos Campos, observando a infraestrutura, organização e presença de equipamentos públicos. A criação de um mapa digital utilizando o programa de livre acesso “My Maps” onde será colocado em pratica as narrativas propostas pelos estudantes, para que os alunos usem o programa com mais facilidade os mesmos receberão um treinamento que será realizado no contraturno da escola. Após a elaboração do mapa será feita uma narrativa com os participantes para um levantamento de melhorias que podem ser feitas em seus respectivos territórios, salientando mitigar os efeitos negativos vivenciados. Buscando solucionar as questões pontuadas a partir do diálogo com os estudantes. Outra etapa importante é a conversa direta com o poder público local, no caso a Prefeitura de São José dos Campos, Câmara dos Vereadores e seus respectivos representantes, com o objetivo de apresentar e discutir as soluções das problemáticas citadas durante todos os diálogos com os alunos. Por fim a última etapa trata-se de divulgar o projeto a outras instituições como Escolas públicas e privadas, Organizações Não Governamentais, Universidades, Instituto de Pesquisas entre outras instituições. Este encontro se realizará nas dependências do INPE com o intuito de instigar a reaplicação da metodologia criada no término do projeto. Os resultados alcançados durante este

¹ E-mail: rai4cavalcante@gmail.com

² E-mail: rene.junior@inpe.br, jussara.ortiz@inpe.br

trabalho foram a atualização de apostilas que serão utilizadas pelos estudantes ao desenvolverem o mapa. Com tudo o projeto está tendo um ótimo desenvolvimento respeitando e avançando de acordo com as demandas escolares.

Palavras-chave: Geotecnologia. Narrativa. Poder público. Escola. Território.
Geotechnology. Narrative. Public power. School. Territory.

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 importante pois essa região é próxima ao equador, onde são registrados altos índices de radiação ultravioleta e é um ponto turístico 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, os arquivos são organizados de forma cronológica, onde é possível analisar o comportamento ao longo do tempo 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 em Python e com o uso de uma série de bibliotecas: Pandas, Matplotlib, Dash entre outras, é possível observar os dados e mostrar os comportamentos padrões das variáveis coletadas. O desenvolvimento dessas ferramentas é uma maneira de acessibilidade à visualização da série cronológica e dessa forma realizar rápidas comparações entre os instrumentos. Então, a partir da comparação dos dados que são coletados, é analisada a convergência entre os dados, observando-se a diferença entre as medidas feitas. Assim, é possível oferecer dados que possam fomentar a comunidade científica para a produção de trabalhos acadêmicos.

Palavras-chave: 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

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

Renan Gomes Rosa¹ (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)

Valeri Vlassov² (INPE, Orientador)

Rafael Lopes Costa³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A bolsa no Programa de Iniciação Científica e Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIC/PIBITI) englobou as atividades alinhadas aos projetos "Tubos de Calor e Experimento TUCA" e "Calculadora Térmica", ambos dentro do portfólio de projetos oficiais do INPE e desenvolvidos na DIMEC/GCGE. Inicialmente, uma revisão bibliográfica sobre tubos de calor foi realizada, com foco na formação de gases não condensáveis, sua origem e impactos na eficiência. Em seguida, analisou-se a telemetria de voo do experimento tecnológico TUCA, uma iniciativa nacional no desenvolvimento de tubos de calor atualmente a bordo do satélite Amazonia 1. O objetivo principal desta atividade foi verificar a formação de gases não condensáveis devido à exposição à radiação cósmica, durante o período em órbita de 2021 a 2024. Para processar a telemetria, desenvolveu-se uma planilha em MS Excel com macros e códigos em VBA, permitindo a remoção de dados duplicados e o tratamento adequado dos dados, considerando que a leitura de telemetria é limitada a 8 bits de discretização, resultando em saltos artificiais nos valores de temperatura. Esses saltos de aproximadamente 0,4 °C foram suavizados utilizando métodos numéricos de aproximação dinâmica de 4 pontos. Após o desenvolvimento da ferramenta, trataram-se os dados por dois métodos. O primeiro, em regime permanente, consistiu na plotagem de temperatura versus distância na fase final de aquecimento, quando o tubo está em regime permanente, este método é bastante consolidado na literatura. O segundo método é uma inovação, que utiliza regime transiente e analisou as taxas de mudança de temperatura no início das fases de aquecimento e resfriamento (*startup* e *shutdown*) para verificar distorções ou aumento no atraso do tempo de resposta entre o evaporador e o condensador. Concluiu-se que não houve formação de gases não condensáveis ao longo desses 3 anos. Além disso, montou-se a réplica do TUCA no Laboratório de Controle Térmico da DIMEC/CGCE, denominado RTUCA, para comparar a eficiência do tubo de calor em órbita (0-G) e laboratório (1-G). Foram conduzidos

¹ E-mail: renan.rosa@inpe.br

² E-mail: valeri.vlassov@inpe.br

³ E-mail: rafael.costa@inpe.br

vários testes em regime transiente no RTUCA em condições semelhantes aos de TUCA, analisaram-se as taxas de mudança de temperatura, atrasos na resposta entre condensador e evaporador. Também verificou-se como a gravidade afeta o desempenho do RTUCA, o qual apresentou eficiência reduzida comparado TUCA em órbita, uma vez que a gravidade causa a acumulação do fluido de trabalho (acetona) na região inferior do tubo, deixando as ranhuras superiores secas. Este fenômeno é conhecido como efeito piscina e *dry-out* parcial. Os limites operacionais do TUCA e do RTUCA foram calculados com ferramenta Excel “Calculadora térmica/Tubos de Calor”, desenvolvida na primeira etapa da bolsa.

