



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



EDITAL Nº 100/2024/SEI-INPE

Edital 100/2024

Programa de Pós-Doutoramento sem Bolsa

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) torna público o presente Edital e convida os interessados a se inscreverem, nos termos aqui estabelecidos.

1 – Objeto

O presente Edital tem por finalidade a seleção de pesquisador que contribua para a execução de projeto de pesquisa e desenvolvimento, no âmbito do Programa de Pós-Doutoramento sem Bolsa.

1. – Projetos de pesquisas

Código	Projeto	Localidade
01	Caracterização de regiões ativas solares usando aprendizado de máquina	São José dos Campos

1.2 – Do detalhamento dos projetos

Os projetos aprovados no presente Edital serão realizados nas Unidades Técnico-Científicas do INPE, conforme especificado no item 1.1. O detalhamento dos projetos, assim como o perfil do respectivo pós-doutorando, constantes no **anexo I, são estabelecidos: pelo supervisor, Comitê Assessor (CA) da área à qual o supervisor está vinculado, com a anuência do Coordenador Geral da área.**

2 – Cronograma

FASES	DATA
Inscrições	de 10 a 14/10/2024
Divulgação preliminar das inscrições homologadas	A partir de 15/10/2024
Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas preliminarmente	01 (um) dia útil a partir da divulgação
Divulgação final das inscrições homologadas	A partir de 21/10/2024
Divulgação do resultado preliminar	A partir de 29/10/2024
Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	01 (um) dia útil a partir da divulgação
Resultado final	A partir de 31/10/2024

3 – Critérios de elegibilidade:

3.1 – Os critérios de elegibilidade indicados abaixo são obrigatórios e sua ausência resultará no indeferimento da proposta.

3.2 – Quanto ao Candidato:

3.2.1 – O candidato deve atender, obrigatoriamente, aos itens abaixo:

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, **atualizado** até a data limite para submissão;
- c) Ter perfil e experiência adequados ao projeto;
- d) Possuir título de doutor;
- e) Ser servidor e/ou funcionário público concursado que atue em entidade ou órgão público da Administração Direta, bem como Indireta, seja autarquia, fundação, sociedade de economia mista ou empresa pública, nos níveis federal, estadual, distrital e/ou municipal.

3.3 – Quanto à Instituição de Execução do Projeto:

3.3.1 – O projeto será executado nas unidades do INPE, conforme indicado na tabela do item 1.1 deste Edital. Seguem abaixo os endereços das unidades:

INPE – São José dos Campos (SP) - SEDE

Av. dos Astronautas, 1758 – Jardim da Granja

CNPJ: 01.263.896/0005-98

Caixa Postal: 515

CEP: 12227-010

INPE Cachoeira Paulista (SP)

Rodovia Presidente Dutra, km 40 SP/RJ

CNPJ: 01.263.896/0016-40

Caixa Postal: 01

CEP: 12630-970

INPE Santa Maria (RS)

Coordenação Espacial Regional Sul do INPE - COESU

Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Caixa Postal: 5021

CEP: 97105-970 Santa Maria, RS

Prédio INPE

INPE Natal (RN)

Coordenação Espacial Regional Nordeste do INPE - COENE

Rua Carlos Serrano, 2073 - Lagoa Nova

CNPJ: 01.263.896/0007-50

CEP: 59076-740

INPE Eusébio (CE)

Coordenação Espacial Regional Nordeste do INPE - COENE

Estrado do Fio, 5624-6140 – Mangabeira

CEP: 61760-000

INPE Belém (PA)

Coordenação Espacial Regional do INPE na Amazônia - COEAM

Prédio 50

Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá

Av. Perimetral, 2651

CEP 66077-830

Belém - PA - Brasil

4 – Recursos Disponibilizados

4.1 – O INPE fornecerá infraestrutura física (acesso a sala, computador, internet, telefone, Biblioteca Central, laboratórios, etc.) ao pós-doutorando sem bolsa, necessária ao desenvolvimento do Projeto de Pesquisa de Pós-Doutorado aprovado.

§1º. O INPE, **em nenhum momento**, pagará recompensa financeira a título de bolsa ou remuneração para o Pós-Doc.

5 – Vigência do Programa de Pós-Doutorado

5.1.1 – O período para o pós-doutorado será de, no mínimo, 06 (seis) meses e, no máximo, de 12 (meses), podendo ser prorrogado por mais tempo, não excedendo a 12 (meses) de prorrogação, totalizando 24 (vinte e quatro) meses, **consecutivos ou não** em se tratando de um mesmo projeto.

