

EDITAL Nº 22/2021/SEI-INPE

Chamada Pública 01/2021

Programa de Capacitação Institucional - PCI/INPE

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) torna pública a presente Chamada e convida os interessados a apresentarem propostas, nos termos aqui estabelecidos.

1 – Objeto

A presente Chamada tem por finalidade a seleção de especialistas, pesquisadores, tecnólogos e técnicos que contribuam para a execução de projetos de pesquisa e desenvolvimento, no âmbito do Programa de Capacitação Institucional - PCI. Nesta Chamada Pública haverá bolsas de longa duração, de até 60 meses de vigência.

1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:

Os seguintes projetos de pesquisa serão apoiados no âmbito do Subprograma de Capacitação Institucional:

CÓDIGO	SUBPROJETO	MODALIDADE	LOCALIDADE
5.1.1	Montagem e testes de um protótipo intermediário de espectro polarímetro solar	DB	São José dos Campos
5.2.1	Recuperação dos softwares para a reativação da Rede LEONA	DB	São José dos Campos
5.3.1	Estudo de ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera no setor Brasileiro	DB	São José dos Campos
5.4.1	Desenvolvimento de um imageador tipo all-sky para pesquisas na alta atmosfera e ionosfera	DE	São José dos Campos
5.5.1	Desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	DA	São José dos Campos
5.6.1	Implementação de um modelo 2D de previsão de ocorrência de bolhas de plasma	DB	São José dos Campos
5.7.1	Implementação de um modelo de propagação de ondas de gravidade de média escala (MSTID) por meio da técnica de Ray Tracing	DB	São José dos Campos
5.8.1	Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Hardware para Integração com os Dados Astronômicos do Rádio Telescópio BINGO	E1	São José dos Campos

5.9.1	Estudo de ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera na região Amazônica	DD	Manaus
5.10.1	Avaliação do comportamento de parâmetros interplanetários na modelagem magneto-hidrodinâmica: estudo de caso	DB	São José dos Campos
5.11.1	Variação geomagnética e obtenção do campo geoeletrico em território brasileiro	DB	São José dos Campos
5.12.1	Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4	DB	São José dos Campos

1.2 – Do detalhamento dos projetos:

Os projetos a serem apoiados pela presente Chamada serão realizados nas Unidades Técnico-Científicas do INPE, conforme especificado no item 1.1. O detalhamento dos projetos, assim como o perfil do respectivo bolsista a ser selecionado, pode ser consultado no **Anexo I**.

2 – Cronograma

FASES	DATA
Inscrições	de 24/08 a 29/08/2021
Prazo para impugnação da Chamada	Até 25/08/2021
Divulgação preliminar das inscrições homologadas	06/09/2021
Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas	08/09/2021
Divulgação final das inscrições homologadas	13/09/2021
Divulgação do resultado preliminar	A partir de 27/09/2021
Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	02 dias úteis após a divulgação do resultado preliminar

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 Proponente:

3.2.1 – O proponente, responsável pela apresentação da proposta, deve atender, obrigatoriamente, aos itens abaixo:

3.2.1.1 – Bolsa PCI-D

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, **atualizado em maio/2021** até a data limite para submissão da proposta;
- c) Ter perfil e experiência adequados à categoria/nível de bolsa PCI da proposta, conforme anexo I da RN 026/2018;
- d) Não ter tido vínculo empregatício direto ou indireto ou ter sido aposentado pela mesma instituição executora do projeto;
- e) Não acumular a bolsa pleiteada com outras bolsas de longa duração do CNPq ou de qualquer outra instituição brasileira ou estrangeira;
- f) Não possuir parentesco com ocupantes de funções gratificadas da Instituição, em atendimento ao disposto pela Lei nº 8.027, 12/04/1990, pelo Decreto nº 6.906, de 21/07/2009 e pelo Decreto 7.203/2010 de 04/06/2010;
- g) Não possuir vínculo celetista ou estatutário ou ser microempresário individual (MEI) ou sócio administrador de empresa;
- h) Não estar matriculado em curso de pós-graduação ou ser aluno especial.

3.2.1.2 - Bolsa PCI-E

- a) Não estar vinculado à instituição proponente;
- b) Não ser aposentado pela instituição executora do projeto.

3.3 – Quanto à Instituição de Execução do Projeto:

3.3.1 – O projeto será executado nas unidades do INPE, instituição de execução do Subprograma de Capacitação Institucional, conforme indicado na tabela do item 1.1 desta Chamada. 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)

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (RS) - CRCRS

Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Caixa Postal: 5021

CEP: 97105-970 Santa Maria, RS

Prédio INPE

INPE Natal (RN)

Centro Regional do Nordeste - CRCRN

Rua Carlos Serrano, 2073 - Lagoa Nova

CNPJ: 01.263.896/0007-50

CEP: 59076-740

INPE Eusébio (CE)

Centro Regional do Nordeste - CRCRN

Estrado do Fio, 5624-6140 – Mangabeira

CEP: 61760-000

4.1 – As bolsas serão operacionalizadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e financiadas com recursos no valor anual de R\$ 3.161.600,00 (três milhões, cento e sessenta e um mil e seiscentos reais), oriundos do orçamento do Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações - MCTI.

5 – Itens Financiáveis

5.1 – Bolsas

5.1.1 – Os recursos da presente chamada serão destinados ao financiamento de bolsas na modalidade **PCI**, na sua categoria D e E, nos seus diferentes níveis.

1. – A implementação das bolsas deverá ser realizada dentro dos prazos e critérios estipulados para cada uma dessas modalidades, conforme estabelecido nas normas do CNPq que regem essa modalidade.
2. – A duração das bolsas não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto.
3. – As bolsas não poderão ser utilizadas para pagamento de prestação de serviços, uma vez que tal utilização estaria em desacordo com a finalidade das bolsas do CNPq.

6 – Submissão da Proposta

6. – As propostas deverão ser encaminhadas ao INPE exclusivamente via e-mail, no endereço pci.programa@inpe.br, utilizando-se o Formulário Inscrição para Bolsa PCI/INPE, disponível no link http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-inscricao-para-bolsa-pci_v4.pdf

6.2 – O horário limite para submissão das propostas ao INPE será até às 23h59 (vinte e três horas e cinquenta e nove minutos), horário de Brasília, da data descrita no **CRONOGRAMA**, não sendo aceitas propostas submetidas após este horário.

6.2.1 – Recomenda-se o envio das propostas com antecedência, uma vez que o INPE não se responsabilizará por aquelas não recebidas em decorrência de eventuais problemas técnicos e de congestionamentos. **Formulário de inscrição preenchidos erroneamente ou incompletos serão considerados indeferidos.**

6.2.2 – Caso a proposta seja enviada fora do prazo de submissão, ela não será aceita, razão pela qual não haverá possibilidade da proposta ser acolhida, analisada e julgada.

6.3 – Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico pci.programa@inpe.br ou pelo telefone (12) 3208-7646 ou 3208-7645.

6.3.1 – O atendimento a que se refere o item 6.3 encerra-se impreterivelmente às 17h, em dias úteis, e esse fato não será aceito como justificativa para envio posterior à data limite.

6.3.2 – É de responsabilidade do proponente entrar em contato com o INPE em tempo hábil para obter informações ou esclarecimentos.

6.4 – Todos os candidatos devem preencher o formulário de parentesco, http://www.inpe.br/pci/solicitacao_bolsa/ e enviar juntamente com a ficha de inscrição e o currículo Lattes no momento da inscrição.

6.5 – O Formulário Inscrição para Bolsa PCI/INPE deverá ser preenchido com os dados do proponente e enviado por e-mail, como anexo, juntamente com o Currículo Lattes **atualizado em maio/2021**, até data limite para submissão da proposta. Inscrições enviadas **sem formulário de parentesco ou sem Currículo Lattes ou com data de atualização anterior a maio de 2021 não serão aceitas.**

6.6 – Cada proponente poderá se candidatar a, **no máximo, 03 dos projetos** listados no item 1.1.

6.7 – Na hipótese de envio de mais de uma proposta pelo mesmo proponente, para o mesmo projeto, será considerada para análise apenas a última proposta recebida.

7 – Julgamento

7.1 – Critérios do Julgamento

7.1.1 – Os critérios para classificação das propostas quanto ao mérito técnico-científico são:

Critérios de análise e julgamento		Peso	Nota
A	Alinhamento do histórico acadêmico e profissional do proponente às competências e atividades exigidas à execução do projeto.	3,0	0,0 a 10
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 – As informações contidas no campo “Breve Descrição da Experiência”, do formulário de inscrição, poderão ser utilizadas para análise da Comissão de Mérito, de forma complementar àquelas apresentadas no CV Lattes, instrumento essencial para análise e julgamento.

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

7.1.2 – Para estipulação das notas serão utilizadas até duas casas decimais.

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

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

7.1.4.1 – Persistindo o empate, a Comissão de Avaliação de Mérito 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 – Análise pela Comissão de Pré-enquadramento

7.2.1.1 - A composição e as atribuições da Comissão de Pré-enquadramento seguirão as disposições contidas na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

7.2.1.2 – Esta etapa, a ser realizada pela Comissão de Pré-enquadramento, consiste na análise das propostas apresentadas quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 3.2 desta Chamada.

7.2.2 – Etapa II – Classificação pela Comissão de Avaliação de Mérito

7.2.2.1 – A composição e as atribuições da Comissão de Avaliação de Mérito seguirão as disposições contidas na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

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. A Comissão de Mérito poderá realizar entrevistas com todos candidatos inscritos para um mesmo subprojeto, caso julgue necessário.

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

a) aprovação; ou

b) não aprovação.

7.2.2.5 – O parecer da Comissão de Avaliação de Mérito será registrado em Planilha de Julgamento, contendo a relação das propostas recomendadas e não recomendadas por projeto, 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**.

7.2.2.6 – Para cada proposta recomendada, a Comissão de Avaliação de Mérito deverá sugerir o nível da bolsa a ser financiada.

7.2.2.7 – Durante a classificação das propostas pela Comissão de Avaliação de Mérito, o Gestor da Chamada e a Comissão de Pré-enquadramento responsável acompanharão as atividades e poderão recomendar ajustes e correções necessários.

7.2.2.8 – A Planilha de Julgamento será assinada pelos membros da Comissão de Avaliação de Mérito.

7.2.3 – Etapa III – Decisão do julgamento pelo Diretor do INPE

7.2.3.1 – O Diretor do INPE emitirá decisão do julgamento com fundamento na Nota Técnica elaborada pela Comissão de Pré-enquadramento, acompanhada dos documentos que compõem o processo de julgamento.

7.2.3.2 – Na decisão do Diretor do INPE deverão ser determinadas quais as propostas aprovadas por projeto, as respectivas classificações e níveis de bolsa recomendados.

8 – Resultado Preliminar do Julgamento

8.1 – A relação de todas as propostas julgadas, aprovadas e não aprovadas, será divulgada na página eletrônica do INPE, disponível na Internet no endereço www.inpe.br/pci

9 – Recursos Administrativos

9.1 – Recurso Administrativo do Resultado Preliminar do Julgamento

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 <http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-Recurso.pdf>, no prazo de 02 (dois) dias úteis a partir da publicação do resultado na página do INPE.

10 – Resultado Final do Julgamento pela Diretoria

10.1 – A Diretoria do INPE emitirá decisão do julgamento com fundamento na Nota Técnica elaborada pela Comissão de Mérito, acompanhada dos documentos que compõem o processo de julgamento.

10.2 – O resultado final do julgamento pela Diretoria será divulgado na página eletrônica do INPE, disponível na Internet no endereço www.inpe.br/pci e publicado, por extrato, no **Diário Oficial da União, conforme CRONOGRAMA.**

11 – Comissão de Enquadramento

11.1 – O candidato que foi aprovado, considerando o número de bolsas informado no Edital, para cada código de projeto, terá sua documentação encaminhada para análise e ratificação do resultado final pela Comissão de Enquadramento.