Palavras-chave: Tubos de calor. Gases não condensáveis. Limites operacionais. Estudos experimentais. Telemetria de temperatura.

ANÁLISE DA EMISSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO DE NUUVENS MOLECULARES COMPACTAS

Renata Ariadne Furtado da Rosa¹ (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Tânia Pereira Dominici² (INPE, Orientadora)

RESUMO

Neste projeto estamos investigando os mecanismos de formação estelar em nuvens moleculares densas, utilizando observações rádio de linhas de CO. Na primeira fase, estimamos características físicas de uma região candidata à formação de estrelas de baixa massa através de observações com antena única (*Single Dish*). Durante o último ano direcionamos as atividades ao estudo de regiões candidatas à formação de estrelas de alta massa utilizando outras moléculas, além do monóxido de carbono, como traçadoras das características físicas do meio. Em particular, o objetivo é explorar observações realizadas com o interferômetro ALMA, ou seja, dados obtidos com alta resolução espacial no observatório que representa o estado da arte da astronomia milimétrica e sub-milimétrica. Para tanto, nos últimos meses o trabalho concentrou-se na capacitação para o processamento de dados interferométricos, em particular através das plataformas *Common Astronomy Software Applications* (CASA) e *Cube Analysis and Rendering Tool for Astronomy* (CARTA). Como parte das atividades de capacitação, tivemos a oportunidade de apresentar uma proposta original de observação de duas fontes extragalácticas com o rádio interferômetro *Very Large Array* (VLA), atuando desde a seleção de fontes, configuração dos equipamentos e até a obtenção de imagens, passando por todos os procedimentos de calibração. No próximo ano, vamos trabalhar no processamento dos dados obtidos com o ALMA para duas regiões já selecionadas como candidatas à formação de estrelas de alta massa.

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

¹ E-mail: renata.ariadne@unesp.br

² E-mail: tania.dominici@inpe.br

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, locais de elevadas temperatura, densidade, e campos magnéticos intensos (centenas a poucos milhares de Gauss) em arcos magnetizados. Esses fenômenos correspondem à liberação repentina de uma grande quantidade de energia ($10^{24} - 10^{32}$ erg) que se manifesta na forma de aquecimento do plasma e energização de partículas. O plasma aquecido se torna mais brilhante e as partículas energizadas formam feixes que se propagam pelos arcos magnéticos produzindo radiação eletromagnética de amplo espectro (desde ondas de rádio a raios-X e gama), que quando no ambiente terrestre, pode afetar serviços/sistemas tecnológicos causando, por exemplo, blecaute nas comunicações de rádio e perturbação dos sinais de GPS, entre outros efeitos. O fenômeno é detectado apenas quando já se encontra no ambiente terrestre, e assim não existe tempo suficiente para a tomada de qualquer medida protetiva dos serviços/sistemas tecnológicos. Para se evitar ou minimizar os efeitos desses fenômenos deve-se prever sua ocorrência com antecipação suficiente. Para criar um método que auxilie na previsão desse fenômeno, estamos realizando um levantamento do histórico de parâmetros e índices solares de forma a gerar um modelo empírico de previsão. Apresentamos alguns resultados preliminares desse levantamento. Durante o ciclo de atividade solar 23 foram registrados 54 “flares” classe X e 780 “flares” classe M. Para esses eventos classe M e X o nível base do fluxo de RX (1-8 Å) integrado é: $1 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$ e $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$, respectivamente. E, os valores da densidade de fluxo rádio (em 10.7cm) integrada de 85 UFS e 90 UFS (Unidade de Fluxo Solar), respectivamente. Já para o ciclo solar 24, os correspondentes valores para eventos M e X são: $1 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$ e $5 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$, e 75 UFS e 100 UFS, respectivamente.

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

¹ E-mail: roberta.camilly@usp.br

² E-mail: jr.cecatto@inpe.br

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

Roberto Leo dos Santos Baltazar¹ (IGEO/UFRJ, Bolsista PIBIC/CNPq)
Chou Sin Chan² (INPE, Orientadora)
Claudine Pereira Dereczynski³ (IGEO/UFRJ, Coorientadora)