B	Adequação do perfil do proponente ao projeto a ser apoiado.	1,0	0,0 a 10
C	Experiência prévia do proponente em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação na área do projeto de pesquisa selecionado.	1,0	0,0 a 10

7.1.1.1 – As informações relativas aos critérios de julgamento A, B e C, descritas no item 7.1.1, deverão constar no CV Lattes do proponente.

7.1.1.1.1 - A avaliação dos critérios de Julgamento A, B e C será feita com base nas informações constantes no CV Lattes submetido junto com a inscrição do candidato. Alterações do CV Lattes realizadas após o ato de inscrição não serão consideradas.

7.1.2 – A pontuação final de cada proposta será aferida pela média ponderada das notas atribuídas para cada item.

7.1.3 – Em caso de empate, a Comissão de Avaliação considerará a proposta com a maior nota no critério A, seguidas das maiores notas nos critérios B e C, respectivamente.

7.1.3.1 – Persistindo o empate, a Comissão de Avaliação deverá analisar as propostas empatadas e definir a sua ordem de classificação, apresentando de forma fundamentada as razões e motivos.

7.2 – Etapas do Julgamento

7.2.1 – Etapa I – Homologação da Inscrição

7.2.1.1 – Esta etapa, a ser realizada pela DIFPD, consiste na confirmação do recebimento dos documentos apresentados quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 3.2 desta Chamada.

7.2.2 – Etapa II – Classificação pela Comissão de Avaliação do Programa de Pós-Doutoramento

7.2.2.1 – A composição e as atribuições da Comissão de Avaliação do Programa de Pós-Doutoramento seguirão as disposições contidas na Portaria N° 1187/2024/SEI-INPE.

7.2.2.2 – A pontuação final de cada proposta será aferida conforme estabelecido no item 7.1.

7.2.2.3 – Todas as propostas avaliadas serão objeto de parecer de mérito consubstanciado, contendo a fundamentação que justifica a pontuação atribuída.

7.2.2.4 – Após a análise de mérito e relevância de cada candidato, a **Comissão deverá recomendar:**

a) aprovação; ou

b) não aprovação.

7.2.2.5 – O parecer da Comissão de Avaliação será registrado em Planilha de Julgamento, contendo a relação dos candidatos, com as respectivas pontuações finais, assim como outras informações e recomendações pertinentes.

a) propostas avaliadas com **média final 6,0 ou menor** serão consideradas **não aprovadas**.

7.2.2.8 – A Planilha de Julgamento será assinada pelos membros da Comissão de Avaliação do Programa de Pós-Doutoramento.

8 – Resultado Preliminar do Julgamento

8.1 – A relação de todos os candidatos julgados, aprovados e não aprovados, será divulgada na página eletrônica do INPE, disponível na Internet no endereço <https://www.gov.br/inpe/pt-br/area-conhecimento/fomento-a-pesquisa-e-desenvolvimento/pos-doc/resultados>

9 – Recursos Administrativos

9.1 – Recurso Administrativo do Resultado Preliminar da Avaliação

9.1.1 – Caso o proponente tenha justificativa para contestar o resultado preliminar do julgamento, poderá apresentar recurso em formulário eletrônico específico, disponível no endereço <https://www.gov.br/inpe/pt-br/area-conhecimento/fomento-a-pesquisa-e-desenvolvimento/pos-doc/programa-de-pos-doutoramento-sem-bolsa-no-inpe>, no prazo de 02 (dois) dias úteis a contar da publicação do resultado na página do INPE.

10 – Da Avaliação

10.1 – O pós-doutorando deverá elaborar relatório e será submetido a avaliação por parte de seu supervisor. Qualquer reprovação em um dos relatórios de avaliação implicará o desligamento do pós-doutorando, cabendo recurso da decisão ao Coordenador da Área onde se encontra lotado seu supervisor, sendo permitida, em caso de indeferimento, a apresentação de um segundo e último recurso a esta mesma instância.

10.1.1 – O(s) relatório(s) de avaliação produzido(s) deverá(ão) ser encaminhado(s) ao Supervisor do pós-doutorando e à DIFPD, através do endereço eletrônico difpd@inpe.br

11 – Disposições Gerais

11.1 – O presente Edital regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do artigo 37 da Constituição Federal e pelas disposições da Lei nº 8.666/93.