12 – Execução das Propostas Aprovadas

12.1 – Caberá ao coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional realizar as indicações dos bolsistas, seguida a ordem de classificação do resultado final do julgamento, após a aprovação pela Comissão de Enquadramento, conforme previsto na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

12.1.1 – No caso da aprovação de proposta do mesmo proponente, para mais de um projeto, caberá ao coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional indicar o projeto a ser atendido.

12.2 – O coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional poderá cancelar a bolsa, por rendimento insuficiente do bolsista ou por ocorrência, durante sua implementação, de fato cuja gravidade justifique o cancelamento, sem prejuízo de outras providências cabíveis em decisão devidamente fundamentada.

13 – Da Avaliação

13.1 – O desempenho do bolsista será avaliado pelo coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional.

14 – Impugnação da Chamada

14.1 – Decairá do direito de impugnar os termos desta Chamada o cidadão que não o fizer até o prazo disposto no **CRONOGRAMA.**

14.1.1 – Caso não seja impugnada dentro do prazo, o proponente não poderá mais contrariar as cláusulas desta Chamada, concordando com todos os seus termos.

14.2 – A impugnação deverá ser dirigida à Direção do INPE, através do "Formulário Recurso", disponível em <http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-Recurso.pdf>, por correspondência eletrônica, para o endereço eletrônico pci.programa@inpe.br, seguindo as normas do processo administrativo federal.

15 – Validade da Chamada Pública e Projetos

15.1 – O resultado da Chamada Pública em questão tem validade de 12 meses, a contar da data de publicação do resultado final.

15.2 – Todos os projetos, desta Chamada Pública, tem vigência de 3 meses, em decorrência da disponibilidade de recursos financeiro. Em havendo disponibilidade de recursos financeiros, a partir de fevereiro de 2022, parte ou o total dos projetos/bolsas, descrito neste Edital, poderão ser prorrogadas até 31/12/2023.

16 – Disposições Gerais

16.1 – A presente Chamada regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do artigo 37 da Constituição Federal, pelas disposições da Lei nº 8.666/93, no que couber, e, em especial, pela RN 026/2018 do CNPq e Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

16.2 – A qualquer tempo, a presente Chamada poderá ser revogada ou anulada, 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.

16.3 – A Direção do INPE reserva-se o direito de resolver os casos omissos e as situações não previstas na presente Chamada.

São José dos Campos, 23 de agosto de 2021.

Clézio Marcos de Nardin
Diretor do INPE



Documento assinado eletronicamente por **Clezio Marcos De Nardin, Diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, em 23/08/2021, às 10:14 (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 <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **8033368** e o código CRC **EF5067D5**.

**Anexo I
do Edital
Nº 22/2021**



Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.1: Montagem e testes de um protótipo intermediário de espectro polarímetro solar.

5.1.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE e está inserido no TAP Galileo Solar Space Telescope (GSST) – Phase 0/A (SEI número. 01340.003293/2021-21).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019 [1], prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. As pesquisas e os desenvolvimentos nesta área têm por objetivo entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas áreas de Astrofísica, Heliofísica, Ciências Planetárias e Aeronomia. No Plano de Trabalho celebrado entre o INPE e a Agência Espacial Brasileira (AEB), referente à Ação Orçamentária 20VB-PO 0009-2018 [2], constam metas quantitativas de realização de pesquisa científica, desenvolvimento instrumental e adequação de infraestrutura nestas áreas. Em particular, este plano de trabalho prevê o desenvolvimento, lançamento ou adequação de 4 instrumentos científicos desenvolvidos da área, a saber o instrumento Protomirax, Detector Schenberg, SPARC4 e Telescópio Solar/GSST. Este Plano de Trabalho é consonante com as metas existentes no Plano Diretor do INPE e servem para orientar os esforços científicos de pesquisa em Heliofísica do instituto. Também ligado a esta área há no Plano Direto do INPE o Objetivo Estratégico 9, referente ao Estudo em Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (EMBRACE).

Nesta área de pesquisa, destaca-se o desenvolvimento de instrumentação científica inovadora para a realização de observações heliofísicas e astrofísicas. Esta área do INPE é pioneira no desenvolvimento e utilização de instrumentação para astronomia espacial, rádio interferometria, geomagnetismo, acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial e fenômenos espaciais peculiares da região equatorial do planeta. Recentemente, um esforço grande foi dedicado ao estabelecimento de infraestrutura de processamento de dados de alto desempenho para realização de pesquisas competitivas na área de modelagem de fenômenos atmosféricos e espaciais. Também com longa tradição, merecem destaque estudos teóricos e através de análise de dados, de fenômenos físicos universais observados na interação Sol-Terra, em especial ao fenômeno de reconexão magnética.

Em particular, desde 2013, a antiga Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CGCEA), atual Coordenação Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciências Espaciais abriu chamadas de projetos de maior vulto, nas quais um projeto de desenvolvimento de um Telescópio Solar, embrião da missão “Galileo Solar Space Telescope” - GSST foi avaliado e recomendado, tendo sido iniciado seu financiamento. O projeto tem planejamento de curto, médio e longo prazo, estando atualmente na fase de testes de protótipo. O projeto foi avaliado por comissões independentes nomeadas por Comitês Assessores nos anos de 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, tendo sido sempre aprovado e financiado parcialmente. Este projeto tem como um de seus objetivos apoiar de forma parcial o projeto de desenvolvimento da Missão GSST/Telescópio Solar do INPE, através de um bolsista na área de engenharia.



A primeira fase foi dividida em duas subfases: (a) protótipo de prova de conceito (DC) e (b) protótipo avançado (PA). O protótipo de prova de conceito é uma versão funcional do instrumento a ser construído com componentes COTS para testar o controle do sistema, sincronização, aquisição de dados e conceitos de imagem, bem como as restrições do design óptico. Embora a maior parte do design óptico do protótipo de prova de conceito seja o mesmo do protótipo avançado, esta versão empregará um telescópio de 150 mm em vez de um de 500 mm. Concluímos a integração do hardware de prova de conceito em julho/2018. A maioria dos componentes críticos do protótipo de prova de conceito será transferida para os protótipos posteriores

5.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é desenvolver e projetar a instalação de um protótipo do Telescópio Solar dentro do campus do INPE para testes e identificação de correções necessárias.

Para atingir o Objetivo Geral deste projeto, serão realizados os seguintes objetivos específicos:

OE1) Projeto mecânico da estrutura do protótipo avançado do espectro polarímetro;

OE2) Projeto mecânico dos subsistemas ópticos;

OE3) Acompanhamento da manufatura da estrutura mecânica.

5.1.3 - Insumos

5.1.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visitas técnicas de membro da equipe de desenvolvimento de instrumentação científica em instituição com a qual o grupo possui colaboração	Passagem	
Visitas técnicas de membro da equipe de desenvolvimento de instrumentação científica em instituição com a qual o grupo possui colaboração	Diárias	
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros em desenvolvimento de instrumentação científica para realização de observações solares	Passagem	
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros em desenvolvimento de instrumentação científica para realização de observações solares	Diárias	

5.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.1.1	Profissional formado em Engenharia Mecânica, Geofísica Espacial, Física, Astrofísica ou áreas afins.com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em análise de dados experimentais na área de ciências espaciais ou solar, tanto de instrumentos científicos, quanto de engenharia.	1-5	D-B	3	1

5.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021		2022	2023
1. Instalação e operação de um espectro polarímetro solar no campus do INPE.	1-3	Espectro polarímetro solar com as adequações projetadas.			Projetos mecânicos em fase de desenvolvimento.		Projetos mecânicos realizados.	

5.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Instalação e operação de um espectro polarímetro solar no campus do INPE											
1. Projeto de adequações para o instrumento											
2. Testes de operação do instrumento											

5.1.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Protótipo ou subsistema de Instrumento científico para observação em Heliofísica ou Astrofísica testado.	1-3	1 * N° de relatórios de testes em protótipos				Relatório do teste no Protótipo instalado no campus do INPE.	

5.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para a realização de prospecção, concepção e elaboração de requisitos científicos e técnicos de instrumentos científicos para Ciências Espaciais (Meta 5.1 do Plano Diretor do INPE)	2-3	1 *No de prospecções, concepções e elaborações realizadas (Meta da CGCEA = 3 por PPA)				1	
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	2-3	1 * No de desenvolvimentos de projetos instrumentais				1	

5.1.8 - Recursos Solicitados

5.1.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.1.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	R\$ 12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					R\$ 12.480,00

5.1.9 Equipe do Projeto

Alisson Dal Lago
Luis Eduardo Antunes Vieira
Marlos Rothenbach da Silva
Adriany Barbosa
Franciele Carlesso

5.1.10 Referências Bibliográficas

- [1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: São José dos Campos, 2016.
- [2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.
- [3] [1] Vieira, L. E., et al. RELATÓRIO ANUAL 2015 - TELESCÓPIO SOLAR EXPERIMENTAL BRASILEIRO. sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/12.21.11.31-PRP. 2015



Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.2 – Recuperação dos softwares para a reativação da Rede LEONA

5.2.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, e está inserido no TAP Rede LEONA -Rede Colaborativa para a Investigação de Eventos Luminosos Transientes e Emissões de Alta Energia de Tempestades número 01340.003088/2021-66.

Ele está diretamente conectado com o Objetivo Específico 09 do Projeto 5: desenvolver modelos físicos, modelos computacionais e instrumentação para o estudo do acoplamento eletrodinâmico e espacial no Brasil e na América do Sul.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019, prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. As pesquisas e os desenvolvimentos nesta área têm por objetivo entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial.

Nesta área de Ciências Espaciais e Atmosféricas, destaca-se o desenvolvimento de instrumentação científica inovadora para a realização de observações heliofísicas e astrofísicas. Esta área do INPE é pioneira no desenvolvimento e utilização de instrumentação para astronomia espacial, rádio interferometria, geomagnetismo, acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial, e fenômenos espaciais peculiares da região equatorial do planeta.

Um dos aspectos da pesquisa científica sobre o acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial, realizada pelo grupo de Acoplamento Eletrodinâmico Atmosférico e Espacial – ACATMOS, envolve a observação e detecção dos fenômenos que sinalizam este acoplamento: plasmas transientes de baixa luminosidade, visíveis apenas a noite, que ocorrem na média e alta atmosfera do planeta, penetrando a região espacial do planeta, e emissões de alta energia. Os plasmas são denominados coletivamente de Eventos Luminosos Transientes – ELTs, os mais observados são os sprites halos, jatos e elves. Como os ELTs são fenômenos de baixa luminosidade, eles só são observados a noite. As emissões de alta energia são denominadas Emissões de Alta Energia de Tempestades – ALETs, sendo fótons (raios X e gama), elétrons, pósitrons e nêutrons as detectadas até o momento, todas emitidas por relâmpagos e/ou campos elétricos das nuvens tempestades que os geram. Juntas, as duas classes de fenômenos são denominadas Efeitos de Atividade Elétrica de Sistemas Convectivos – FADAS.

Com a finalidade de realizar observações de FADAS de modo consistente foi criada a Rede Colaborativa para a Investigação de Eventos Luminosos Transientes e Emissões de Alta Energia de Tempestades – LEONA na América Latina, projeto liderado pelo INPE e contribuiu para realizar a meta 5.2 do Plano Diretor 2016-2019. A rede é composta por: (a) um servidor central, estações de observação de ELTs instaladas em algumas localidades do Brasil e da Argentina, uma estação de detecção de ALETs; (b) softwares que permitem a comunicação com, e o gerenciamento de todas as estações de FADAS, e softwares instalados em cada estação que permitem a realização de observações e coleta de dados em cada uma delas. As estações de observação de



ELTs são compostas por câmeras, um suporte que permite seu direcionamento, denominado pantilt, um hardware de inserção de tempo nas imagens das câmeras, obtidos com alta precisão por uma antena GPS, hardwares de controle desses equipamentos, um computador contendo os softwares locais e demais acessórios. A estação ALETs é composta por um detecção de nêutrons com 2 módulos de detecção de nêutrons, uma unidade de controle, um computador contendo os softwares locais e acessórios.