RESUMO

Modelos climáticos globais são ferramentas cruciais para a simulação do tempo e clima ao redor do globo. Contudo, as baixas resoluções de suas previsões sazonais oferecem informações limitadas para o planejamento e atuação em nível local. Modelos climáticos regionais permitem um aumento da escala espacial, resultando em um detalhamento adicional das previsões geradas pelos modelos globais, o que possibilita previsões voltadas para áreas mais restritas e com propósitos mais específicos. O objetivo deste trabalho é avaliar as previsões climáticas sazonais do modelo regional Eta aninhado ao modelo global Brazilian Earth System Model (BESM), ambos modelos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em eventos extremos no país. Ademais, investiga-se as forçantes climáticas predominantes durante os eventos de extremos climáticos ocorridos na região da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O modelo regional Eta fornece previsões climáticas sazonais para todo o Brasil com resolução de 40 km. As previsões sazonais consideradas do modelo Eta40km utilizam a temperatura da superfície do mar prevista pelo modelo BESM. Anteriormente, avaliou-se o desempenho das previsões sazonais do modelo Eta40kmBESM em relação à Reanálise ERA5 e ao Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation (MSWEP) para eventos extremos secos e chuvosos no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro para o período 1987-2010. Foram também comparadas as avaliações das previsões de precipitação, temperatura do ar a 2m, pressão a nível médio do mar, movimento vertical e temperatura em níveis de pressão do modelo Eta40kmBESM e do BESM, identificando semelhanças entre os erros nos dois modelos. Nesta etapa do trabalho, foi calculado o Skill Score das previsões de precipitação e de temperatura dos dois modelos, o número de acertos dos sinais das previsões em cada ponto de grade, o Erro Médio (EM) e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) da temperatura média e da chuva média total. Os resultados preliminares indicam que o modelo regional Eta40BESM apresentou mais áreas de skill em suas previsões de precipitação do que o modelo global BESM, assim como menores valores de EM e REQM.

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

¹ E-mail: balbob97@gmail.com

² E-mail: chou.chan@inpe.br

³ E-mail: claudine@acd.ufrj.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

Neste trabalho, propomos analisar as características dos dados de temperatura e umidade reunidos e obtidos durante os últimos anos através da estação meteorológica instalada no campus do INPE, de forma a construir uma base qualificada que permita correlacionar aspectos quantitativos das respectivas variáveis meteorológicas com aspectos característicos do sinal através de transformadas integrais. Apresentaremos uma revisão sobre a importância do monitoramento ambiental e dos sensores envolvidos em uma estação meteorológica a fim de garantir a qualidade dos dados obtidos na pesquisa. Diante das dificuldades de reunir todas as variáveis instrumentais com suas características registradas (muitas vezes não registradas), inicialmente foi realizada uma série de estudos de para avaliar e ajustar a metodologia de análise de sinais pela revisão das Transformadas de Fourier e evoluindo para o estudo das Transformadas “Wavelets”, ferramenta matemática que nos permite decompor uma série temporal combinando os domínios frequenciais e temporais para avaliar o comportamento dos dados coletados. Quando aplicados ao alvo de teste, essas ferramentas permitem destacar mudanças rápidas na temperatura, como frentes frias ou quentes, tempestades, o que se torna crucial para as previsões climáticas mais precisas e para entender a variabilidade climática. Após as informações coletadas, tanto no estudo das integrais quanto nos dados de temperatura/umidade, foi feita uma implementação computacional na linguagem de programação Python, utilizando a IDE (Integrated Development Environment) Spyder para o teste do método. Com base nos resultados, é possível identificar picos de variância espectral nos dados de temperatura e, principalmente, nos dados de umidade, devido, provavelmente, a mudanças rápidas na umidade do ar que podem ser influenciadas por interferências locais, como ambientes urbanos ou áreas com vegetação densa, e por ser uma medida que depende de fatores como ventos fortes, mudanças na pressão atmosférica ou proximidade de corpos d’água. A não estacionaridade dos dados pode ser percebida por causa dos picos de variância do

¹ E-mail: sarahprezotto12@gmail.com

² E-mail: jose.thomaz@inpe.br

espectro, sendo assim, torna-se crucial a avaliação sistemática dos dados para entender fenômenos climáticos e para a tomada de decisões, tanto em contextos científicos quanto práticos. Uma vez obtidos, podemos aprimorar previsões numéricas de tempo e clima, aumentando a capacidade de responder às mudanças ambientais.

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

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)
Cássia Maria Gama Lemos² (INPE, Orientadora)
Vitor Vieira Vasconcelos³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