11.2 – A qualquer tempo, o presente Edital poderá ser revogado ou anulado, no todo ou em parte, seja por decisão unilateral da Direção do INPE, seja por motivo de interesse público ou exigência legal, em decisão fundamentada, sem que isso implique direito à indenização ou reclamação de qualquer natureza.

11.3 – A Direção do INPE reserva-se o direito de resolver os casos omissos e as situações não previstas no presente Edital.

(assinado eletronicamente)
Joaquim Pedro Barreto
Chefe da Divisão de Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento

ANEXO I DO EDITAL Nº 100/2024

Projeto 1: Caracterização de regiões ativas solares usando aprendizado de máquina

1.1 – Introdução

Explosões solares (com acrônimo SF, do inglês, *solar flares*) estão dentre os eventos que advém da liberação súbita de energia armazenada nas linhas do campo magnético do Sol. Essas explosões emitem grande quantidade de radiação e partículas a altas velocidades para a heliosfera. A esses eventos sucedem-se as ejeções de massa coronal (CME, de *coronal mass ejection*) e as ejeções de massa coronal interplanetária (ICME, de *interplanetary coronal mass ejection*). Ainda que nem toda SF esteja associada a uma CME, e vice-versa; os três fenômenos podem ser analisados em sequência desde observações no Sol, evolução no meio interplanetário e chegada à Terra [Schwenn et al. 2005, Schwenn 2006]. Uma estrutura peculiar nas ICMEs é nomeada nuvem magnética (MC, de *magnetic cloud*) ou, de modo mais amplo, tubo de fluxo (FR, de *flux rope*) [Burlaga et al. 1981, Rosa Oliveira et al. 2021].

Esses fenômenos possuem potencial para afetar nossa sociedade, por causa da dependência tecnológica atual, causando interrupções em sistemas de comunicação, redes elétricas e satélites. Por esse motivo, inúmeras missões são realizadas para obtenção de dados *in situ*, complementando os dados obtidos na superfície terrestres, cujo objetivo é monitorar do Sol, o Meio Interplanetário a Magnetosfera da Terra e a Ionosfera, propiciando previsões do Clima Espacial.

Os dados obtidos nestas missões estão disponíveis em grande volume para a comunidade científica oportunizando a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina (ML, de *machine learning*) para classificar, analisar e, possivelmente, prever esses fenômenos, minimizando os riscos associados [Camporeale 2019, Asensio Ramos et al. 2023]. De modo geral, algoritmos ML permitem a construção de modelos de previsões automatizadas ou semi-automatizadas baseada em dados previamente rotulados.

Diferentemente de algoritmos determinísticos com a descrição explícita dos procedimentos a serem realizados para obtenção do resultado esperado, são fornecidos exemplos ao algoritmo ML e este constrói um modelo a partir dos padrões de relações entre os dados de entrada e o resultado esperado. Diversas estratégias podem ser utilizadas nesse contexto envolvendo aprendizado supervisionado, não supervisionado ou por reforço; modelos lineares, redes neurais, redes neurais profundas e redes neurais convolucionais; tendo como resposta final uma predição, classificação, clusterização ou a geração de informação - como nos modelos generativos ou *generative AI*. Pesquisas nesta área demandam grande poder computacional de processamento, porém há estratégias - como o ajuste fino (ou *fine tuning*) de modelos pré-treinados - que permitem resultados com menor custo computacional.

No contexto de previsão de SF, os autores em [Leka et al. 2019] operacionalizaram uma primeira comparação consistente de modelos ML. Atualmente, houve um aumento significativo de acessibilidade e disponibilidade dados, possibilitando a ampliação de pesquisas e variedade de sistemas de previsão de SF. São exemplos dessa realidade, os dados provenientes do instrumento *Helioseismic and Magnetic Imager* (HMI), do satélite *Solar Dynamics Observatory* (SDO) [Pesnell, Thompson e Chamberlin 2012, Scherrer et al. 2012, Centeno et al. 2014, Hoeksema et al. 2014].

Ao mesmo tempo, a evolução e disponibilidade de computadores de maior potencial de processamento, através de GPUs por exemplo, permitem a adaptação de métodos de visão computacional e aprendizado profundo para realizar previsões de SF [Asensio Ramos et al. 2023]. Uma das abordagens a ser estabelecida é baseada na caracterização de regiões ativas solares, obtida através das informações locais extraídas de imagens de magnetogramas solares, cujos modelos têm evoluído e podem se tornar operacionais.