5.2.2 – Objetivo Geral

Este subprojeto tem como objetivo geral a reativação da Rede LEONA. O seu Servidor Central, instalado na zona DMZ do INPE, foi atacado por hackers está a quase 2 anos parada pois, com a falta de equipe técnica de desenvolvimento no grupo ACATMOS, a única providência que foi colocada em prática pela TI do INPE, visando proteger a rede da instituição, foi desconectar o Servidor. Com isso, a transferência de dados das observações do ano de 2019 ficou incompleta, há dados ainda nos computadores das Estações de Observação da Rede LEONA, e a realização de novas observações ficou impossibilitada.

Portanto, a resolução dessa situação é urgente: é necessário uma pessoa bem capacitada e experiente para fazer uma adequação dos softwares do Servidor para poder trazer a Rede LEONA de volta à vida, possibilitando o resgate dos dados das Estações, a preparação das mesmas para novas observações, e a solução de dificuldades de comunicação entre os softwares do Servidor Central com os softwares locais das Estações encontrados na última campanha observacional com a Rede LEONA em 2019 durante a qual batemos todos os recordes de observação ELTs em uma única campanha na América do Sul (http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5284).

De modo a atingir esse objetivo geral, os seguintes Objetivos Específicos (OE) foram definidos para este Subprojeto:

OE 1: Reativar a Rede LEONA como um todo, de uma forma segura;

OE 2: Ter os dados da última campanha de observação, 2019, armazenamento no INPE para futuras análises científicas;

OE 3: Ter a capacidade de realizar observação de ELTs via Servidor e página de observações da LEONA, e recomeçar as observações de ELTs junto com a equipe.

5.2.3 – Insumos

5.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	
	Passagem	
	Diárias	

5.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.2.1	Profissional formado em Ciências da Computação ou Engenharia da Computação, Tecnologia da Informação, Física ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em programação de softwares em servidores, controle remoto de equipamentos/automação e comunicação via internet. Conhecimento e experiência em programação, linguagens: Java, Javascript, Html, AngularJS, C, C++, Matlab, Fortran, Bash script, Phyton, C, C++, HTML, Github e outras linguagem. Conhecimento de inglês intermediário, com boa leitura, é um diferencial. Conhecimento sobre câmeras CCD e equipamentos científicos e física de plasma e de partículas é um diferencial.	1-3	D-B	3	1

É necessária a agregação do(a) profissional para realizar as tarefas necessárias para cumprir os Objetivos Específicos de 1 a 3, de modo resolver o problema de segurança dos softwares da Rede LEONA, transferir os dados da última campanha para o INPE e aprimorar os sistemas de softwares da Rede LEONA permitindo a retomada da coleta noturna de dados com a Rede com a participação do(a) bolsista.

OBS: O(a) bolsista tem que ter disponibilidade para realizar os testes necessários à noite para tornar a Rede LEONA operacional e visando o bom funcionamento da mesma, pois os fenômenos não são visíveis a olho nu, e portanto não são visíveis durante o dia, logo as câmeras CCDs são muito sensíveis à luz, portanto não podem absolutamente serem ligadas durante o dia para não danificá-las. Ele(a) também precisa ter disponibilidade de participar das observações de ELTs em algumas noites da semana juntamente com a equipe, quando a rede estiver novamente operacional, durante o período propício para realizar as observações.



5.2.4 – Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1	Mês 2	Mês 3
Corrigir as vulnerabilidades atuais de segurança da Rede LEONA	1	Rede LEONA sem vulnerabilidades detectadas, Rede LEONA reativada operando de forma segura	Softwares atuais do Servidor e Estações compreendidos, correções iniciadas	Softwares corrigidos, início da operação do Servidor Central junto com as Estações	Rede LEONA reativada e operando com segurança
Transferir os dados existentes nas Estações LEONA para o Servidor Central no INPE	2	Dados das Estações LEONA transferidos para o Servidor Central no INPE	Softwares atuais compreendidos	Dados sendo transferidos das Estações para o Servidor	Dados totalmente transferidos e armazenados no INPE
Aprimorar as funcionalidades da Rede LEONA para efetivamente realizar observação de ELTs via Servidor e página de observações da LEONA, e reiniciar as observações	3	Funcionalidades dos softwares da Rede LEONA permitindo a observação de ELTs e dados sendo coletados pela equipe e bolsista	Softwares atuais compreendidos, implementação de funcionalidades iniciada	Funcionalidades de observação implementadas, primeiras imagens de ELTs capturadas	Imagens de ELTs capturadas

5.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	Mês 1	Mês 2	Mês 3
Corrigir as vulnerabilidades atuais de segurança dos softwares do Servidor Central da LEONA e das Estações da rede	X	X	X
Transferir os dados existentes nas Estações LEONA para o Servidor Central no INPE	X	X	X
Aprimorar as funcionalidades da Rede LEONA para efetivamente realizar observação de ELTs via Servidor e página de observações da LEONA, e reiniciar as observações	X	X	X

5.2.6 – Produtos



Produtos	O.E.	Indicadores	Metas
			2021
Softwares corrigidos, testados e integrados aos hardwares	1, 2	* Relatório de desenvolvimento * Funcionalidades desenvolvidas * Dados acessáveis	-Relatório entregue -Funcionalidades desenvolvidas -Dados transferidos -LEONA operando de forma segura
Conjunto de dados de FADAS coletados com a LEONA expandido	3	* Número de noites com dados de ELTs coletados.	- Mínimo de 3 noites com ELTs

5.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2021
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1,2	LEONA preparada para expansão	Softwares com novas funcionalidades, dados das estações transferidos para o INPE, LEONA operacional e segura
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018)	3	Número mínimo de artigos científicos em preparação para publicação	1

5.2.8 - Recursos Solicitados

5.2.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.2.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.2.9 - Equipe do Projeto

Dra. Eliah Fernanda de Maria de São Sabbas Tavares (supervisora da bolsa, coordenadora do grupo ACATMOS, responsável pelo projeto LEONA);

Analista Antônio Cassiano Júlio Filho (colaborador da área de Engenharia Eletrônica e Sistemas contribuindo com a orientação do desenvolvimento e integração dos hardwares);

BS José Miguel Velarde (aluno de Mestrado)

5.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: Sao Jose dos Campos, 2016.

[2] São Sabbas, F. T.; Sentman, D. D.; Wescott, E. M.; Pinto, O.; Mendes, O.; Taylor, M. J. Statistical analysis of space time relationships between sprites and lightning. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, v. 65, n. 5, p. 525–535, ISSN 13646826. 2, 8, 26, 2003.

[3] São Sabbas, F. T., and D. D. Sentman, Dynamical relationship of infrared cloud top temperatures with occurrence rates of cloud-to-ground lightning and sprites, Geophys. Res. Lett., 30(5), 40-1 to 40-4, doi:10.1029/2002GL015382, 2003.



[4] São Sabbas, F. T., M. J. Taylor, P.D. Pautet, M. Bailey, S. Cummer, R. R. Azambuja, J. P. C. Santiago, J. N. Thomas, O. Pinto, N. N. Solorzano, N. J. Schuch, S. R. Freitas, N. J. Ferreira and J. C. Conforte, Observations of prolific transient luminous event production above a mesoscale convective system in Argentina during the Sprite2006 Campaign in Brazil, *J. Geophys. Res.*, 115, A00E58, doi:10.1029/2009JA014857, 2010.

[5] São Sabbas, F., V. T. Rampinelli, J. Santiago, P. Stamus, S. L. Vadas, D. C. Fritts, M. J. Taylor, P. D. Pautet, G. D. Neto, and O. Pinto Jr., Characteristics of sprite and gravity wave convective sources present in satellite IR images during the SpreadFEx 2005 in Brazil. *Ann. Geophys.*, 27, 1279-1293, 2009.



Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.3: Estudo de ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera no setor Brasileiro

5.3.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE e está inserido no TAP Pesquisa e desenvolvimento instrumental em Ciências Espaciais na região Amazônica (SEI número. 01340.003097/2021-57).

O projeto visa o estudo de ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera no setor brasileiro utilizando técnicas óticas (imageadores all-sky, interferômetro do tipo Fabry-Perot, radar de laser), de rádio (digisondas, GPS, radar meteórico) e dados de satélites. Os objetivos específicos são: estudar o acoplamento da atmosfera neutra e ionizada, ondas de gravidade, bolhas de plasma, aumentos abruptos na densidade de plasma (Blobs), ondas claras (Brightness waves) e distúrbios ionosféricos propagantes (TID's). Esses fenômenos influenciam fortemente as atividades e os sistemas de aplicações espaciais, causando interferências significativas e até mesmo interrupções nos sistemas trans-ionosféricos de telecomunicações. No setor brasileiro, tais efeitos são particularmente mais intensos devido à declinação geomagnética elevada, a anomalia equatorial e à presença da Anomalia Magnética do Atlântico Sul.

5.3.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software, desenvolvimento de instrumentação e provisão de recursos de forma a potencializar a realização de pesquisas em Aeronomia, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.

Os objetivos específicos são:

- OE1) Realizar estudo com dados de imageadores all-sky, interferômetro do tipo Fabry-Perot, radar de laser, digisondas, GPS, radar meteórico e dados de satélites para identificar ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera no setor Brasileiro;
- OE2) Atualizar software de tratamento de dados/imagens;
- OE3) Atualizar banco de dados.

5.3.3 - Insumos

5.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	

5.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.3.1	Profissional formado em Física, Matemática, Engenharia ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Análise de dados/imagens	1-3	DB	3	1

5.3.4 - Atividades de Execução:

Analisar e testar simulações de eventos extremos no Brasil

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
1. Pesquisa e Análise de dados/imagens	1	Análise realizada				1	
2 . Atualizar software de tratamento de dados/imagens	2	Software atualizado				1	
3. Atualizar banco de dados	3	Banco de dados atualizado				1	

5.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Semestre											
			2021		2020		2021		2022		2023			
			1	2	1	2	1	Nov/Dez	Jan	2	1	2		
1. Pesquisa e Análise de dados/imagens	1	Análise realizada									1			
2 . Atualizar software de tratamento de imagens	2	Software atualizado									1			
3. Atualizar banco de dados	3	Banco de dados atualizado									1			

5.3.6 – Produtos

O projeto ao longo da sua execução entregará produtos tais como software voltados para tratamento de imagens e sinais obtidas pelos equipamentos científicos instalados no setor brasileiro (imageadores e interferômetro), análise de dados que serão utilizados em artigos científicos, dissertações e teses desenvolvidas na pós-graduação em Geofísica Espacial do Inpe.

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Artigos científicos	1 e 3	Submissão de publicações em periódicos indexados				1	
Desenvolvimento e construção de imageador all-sky	2	Percentual de desenvolvimento				20%	

5.3.7 – Resultados Esperados

Os resultados dos estudos relacionados com as ondas atmosféricas na alta atmosfera/ionosfera na região brasileira poderão nortear as tomadas de decisões governamentais relacionadas com a área espacial

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	1	Submissão de publicações em periódicos indexados				2%	

5.3.8 - Recursos Solicitados

5.3.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.3.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.3.9 - Equipe do Projeto

Alexandre Alvares Pimenta – Gerente do projeto – Inpe
Paulo Padro Batista – Pesquisador Inpe
Maria Paulete Pereira Martins – Pesquisadora – Inpe
Vânia Fátima Andrioli - Pesquisadora colaboradora
Siomel Savio – Pesquisador colaborador
Cássio Antunes Espindola – Pesquisador Colaborador
Oluwasegun Micheal Adebayo – Aluno de mestrado
Andrea Lins Teixeira de Moura – Bolsista PCI
Cristiane Targon – Bolsista PCI

5.3.10 - Referências Bibliográficas

Kelley, M.C., Gardner, C., Drummond, J., Armstrong, T., Liu, A., Chu, X., Papen, G., Kruschwitz, C., Loughmiller, P., Grime, B., and Engelman, J. (2000), First Observations of Long lived Meteor Trains with Resonance Lidar and other Optical Instruments. *Geophysical Research Letters*, 27, 1811-1814. doi:[10.1029/1999gl011175](https://doi.org/10.1029/1999gl011175).