O Vale do Paraíba Paulista (VPP), inserido no Bioma Mata Atlântica, é uma área de ocupação antiga que passa por um processo de transição florestal, sendo alvo de programas de restauração florestal. Para o VPP existem diferentes classificações de uso e cobertura, como por exemplo, pelo Inventário Florestal e MapBiomas, que podem apresentar divergência entre estas duas classificações. Neste estudo, são usados os dados do Inventário Florestal e do MapBiomas, a fim de investigar a divergência entre as classes destes dois estudos. O Inventário Florestal tem mapeamentos da cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo para 1990, 2000, 2010 e de 2020 seguindo a classificação fitofisionômica do IBGE, disponíveis no Datageo. Já o MapBiomas possui um projeto de mapeamento anual do uso e cobertura da terra no Brasil com dados a partir de 1985. Com o *software* QGIS, as classificações foram interseccionadas para identificar divergências, portanto, a área de estudo nesta etapa corresponde à vegetação nativa do Inventário Florestal lida como uso antrópico pelo MapBiomas, o que corresponde a 634,27 km². Após o cálculo das áreas, a tabela de intersecção foi exportada para cálculo de porcentagem. As classes do Inventário Florestal foram resumidas a “vegetação nativa”. 70,71% das divergências se referem à classe de “Mosaico de Usos” (onde não é possível diferenciar pastagem de agricultura) pelo MapBiomas, mas que é classificada como “vegetação nativa” pelo Inventário. Ademais, 19,99% das divergências se remetem a “Pastagem” do MapBiomas sendo classificado como “vegetação nativa” do Inventário. As outras classes são menos expressivas, mas apresentam divergências, inclusive “Café” com 0,97% da área divergente. O processo inverso também foi realizado, e estima-se que todas as classes do Inventário possuem “Mosaico de Usos” com maior porcentagem entre as classes de uso antrópico do MapBiomas, salvo “Refúgio Ecológico”, que mais comumente é classificada de forma divergente com “Pastagem”. Sendo assim, são identificadas divergências de classificação entre os dois métodos, em que a maior confusão se dá

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

² E-mail: cassia.lemos@inpe.br

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

nas classes de “Mosaico de Usos” e “Pastagem”. Sugere-se, para próximas etapas deste estudo, a análise das assinaturas espectrais por imagens de satélite de 2020, bem como uma comparação com outras classificações existentes para melhores resultados.

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

MONITORAMENTO DA SUPRESSÃO DE CAMPO NATIVO: UMA COMPARAÇÃO DE DIFERENTES RESOLUÇÕES ESPACIAIS

Suêini Gomes Lira¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Daniela Wancura Barbieri Peixoto² (INPE, Orientadora)
Tatiana Mora Kuplich² (INPE, Coorientadora)

RESUMO

O sensoriamento remoto (SR) é uma ferramenta essencial para os estudos da vegetação dos biomas brasileiros, tanto a nível regional quanto a nível local, os resultados de estudos com dados de sensoriamento remoto dependem da resolução espacial das imagens nos quais se baseiam, para tornar possível a geração de informações como mapas, para avaliar, por exemplo, as áreas de campo nativo e seu estado de conservação. Desta maneira, considerando a diversidade do Bioma Pampa, o objetivo deste trabalho foi dar continuidade ao projeto desenvolvido no ano anterior, porém agora focando na classificação supervisionada da área de estudo, localizada na região centro oeste do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo foi quantificar a acurácia dos mapas gerados por interpretação visual. Foi realizada a classificação supervisionada utilizando-se o *software Environment for Visualizing Images (ENVI)* e o classificador de Máxima Verossimilhança (MaxVer), um método de classificação pixel a pixel. A classificação foi realizada nas imagens utilizadas no mapeamento por interpretação visual, dos seguintes satélites CBERS 4A, Sentinel 2, Landsat 8 e Amazonia 1. A resolução espacial do CBERS 4A é de 2 metros na banda pancromática e de 8 metros da multiespectral, a resolução espacial do Sentinel 2 é de 10 metros, a do Landsat 8 é de 30 metros e a resolução espacial do Amazonia 1 é de 60 metros. Após as classificações supervisionadas serem realizadas, com o suporte da plataforma livre Qgis e com o auxílio do plugin ACATAMA, foi realizada verificação dos resultados para cada uma das classificações. Desta forma, a acurácia geral encontrada para a classificação do CBERS4A foi de 0.756, a acurácia encontrada para o Sentinel 2 foi de 0.755, a acurácia para a classificação do Landsat 8 foi de 0.702, a acurácia para a imagem do satélite Amazonia 1 foi de 0.676. Pode-se então identificar que a melhor acurácia nas classificações foi a do satélite CBERS-4A para a data da imagem classificada, seguido da imagem Sentinel 2. Neste sentido verificou-se que as maiores resoluções espaciais (CBERS 4 e Sentinel 2) geraram mapas mais acurados. Ainda assim

¹ E-mail: lirasueini@gmail.com

² E-mail: daniwbarbieri@gmail.com, tatiana.kuplich@inpe.br

as diferenças de acurácia são pequenas entre os mapas gerados, indicando as possibilidades de utilização dos dados destes sensores para mapeamentos de cobertura da terra no bioma Pampa. Estudos futuros vão focar nas possibilidades de classificação das diferentes coberturas do bioma Pampa de acordo com as resoluções espaciais destes sensores, analisando o desempenho de cada classe.

Palavras-chave: Bioma Pampa. Sensoriamento remoto. Resolução espacial. Acurácia.

ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA POROSIDADE NO POTENCIAL DE ATENUAÇÃO ELETROMAGNÉTICO DE COMPÓSITOS MAGNÉTICOS A BASE DE FERROCARBONILA E SILICONE, EM TECNOLOGIAS 5G, NA FAIXA DE FREQUÊNCIA REFERENTE A BANDA K (18-26,6 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

A implantação do 5G trouxe consigo inúmeros benefícios, incluindo maior velocidade de conexão, menor latência e capacidade de suportar uma ampla gama de aplicações. No entanto, também tem gerado preocupações em relação à poluição eletromagnética e seus possíveis impactos na saúde e no meio ambiente. O 5G opera em frequências mais altas, sendo na frequência de 26GHz, faixa de ondas milimétricas, o que resulta em ondas eletromagnéticas com menor capacidade de penetração em comparação com tecnologias de redes anteriores com maior potencial de transmissão de dados. Para garantir uma cobertura eficaz, torna-se necessário o aumento do número de antenas e estações de base, o que, por sua vez, amplia a exposição a campos eletromagnéticos. A poluição eletromagnética refere-se à esta exposição e embora os níveis de radiação não ionizante emitidos por essas fontes sejam considerados seguros de acordo com muitos órgãos reguladores, a exposição constante e crescente a essas emissões tem gerado preocupações sobre seus potenciais efeitos a longo prazo. Neste contexto, a demanda por materiais absorvedores de radiação eletromagnética tem aumentado significativamente à medida que as redes 5G e outras tecnologias de comunicação sem fio se expandem. Esses materiais são projetados para absorver e dissipar a energia das ondas eletromagnéticas, contribuindo para reduzir a exposição a campos eletromagnéticos em áreas onde a densidade de antenas e dispositivos de comunicação é alta. A aplicação eficaz de materiais absorvedores de radiação pode contribuir para uma convivência mais segura e eficiente com a crescente complexidade das redes de comunicação. Os compósitos a base de aditivos magnéticos e elétricos dispersos em matrizes de polímeros dielétricos que além de diminuir a energia das radiações, possuem baixo peso e boa processabilidade. Estes materiais podem ser constituídos a

¹ E-mail: thiagofclaudiano@gmail.com

² E-mail: chen.an@inpe.br

³ E-mail: brauliohkl@gmail.com

base de carbono, ferrita, negro de fumo, óxido de grafeno, fibras de carbono e polímero, unidos a algum filtro magnético e dielétrico. O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de compósitos porosos, a base de aditivos magnéticos e elétricos, dispersos em uma matriz de silicone. Foram produzidas amostras com particulados de ferrocarbonila. A proporção de FC foi determinada três concentrações variando de 50%, 60% e 70% em peso dos particulados em todas as amostras. A caracterização eletromagnética foi realizada através de um Analisador de Rede Vetorial e guia de onda retangular modelo WR42 e WR28, e a faixa de frequência analisada foi de 18 a 26,5 GHz, referente a banda K, e em referência a banda Ka foram de 26,5 a 40 GHz. Foi possível produzir amostras com 50%, 60% e 70% demonstrando a eficiência na geração de poros e seu possível controle para a metodologia adotada. A partir do método de cura das amostras de FC à vácuo, percebeu-se que os poros realmente possuem poder de melhorar a atenuação eletromagnética. Também é evidenciado que é possível fazer material compósito com controle de poros para diversas aplicações na indústria, conforme a necessidade. Este estudo permite enfatizar que o aumento da quantidade de FC melhora a qualidade do processo de porosidade. O melhor resultado alcançado foi de -31,65 dB de atenuação para a frequência de 38,57 GHz, com concentração de 70% de FC.

Palavras-chave: Materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Banda K. Banda Ka. Material compósito. Electromagnetic radiation absorbing materials. K band. Ka band. Composite material.

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

Thiago Frederico da Silva Zani¹ (FATEC-SJC, Bolsista PIBITI/CNPq)
Fabrício Galende Marques de Carvalho² (INPE, Orientador)

RESUMO

Este projeto visa aprimorar a experiência do usuário (UX) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, focando na construção de componentes de monitoramento de interfaces e análise de dados de uso de aplicações. A abordagem metodológica adotada integra aspectos qualitativos, quantitativos e exploratórios, proporcionando uma compreensão abrangente das necessidades e padrões de uso das aplicações desenvolvidas pelo INPE. O desenvolvimento do software foi realizado utilizando o modelo incremental e iterativo. Os resultados obtidos até o momento atestam a viabilidade. A implementação bem-sucedida da captura e registro de eventos básicos representa um marco inicial, com dados agora armazenados em um banco de dados dedicado à análise e aprimoramento da UX das aplicações. Adicionalmente, foram desenvolvidos e implementados componentes específicos para a captura e armazenamento de eventos mais detalhados, especialmente aqueles relacionados a mapas e interfaces geoespaciais. Um processo em curso é o refinamento do controle de sessão, etapa crucial que tem impacto direto nos componentes de análise em desenvolvimento. Esses componentes estão voltados para a estatística detalhada dos dados de utilização, visando compreender padrões de interação e identificar áreas de melhoria na UX. Destaca-se, ainda, a importância da visualização de métricas por meio de dashboards interativos. Esses dashboards fornecem *insights* valiosos aos desenvolvedores e gestores do INPE, facilitando a compreensão dos dados e embasando decisões estratégicas para aprimoramento contínuo das aplicações. Pode-se afirmar, portanto, que esse projeto é relevante para a compreensão da importância da monitoração da experiência do usuário em aplicações do INPE. Essa prática é relevante para o aprimoramento contínuo da usabilidade e qualidade dos serviços oferecidos, enfatizando a necessidade de uma abordagem sistemática e baseada em dados para alcançar tais objetivos. Entre as diversas contribuições desse trabalho, pode-se citar a definição de mecanismos de controle de sessão que impactam diretamente as métricas, bem como a seleção criteriosa de dados para a criação de métricas relevantes. Adicionalmente, o sistema encontra-se em fase de análise para

¹ E-mail: thiago.zani@inpe.br

² E-mail: fabricio.galende@inpe.br

implantação em sistemas do programa Queimadas, visando validar sua eficácia e utilidade prática em um contexto operacional.