Uma perspectiva com potencial a ser explorada nesta área, pela característica dos dados, é a utilização de redes profundas relacionadas a textura. A técnica de textura está associada ao sentido humano do tato ao tocar qualquer superfície [Oliveira 2016]. A análise de imagem baseada na interpretação visual dessa sensação consiste então no desenvolvimento ou aplicação de descritores que indicam computacionalmente características de suavidade, aspereza e regularidade nas imagens [da Silva et al. 2016]. Nesse contexto, RADAM (*random encoding of aggregated deep activation maps*) é uma abordagem recente que explora as saídas de redes convolucionais profundas pré-treinadas [Scabini et al. 2023], com proposta diferente do *fine tuning*. O método RADAM reduz consideravelmente o tempo de treinamento e apresenta-se no estado da arte para diferentes tarefas de análise de texturas utilizando diferentes capacidades computacionais.

Com isso, esse projeto de pesquisa propõem o aprofundamento na temática de aplicação de aprendizado de máquina no monitoramento do Clima Espacial, proporcionando contribuições tanto junto ao Programa de Clima Espacial – EMBRACE como na Missão Galileo Solar Space Telescope (GSST), dentre outros projetos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este projeto está vinculado ao TAP 01340.003293/2021-21.

1.2 - Objetivo Geral

Este projeto de pesquisa será desenvolvido para responder a seguinte questão:

Quais são as características das regiões ativas solares, que sabidamente houve explosões solares, que podem ser definidas a partir das aplicações de aprendizado de máquina?

1. - Objetivos Específicos

OE-1 - Realização de pesquisa bibliográfica sobre o estado da arte em aprendizado de máquina e sobre a dinâmica e características de regiões ativas solares;

OE-2 - Organização/Análise de banco de dados;

OE-3 - Implementação computacional e desenvolvimento de modelos aprendizado de máquina;

OE-4 - Análise de resultados, revisão do banco de dados e ajuste dos modelos

OE-5 - Submissão de artigo e participação em congressos da área.

1.3 - Perfil do Pós-Doutorando

Formação Acadêmica/ Titulação	Áreas de Experiência	Meses	Quantidade

Doutorado em Física, Matemática ou áreas afins	Inteligência Artificial e estudos de Clima Espacial	12	1
---	---	----	---

1.4 - Atividades de Execução e Cronograma

	2025 semestre	
Indicadores	1º	2º
PR - 1	Relatório finalizado	
PR - 2	Banco de dados estabelecido	
PR - 3	Código implementado	Código treinado
PR - 4		Relatório finalizado
PR - 5		Artigos submetidos

1.5 - Produtos Desenvolvidos

Atividades	Identificador	Produtos
OE - 1	PR-1	Relatórios técnico-científico

OE - 2	PR-2	Banco de dados
OE - 3	PR-3	Códigos
OE - 4	PR-4	Relatórios técnico-científico
OE - 5	PR-5	Artigos

1.6 - Resultados Esperados

De modo específico, este projeto visa atrair pesquisador com experiências na área Inteligência Artificial e estudos de Clima Espacial para pesquisas em conjunto com o Grupo de Pesquisas de Física Solar da Divisão de Heliofísica, Ciências Planetárias e Aeronomia - DIHPA, da Coordenação Geral de Engenharia e Ciências Espaciais - CGCE.

A abordagem proposta é de aplicar técnicas de aprendizado de máquina a imagens solares, considerando diferentes comprimentos de onda, portanto em diferentes altitudes na atmosfera solar, ao longo do tempo, em períodos que ocorreram explosões solares. Assim, espera-se como resultado um modelo que evidencie e monitore indícios na configuração magnética das regiões ativas solares, conforme dinâmica registrada nos dados, a fim de caracterizar a ocorrência de explosões solares.

A abordagem envolverá, portanto, atualização de conhecimento da equipe sobre a dinâmica das regiões ativas solares. Esse resultado será materializado em artigos científicos, relatórios técnicos e apresentações em eventos científicos; conforme indicadores de atividades OE-1, OE-4, OE-5 e produtos PR-1, PR-4 e PR-5. Bem como, a abordagem demanda estruturação de banco de imagens e desenvolvimento de rotinas computacionais que suportarão este e outros projetos nesta linha de pesquisa; atingindo indicadores OE-2, OE-3, PR-2 e PR-3.

De modo mais amplo e indireto, pretende-se estabelecer e consolidar parcerias de pesquisa do INPE com a instituição na qual o pós-doutorando está vinculado. Bem como, reforçar relações em grupo de estudos envolvendo os professores Dr. Luis Eduardo Antunes Vieira e Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos e outros pós-graduandos, fomentando ações futuras alinhada à temática deste projeto. Haja vista a possibilidade de contribuições junto ao Programa de Clima Espacial – EMBRACE e à Missão Galileo Solar Space Telescope (GSST).