Nesse, H., Heinrich, D., Williams, B., Hoppe, U.-P., Stadsnes, J., Rietveld, M., Singer, W., Blum, U., Sandanger, M.I., and Trondsen, E. (2008), A Case Study of a Sporadic Sodium Layer Observed by the ALOMAR Weber Na Lidar. *Annales Geophysicae*, 26, p.p. 1071-1081. doi:[10.5194/angeo-26-1071-2008](https://doi.org/10.5194/angeo-26-1071-2008).



Nagasawa, C. and Abo, M. (1995), Lidar Observation of a Lot of Sporadic Sodium Layers in Midlatitudes, *Geophysical Research Letters*, 22, 263–266. doi: doi.org/10.1029/94GL03008.

Pimenta A.A., Fagundes, P.R., Bittencourt, J.A., Sahai, Y., Gobbi, D., Medeiros, A.F., Taylor, M.J., and Takahashi, H. (2001), Ionospheric Plasma Bubble Zonal Drift: a Methodology Using OI 630 nm All-SKY Imaging Systems. *Advances in Space Research*, 27, 1219-1224. [doi.org/10.1016/S0273-1177\(01\)00201-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(01)00201-0).



Projeto 5: Pesquisa e desenvolvimento instrumental em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.4: Desenvolvimento de um imageador tipo all-sky para pesquisas na alta atmosfera e ionosfera

5.4.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto <5> do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE e está inserido no TAP Pesquisa e desenvolvimento instrumental em Ciências Espaciais na região Amazônica (SEI número. 01340.003097/2021-57).

O projeto visa o desenvolvimento de um imageador tipo all-sky para fins de pesquisas na alta atmosfera/ionosfera na região brasileira. Tal equipamento será usado em pesquisas relacionadas com ondas de gravidade na mesosfera/termosfera e irregularidades de plasma na região-F da ionosfera no setor Brasileiro. Tais fenômenos influenciam (perturbam) fortemente os sinais de GPS.

5.4.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de instrumentação científica voltada para a área espacial de forma a potencializar a realização de pesquisas em Aeronomia, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.

Os objetivos específicos deste projeto são:

- OE1) Desenvolvimento de um projeto mecânico para um imageador tipo all-sky;
- OE2) Fabricação de peças mecânicas para um imageador tipo all-sky.

5.4.3 - Insumos

5.4.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	

5.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.4.1	Técnico em mecânica de nível médio com diploma de Escola Técnica reconhecida pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Fresadora/torno	1-2	DE	3	1

5.4.4 - Atividades de Execução:

Desenvolvimento de projeto mecânico/peças mecânicas

Atividades	Objetivo Específico	Metas				
		2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
1. Desenvolvimento de um projeto mecânico para equipamento científico	1			x	x	
2 . Fabricação de peças mecânicas	2			x	x	

5.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	Nov/Dez	Jan	2	1	2
1. Projeto mecânico do imageador						x	x			
2 . Desenvolvimento de peças mecânicas do imageador						x	x			

5.4.6 – Produtos

O projeto ao longo da sua execução entregará um projeto de um imageador tipo all-sky e peças mecânicas



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Equipamento científico	2	Peças para desenvolvimento de protótipos		x	x	
Desenvolvimento de projeto do imageador	1	Peças projetadas		x	x	

5.4.7 – Resultados Esperados:

Aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de instrumentação científica voltada para a área espacial de forma a potencializar e gerar/divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1 e 2	* No de desenvolvimentos de projetos instrumentais				1	

5.4.8 - Recursos Solicitados

5.4.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.4.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00	3	1	5.850,00
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					5.850,00

4.8.9 - Equipe do Projeto

Alexandre Alvares Pimenta – Gerente do projeto – Inpe;
Paulo Padro Batista – Pesquisador Inpe;
Maria Paulete Pereira Martins – Pesquisadora – Inpe;
Alisson Dal Lago – Pesquisador – INPE.
Vânia Fátima Andrioli - Pesquisadora colaboradora;
Siomel Savio – Pesquisador colaborador;
Cássio Antunes Espindola – Pesquisador Colaborador;
Oluwasegun Micheal Adebayo – Aluno de mestrado;
Andrea Lins Teixeira de Moura – Bolsista PCI;
Cristiane Targon – Bolsista PCI.

4.8.10 - Referências Bibliográficas

Kelley, M.C., Gardner, C., Drummond, J., Armstrong, T., Liu, A., Chu, X., Papen, G., Kruschwitz, C., Loughmiller, P., Grime, B., and Engelman, J. (2000), First Observations of Long lived Meteor Trains with Resonance Lidar and other Optical Instruments. *Geophysical Research Letters*, 27, 1811-1814. doi:[10.1029/1999gl011175](https://doi.org/10.1029/1999gl011175).

Nesse, H., Heinrich, D., Williams, B., Hoppe, U.-P., Stadsnes, J., Rietveld, M., Singer, W., Blum, U., Sandanger, M.I., and Trondsen, E. (2008), A Case Study of a Sporadic Sodium Layer Observed by the ALOMAR Weber Na Lidar. *Annales Geophysicae*, 26, p.p. 1071-1081. doi:[10.5194/angeo-26-1071-2008](https://doi.org/10.5194/angeo-26-1071-2008).



Nagasawa, C. and Abo, M. (1995), Lidar Observation of a Lot of Sporadic Sodium Layers in Midlatitudes, *Geophysical Research Letters*, 22, 263–266. doi: doi.org/10.1029/94GL03008.

Pimenta A.A., Fagundes, P.R., Bittencourt, J.A., Sahai, Y., Gobbi, D., Medeiros, A.F., Taylor, M.J., and Takahashi, H. (2001), Ionospheric Plasma Bubble Zonal Drift: a Methodology Using OI 630 nm All-SKY Imaging Systems. *Advances in Space Research*, 27, 1219-1224. [doi.org/10.1016/S0273-1177\(01\)00201-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(01)00201-0).



Projeto 5 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.5: Desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas

5.5.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE e está associado ao TAP inserido no SEI sob o número 01340.003688/2021-24.

O Projeto de desenvolvimento de instrumentação rádio da DiDAS-CGCEA-INPE inclui um telescópio rádio para observações de BAO (Baryon Accoustic Oscillation) por meio da exploração do Universo primordial com o intuito de melhorar a compreensão sobre propriedades da Energia Escura. Trata-se de uma colaboração do Brasil (INPE e USP) com o Reino Unido (Univ. Manchester e Univ. College London), Suíça (Zurich Polytechnic Institute) e Uruguai (Univ. de la Republica and Min. de las Comunicaciones). O instrumento é composto de uma combinação de duas antenas parabólicas de 40 m de diâmetro contendo 50 cornetas no plano focal, operando com temperatura de ruído de ~ 50 K em 512 canais dentro da faixa de frequências de 0.96 – 1.26 GHz. Essa faixa de frequências corresponde ao intervalo de redshifts $z = 0.13 - 0.48$, bem depois da era de reionização, uma época na qual a Energia Escura começa a dominar o Universo. Deve ser instalado em local remoto com baixo nível de sinais de interferência rádio (RFI).

Além disso, inclui também um interferômetro rádio para investigações de fenômenos solares energéticos (explosões ou “flares” solares e ejeções coronais de massa – CMEs) para melhorar o conhecimento sobre esses fenômenos, principalmente sobre os processos de armazenamento e liberação de energia na atmosfera solar. Esse instrumento tem a participação de várias instituições do Brasil (INPE, UFSM, PUC-MG, CRAM-Mackenzie) e do Exterior (NCRA, IIA e GMRT, Índia; RAL-U.C. Berkeley e NJIT, U.S.A.; ISTP, Rússia; Ondrejov Observatory, Rep. Tcheca e NRO, Japão). O interferômetro é composto de 26 antenas parabólicas de 4 m de diâmetro dispostas numa configuração “T” com linhas de base de 252 m na direção Leste-Oeste, e de 162 m na direção Sul, para operar dentro da banda de 1-6 GHz, com resolução de ≤ 1 s com resolução de até 4 min. de arco. Encontra-se instalado dentro do campus do INPE em Cachoeira Paulista – SP.

5.5.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral (OG) deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software, desenvolvimento de instrumentação e provisão de recursos de forma a potencializar a realização de pesquisas em Aeronômica, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.

Em particular, busca-se desenvolver modelos físicos, modelos computacionais e instrumentação (incluindo o interferômetro rádio BDA e instrumentação do ROI) para estudar a rádio-emissão contínua e em linhas espectrais, proveniente de objetos estelares, nuvens moleculares, galáxias e quasares, a partir de observações em ondas de rádio e outros comprimentos de onda.

Objetivo Específico 1: testar o software do sistema de rastreamento das antenas do BDA

5.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022 (janeiro)	2023
Produto 1	1	Sistema de rastreo de antenas do BDA em funcionamento			Teste e validação do software de rastreo das antenas do BDA	Teste e validação do software de rastreo das antenas do BDA	

5.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da meta anual estabelecida para a CGCE	1	Número de publicações				2	
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1	No de desenvolvimentos de projetos instrumentais			1	1	

5.5.8 - Recursos Solicitados

5.5.8.1 Custeio

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.5.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	3	1	R\$ 15.600,00
Total (R\$)					R\$ 15.600,00

5.5.9 - Equipe do Projeto

José Roberto Cecatto – Pesquisador
Joaquim Eduardo Resende Costa – Pesquisador
Hanumant Shankar Sawant – colaborador voluntário
Cesar Strauss – Tecnologista
Alan Braga Cassiano – Técnico
Khristiano Lemos – Técnico

5.5.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 5- Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.6: Implementação de um modelo 2D de previsão de ocorrência de bolhas de plasma

5.6.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019, prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas.

O principal objetivo do Programa Embrace/INPE é monitorar o clima no Espaço e prever o tempo desde o Sol, passando pelo Espaço Interplanetário, pela Magnetosfera, chegando à Atmosfera (Ionosfera), a fim de fornecer informações úteis para as comunidades espaciais e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas.

Dentre as atividades executadas pela Gerência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação do EMBRACE, destaca-se o desenvolvimento de softwares e pesquisas para o monitoramento, previsão e geração de alertas sobre o clima espacial para as comunidades espaciais e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas.

Neste contexto é de relevância desenvolver produtos para promover o bem social da sociedade brasileira provendo a determinação de fenômenos espaciais capaz de perturbar as atividades econômicas desta sociedade. Resulta, portanto, num conjunto de ações inovadoras e de grande impacto científico e tecnológico que auxilia a tomada de decisões de governo, das agências reguladoras e das empresas brasileiras.

Além disso, o projeto também está vinculado ao Termo de Abertura de Projeto (TAP), intitulado “Monitoramento de irregularidades Ionosféricas e Modelo de Propagação”, processo SEI número 01340.003256/2021-13.

5.6.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral desse projeto é fazer a previsão de ocorrência de bolhas de plasma no setor brasileiro, ao longo do ano, levando em conta, as diferentes condições necessárias para a modelagem e detenção das bolhas de plasma pelos imageadores localizados em baixas latitudes geomagnéticas. Após do pôr do sol a base da região F equatorial torna-se instável e o crescimento da instabilidade leva ao desenvolvimento de bolhas de plasma. As bolhas de plasma são geradas primeiramente no equador magnético e, a seguir, evoluem verticalmente e estendem-se ao longo das linhas de campo geomagnético podendo ser detectadas em ambos os hemisférios pelo imageadores em forma de braços que cruzam o campo do visual. A formação de bolhas de plasma pelo modelo ionosférico teórico possibilita o alerta de bolhas de plasma no campo do visual do imageador para qualquer dia. A altura de crescimento vertical da bolha poderia ser usado como indicador da extensão ao longo da linha de campo.

O objetivo geral deste subprojeto está vinculado com o Objetivo Específico 5 do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas, do



Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023. Desta forma para realizar o objetivo geral será necessário a execução dos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 1: Obtenção e tratamento das informações de densidade de plasma da região F ionosférica, campo elétrico zonal e a sua relação com o fluxo solar. Para o projeto devem ser utilizadas as seguintes informações:

1. Análises da dinâmica de densidade de plasma da camada F equatorial, para obter um modelo de variação anual na densidade de pico e altura de pico para qualquer valor do fluxo solar. Serão utilizados ionogramas e o modelo IRI (International Reference Ionosphere).
2. Análises da dinâmica da altura da região F ionosférica, para desenvolver um modelo de variação anual do campo elétrico zonal no equador geomagnético.