Palavras-chave: Experiência do usuário. Métrica de UX. Dashboard de UX.

DINÂMICA HISTÓRICA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (LST) NO BIOMA PAMPA COM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Tiago Maciel de Paula¹ (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)
Igor da Silva Narvaes² INPE, Orientador)
Waterloo Pereira Filho³ (UFSM, Coorientador)
Gisieli Kramer⁴ (UFSM)

RESUMO

A diversidade de espécies e funcionamento de ecossistemas influenciam-se mutuamente, e há múltiplas evidências que muitas mudanças na fenologia, fisiologia e morfologia de espécies de seres terrestres sejam atribuídas a mudanças climáticas globais e regionais. Nesse contexto, esta pesquisa buscou estudar o padrão térmico do bioma Pampa e identificar possíveis tendências na temperatura de superfície terrestre, relacionando-a com a mudança da cobertura da terra na região. Para a realização do estudo, o processamento de imagens da banda LST_Day_1km, do sensor MODIS presente no satélite Aqua, que fornece a temperatura média diurna da superfície com sensoriamento remoto, foi feito com o auxílio da plataforma Google Earth Engine, onde foram coletados dados diários no período de 2003 a 2022. A partir dos dados processados, foi realizada, dentro da plataforma, uma análise das tendências da temperatura da superfície de maneira anual e sazonal, utilizando os testes não paramétricos de Mann-Kendall e Theil-Sen. Baseado nos dados obtidos, foram criados mapas e gráficos que ajudaram a dinâmica espacial e temporal das tendências. As informações da temperatura da superfície coletadas foram relacionadas com as de cobertura da terra, fornecidas pela plataforma MapBiomas. Dessa forma, foi possível analisar as situações em que houve uma tendência de aumento ou diminuição de temperatura, relacionado com o comportamento anual do uso da terra em cada região do bioma.

Palavras-chave: Temperatura de superfície terrestre. Google Earth Engine. Mudanças climáticas. Bioma Pampa.

¹ E-mail: tiagomacielpaula@gmail.com

² E-mail: igor.narvaes@inpe.br

³ E-mail: waterloo@ufsm.br

⁴ E-mail: gisieli@outlook.com.br

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.

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

APLICAÇÃO DO SCANTEC NA AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES PREVISTAS PELO MODELO MPAS

Victor Antunes Ranieri¹ (USP, Bolsista PIBIC/CNPq)
Luiz Fernando Sapucci² (INPE, Orientador)
Danilo Couto de Souza³ (USP, Coorientador)
Ricardo de Camargo³ (USP, Coorientador)

RESUMO

O Sistema Comunitário de Avaliação de Modelos Numéricos de Previsão de Tempo e Clima (SCANTEC) é um software comunitário desenvolvido pelo INPE que oferece intercomparação estatística robusta, eficiente e imparcial de diferentes modelos de previsão numérica de tempo (PNT). Entre as variáveis meteorológicas que podem ser avaliadas pelo SCANTEC, a precipitação é particularmente desafiadora devido à sua natureza complexa e sua variabilidade espacial e temporal. A qualidade da previsão de precipitação é de grande importância em muitos setores da sociedade, incluindo agricultura, hidrologia, gestão de recursos hídricos e prevenção de desastres naturais. Nesse sentido, a ferramenta *Method for Object-Based Diagnostic Evaluation* (MODE) se torna promissora para avaliar a precipitação, pois trata a precipitação como um objeto dando características específicas a sua estrutura e distribuição espacial. O MODE analisa o desempenho dos modelos climáticos ao comparar a estrutura espacial e a relação entre eventos climáticos, indo além das métricas tradicionais baseadas em pontos. Ele avalia não só a precisão dos dados previstos, mas também como os padrões climáticos simulados correspondem aos observados, destacando-se na análise de tamanho, intensidade e distribuição dos fenômenos, resultando em uma avaliação mais precisa e completa. Este trabalho descreve a inclusão do modelo *Model for Prediction Across Scales* (MPAS) entre os modelos avaliados pelo SCANTEC e demonstra as potencialidades na avaliação de precipitação do MPAS utilizando o MODE. Essa pesquisa é fruto da cooperação de pesquisadores do MASTER-USP e CPTEC-INPE, a qual efetiva a premissa inicial em que foi idealizado o SCANTEC que é o seu desenvolvimento comunitário, abrindo novas perspectivas para outras contribuições na comunidade nacional e panamericana. Essa pesquisa cooperativa passa a ter destaque e relevância no contexto do MONAN, pois o MPAS é o modelo recentemente escolhido para compor seu núcleo dinâmico e os resultados a serem

¹ E-mail: victor.ranieri@usp.br

² E-mail: luiz.sapucci@inpe.br

³ E-mail: danilo.oceano@usp.br, ricamarg@usp.br

obtidos poderão contribuir no processo de validação e evolução do sistema. Nessa etapa do trabalho, a ferramenta encontra-se ainda em fase de implementação, de modo que serão apresentados os passos necessários para adaptar as rotinas do MODE de forma que o MPAS possa ser avaliado e comparado com demais modelos e observações.