Conseqüentemente, espera-se fomentar iniciações científicas com alunos de graduação de outras instituições sob orientação do pós-doutorado e coorientação nos Programas de Pós-Graduação do INPE, ampliando assim a formação e renovação de recursos humanos de qualidade para evolução da pesquisa científica regional e nacional.

1.7 – Equipe

Supervisor:	Marlos Rockenbach da Silva	(SEPGR/COEPE -INPE)

Colaboradores:	Luis Eduardo Vieira	(DHIPA/CGCE - INPE)
	Bruno Garcia	(Doutorando PGGES - INPE)
	José Matheus	(Doutorando PGGES - INPE)
	Christofher do Vale Pena	(Doutorando PGGES - INPE)
	Idowu Raji	(Doutorando PGCAP - INPE)
Pós-doutorando:	Candidato selecionado	

1.8 – Referências

[Asensio Ramos et al. 2023]Asensio Ramos, A. et al. Machine learning in solar physics. *Living Reviews in Solar Physics*, v. 20, n. 1, p. 4, dez. 2023.

[Burlaga et al. 1981]BURLAGA, L. et al. Magnetic loop behind an interplanetary shock: Voyager, helios, and imp 8 observations. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Wiley Online Library, v. 86, n. A8, p. 6673–6684, 1981.

[Camporeale 2019]CAMPOREALE, E. The challenge of machine learning in space weather: Nowcasting and forecasting. *Space Weather*, v. 17, n. 8, p. 1166–1207, 2019. Disponível em:

<<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018SW002061>>.

[Centeno et al. 2014]Centeno, R. et al. The Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) Vector Magnetic Field Pipeline: Optimization of the Spectral Line Inversion Code. *Solar Phys.*, v. 289, n. 9, p. 3531–3547, set. 2014.

[da Silva et al. 2016]da Silva, N. R. et al. Leaf epidermis images for robust identification of plants. *Scientific Reports*, v. 6, p. 25994, maio 2016.

[Hoeksema et al. 2014]Hoeksema, J. T. et al. The Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) Vector Magnetic Field Pipeline: Overview and Performance. *Solar Phys.*, v. 289, n. 9, p. 3483–3530, set. 2014.

[Leka et al. 2019]Leka, K. D. et al. A Comparison of Flare Forecasting Methods. II. Benchmarks, Metrics, and Performance Results for Operational Solar Flare Forecasting Systems. , v. 243, n. 2, p. 36, ago. 2019.

[Oliveira 2016]OLIVEIRA, M. W. da S. *Análise de textura em imagens de folha para diagnose nutricional precoce em culturas de milho*. Tese (Doutorado) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, 2016.

[Pesnell, Thompson e Chamberlin 2012]Pesnell, W. D.; Thompson, B. J.; Chamberlin, P. C. The Solar Dynamics Observatory (SDO). *Solar Phys.*, v. 275, n. 1-2, p. 3–15, jan. 2012.

[Rosa Oliveira et al. 2021]Rosa Oliveira, R. A. et al. Resolving the Ambiguity of a Magnetic Cloud's Orientation Caused by Minimum Variance Analysis Comparing it with a Force-Free Model. *Solar Phys.*, v. 296, n. 12, p. 182, dez. 2021.

[Scabini et al. 2023]SCABINI, L. et al. Radam: Texture recognition through randomized aggregated encoding of deep activation maps. *Pattern Recognition*, v. 143, p. 109802, 2023. ISSN 0031-3203. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320323005009>>.

[Scherrer et al. 2012]Scherrer, P. H. et al. The Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) Investigation for the Solar Dynamics Observatory (SDO). *Solar Phys.*, v. 275, n. 1-2, p. 207–227, jan. 2012.

[Schwenn 2006]Schwenn, R. Space Weather: The Solar Perspective. *Living Rev. Sol. Phys.*, v. 3, p. 2, ago. 2006.

[Schwenn et al. 2005]SCHWENN, R. et al. The association of coronal mass ejections with their effects near the earth. *Annales Geophysicae*, v. 23, n. 3, p. 1033–1059, 2005.



Documento assinado eletronicamente por **Joaquim Pedro Barreto, Chefe da Divisão de Fomento a Pesquisa e Desenvolvimento**, em 08/10/2024, às 14:59 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.mcti.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **12306742** e o código CRC **3DEC4834**.