Objetivo Específico 2: Uso de um código de simulação de bolhas de plasma equatorial em 2 dimensões para mostrar a dinâmica das bolhas de plasma sobre o território brasileiro.

1. O bolsista deve ter um código ionosférico para modelagem de bolhas de plasma para o setor brasileiro.
2. Os item 1 e 2 mencionados no objetivo 1, devem ser usados como parâmetros de entrada para a execução do código ionosférico.

Objetivo Específico 3: Modelo de previsão de ocorrência anual de bolhas de plasma, através dos resultados obtidos na rodada do código ionosférico.

1. Gráficos dos resultados obtidos na rodada do código. Pretende-se usar estes resultados para montar as animações da evolução das bolhas de plasma em diferentes condições geofísicas.
2. Comparação dos resultados do modelo com observações. Serão necessários ajustes para que o modelo reproduza as observações das bolhas de plasma pelos equipamentos do Programa EMBRACE. Além disso, escrever um manual para descrever as equações matemática envolvida no modelo ionosférico teórico, e o uso de funcionamento do código computacional, incluindo exemplos no manual para um melhor acompanhamento da ferramenta computacional.

Cada objetivo específico descrito deve ter um tempo de duração de um mês, e ao final de cada mês o bolsista deverá reportar os avanços alcançados no projeto.

5.6.3 - Insumos

5.6.3.1 – Custeio

Não se aplica

5.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.6.1	Profissional formado em Física, Geofísica Espacial ou áreas com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Experiência em modelagem de bolhas de plasma equatoriais	1-3	DB	3	1

5.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	1	Sistemas de programas implementados e funcionais			Desenvolvimento do Algoritmo.		
2 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	2	Sistemas de programas implementados e funcionais			Finalização do algoritmo e testes		
3 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	3	Sistemas de programas implementados e funcionais				Implementação do sistema digital	

5.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial											
1. Desenvolvimento do Algoritmo.											
2. Finalização do algoritmo e testes											
3. Implementação do sistema digital											

5.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Resultados Científicos e Metodologias desenvolvidas, inclusive modelos numéricos computacionais	1,2,3	No de modelos numéricos computacionais desenvolvidos/modificados			0	1	

5.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento de projetos e modelos numéricos computacionais	1,2,3	No de desenvolvimentos de projetos e modelos numéricos computacionais			0	1	

5.6.8 - Recursos Solicitados

5.6.8.1 Custeio:

Não se aplica.

5.6.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.6.9 - Equipe do Projeto

Cristiano Max Wrasse, Marcelo Banik de Pádua, Hisao Takahashi

5.6.10 - Referências Bibliográficas

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: São José dos Campos, 2016.

[2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.

[3] Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023.

http://www.inpe.br/pci/arquivos/PROJETO_INSTITUCIONAL_INPE_2018-2023final.pdf



Projeto 5 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.7: Implementação de um modelo de propagação de ondas de gravidade de média escala (MSTID) por meio da técnica de Ray Tracing

5.7.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019, prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas.

O principal objetivo do Programa Embrace/INPE é monitorar o clima no Espaço e prever o tempo desde o Sol, passando pelo Espaço Interplanetário, pela Magnetosfera, chegando à Atmosfera (Ionosfera, Mesosfera e Troposfera), a fim de fornecer informações úteis para as comunidades espaciais e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas.

Dentre as atividades executadas pela Gerência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação do EMBRACE, destaca-se o desenvolvimento de softwares e pesquisas para o monitoramento, previsão e geração de alertas sobre o clima espacial para as comunidades espaciais e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas.

Neste contexto é de relevância desenvolver produtos para promover o bem social da sociedade brasileira provendo a determinação de fenômenos espaciais capaz de perturbar as atividades econômicas desta sociedade. Resulta, portanto, num conjunto de ações inovadoras e de grande impacto científico e tecnológico que auxilia a tomada de decisões de governo, das agências reguladoras e das empresas brasileiras.

Além disso, o projeto também está vinculado ao Termo de Abertura de Projeto (TAP), intitulado “Monitoramento de irregularidades Ionosféricas e Modelo de Propagação”, processo SEI número 01340.003256/2021-13.

5.7.2 - Objetivo Geral

Implementação de um modelo de propagação de ondas de gravidade de média escala (MSTID) por meio da técnica de Ray Tracing. O modelo deverá determinar os locais de origem e dissipação de ondas de gravidade de média escala (MSGWs).

O objetivo geral deste subprojeto está vinculado com o Objetivo Específico 5 do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas, do Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023. Desta forma para realizar o objetivo geral será necessário a execução dos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento do modelo de propagação de ondas de gravidade de média escala utilizando a técnica de Ray Tracing, para:

3. Determinar as possíveis fontes de geração das ondas de gravidade, utilizando o modelo na forma reversa;
4. Determinar as possíveis regiões de dissipação, utilizando o modo direto;



5. Empregar os modelos atmosféricos HWM-14 para os perfis de vento e modelo NRLMSIS-00 para os perfis de temperatura;

Objetivo Específico 2: Relacionar as fontes de geração das ondas de gravidade de média escala (MSGW) com os fenômenos meteorológicos observados por meio de satélites. Apresentar o resultado em forma de mapa com a atividade meteorológica e o caminho percorrido pela possível onda gerada;

Objetivo Específico 3: Tentar estabelecer uma correlação entre a dissipação das MSGW com a ocorrência de Distúrbios Ionosféricos Propagantes (do inglês, *Medium Scale Traveling Ionospheric Propagation – MSTID*) e o possível mecanismo de perturbação que possa levar a geração de bolhas de plasma equatorial.

3. Comparação dos resultados do modelo com observações. Além disso, escrever um manual com as equações envolvidas no modelo teórico, e o uso de funcionamento do código computacional, incluindo exemplos no manual para um melhor acompanhamento da ferramenta computacional.

Cada objetivo específico descrito deve ter um tempo de duração de um mês, e ao final de cada mês o bolsista deverá reportar os avanços alcançados no projeto.

5.7.3 - Insumos

5.7.3.1 – Custeio

Não se aplica

5.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.7.1	Profissional formado em Física (licenciatura e bacharelado), Física Aplicada, Geofísica Espacial ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência de, no mínimo, 02 anos em modelagem de ondas de gravidade utilizando a técnica de Ray Tracing.	1,2,3	DB	3	1

5.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	1	Sistemas de programas implementados e funcionais			Desenvolvimento do Algoritmo.		
2 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	2	Sistemas de programas implementados e funcionais			Finalização do algoritmo e testes		
3 .Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	3	Sistemas de programas implementados e funcionais				Implementação do sistema digital	

5.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial										
1. Desenvolvimento do Algoritmo.										
2. Finalização do algoritmo e testes										
3. Implementação do sistema digital										

5.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Resultados Científicos e Metodologias desenvolvidas, inclusive modelos numéricos computacionais	1,2,3	No de modelos numéricos computacionais desenvolvidos/modificados			0	1	

5.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento de projetos e modelos numéricos computacionais	1,2,3	No de desenvolvimentos de projetos e modelos numéricos computacionais			0	1	

5.7.8 - Recursos Solicitados

5.7.8.1 Custeio:

Não se aplica.

5.7.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.7.9 - Equipe do Projeto

Cristiano Max Wrasse, Marcelo Banik de Pádua, Hisao Takahashi

5.7.10 - Referências Bibliográficas

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: São José dos Campos, 2016.

[2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.

[3] Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023.

http://www.inpe.br/pci/arquivos/PROJETO_INSTITUCIONAL_INPE_2018-2023final.pdf



Projeto 5 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.8: Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Hardware para Integração com os Dados Astronômicos do Rádio Telescópio BINGO

5.8.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE e está associado ao TAP inserido no SEI sob o número 01340.003275/2021-40.

A detecção de sinais de rádio de baixíssima intensidade em meio a ruído constitui uma tarefa desafiadora para qualquer rádio telescópio. Variações locais nas condições de temperatura e umidade em qualquer parte do instrumento, vibrações causadas pela ação do vento, variações na tensão de alimentação dos diferentes blocos da cadeia de aquisição de dados e interferência eletromagnética podem causar flutuações na tensão lida no radiômetro que podem ser erroneamente atribuídas à variabilidade do fenômeno estudado. Para que essas variações sejam conhecidas e devidamente consideradas na análise do sinal coletado, um sistema de monitoramento e registro de variáveis ambientais do instrumento (“housekeeping”) é parte integrante do processo de redução e análise dos dados de observações astronômicas.

A linha de emissão de 21 cm do hidrogênio, objeto principal de medida do rádio telescópio BINGO, é um sinal de intensidade muito baixa (~200 μ K), integrado junto a ruídos de fundo de intensidade até 104 vezes maior, de forma que tanto a integração quanto a redução dos dados deve ser realizada de maneira a possibilitar a separação posterior das diferentes contribuições via software. Em outras palavras, a interface de aquisição e armazenamento dos valores de tensão, referentes aos sinais astrofísicos, lidos e digitalizados a cada instante, é um subsistema que deve ser projetado para ser tolerante a falhas, sob pena de comprometer a sensibilidade final do instrumento pela perda de dados armazenados ou pela inclusão adicional de ruído intrínseco ao receptor.

Nesse sentido, esta proposta envolve três tópicos principais, essenciais para o tratamento dos dados no chamado Stage 0 (redução e limpeza dos dados brutos), a saber:

- 1) especificação, desenvolvimento e implementação de uma interface para aquisição e armazenamento dos dados de tensão elétrica dos radiômetros de cada cadeia de receptores e dos sensores de monitoramento da saúde de cada um dos receptores do rádio telescópio;
- 2) desenvolvimento de um sistema complementar responsável por registrar as variáveis de ambiente como temperatura, umidade, pressão, velocidade do vento, nível de ruído eletromagnético e tensão de alimentação do sistema para o sistema de housekeeping;
- 3) Integração os dados do sistema de monitoramento ambiental com a pipeline de análise de dados, com o objetivo de identificar transientes astrofísicos e separar sinais de interferência em rádio frequência (RFI).