Palavras-chave: SCANTEC. Previsões de precipitação. MONAN. SCANTEC. Precipitation forecast. MONAN.

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

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

RESUMO

Projetos espaciais envolvendo missões para Júpiter e seus satélites são de grande interesse para a comunidade científica em geral. Uma parcela considerável do orçamento dedicado a estas missões é destinada ao deslocamento da espaçonave pelo Sistema Solar. Métodos de transferência convencionais entre os sistemas terrestre e joviano envolvem grandes veículos lançadores e queimas propulsivas altamente energéticas, e são calculadas em soluções consecutivas (*Patched-Conics*) de sistemas de dois corpos – onde dois corpos massivos atraem-se mutuamente pela gravitação. Ao considerar, no entanto, regimes mais complexos como, por exemplo, a presença de três ou mais corpos, uma ampla gama de dinâmicas revela-se para a determinação de trajetórias interplanetárias muito mais econômicas. Uma usualmente tratada é dada pelo Problema Restrito e Circular dos Três Corpos, que leva em conta as interações gravitacionais dos corpos primários sobre a espaçonave, descritas pelos canais dinâmicos conhecidos como variedades invariantes. Esses canais são frutos da instabilidade destes sistemas, e fluem a partir de órbitas periódicas em volta dos pontos lagrangianos – soluções espaciais características das equações diferenciais. Uma fundamentação teórica acerca dos principais tópicos de dinâmica orbital foi realizada, que explora desde as leis de Kepler e a solução newtoniana do Problema de Dois Corpos até a dinâmica de três corpos aplicada por todo o Sistema Solar, possibilitando, assim, a utilização destes conceitos em simulações numéricas, que foram capazes de inferir não apenas a vantagem energética das trajetórias de baixa energia baseadas nas variedades invariantes, assistências e ressonâncias gravitacionais, como também a desvantagem temporal destas em relação aos métodos convencionais. Todavia, este tempo de deslocamento também pode ser substancialmente reduzido com pontuais aumentos nos gastos propulsivos, o que confere uma flexibilidade da aplicação deste conceito de acordo com o tipo de missão

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

² E-mail: antonio.prado@inpe.br

³ E-mail: antonio.brum@ufabc.edu.br

cogitado, englobando desde pequenos satélites com propulsão alternativa até espaçonaves robustas, e garante a participação de mais agentes no setor espacial.

Palavras-chave: Trajetórias de baixa energia. Problema restrito circular dos três corpos. Pontos lagrangianos. Variedades invariantes.

ESTUDO DA ARQUITETURA DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO EM REDES 5G

Victor de Vasconcelos Carvalho¹ (UFABC, Bolsista PIBIC/CNPq)
Edésio Hernane Paulicena² (INPE, Orientador)
Luiz Henrique Bonani³ (UFABC, Coorientador)

RESUMO

Este trabalho de pesquisa tem como tema o estudo da arquitetura de segurança da informação em redes 5G. Possui um ano e sete meses de duração até o presente momento, portanto, a pesquisa ainda segue em progresso. A finalidade deste trabalho é verificar os níveis de segurança da rede 5G através de testes em um ambiente virtual simulado. Podemos observar que com a chegada das redes 5G, a infraestrutura de comunicação se torna mais complexa, o que traz um significativo aumento nas possíveis ameaças e vulnerabilidades da rede, o que pode influenciar nos serviços oferecidos pela rede 5G, como por exemplo, a comunicação em larga escala entre dispositivos IOT. Além disso, o 5G possibilita um troca de informações mais rápida e abrangente, o que significa que uma quantidade significativa de dados pessoais será transmitida por essas redes. Através deste trabalho, será possível verificar os níveis de segurança dos protocolos utilizados pelo 5G, verificar os serviços fornecidos pela rede e acompanhar a qualidade dos mesmos, podendo também ser disponibilizado para o uso empresarial. Este trabalho foi desenvolvido em etapas, sendo elas, o estudo da arquitetura 5G, incluindo a evolução da telecomunicação para aprofundamento do tema; implementação de um ambiente virtual para alocar o simulador de redes 5G; o estudo da arquitetura de segurança para a verificação prática dos níveis de segurança da rede e recentemente, a implementação do simulador aos servidores do LIT e acesso realizado via VPN para configuração compartilhada e remota. Neste momento a terceira e quarta fases estão sendo desenvolvidas. Nesta etapa é feita a verificação dos níveis de segurança da rede através de testes conduzidos durante a comunicação entre as partes que integram o núcleo do 5G, juntamente com a atualização e configuração do simulador nos servidores utilizados.