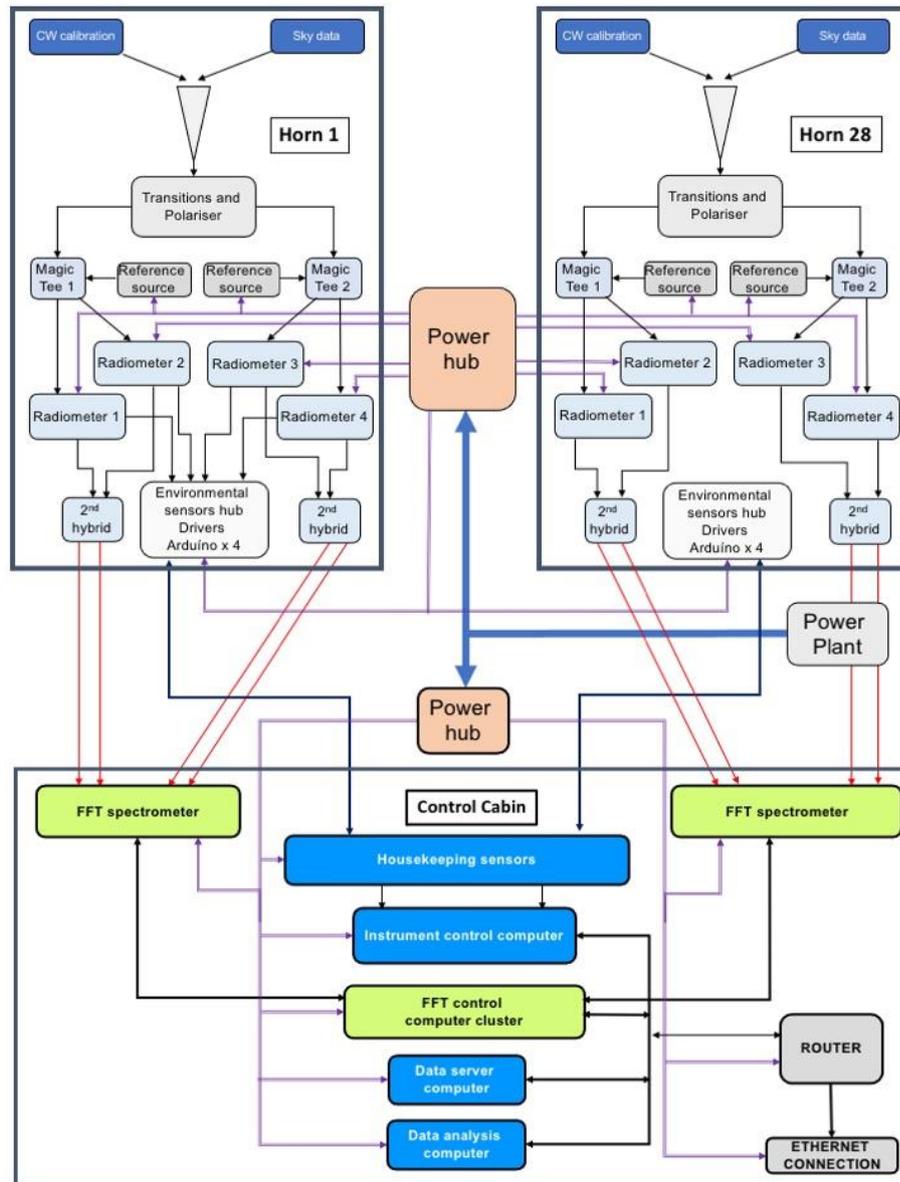


Figura 1 – Diagrama geral do instrumento BINGO. As caixas de cima representam o subsistema das cornetas e da eletrônica associada. A caixa de baixo representa a casa de controle do telescópio.

A Figura 1 mostra o diagrama geral do instrumento. O item 1) diz respeito à integração dos subsistemas controlados pelo Arduino (sensores de temperatura) ao computador de controle do instrumento. O item 2) diz respeito à integração sensores ambientais, também associados ao Arduino, ao computador de housekeeping. O item 3) trata da integração dos dados registrados nos dois computadores independentes ao computador de análise de dados e ao “data server”, para uma análise preliminar da qualidade de dados.

É desejável que o candidato tenha graduação em engenharia elétrica/eletrônica ou Física. Como adicional, uma pós-graduação em engenharia, física ou astronomia será considerada como diferencial.

5.8.2 - Objetivo Geral



Este projeto está relacionado à construção e operação do radiotelescópio BINGO, instrumento projetado para estudos em cosmologia, particularmente medir as oscilações acústicas de bárions (BAO), oscilações decorrentes das flutuações primordiais na Radiação Cósmica de Fundo, com o objetivo de colocar vínculos na chamada energia escura.

O objetivo geral do projeto consiste em projetar e desenvolver interfaces de dados com grande grau de confiabilidade (sistemas tolerantes a falhas) entre os sensores (traduzindo as condições do ambiente e o radiômetro) e o computador central, para auxiliar no monitoramento de desempenho dos sistemas de recepção do radiotelescópio BINGO.

Considerando o período de duração da bolsa e as necessidades do projeto, para atingir o Objetivo Geral deste projeto, deverão ser realizados os seguintes **objetivos específicos**:

- 1) **Caracterizar as necessidades do projeto de interface de dados, desempenho esperado, metas de confiabilidade, segurança e restrições operacionais;**
- 2) **Especificar os componentes e subsistemas para a realização do projeto;**
- 3) **Realizar a interface com os fornecedores conforme necessidade;**

Os objetivos abaixo serão atacados caso haja a extensão da bolsa:

- 4) Confeccionar protótipos dos sistemas de controle;
- 5) Escrever software para os Arduíno, conforme necessidade;
- 6) Realizar testes de falhas e ensaios no laboratório de cosmologia;
- 7) Acompanhar a produção das unidades finais, a serem desenvolvidas em empresa externa ao INPE;
- 8) Acompanhar a integração e funcionamento inicial das unidades integradas ao sistema do BINGO;

No período de duração da bolsa (01/11/2021 a 31/01/2022) espera-se que os itens 1 a 3 sejam atingidos. Caso ela possa ser prorrogada, o candidato dará prosseguimento à execução dos demais itens.

5.8.3 - Insumos

5.8.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	

5.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022 (janeiro)	2023
Softwares e sistemas computacionais	1 a 3	Sistemas computacionais especificados			Especificação do protótipo de interface de coleta de dados dos sensores ambientais e sensores de monitoramento do receptor do radiotelescópio BINGO	Especificação do protótipo de interface de coleta de dados dos sensores ambientais e sensores de monitoramento do receptor do radiotelescópio BINGO	
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	1 a 3	Nº de artigos submetidos/período				2	

5.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da meta anual estabelecida para a CGCE	1 a 8	Número de publicações				2	1
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1 a 8	No de desenvolvimentos de projetos instrumentais			1	1	1

5.8.8 - Recursos Solicitados

5.8.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.8.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	1	6.500,00	3	1	R\$ 19.500,00
Total (R\$)					19.50000

5.8.9 - Equipe do Projeto

INPE

Carlos Alexandre Wuensche – Pesquisador

Cesar Strauss – Tecnologista

Alan Braga Cassiano – Técnico

Khristiano Lemos – Técnico

Vincenzo Liccardo – pós-doc

Frederico Vieira – aluno de doutorado

UFCG

Amilcar Queiroz – professor

Edmar Candeia Gurjão – professor

Instituto de Astrofísica das Canárias (Espanha)

Michael Peel – pós-doc

Universidade de Manchester

Ian Browne – professor

Christopher Radcliffe – consultor

5.8.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 5 – Pesquisa e desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.9: Estudo de ondas atmosféricas na alta atmosfera e ionosfera na região Amazônica

5.9.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 ou 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, TAP/SEI: 01340.003097/2021-57

O projeto visa o estudo de mudanças climáticas na alta atmosfera na região amazônica utilizando imageadores all-sky e interferômetro do tipo Fabry-Perot. Por ser uma região muito sensível e por ter uma biodiversidade muito extensa, e que influencia fortemente outras regiões do Brasil, o estudo das mudanças climáticas na Amazônia poderá nortear políticas públicas que visam a preservação dessa região.

5.9.2 - Objetivo Geral

A região amazônica por ser uma região pouca habitada proporciona condições excelentes (poucas luzes artificiais geradas pelas cidades e que mascaram os dados) para a operação de equipamentos científicos ópticos que usam a luminescência atmosférica para pesquisas na alta atmosfera. Pesquisas voltadas para mudanças climáticas na alta atmosfera são relativamente raras, quando comparada com a baixa atmosfera. Sendo assim, nossas pesquisas poderão complementar estudos que estão sendo realizados na baixa atmosfera do nosso planeta, relacionadas com mudanças climáticas. Tais estudos são de longo prazo e exigem uma operação contínua dos equipamentos científicos de forma que não ocorram “buracos” nos dados que passam prejudicar tais pesquisas. Os resultados de tais estudos poderão proporcionar ações de forma a mitigar os efeitos das mudanças climática no nosso planeta.

5.9.2.1 - Objetivo Específico

Efetuar pesquisa científica relacionada com mudanças climáticas na alta atmosfera na região Amazônica e comparar com as pesquisas relacionadas com mudanças climáticas na baixa atmosfera, verificando assim se os efeitos antropogênicos afetam também a alta atmosfera.

Os objetivos específicos destes projetos são:

- OE1) Inferir temperatura/ventos na alta atmosfera através da análise de dados/imagens;
- OE2) Atualizar software do novo imageador a ser instalado na região Amazônica;
- OE3) Criar novo banco de dados.

5.9.3 - Insumos

5.9.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	

5.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.9.1	Profissional com diploma de nível superior em Física, Matemática, Engenharia, Biologia ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Análise de dados/imagens	1-3	DD	3	1

5.9.4 - Atividades de Execução: Analisar e testar simulações de eventos extremos no Brasil

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
1. Análise de dados/imagens	1				x	x	
2. Atualizar software de tratamento de imagens	2				x	x	
3. Criar e atualizar banco de dados	3				x	x	

5.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	Nov/Dez	Jan	2	1	2
1. Análise de dados/imagens						x	x			
2. Atualizar software de tratamento de imagens						x	x			
3. Criar e atualizar banco de dados						x	x			

5.9.6 – Produtos

O projeto ao longo da sua execução entregará produtos tais como artigos científicos em periódicos indexados nacionais e internacionais, Dissertações e Teses desenvolvidas na pós-graduação em Geofísica Espacial do Inpe, software voltados para tratamento de imagens e sinais obtidas pelos equipamentos científicos instalados na região Amazônica (imageadores e interferômetro)

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Artigos científicos	1	Submissão de publicações em periódicos indexados			x	x	
Desenvolvimento e construção de imageador all-sky	2	Aquisição de dados			x	x	

5.9.7 – Resultados Esperados

Os resultados dos estudos relacionados com as mudanças climáticas na alta atmosfera na região Amazônica poderão nortear as tomadas de decisões governamentais relacionadas com as áreas ambientais, econômica, social, etc.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	Nov/Dez/2021	Jan/2022	2023
Comparar a temperatura na alta atmosfera com a temperatura na baixa atmosfera verificando assim se os efeitos antropogênicos estão afetando a temperatura na alta atmosfera	1	Submissão de publicações em periódicos indexados			x	x	
Publicação de artigos científicos	1	Difusão de conhecimentos			x	x	

5.9.8 - Recursos Solicitados

5.9.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.9.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	3	1	8.580,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					8.580,00

5.9.9 - Equipe do Projeto

Alexandre Alvares Pimenta – Gerente do projeto – Inpe;
Paulo Padro Batista – Pesquisador Inpe;
Maria Paulete Pereira Martins – Pesquisadora – Inpe;
Vânia Fátima Andrioli - Pesquisadora colaboradora;
Siomel Savio – Pesquisador colaborador;
Cássio Antunes Espindola – Pesquisador Colaborador;
Oluwasegun Micheal Adebayo – Aluno de mestrado;
Andrea Lins Teixeira de Moura – Bolsista PCI;
Cristiane Targon – Bolsista PCI.

5.9.10 - Referências Bibliográficas

Kelley, M.C., Gardner, C., Drummond, J., Armstrong, T., Liu, A., Chu, X., Papen, G., Kruschwitz, C., Loughmiller, P., Grime, B., and Engelman, J. (2000), First Observations of Long lived Meteor Trains with Resonance Lidar and other Optical Instruments. *Geophysical Research Letters*, 27, 1811-1814. doi:[10.1029/1999gl011175](https://doi.org/10.1029/1999gl011175).

Nesse, H., Heinrich, D., Williams, B., Hoppe, U.-P., Stadsnes, J., Rietveld, M., Singer, W., Blum, U., Sandanger, M.I., and Trondsen, E. (2008), A Case Study of a Sporadic Sodium Layer Observed by the ALOMAR Weber Na Lidar. *Annales Geophysicae*, 26, p.p. 1071-1081. doi:[10.5194/angeo-26-1071-2008](https://doi.org/10.5194/angeo-26-1071-2008).



Nagasawa, C. and Abo, M. (1995), Lidar Observation of a Lot of Sporadic Sodium Layers in Midlatitudes, *Geophysical Research Letters*, 22, 263–266. doi: doi.org/10.1029/94GL03008.

Pimenta A.A., Fagundes, P.R., Bittencourt, J.A., Sahai, Y., Gobbi, D., Medeiros, A.F., Taylor, M.J., and Takahashi, H. (2001), Ionospheric Plasma Bubble Zonal Drift: a Methodology Using OI 630 nm All-SKY Imaging Systems. *Advances in Space Research*, 27, 1219-1224. [doi.org/10.1016/S0273-1177\(01\)00201-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(01)00201-0).



Projeto 5 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.10: Avaliação do comportamento de parâmetros interplanetários na modelagem magneto-hidrodinâmica: estudo de caso

5.10.1 – Introdução

Este subprojeto consta no **Projeto <5> do Programa de Capacitação Institucional** (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, TAP SEI 01340.003098/2021-00.

O projeto ora proposto colabora com a avaliação do comportamento de parâmetros interplanetários na modelagem magneto-hidrodinâmica, em que se realiza um estudo de caso. Ele insere-se nos esforços de projeto guia do pesquisador no SPEED-Fpro, envolvendo a DIHPA e DIAST da CGCE e COPDT da CGIP do INPE, neste caso referente ao TAP designado como Desenvolvimento de pesquisa teórica com modelagem magneto-hidrodinâmica para plasmas espaciais. A área de pesquisa de processos eletrodinâmicos espaciais revela-se de importância estratégica para essa primeira metade do século XXI, pois ao mesmo tempo que se busca entender fenômenos das Ciências Espaciais também se dá suporte a interesses de aplicações de ciências, como os de programas de Clima Espacial.

5.10.2 - Objetivo Geral

Considerando o programa de capacitação institucional – PCI 2019-2023, que cuida da pesquisa e desenvolvimento em ciências e tecnologias espaciais e suas aplicações, no contexto do Projeto 5 – Pesquisa e desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas, lidam-se com os objetivos estratégicos OE4 do documento (estudos teóricos e computacionais do acoplamento estrela e magnetosferas) e OE5 idem (modelos físicos e computacionais de magneto-hidrodinâmico)

O objetivo específico deste projeto científico, de duração restrita (3 meses) mas que faz parte de expectativa de pesquisa de maior prazo de tempo (5 anos), é selecionar um intervalo de tempo de dados coletados por satélite (medidas no meio interplanetário ou na magnetosfera) e de medições geomagnéticas na superfície da Terra (índices geomagnéticos de interesse e magnetogramas) para teste do comportamento de parâmetros interplanetários visando modelagem magneto-hidrodinâmica, com estudo de caso escolhido.

Para atingir o objetivo específico deste projeto, serão realizados os seguintes sub-objetivos ou etapas (designados E#):

E1: Avaliação de casos de estudos e levantamentos de dados experimentais (espaciais e na superfície)

E2: Avaliação do comportamento dos parâmetros físicos do caso selecionado

E3: Aplicação a teste de modelagem magneto-hidrodinâmico e análise de resultado

E4: Interpretação e publicação de relatório técnico ou artigo

5.10,3 - Insumos

5.10.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	
	Diárias	
	Passagem	
	Diárias	

5.10.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.10.1	Profissional formado em Física, Matemática Aplicada, Engenharia ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Com sistemas de equações da Eletrodinâmica e aplicações de parâmetros interplanetários e índices geomagnéticos para fins de modelagens no contexto das Ciências Espaciais	E1-E4	DB	3	1

5.10.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento de ambiente numérico computacional de modelagem MHD em HPC e análise de dados implementando para plasmas espaciais (Heliosféricos, astrofísicos e de clima espacial)	E3	Tabela ou gráfico obtido com uso de modelo global MHD e de ferramentas de análise de dados não lineares e de visualização científica associados			Aplicação de caso a modelo MHD (E3)	Publicar relatório ou artigo (E1,E4)	
Estudo do acoplamento vento solar-magnetosferas, da origem de distúrbios geomagnéticos e da dinâmica de magnetosferas planetárias	E1, E2 e E4	Estudo concluído. Publicação ou de relatório ou de artigo.			Resultados da avaliação de parâmetros físicos (E1,E2)	Resultado interpretado e relatado (E2,E4)	



5.10.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolvimento de teste em ambiente numérico computacional de modelagem MHD em HPC e análise de dados implementados para plasmas espaciais (heliosféricos, astrofísicos e de clima espacial)										
Estudo do acoplamento vento solar-magnetosferas, da origem dos distúrbios geomagnéticos e da dinâmica de magnetosferas planetárias										

5.10.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Resultado científico e metodologias desenvolvidas, inclusive testes de modelos numéricos computacionais	E1, E2, E3 e E4)	Número de publicação de relatório ou de artigo			1 Esboço de documento científico (E1, E2 e E3)	1 Relatório ou artigo com os resultados (E4)	

5.10.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição de publicação de relatório ou de artigo científico	E1, E2, E3 e E4	Contribuição para percentual de publicações			30% da redação	100% da redação	

5.10.8 - Recursos Solicitados

5.10.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.10.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.10.9 - Equipe do Projeto

Interagindo com o candidato participante deste projeto PCI, haverá o pesquisador *Dr. Odin Mendes Júnior (gerente de projeto) e colaboradores atuais na estrutura SPEED-Fpro: Dr. Margarete Oliveira Domingues, Matemática Aplicada e Computação Científica (COPDT/CGIP), Dr. Renato Dallaqua, Física de plasmas de Laboratório (COPDT/CGIP), Dr. Oswaldo Duarte Miranda, Astrofísica (DIDAS/CGCE) e Dr. Ezequiel Echer, Ciências Planetárias, (DIHPA/CGCE).*

Haverá participação, mutável ao longo do tempo, pelo engajamento de pesquisadores colaboradores de outras instituições nacionais e internacionais e também participantes de programas de pós-graduação (mestrado e doutorado), iniciação científica e estágios técnico-científicos.

5.10.10 - Referências Bibliográficas

Baumjohann, W., Treumann, R. A. Basic Space Plasma Physics. London, Imperial College, 2004.

Bittencourt, J. A. Fundamentals of Plasma Physics. New York, Springer-Verlag, 2004.

Campbell, W. H. Introduction to Geomagnetic fields. Cambridge, Cambridge, 1997.

Feng, X. Magnetohydrodynamic modeling of the solar corona and heliosphere.

Singapore, Springer, 2020.

Kivelson, M. G., Russell, C. T. Introduction to Space Physics. Cambridge, Cambridge, 1995.

Artigos científicos específicos atuais.



Projeto 5 – Pesquisa e desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.11 – Variação geomagnética e obtenção do campo geoeletrico em território brasileiro

5.11.1 – Introdução

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas, através do programa Embrace.

O programa Embrace tem como principal objetivo monitorar o Clima Espacial, a fim de fornecer informações úteis para as comunidades científicas e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas. O Clima Espacial engloba as condições e processos que ocorrem no espaço, os quais têm potencial de afetar o ambiente próximo à Terra e/ou os seres humanos, além de sistemas tecnológicos. O seu objetivo é o conhecimento dos fenômenos que ocorrem neste ambiente espacial, seja em decorrência do estado ou modificações nele. Assim, o estudo e a previsão dos acontecimentos no sistema Sol-Terra são tópicos de grande interesse para a comunidade científica, uma vez que afetam diretamente sistemas tecnológicos, instalações físicas e serviços que atendem as necessidades da sociedade atual.

Entre as áreas do serviço do Clima Espacial, a determinação regional do campo geoeletrico destaca-se uma vez que este parâmetro é considerado essencial para se caracterizar o impacto dos efeitos de Clima Espacial em redes de transmissão elétrica. Tais efeitos derivam da ocorrência de correntes geomagneticamente induzidas (GICs) geradas durante tempestades geomagnéticas intensas. Sabe-se que durante esses eventos extremos as GICs podem gerar suscetibilidade dos sistemas de geração de energia mesmo em baixas latitudes magnéticas.

Em princípio, as GICs podem ser medidas por amperímetros acoplados aos neutros de transformadores de subestações nas linhas de transmissão de energia. Porém, a impossibilidade prática de medir essas correntes em todos os pontos de contato dos sistemas tecnológicos aterrados tornou necessário o desenvolvimento de metodologias alternativas indiretas. O método mais usado baseia-se na determinação do campo geoeletrico induzido na superfície da Terra mediante a utilização de medidas de variações geomagnéticas em toda a região de interesse e do conhecimento da distribuição de condutividades em sub-superfície dessa mesma região. Uma vez determinado o campo geoeletrico, pode-se usar informações sobre a topologia e parâmetros elétricos das linhas de transmissão para calcular as GICs em qualquer ponto do sistema elétrico.

O monitoramento e a previsão desses fenômenos são essenciais para a prestação do serviço de clima espacial. Isso se deve ao fato desse serviço englobar desde uma análise científica do estado do Sol e meio interplanetário para alimentar modelos de previsão necessários até a antecipação de danos aos sistemas embarcados em satélites, proteção de linhas de transmissão de energia de alta potência, comunicação, geo-referenciamento, dentre outros.

Além disso, o projeto também está vinculado ao Termo de Abertura de Projeto (TAP), intitulado “Levantamento do mapa de condutividade do Brasil”, processo SEI número 01340.003261/2021-26.



5.11.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral desse projeto é estudar variações do campo geomagnético na rede de magnetômetros operada pelo programa Embrace para modelagem de correntes elétricas induzidas no solo. Para tanto, é necessário interpolar o campo geomagnético em qualquer ponto na região em estudo para, em seguida, calcular o campo geoeletrico induzido através da convolução dessas variações geomagnéticas com funções geofísicas de transferência da Terra (impedâncias) derivadas por levantamentos de indução eletromagnética que forneçam a distribuição da condutividade elétrica em sub-superfície. As atividades de obtenção do campo geoeletrico pressupõem, portanto, o monitoramento das variações geomagnéticas na superfície da Terra e o desenvolvimento de métodos de interpolação desse campo e a construção de modelos 3D regionais para a condutividade elétrica a partir de campanhas de medidas de indução eletromagnética. Por fim, modelos de engenharia são usados para calcular o efeito das correntes induzidas nos sistemas tecnológicos aterrados para detectar os pontos do sistema elétrico que estariam sujeitos a maiores riscos de GICs durante tempestades magnéticas.

Para realização do objetivo geral descrito é necessário o desenvolvimento dos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 1: Obtenção e tratamento de dados obtidos pela rede de sensores de campo magnético do Embrace e campanhas de campo com métodos geofísicos de indução eletromagnética para construção de modelos 3D de condutividade elétrica. As seguintes atividades são necessárias:

1. Operação da rede de magnetômetros do Embrace;
2. Processamento preliminar dos dados geomagnéticos para minimização de ruídos e detecção de eventos com potencial para geração de GICs;
3. Campanhas de campo para aquisição de dados de indução eletromagnética em várias regiões de território brasileiro;
4. Processamento dos dados de indução eletromagnética para obtenção das funções de transferência entre os campos eletromagnéticos medidos;
5. Derivação de modelos 3D de condutividade elétrica através da inversão das funções de transferência no cluster do programa Embrace.
6. Publicação de boletins diários dos níveis de variação do campo magnético no território brasileiro

Objetivo Específico 2: Obtenção de correntes geoeletricas induzidas durante tempestades magnéticas. Atividades a serem desenvolvidas:

1. Interpolação do campo geomagnético na superfície da Terra durante os eventos escolhidos;
2. Análise espectral do campo interpolado durante as tempestades magnéticas;
3. Convolução do espectro do campo magnético (domínio de frequência) com as funções de transferência (domínio de frequência) para obter o espectro do campo geoeletrico;
4. Transformada inversa de Fourier para obter o campo geoeletrico no domínio de tempo.



Objetivo Específico 3: Cálculo das GICs nos sistemas de transmissão de energia elétrica do país. As atividades são:

1. Definição dos parâmetros de engenharia a serem usados como representativos das linhas de transmissão (topologia e parâmetros elétricos);
2. Cálculo das GICs com o modelo de Lehtinen-Pirjola usando o campo geoeletrico calculado para a tempestade magnética;
3. Validação das GICs calculadas com aquelas medidas por sensores do Embrace instalados em subestações da rede elétrica, em conjunto com parceiros responsáveis pelas linhas de transmissão;
4. Aplicação operacional para cálculo automático das GICs uma vez medidos os campos geomagnéticos.