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

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

Mudanças de uso e cobertura da terra geram impactos em diversos ecossistemas que subsidiam e propiciam o sustento da vida e saúde terrestres. Essas mudanças podem resultar em alterações ambientais como perda de biodiversidade, alterações nos serviços ecossistêmicos e podem contribuir para desastres ambientais. Para compreender e mitigar esses impactos, é essencial obter informações precisas sobre a cobertura da terra. Tradicionalmente, dois métodos são empregados na captura dessas informações: pesquisas de campo e processamento de imagens de sensoriamento remoto. Atualmente, diversos sistemas buscam a padronização de classes de cobertura da terra, porém, comumente apresentam limitações associadas à abrangência de dados na representação de áreas de estudos, e principalmente subjetividade, já que diferentes observadores podem interpretar de diferentes maneiras uma mesma área, resultando em grandes inconsistências de dados. O presente trabalho busca mitigar essas inconsistências através da obtenção de limiares para classes de cobertura. Para isso, imagens aéreas obtidas em campo através de veículos aéreos não tripulados (VANT), na região do Baixo Tapajós entre os anos de 2016 e 2017, foram utilizadas. Durante esses períodos, foram obtidas 5158 fotos VANT de diferentes feições do Baixo Tapajós. Cada imagem desse conjunto foi analisada individualmente e comparadas a imagens de satélite de múltiplos sensores para a seleção de 138 fotografias aéreas que possuem visada nadir e classe identificada em campo/imagem de satélite. São as classes identificadas: Área em pousio (10 imagens), Culturas (22 imagens), Vegetação secundária de estágio inicial (10 imagens), Vegetação secundária de estágio intermediário (5 imagens), Floresta degradada (14 imagens), Floresta madura (32 imagens), Pasto sujo (6 imagens), Pasto degradado (1 imagem), Pasto Limpo (38 imagens). Para cada imagem selecionada, aplicou-se uma grade com

¹ E-mail: william.zanon@unesp.br

² E-mail: sidnei.santanna@inpe.br

³ E-mail: mariane.reis@inpe.br

resolução 10m X 10m. Quantificou-se então a fração de cada célula ocupada pelos elementos que compõem a cobertura da terra: gramíneas, árvore grande, árvore média, árvore pequena, solo exposto, milho, matéria orgânica em decomposição e palmeiras. Como continuidade ao trabalho, espera-se utilizar esses dados para avaliar estimativas feitas em campo, propor limiares mais adequados para a definição menos subjetiva de classes e refinar chaves de interpretação para imagens de satélite. Ao fim do trabalho, espera-se que os limiares obtidos forneçam amparo para futuros estudos e análises, reduzindo significativamente subjetividade na definição de classes de cobertura.

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

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

Yves Pablo Costa Rêgo¹ (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
Kátia Alves Arraes² (INPE, Orientadora)
Melquisedec Medeiros Moreira³ (INPE, Coorientador)

RESUMO

A Caatinga é um importante bioma brasileiro, contendo alta biodiversidade; portanto, é necessário compreender e monitorar como ela se dispõe. O projeto teve como objetivo mapear a dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga, em municípios do Rio Grande do Norte, utilizando geotecnologias. Para isso, foi empregada a plataforma *Google Earth Engine* com imagens do satélite *Sentinel-2* e o algoritmo de aprendizado de máquina *Random Forest*, de modo a classificar as imagens dos municípios de acordo com classes temáticas definidas. Uma etapa fundamental nesse processo foi a obtenção de cenas de satélite adequadas, livres de nuvens e sombras, ou com obstruções mínimas, que não interferissem na visualização do solo nem no aprendizado de máquina, para possibilitar a classificação posterior. Observou-se que, em alguns municípios, houve dificuldade em obter imagens satisfatórias devido à presença de nuvens e sombras. Para superar essas obstruções, utilizaram-se filtros baseados na porcentagem de cobertura de nuvens dos próprios dados das imagens. Em casos onde essa abordagem não foi suficiente, foram investigados e aplicados algoritmos de mascaramento de sombras e nuvens para mitigar ou remover essas obstruções e obter imagens adequadas para classificação. Os resultados das cenas obtidas após a aplicação algorítmica foram promissores, com suas classificações resultantes possuindo alta acurácia, indicando a possível adoção de uma nova técnica em potencial no projeto para lidar com tais obstáculos. Dessa forma, por meio das geotecnologias, o projeto visa, através de diversas técnicas e como resultado final, auxiliar no monitoramento do uso e ocupação do solo na Caatinga, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a preservação do bioma e de sua biodiversidade.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Google Earth Engine. Sentinel-2. Algoritmos de mascaramento. Mascaramento de nuvens e sombras. Cloud and shadow masking.

¹ E-mail: yves.costa@inpe.br

² E-mail: katia.arraes@inpe.br

³ E-mail: melquisedec.moreira@inpe.br