5.11.3 – Insumos

5.11.3.1 – Custeio

Não se Aplica

5.11.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.11.1	Formação em Física, Matemática ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de mestre em qualquer área de Ciências Exatas e da Terra, há no mínimo a 4 (quatro) anos, ou de doutor em qualquer área de Ciências Exatas e da Terra.	<p>Experiência com processamento de dados geomagnéticos coletados na superfície da Terra, tais como aqueles fornecidos pela rede de magnetômetros do Embrace, e conhecimento das técnicas de modelagem do campo geoeletrico, além do domínio de linguagens computacionais:</p> <p>1) Geomagnetismo: conhecimento dos processos envolvidos nas variações geomagnéticas registradas na superfície da Terra e do formalismo matemático relacionado com o processamento desses dados (técnicas de filtragem, interpolação e análise espectral) para obtenção de picos durante tempestades magnéticas.</p> <p>2) Indução Eletromagnética: conhecimento sobre as funções de transferência dos métodos de indução eletromagnética (métodos MT e GDS), técnicas de obtenção de modelos 3D de condutividade elétrica e modelagem de campos geoeletricos.</p> <p>3) Domínio das linguagens: PYTHON e IDL.</p>	1 a 3	DB	3	1

5.11.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento de software de análise de dados geomagnéticos.	1	Software testado e campo magnético corrigido			Eliminação de ruídos nos sinais magnéticos e detecção de eventos extremos.		
Desenvolvimento de software de interpolação de campo magnético.	2,3	Software testado e campo magnético interpolado durante tempestades magnéticas.				Interpolação do campo magnético medido pelo Embrace para a região onde se situam as redes de transmissão de energia.	

5.11.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mensal		
	2021/2022		
	Nov	Dez	Jan
Desenvolvimento de ferramentas para identificar sinais ruidosos nos dados magnéticos do Embrace	X		
Comparação de técnicas de interpolação de campos magnéticos em baixas latitudes	X	X	
Aplicação da técnica de interpolação escolhida em evento geomagnético extremo			X



5.11.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2020	2021	2022	2023
Publicação diária do nível de variação do campo magnético no território brasileiro	1	Boletim diário			Boletim diário		
Software para eliminação de ruídos e identificação de eventos extremos na rede geomagnética do Embrace	1	Procedimento de filtragem e identificação de sinais naturais extremos implementado			Processo automático de tratamento de dados geomagnéticos do Embrace		
Software integrado de interpolação de campo magnético.	2,3	Procedimento de interpolação de campo magnético em baixas latitudes implementado.				Definição de processo para interpolação de campo magnético para cálculo do campo geoeletrico..	

5.11.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Publicação diária de análise do sistema solar para publicação de alertas.	1	Boletim diário			X	X	
Otimização de ferramentas computacionais científicas visando aplicação operacional no programa Embrace.	1,2,3	Softwares integrados implementados.				1	

5.11.8 – Recursos Solicitados

5.11.8.1 Custeio:

Não se aplica

5.11.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.11.9 - Equipe do Projeto

Joaquim Eduardo Rezende Costa, Lívia Ribeiro Alves, Antonio Lopes Padilha, Marcelo Banik de Pádua.

5.11.10 - Referências Bibliográficas

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Plano Diretor do INPE 2016-2019*: São José dos Campos, 2016.

[2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.



Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.12 – Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4

5.12.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O INPE, em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019 [1], prevê a geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento instrumental na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. As pesquisas e os desenvolvimentos nesta área têm por objetivo entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial. Como exemplo das metas associadas a essas atividades, podemos citar o Plano de Trabalho celebrado entre o INPE e a Agência Espacial Brasileira (AEB), referente à Ação Orçamentária 20VB-PO 0009-2018 [2], onde constam metas quantitativas de realização de pesquisa científica, desenvolvimento instrumental e adequação de infraestrutura nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial. Em particular, esse plano de trabalho incluiu o desenvolvimento, lançamento e/ou adequação de 4 instrumentos científicos desenvolvidos pelo INPE nas áreas acima, a saber, Protomirax, Detector Schenberg, SPARC4 e Telescópio Solar sendo consonante com as metas existentes no Plano Diretor do INPE [1] que servem para orientar os esforços científicos da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA) do instituto. Portanto, o presente projeto, associado ao instrumento SPARC4, está completamente alinhado ao Plano Diretor do INPE e às metas pactuadas com as instituições governamentais da área.

O Projeto 5 do “Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023” [3] apresenta as atividades da área de CEA que podem se beneficiar do Programa de Capacitação Institucional (PCI). Esse projeto tem como Objetivo Geral (OG) aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software, desenvolvimento de instrumentação e provisão de recursos de forma a potencializar a realização de pesquisas em Aeronomia, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas áreas para a sociedade. O presente projeto está vinculado ao Objetivo Específico 12 daquele documento, que é desenvolver o software de redução de dados do instrumento SPARC4. Este projeto prevê-se a contratação de um profissional e custeio para o desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4.

Este projeto visa obter insumos do Programa de Capacitação Institucional (PCI) para o desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4 – Simultaneous Polarimeter and Rapid Camera in 4 bands – em consonância com os objetivos estratégicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O SPARC4 está em fase de construção e será instalado no telescópio de 1,60 m do Observatório do Pico dos Dias (OPD) do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) também do MCTIC. O projeto SPARC4 é liderado pela Divisão de Astrofísica (DIAST) do INPE, com uma forte colaboração do LNA.

O instrumento caracteriza-se pela aquisição simultânea de imagens em quatro bandas largas na região óptica do espectro eletromagnético, por resolução temporal de até décimos de segundo e por dois modos de operação: fotometria e polarimetria. Essa combinação faz com que o SPARC4 seja um instrumento bastante versátil, com um



amplo leque de aplicações científicas, de modo que a expectativa é que exista uma grande demanda por observações com esse instrumento. O SPARC4 configura-se em uma melhoria significativa da instrumentação disponibilizada aos usuários do OPD e é esperado um aumento da produtividade desse observatório.

A usinagem foi concluída em 2020. Alguns subsistemas já foram montados e testados. Espera-se concluir a montagem e testes ainda em 2021. A integração deve ser concluída em 2022 de modo que se estima a primeira luz do instrumento para 2022 – 2023. Desse modo, estamos na época adequada, de acordo com a execução do projeto SPARC4, para realizar o desenvolvimento do software de redução para que ele esteja concluído proximamente à entrega do instrumento ao observatório para uso dos astrônomos.

No instrumento, a luz proveniente do telescópio passa pelo autoguider. A seguir, como função do modo de operação escolhido (apenas fotometria ou fotometria e polarimetria), o feixe atravessa ou não os elementos ópticos polarimétricos. O feixe é então colimado e separado nas quatro bandas por divisores de feixe dicróicos. Cada um dos feixes passa por uma câmera óptica que transforma o feixe colimado em um feixe f/5, encontrando finalmente detectores com multiplicação de elétrons. Serão entregues para o observatório programas especificamente desenvolvidos para controle, aquisição e redução de dados. O desenvolvimento de uma calculadora de tempo de exposição está sendo realizado. Para facilitar o uso e manutenção da SPARC4, será produzida documentação específica e manuais.

Para atingir o objetivo de um aumento da produtividade do OPD, o projeto SPARC4 prevê o desenvolvimento de um software validado para redução de dados fotométricos e polarimétricos. O software deve possuir dois modos de uso, o quick look e o pipeline, que são descritos a seguir.

Um dos principais usos do SPARC4 é a aquisição de séries temporais de imagens de objetos variáveis. Um software para inspeção rápida dos resultados (quick look), baseado em uma redução preliminar dos dados, permitirá a tomada de decisões durante a aquisição dos dados, no sentido de modificar ou não a estratégia observacional inicialmente adotada de modo que os resultados possuam as características necessárias (razão sinal-ruído, por exemplo) para se alcançar os objetivos científicos planejados.

Uma pipeline para uma redução de dados mais elaborada e final deve também ser desenvolvida. Essa pipeline deve ser capaz de tratar qualquer dos modos de observação automaticamente. Em linhas gerais, os modos de observação são: fotometria de imagem, polarimetria de imagem, série temporal de fotometria, série temporal de polarização linear ou circular e calibração polarimétrica. Por exemplo, a redução de séries fotométricas deve realizar a fotometria diferencial e prover magnitudes, instrumentais ou corrigidas a um dado sistema, de estrelas do campo e eventualmente curvas de luz.

O software de redução deve realizar as correções de bias e flat-field em todas as imagens obtidas, de acordo com a banda da imagem. Não é prevista a necessidade de correção de fringing, já que os detectores do instrumento têm tratamento para supressão de franjas nas imagens. Os dados de calibração de cada noite devem ser convenientemente arquivados de modo que possam ser utilizados em reduções de noites subsequentes. Isso também permitirá o acompanhamento de eventuais deteriorações do detector. Será estudada a criação de um banco de dados com



imagens master para correção de bias e flat-field, que poderão ser usadas pelo software de quick look.

Idealmente, o pipeline deve rodado no observatório a cada fim de noite de observação com os resultados entregues para o observador no dia seguinte ao da observação. Isso implica em um requisito no tempo de processamento, que não pode ser maior que algumas horas. O software de redução deve rodar em um computador diferente daqueles responsáveis pela aquisição de dados e pelo controle do instrumento.

A redução dos dados do instrumento SPARC4 envolve passos de processamento que são similares a softwares já existentes. Assim, é razoável considerar pacotes similares de código aberto como um baseline para o desenvolvimento de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento e maximizar a qualidade do produto final. Como exemplos de softwares existentes, podemos citar PCCDPACK, SOLVEPOL e ASTROPOP. Os desenvolvedores de algum deles fazem parte da equipe do SPARC4. Uma linguagem bastante apropriada ao desenvolvimento é o Python.

5.12.2 - Objetivo Geral

Este projeto insere-se no objetivo geral de construir o instrumento SPARC4, uma câmera óptica rápida em quatro canais para a realização de fotometria diferencial e polarimetria, para observações astronômicas.

Tem como objetivo específico:

OE1: Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4.

Este objetivo específico se realizará nas seguintes etapas:

- 1.1: Desenvolvimento da versão 1.0 do software;
- 1.2: Testes com dados do IAGPOL e entrega da versão 2.0;
- 1.3: Entrega definitiva do software.

5.12.3 - Insumos

5.12.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
	Passagens	0,00
	Diárias	0,00
	Passagem	0,00
	Diárias	0,00

5.12.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	1	Nº de artigos submetidos/período	0	1	1	-	-
Softwares e sistemas computacionais	1	Nº de softwares desenvolvidos	0	1		-	-
Softwares e sistemas computacionais	1	No. de softwares validados	1	1		-	-
Divulgação científica em congressos ou similares	1	Nº de pôsteres ou de apresentações orais apresentados no período	-	1	1	-	-

5.12.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	1	Número de publicações	-	1	1	-	-
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1	No de desenvolvimentos de projetos instrumentais	1	1	1	-	-

5.12.8 - Recursos Solicitados

5.12.8.1 Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

5.12.8.2 Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480

5.12.9 - Equipe do Projeto

André Alves (LNA)
Antonio M. Magalhães (USP)
Antonio Pereyra (IGP/Peru)
Braulio de Albuquerque (INPE)
Cláudia Vilega Rodrigues (INPE) - Investigator principal
Clemens Gneiding (LNA)
Denis Bernardes (Unifei/LNA)
Eder Martioli (LNA)
Flavio Ribeiro (LNA)
Francisco J. Jablonski (INPE)
Jesulino Bispo (LNA)
Luciano Fraga (LNA)
Rene Laporte (INPE)
Valentino Lau (INPE)

Alex Carciofi (USP)
André de C. Milone (INPE)
Antonio M. Magalhães (USP)
Antonio Pereyra (IGP/Peru)
Cláudia Vilega Rodrigues (INPE)
Eder Martioli (LNA)
Francisco J. Jablonski (INPE)
Gabriel Franco (UFMG)



Joaquim E. R. Costa (INPE)
Karleyne M. G. da Silva (ESO)
Leonardo A. de Almeida (UFRN)
Luciano Fraga (LNA)
Marcelo Assafin (UFRJ)
Marcelo Borges Fernandes (Observatório Nacional/MCTIC)

5.12.10 - Referências Bibliográficas

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: São José dos Campos, 2016.

[2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.

[3] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. “Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023 - PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES”: São José dos Campos, Nov. 2018.